

# Implementacija strategije predučenja u srednjoškolskoj nastavi kemije

---

Smerdel, Snježana

Doctoral thesis / Disertacija

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, University of Split, Faculty of science / Sveučilište u Splitu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:166:292941>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-13**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Science](#)



UNIVERSITY OF SPLIT

The logo for 'dabar', featuring a stylized red and black graphic above the word 'dabar' in a lowercase, sans-serif font.

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI



PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

Snježana Smerdel

**IMPLEMENTACIJA STRATEGIJE  
PREDUČENJA U SREDNJOŠKOLSKOJ  
NASTAVI KEMIJE**

DOKTORSKI RAD

Split, 2021.



PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

Snježana Smerdel

**IMPLEMENTACIJA STRATEGIJE  
PREDUČENJA U SREDNJOŠKOLSKOJ  
NASTAVI KEMIJE**

DOKTORSKI RAD

MENTOR:

prof. emer. Meliha Zejnilagić-Hajrić

Split, 2021.



FACULTY OF SCIENCE

Snježana Smerdel

**IMPLEMENTATION OF THE  
PRELEARNING STRATEGY IN  
SECONDARY CHEMISTRY TEACHING**

DOCTORAL THESIS

SUPERVISOR:

Professor Emeritus Meliha Zejnilagić-Hajrić

Split, 2021

## **ZAHVALE**

*Iskreno se zahvaljujem mentorici, prof. emer. Melihi Zejnilagić-Hajrić, na ukazanom povjerenju te na stručnom vođenju i bezrezervnoj podršci tijekom poslijediplomskog studija kao i pri izradi ovog doktorskog rada.*

*Hvala ocjenjivačima, prof. emer. Maji Pavela-Vrančić, prof. dr. sc. Dragici Trivić, izv. prof. dr. sc. Ani Grubišić, izv. prof. dr. sc. Stjepanu Orhanoviću i doc. dr. sc. Nikoli Maranguniću, na izdvojenom vremenu i trudu uloženom u vrjednovanje ovog rada kao i na korisnim komentarima i preporukama.*

*Posebno se zahvaljujem nastavnicama kemije na pomoći i sudjelovanju u provođenju istraživanja: Danijeli Bajić, Elizabeti Dorkin-Milković, Silviji Krnić, Heleni Peter Jelenčić, Sandri Pifar Kain, Maji Radić, Jeleni Sturnela i Katici Supina. Zahvaljujem nastavnicama koje su sudjelovale u evaluaciji instrumenata istraživanja. Hvala i svim učenicima koji su sudjelovali u ovom istraživanju.*

*Veliko i iskreno hvala prof. dr. Vesni Ferk Savec i dr. Ani Logar na podršci i korisnim savjetima koje su mi pružale od početka mog znanstveno-istraživačkog rada.*

*Iskreno zahvaljujem dr. sc. Roku Vladušiću na podršci i korisnim savjetima tijekom istraživačkog rada.*

*Hvala svima koji su me podržavali pri nastajanju ovog doktorskog rada.*

*Neizmjernu zahvalnost dugujem svojoj obitelji za beskrajno strpljenje i bezuvjetnu ljubav.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Poslijediplomski sveučilišni studij  
„Istraživanje u edukaciji u području prirodnih i tehničkih znanosti”

Doktorska disertacija

## IMPLEMENTACIJA STRATEGIJE PREDUČENJA U SREDNJOŠKOLSKOJ NASTAVI KEMIJE

SNJEŽANA SMERDEL

Strategija predučenja uključuje aktivnosti usmjerene na pripremu učenika za nastavu. Cilj ovog doktorskog rada bio je istražiti primjenu materijala za predučenje u srednjoškolskoj nastavi kemije kako bi se utvrdio učinkovit način njihove izrade kao i implementacije u stvarne nastavne situacije. Svrha prvog dijela rada bila je ispitati situaciju u srednjim školama s obzirom na učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavi kemije te u isto vrijeme istražiti utjecaj demografskih karakteristika na primjenu aktivnosti predučenja u populaciji nastavnika kemije. U okviru kvantitativnog deskriptivnog anketnog istraživanja nastavnici kemije iz svih hrvatskih županija samostalno su popunjavali mrežni upitnik. Fokus drugog dijela rada bio je na provođenju kvazieksperimenta radi utvrđivanja učinka poučavanja uz primjenu mrežnih materijala za predučenje na usvojenost i trajnost usvojenog znanja iz kemije kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja. Utvrđeno je da nastavnici kemije najčešće koriste aktivnosti predučenja u obliku usmenog ponavljanja pri čemu učenicima postavljaju pitanja za aktiviranje njihovog predznanja i ponavljanje ključnih pojmova korisnih za novo nastavno gradivo dok su najmanje zastupljene mrežne rasprave radi poticanja čitanja udžbenika prije nastave. Demografske karakteristike nastavnika koje utječu na primjenu aktivnosti predučenja u nastavi kemije su spol i životna dob. Primarno studijsko obrazovanje, nastavni predmeti, vrsta srednje škole i stečeno nastavničko iskustvo nisu statistički značajne karakteristike. U drugom dijelu rada je statistički značajna razlika u korist eksperimentalne skupine na završnom i retencijskom testiranju ukazala na pozitivan utjecaj poučavanja uz primjenu materijala za predučenje na usvojenost znanja i trajnost usvojenog znanja kod učenika na primjeru nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana. Učenici su dobro prihvatili rad s materijalima za predučenje i smatrali su ih korisnima u pripremi za nastavu.

(223 stranice, 45 slika, 25 tablica, 192 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Sveučilišnoj knjižnici u Splitu, Ruđera Boškovića 31, Split i Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb.

Ključne riječi: demografske karakteristike; kognitivno opterećenje; materijali za predučenje; predlaboratorijske aktivnosti; priprema uma za učenje

Mentor: prof. emer. Meliha Zejnilagić-Hajrić

Ocjenjivači:

1. prof. emer. Maja Pavela-Vrančić
2. prof. dr. sc. Dragica Trivić
3. izv. prof. dr. sc. Ani Grubišić
4. izv. prof. dr. sc. Stjepan Orhanović
5. doc. dr. sc. Nikola Marangunić

Rad prihvaćen: 14. srpnja 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Split

Faculty of Science

Doctoral program

"Education Research in Natural and Technical Sciences"

Doctoral Thesis

### IMPLEMENTATION OF THE PRELEARNING STRATEGY IN SECONDARY CHEMISTRY TEACHING

SNJEŽANA SMERDEL

The prelearning strategy involves activities aimed at students' preparation in advance of class. The aim of this doctoral thesis was to explore the use of prelearning materials in the secondary chemistry teaching in order to determine the effective way of their design and implementation in real teaching situations. The purpose of the first part of the study was to research the situation in secondary schools with regard to the frequency of using various prelearning activities in chemistry classes and at the same time to explore the influence of demographic characteristics on the use of prelearning activities within the chemistry teacher population. Within the frame of the quantitative descriptive survey research, a self-administered online questionnaire was completed by chemistry teachers from all regions in Croatia. The focus of the second part of the study was on a quasi-experimental research of the use of online chemistry prelearning materials to determine how they affect high-school students' knowledge acquisition of chemistry and its retention. It was found that chemistry teachers most commonly use oral repetition activities in which they ask students questions to activate their preknowledge and repeat key concepts useful for new teaching material while online discussions to encourage textbook reading in advance of class were represented the least. Demographic characteristics affecting the teachers' use of prelearning activities in chemistry classes were their gender and age. The teachers' education, teaching subjects, school types and teaching experience were nonsignificant characteristics. In the second part of the study, a statistically significant difference to the benefit of the experimental group on the posttest and retention test indicated a positive effect of the prelearning materials use on students' knowledge acquisition and its retention in the example of alkane and cycloalkane teaching materials. The students accepted the prelearning materials well and found them useful in preparation in advance of class.

(223 pages, 45 figures, 25 tables, 192 references, original in Croatian)

Thesis is deposited in the University Library of Split, Ruđera Boškovića 31, Split and National and University Library, Ul. Hrvatske bratske zajednice 4, Zagreb.

Keywords: cognitive load; demographic characteristics; prelaboratory activities; prelearning materials; preparing mind for the learning

Supervisor: Professor Emeritus Meliha Zejnilagić-Hajrić, Ph.D.

Reviewers:

1. Professor Emeritus Maja Pavela-Vrančić, Ph.D.
2. Full Professor Dragica Trivić, Ph.D.
3. Associate Professor Ani Grubišić, Ph.D.
4. Associate Professor Stjepan Orhanović, Ph.D.
5. Assistant Professor Nikola Marangunić, Ph.D.

Thesis accepted: 14 July 2021

## Sadržaj

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. TEORIJSKI OKVIR.....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1. Razine poučavanja i učenja kemije.....   | 3         |
| 2.2. Kratkoročno pamćenje i model obrade informacija.....                                   | 4         |
| 2.3. Priprema uma za učenje.....  | 8         |
| 2.4. Teorija kognitivnog opterećenja.....   | 9         |
| 2.5. Strategija predučenja.....   | 11        |
| 2.5.1. Pojam i svrha strategije predučenja.....   | 11        |
| 2.5.2. Razvoj primjene aktivnosti predučenja.....   | 12        |
| 2.5.3. Pregled istraživanja primjene aktivnosti predučenja.....                             | 13        |
| 2.6. Predlaboratorijske aktivnosti.....   | 17        |
| 2.6.1. Važnost predlaboratorijskih aktivnosti.....  | 18        |
| 2.6.2. Pregled istraživanja primjene predlaboratorijskih aktivnosti.....                    | 19        |
| 2.7. Virtualno okruženje za predučenje .....  | 20        |
| 2.7.1. Poučavanje i učenje s informacijskom i komunikacijskom<br>tehnologijom.....          | 20        |
| 2.7.2. Istraživanje primjene aktivnosti predučenja u virtualnom<br>okruženju za učenje..... | 22        |
| 2.8. Demografske karakteristike ispitanika u obrazovnim istraživanjima.....                 | 29        |
| 2.9. Predmet i cilj istraživanja.....   | 29        |
| 2.9.1. Svrha, istraživačka pitanja i hipoteze.....  | 30        |
| <b>3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....</b>  | <b>32</b> |
| 3.1. Paradigma i metodološki pristup.....   | 32        |
| 3.2. Nacrti istraživanja.....   | 32        |
| 3.2.1. Prvi dio istraživanja: Anketno istraživanje.....                                     | 33        |
| 3.2.2. Drugi dio istraživanja: Kvaziekperimentalno istraživanje.....                        | 33        |
| 3.2.3. Kvalitativni dio istraživanja.....   | 34        |



|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.3.      | Uzorak.....  | 35        |
| 3.3.1.    | Uzorak anketnog istraživanja.....  | 35        |
| 3.3.2.    | Uzorak kvaziekperimentalnog istraživanja.....  | 36        |
| 3.3.2.1.  | Uzorak učenika.....  | 36        |
| 3.3.2.2.  | Uzorak nastavnika.....   | 38        |
| 3.3.2.3.  | Etička razmatranja.....  | 39        |
| 3.4.      | Instrumenti istraživanja.....  | 40        |
| 3.4.1.    | Instrumenti za prvi dio istraživanja.....  | 40        |
| 3.4.1.1.  | Razvoj upitnika za nastavnike „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“..... | 41        |
| 3.4.2.    | Instrumenti za drugi dio istraživanja.....   | 42        |
| 3.4.2.1.  | Razvoj ispita znanja.....  | 46        |
| 3.4.3.    | Materijali za predučenje.....  | 47        |
| 3.4.3.1.  | Izrada mrežnih materijala za predučenje.....   | 47        |
| 3.5.      | Provedba istraživanja.....   | 50        |
| 3.5.1.    | Provedba prvog dijela istraživanja.....  | 50        |
| 3.5.2.    | Provedba drugog dijela istraživanja.....   | 50        |
| 3.5.2.1.  | Nastava i nastavno gradivo.....  | 54        |
| 3.5.2.2.  | Intervencija u kvaziekperimentu.....   | 55        |
| 3.5.2.3.  | Motivacija učenika za predučenje.....  | 57        |
| 3.6.      | Analiza podataka.....  | 58        |
| 3.6.1.    | Analiza podataka iz prvog dijela istraživanja.....                                   | 59        |
| 3.6.2.    | Analiza podataka iz drugog dijela istraživanja.....                                  | 60        |
| <b>4.</b> | <b>REZULTATI I RASPRAVA.....</b>   | <b>62</b> |
| 4.1.      | Valjanost i pouzdanost instrumenata istraživanja.....                                | 62        |
| 4.1.1.    | Valjanost i pouzdanost upitnika.....   | 64        |
| 4.1.2.    | Osnovne metrijske karakteristike i pouzdanost korištenih ispita znanja.....          | 74        |
| 4.2.      | Rezultati prvog dijela istraživanja.....   | 79        |
| 4.2.1.    | Primjena udžbenika.....  | 79        |
| 4.2.2.    | Primjena nastavnih materijala.....   | 81        |
| 4.2.3.    | Primjena usmenog ponavljanja.....  | 83        |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 4.2.4. | Primjena predlaboratorijskih aktivnosti.....  | 84  |
| 4.2.5. | Primjena ostalih aktivnosti predučenja.....   | 86  |
| 4.2.6. | Razlike u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika.....                | 87  |
| 4.3.   | Rezultati drugog dijela istraživanja.....   | 90  |
| 4.3.1. | Usporedba odgovora nastavnika i učenika u anketnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“.....          | 90  |
| 4.3.2. | Usporedba eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na spol i predznanje.....   | 93  |
| 4.3.3. | Učinak poučavanja uz primjenu mrežnih materijala za predučenje na postignuća učenika na ispitima znanja.....                | 95  |
|        | 4.3.3.1. Usporedba rezultata završnog ispita znanja između skupina.....   | 95  |
|        | 4.3.3.2. Usporedba rezultata retencijskog ispita znanja između skupina.....   | 97  |
| 4.3.4. | Učinak poučavanja uz primjenu mrežnih materijala za predučenje na postignuća učenika na ispitima znanja unutar skupina..... | 99  |
| 4.3.5. | Učinak poučavanja uz primjenu mrežnih materijala za predučenje na rezultate pojedinačnih zadataka u ispitima znanja..       | 101 |
| 4.3.6. | Usporedba rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na spol ispitanika.....                                   | 102 |
|        | 4.3.6.1. Usporedba rezultata ispita znanja s obzirom na spol ispitanika unutar skupina.....                                 | 103 |
|        | 4.3.6.2. Usporedba rezultata ispita znanja s obzirom na spol ispitanika između skupina.....                                 | 105 |
| 4.3.7. | Evaluacija primjene materijala za predučenje.....   | 108 |
|        | 4.3.7.1. Primjena materijala.....   | 110 |
|        | 4.3.7.2. Učinkovitost primjene materijala.....  | 111 |
|        | 4.3.7.3. Povratne informacije nakon predučenja.....   | 113 |
|        | 4.3.7.4. Preporuke za primjenu materijala.....  | 114 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.3.8.    | Osvrt sudionika na provedbu istraživanja.....               | 115        |
| 4.3.8.1.  | Mišljenje učenika o provedbi istraživanja.....              | 115        |
| 4.3.8.2.  | Strukturirani intervju s nastavnicama.....                  | 118        |
| 4.4.      | Rasprava.....   | 119        |
| 4.4.1.    | Rasprava rezultata prvog dijela istraživanja.....           | 119        |
| 4.4.2.    | Rasprava rezultata drugog dijela istraživanja.....          | 122        |
| <b>5.</b> | <b>ZAVRŠNO RAZMATRANJE.....</b>                             | <b>125</b> |
| 5.1.      | Zaključak.....  | 125        |
| 5.2.      | Ograničenja istraživanja.....                               | 126        |
| 5.3.      | Prednosti istraživanja.....                                 | 128        |
| 5.4.      | Implikacije za nastavnu praksu.....                         | 128        |
| <b>6.</b> | <b>POPIS LITERATURE.....</b>                                | <b>130</b> |
| <b>7.</b> | <b>PRILOZI.....</b>   | <b>144</b> |
| <b>8.</b> | <b>ŽIVOTOPIS AUTORICE S POPISOM OBJAVLJENIH RADOVA.....</b> | <b>221</b> |

## Popis slika i tablica

### Popis slika

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Slika 2.1.  | Johnstoneov trokut, predstavlja tri razine poučavanja i učenja kemije.....            | 3  |
| Slika 2.2.  | Mahaffyev model pristupa poučavanju i učenju kemije.....                              | 4  |
| Slika 2.3.  | Johnstoneov model nadograđen vizualnim elementom.....                                 | 4  |
| Slika 2.4.  | Model obrade informacija s tri skladišta pamćenja.....                                | 5  |
| Slika 2.5.  | Johnstoneov model obrade informacija.....   | 6  |
| Slika 2.6.  | Povećanjem informacijskog opterećenja opada sposobnost razumijevanja kod učenika..... | 8  |
| Slika 2.7.  | Primjer nastavnog materijala Chemorganisers.....                                      | 14 |
| Slika 2.8.  | Kognitivna teorija multimedijskog učenja.....   | 21 |
| Slika 2.9.  | Primjer mrežnog materijala HWeb.....  | 23 |
| Slika 2.10. | Primjer zaslona mrežnog predavanja za predučenje.....                                 | 25 |
| Slika 2.11. | Zaslon multimedijskog materijala za predučenje (MLMs) o električnom polju.....        | 26 |
| Slika 2.12. | Primjer zaslona multimedijskog materijala za predučenje.....                          | 27 |
| Slika 3.1.  | Shematski prikaz razvoja upitnika o primjeni aktivnosti predučenja.....               | 41 |
| Slika 3.2.  | Shematski prikaz razvoja i implementacije MMP-materijala.....                         | 49 |
| Slika 3.3.  | Shematski prikaz provedbe drugog dijela istraživanja (nacrt istraživanja).....        | 53 |
| Slika 3.4.  | Shematski prikaz statističke analize podataka za prvi dio istraživanja.....           | 59 |
| Slika 3.5.  | Shematski prikaz statističke analize podataka za drugi dio istraživanja.....          | 60 |
| Slika 4.1.  | Grafički prikaz svojstvenih vrijednosti za ekstrahirane faktore.....                  | 68 |
| Slika 4.2.  | Raspodjela rezultata učenika na preliminarnom ispitu znanja.....                      | 77 |
| Slika 4.3.  | Raspodjela rezultata učenika na završnom ispitu znanja.....                           | 78 |
| Slika 4.4.  | Raspodjela rezultata učenika na retencijskom ispitu znanja.....                       | 78 |

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| Slika 4.5.  | Postotak učestalosti odgovora nastavnika (N=139) o primjeni udžbenika po stavkama (S).....   | 80  |
| Slika 4.6.  | Postotak učestalosti odgovora nastavnika (N=139) o primjeni nastavnih materijala po stavkama (S).....                                  | 82  |
| Slika 4.7.  | Postotak učestalosti odgovora nastavnika (N=139) o primjeni usmenog ponavljanja po stavkama (S).....                                   | 83  |
| Slika 4.8.  | Postotak učestalosti odgovora nastavnika (N=139) o primjeni predlaboratorijskih aktivnosti, po stavkama (S).....                       | 85  |
| Slika 4.9.  | Usporedba srednjih vrijednosti rezultata ostvarenih na preliminarnom ispitu znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine..... | 94  |
| Slika 4.10. | Prosječni rezultati eksperimentalne i kontrolne skupine na preliminarnom i završnom testiranju.....                                    | 96  |
| Slika 4.11. | Prosječni rezultati eksperimentalne i kontrolne skupine na završnom i retencijskom testiranju.....                                     | 98  |
| Slika 4.12. | Usporedba prosječnih postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine po zadacima u završnom ispitu znanja.....                  | 101 |
| Slika 4.13. | Usporedba prosječnih postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine po zadacima u retencijskom ispitu znanja.....              | 102 |
| Slika 4.14. | Usporedba postignuća učenika i učenica eksperimentalne skupine na završnom ispitu znanja (N=269).....                                  | 103 |
| Slika 4.15. | Usporedba postignuća učenika i učenica eksperimentalne skupine na retencijskom ispitu znanja (N=240).....                              | 103 |
| Slika 4.16. | Usporedba postignuća učenika i učenica kontrolne skupine na završnom ispitu znanja (N=271).....  | 104 |
| Slika 4.17. | Usporedba postignuća učenika i učenica kontrolne skupine na retencijskom ispitu znanja (N=254).....                                    | 105 |
| Slika 4.18. | Usporedba postignuća učenica eksperimentalne i kontrolne skupine na završnom ispitu znanja (N=338).....                                | 106 |
| Slika 4.19. | Usporedba postignuća učenica eksperimentalne i kontrolne skupine na retencijskom ispitu znanja (N=314).....                            | 106 |
| Slika 4.20. | Usporedba postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine na završnom ispitu znanja (N=202).....                                | 107 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Slika 4.21. | Usporedba postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine na retencijskom ispitu znanja (N=180)..... | 107 |
| Slika 4.22. | Raspodjela broja obrađenih materijala po učeniku.....   | 108 |
| Slika 4.23. | Raspodjela vremena potrebnog za obradu jednog materijala po učeniku.....                                    | 109 |
| Slika 4.24. | Raspodjela broja pregleda potrebnih za obradu jednog materijala po učeniku.....                             | 110 |
| Slika 4.25. | Postotak učestalosti odgovora učenika o primjeni materijala.....  | 111 |
| Slika 4.26. | Postotak učestalosti odgovora učenika o učinkovitosti primjene materijala.....                              | 112 |
| Slika 4.27. | Postotak učestalosti odgovora učenika o povratnim informacijama nakon predučenja.....                       | 113 |
| Slika 4.28. | Postotak učestalosti odgovora učenika o preporukama za primjenu materijala.....                             | 114 |

### **Popis tablica**

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Tablica 3.1. | Opis demografskih karakteristika ispitanika ( $N_{uk} = 139$ ).....   | 35 |
| Tablica 3.2. | Broj učenika eksperimentalne i kontrolne skupine po školama i ispitima znanja.....  | 37 |
| Tablica 3.3. | Raspodjela učenika po spolu i životnoj dobi za usporedne skupine u pojedinačnim testiranjima.....                               | 38 |
| Tablica 3.4. | Nastavne cjeline u preliminarnom ispitu znanja po zadacima.....   | 43 |
| Tablica 4.1. | Početne manifestne varijable upitnika „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“ za eksploratornu faktorsku analizu..... | 65 |
| Tablica 4.2. | Ukupna objašnjena varijanca ekstrahiranih faktora (EFA 1).....  | 67 |
| Tablica 4.3. | Rotacijska matrica faktorskih opterećenja nakon prve eksploratorne faktorske analize (EFA 1).....                               | 69 |
| Tablica 4.4. | Rotacijska matrica faktorskih opterećenja nakon druge eksploratorne faktorske analize (EFA 2).....                              | 71 |
| Tablica 4.5. | Konačna faktorska struktura s pripadnim stavkama, svojstvenim vrijednostima i postotkom objašnjene varijance.....               | 72 |

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Tablica 4.6.  | Vrijednosti Cronbach $\alpha$ koeficijenta pouzdanosti za upitnik „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“ po podljestvicama.....   | 74 |
| Tablica 4.7.  | Osnovne metrijske karakteristike i pouzdanost ispita znanja korištenih u istraživanju.....   | 75 |
| Tablica 4.8.  | Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni udžbenika u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“.....   | 80 |
| Tablica 4.9.  | Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni nastavnih materijala u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“.....  | 81 |
| Tablica 4.10. | Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni usmenog ponavljanja u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“.....   | 83 |
| Tablica 4.11. | Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni predlaboratorijskih aktivnosti u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“.....  | 84 |
| Tablica 4.12. | Rezultati Mann-Whitney U testa statističke značajnosti razlike u učestalosti primjene aktivnosti kratkog razgovora prije eksperimenta s obzirom na spol nastavnika ( $N_M = 15$ ; $N_{\bar{z}} = 124$ ).....   | 87 |
| Tablica 4.13. | Rezultati Kruskal-Wallis H testa statističke značajnosti razlike u učestalosti primjene aktiviranja predznanja učenika s obzirom na životnu dob nastavnika ( $N(<30) = 7$ ; $N(30-35) = 20$ ; $N(36-40) = 19$ ; $N(41-45) = 23$ ; $N(46-55) = 52$ ; $N(>55) = 18$ )..... | 88 |
| Tablica 4.14. | Rezultati post-hoc Mann-Whitney U testa statističke značajnosti razlike za usporedbu skupina u učestalosti primjene aktiviranja predznanja učenika s obzirom na životnu dob nastavnika.....  | 89 |
| Tablica 4.15. | Rezultati Mann-Whitney U testa statističke značajnosti razlike u procjeni učestalosti primjene aktivnosti predučenja između učenika i nastavnika ( $N_U = 513$ ; $N_N = 139$ ).....  | 91 |
| Tablica 4.16. | Rezultati $\chi^2$ -testa za raspodjelu učenika s obzirom na spol u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini za sva testiranja.....   | 93 |

|               |  |     |
|---------------|--|-----|
| Tablica 4.17. | Rezultati analize t-testom za nezavisne uzorke za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu na preliminarnom ispitu znanja ( $N_{uk} = 513$ )..... | 94  |
| Tablica 4.18. | Rezultati analize t-testom za nezavisne uzorke za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu na završnom ispitu znanja ( $N_{uk} = 540$ ).....      | 96  |
| Tablica 4.19. | Rezultati analize t-testom za nezavisne uzorke za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu na retencijskom ispitu znanja ( $N_{uk} = 494$ ).....  | 98  |
| Tablica 4.20. | Rezultati analize t-testom za zavisne uzorke za eksperimentalnu skupinu na završnom i retencijskom ispitu znanja ( $N_{uk} = 480$ ).....     | 100 |
| Tablica 4.21. | Rezultati analize t-testom za zavisne uzorke za kontrolnu skupinu na završnom i retencijskom ispitu znanja ( $N_{uk} = 508$ ).....           | 100 |



# 1. UVOD

Glavni cilj prirodoslovnog odgoja i obrazovanja je uspostaviti prirodoznanstveno opismenjeno društvo. Pojedinac je prirodoznanstveno opismenjen ako razumije i usvoji potrebu cjeloživotnog obrazovanja, ako usvoji znanstveni koncept, metode, postupke i načela u donošenju odluka te usmjeri znanje i vještine stečene obrazovanjem na stvaralačko rješavanje problema. Primjena tih znanja očituje se u gotovo svim područjima života i društva, od proizvodnje hrane, prijevoza i medicine, pa do očuvanja prirode i istraživanja postanka svemira (Nacionalni okvirni kurikulum, 2011).

Kemija je usmjerena na proučavanje tvari i zakonitosti prirodnih procesa. Cilj učenja kemije je razvoj sustava mišljenja na temelju malog broja odabranih činjenica, primjera i problema koji će omogućiti primjenu stečenog znanja i iskustva. Brzi razvoj novih tehnologija doveo je do još veće potrebe za cjeloživotnim učenjem i povezivanjem nastave kemije sa znanjima potrebnim u svakodnevnom životu (Sikirica, 2003). Učenici<sup>1</sup> često kemiju smatraju teškim školskim predmetom zbog brojnih apstraktnih pojmova i sadržaja matematičke prirode (Taber, 2002). Značajna količina nove terminologije i simbolike čini kemiju nepristupačnom, osobito za učenike bez predznanja (Childs i Sheehan, 2009; Reid, 2008). Prema Johnstone (1984), kemiju zahtjevnom čini priroda njezinih koncepata i načini na koje su koncepti predstavljeni, ali poteškoće potiču i tradicionalne nastavne metode kao i metode učenja (Taber, 2002).

Nesposobnost učenika da povezuju važne biološke procese i ključne kemijske koncepte, primjerice atome, molekulske strukture, svojstva tvari, termodinamiku i kemijske reakcije, u velikoj mjeri je rezultat načina poučavanja kemije (Lowery Bretz, 2009). Johnstone (2000b) smatra kako nastavnici<sup>1</sup> trebaju poučavati nastavne sadržaje na 'logični' način i u skladu sa 'psihološkim' načinom, odnosno s onime što je poznato o procesu učenja. Za unaprjeđenje poučavanja kemije učinkovita su dva modela koja se detaljnije razmatraju u sljedećem poglavlju, model triju razina poučavanja i učenja kemije (kemijski trokut) i model obrade informacija.

Bez obzira na primjenu navedenih modela, učenici na nastavu dolaze nespremni za sudjelovanje u smislenim aktivnostima pa je veći dio vremena iskorišten za obradu osnovnih sadržaja (Stelzer i sur., 2009). S druge strane, nastavnici prilagođuju veliku količinu nastavnog gradiva

---

<sup>1</sup> U doktorskom radu se pod pojmovima učenici i nastavnici podrazumijeva muški i ženski spol.

uglavnom tradicionalnom obrascu prezentiranja ograničavajući tako vrijeme za primjenu razmišljanja na višim kognitivnim razinama. Poučavanje bi se u velikoj mjeri moglo poboljšati smanjivanjem broja novih informacija na nastavi čime bi više vremena preostalo za aktivno učenje (Moravec i sur., 2010).

Za što produktivnije vrijeme provedeno na nastavi pedagozi predlažu izloženost učenika novom gradivu prije nastave čime stječu osnovno znanje te se poučavanje više može koristiti za ilustriranje koncepata i rješavanje problema umjesto za isključivi prijenos informacija, čak i u tradicionalnom obliku nastave (Collard i sur., 2002). Utvrđivanje temeljnih pojmova na strukturirani način prije svakog nastavnog sata kao i dobivanje povratnih informacija o razumijevanju gradiva učenicima može omogućiti da prije i poslije nastave preuzmu kontrolu nad svojim učenjem (Seery i Donnelly, 2012).

U ovom doktorskom radu priprema za nastavu predstavljena je pojmom 'predučenje' kao hrvatskom inačicom za istoznačne izraze i pojmove korištene u međunarodnoj literaturi: pre-learning (Chen i sur., 2019; Sirhan, 2000), pre-class (Han i Klein, 2019; Heiner i sur., 2014; Long i sur., 2016), pre-lecture (Seery, 2010b; Slunt i Giancarlo, 2004), 'to present lecture material in advance of class' (Day i Foley, 2005) i 'learn before lecture' (Moravec i sur., 2010). Koncept predučenja temelji se na idejama pripreme uma za učenje (Ausubel, 1968) i Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 1998) koje se detaljnije razmatraju u teorijskom dijelu ovog dokorskog rada.

Kako bi se pedagoški pristup pripreme učenika za nastavu učinio uistinu djelotvornim, potrebno je razmotriti oblike aktivnosti predučenja i načine izrade prikladnih materijala za predučenje. Prije ulaganja većeg truda u osmišljavanje i implementaciju takvih materijala u obrazovni sustav važno je utvrditi njihovu djelotvornost u prenošenju nastavnih sadržaja (Steltzer i sur., 2009). U okviru ovog dokorskog rada predložen je pristup pripreme učenika za nastavu uvođenjem novih strukturiranih materijala za predučenje koji bi mogli biti korisni svim učenicima, a da pretjerano ne opterećuju nastavnike.

Istraživanje će se provesti u nastavi kemije u hrvatskim srednjim školama kako bi se utvrdio učinkovit način izrade materijala za predučenje kao i učinak poučavanja uz njihovu primjenu na postignuća učenika na ispitima znanja. Za ostvarivanje navedenog cilja posebno je odabran početak nastavne godine u četvrtim razredima gimnazijskih usmjerenja, a dobivenim empirijskim nalazima nastojat će se utvrditi prikladnost novih materijala za predučenje za implementaciju u naš obrazovni sustav.

## 2. TEORIJSKI OKVIR

### 2.1. Razine poučavanja i učenja kemije

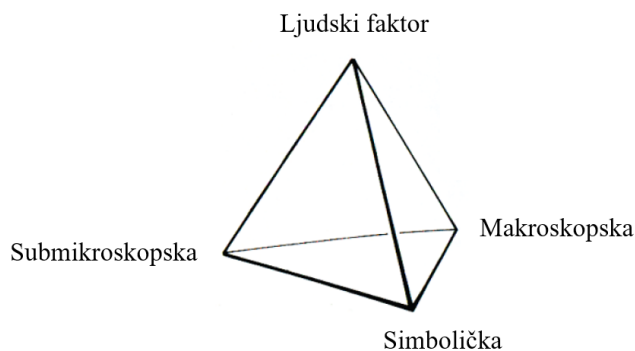
Model prema kojemu postoje tri razine na kojima se odvija poučavanje i učenje kemije postao je paradigma u području kemijskog obrazovanja te predstavlja teorijski okvir za većinu istraživanja u kemijskom obrazovanju kao i ideju vodilju različitim kurikulskim projektima i izradama udžbenika (Talanquer, 2011). Predložio ga je Johnstone (1982) kao odgovor na potrebe kemijskog obrazovanja za implementiranjem ideja o spoznavanju i obradi informacija tijekom procesa učenja proizašlih iz psihologijskih istraživanja (Taber, 2013). Grafički se prikazuje kao trokut čiji vrhovi predstavljaju makroskopsku, submikroskopsku i simboličku razinu (slika 2.1).



**Slika 2.1.** Johnstoneov trokut, predstavlja tri razine poučavanja i učenja kemije (prilagođeno prema Petillion i McNeil, 2020)

Makroskopska razina obuhvaća osjetilna, makroskopska svojstva tvari te pomoću iskustvenog učenja kroz eksperimente kao i analizom opažanja i dobivenih rezultata većina učenika na ovoj razini uspješno usvaja i razlikuje temeljne kemijske pojmove. Potom se primjenom čestičnog modela na submikroskopskoj razini učenicima objašnjavaju opažene pojave dok upotreba simbola kemičarima omogućuje jednostavnu i praktičnu komunikaciju, ponajprije putem simbola kemijskih elemenata, kemijskih formula i jednadžbi kemijskih reakcija, a zatim i pomoću grafičkih prikaza, shema, različitih modela i računalnih animacija (Šimičić, 2018).

Pojedini istraživači nadograđivali su Johnstoneov model novim elementima koji ilustriraju dimenzije učenja kemijskih pojmova, ljudskim faktorom (slika 2.2) i vizualnim elementima (slika 2.3).



**Slika 2.2.** Mahaffyev model pristupa poučavanju i učenju kemije (prilagođeno prema Mahaffy, 2004)



**Slika 2.3.** Johnstoneov model nadograđen vizualnim elementima (prilagođeno prema Ferik Savec i Vrtačnik, 2007 u Devetak, 2012)

Razumijevanje odnosa između prethodno opisanih triju osnovnih razina poučavanja i učenja kemije razlikuje se od učenika do učenika bez obzira na njihov akademski uspjeh. Kada ne mogu povezati razine prikaza, znanje im je fragmentirano i mnoge koncepte vjerojatno su naučili samo na činjeničnoj razini (Eilks i sur., 2012).

Rezultati brojnih istraživanja u posljednjih nekoliko desetljeća ukazali su na pet područja poteškoća u učenju kemije i ostalih prirodosnanstvenih predmeta: (1) sadržaj nastavnog plana i programa, (2) kratkoročno pamćenje (radna memorija), (3) jezik i komunikacija, (4) razumijevanje konceptata i (5) motivacija (Taber, 2002). Johnstone je vjerojatno prvi prepoznao kapacitet kratkoročnog pamćenja kao ključnog činitelja za poteškoće u učenju (Johnstone, 1991, 1997; Johnstone i El-Banna, 1989; Johnstone i Kellett, 1980).

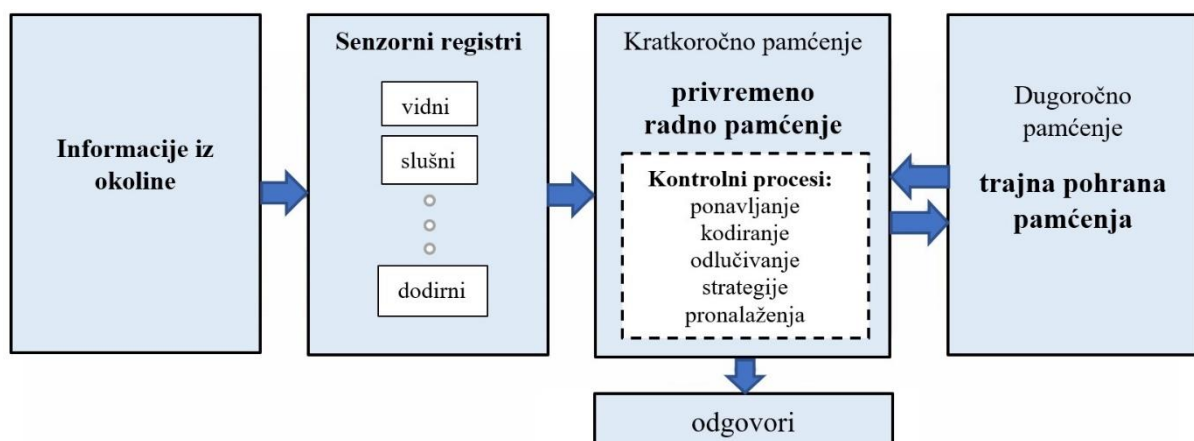
## 2.2. Kratkoročno pamćenje i model obrade informacija

Biheviorizam, kognitivizam i konstruktivizam su teorije učenja koje se najviše izdvajaju po orijentiranosti na aktivan proces učenja (Glušac, 2012). U kasnim 1950-im učinjen je odmak od korištenja teorija učenja bihevioralnog modela prema pristupu koji se oslanja na teorije učenja i modele iz kognitivnih znanosti (Ertmer i Newby, 2013). Informacijska i komunikacijska tehnologija dala je kognitivnim znanstvenicima snažan poticaj za novi način razmišljanja o djelovanju ljudskog uma. Teoretičari obrade informacija razvili su model pamćenja i učenja utemeljen na analogiji s funkcioniranjem računala. Danas većina istraživača u ovom području prihvaća to gledište bez obzira je li računalo samo opća metafora ili pomoću

računala pokušavaju simulirati mentalne procese uključene u pamćenje i dosjećanje (Vizek Vidović i sur., 2014).

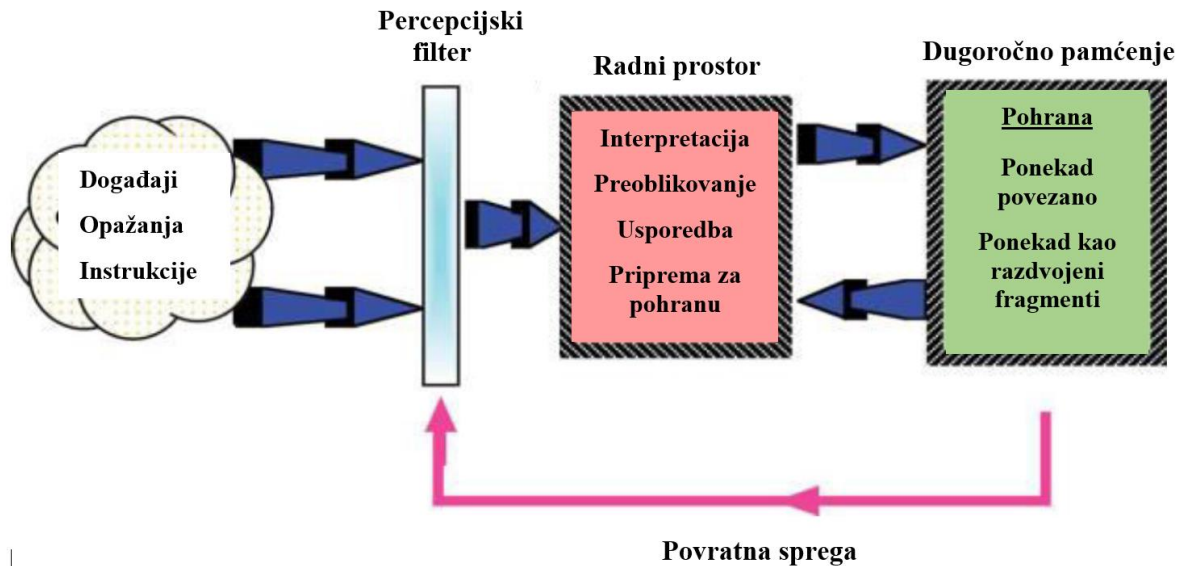
Pamćenje određujemo kao mogućnost usvajanja, zadržavanja i korištenja informacija s naglaskom na zadržavanju i korištenju informacija. U najužoj je vezi s pojmom učenja, ali pri učenju naglasak je na prvom stupnju pamćenja, odnosno na usvajanju informacija (Zarevski, 1997). Učenje ne mora uvijek biti namjerno, no ono uvijek zahtijeva angažman mentalnih procesa, a mentalne aktivnosti oblikuju izvor utjecaja na ono što će se zapravo naučiti (Howe, 1999).

Kognitivni psiholozi mogu interpretirati pamćenje na različite načine, a osnovna razlika je u metafori koja se koristi za konceptualizaciju pamćenja. Atkinson i Shiffrin (1968) predložili su metaforu koja je konceptualizirala pamćenje u terminima triju skladišta pamćenja (slika 2.4): (1) senzorno skladište u kojemu se tijekom vrlo kratkog vremena može pohraniti relativno ograničena količina informacija, (2) kratkoročno skladište u kojemu se informacije mogu pohraniti tijekom nešto dužih razdoblja, ali je ograničenog kapaciteta i (3) dugoročno skladište, vrlo velikog kapaciteta u kojemu se informacije mogu pohraniti tijekom dugog vremena, možda čak i beskonačno. Atkinson i Shiffrin razlikovali su strukture koje su nazvali skladištima u odnosu na informacije pohranjene u strukturama koje su nazvali pamćenje. Skladišta nisu smatrali određenim fiziološkim strukturama već hipotetičkim konstruktima, pojmovima koji se ne mogu izravno mjeriti ili opažati, ali mogu poslužiti za razumijevanje procesa pamćenja (Sternberg, 2003).



**Slika 2.4.** Model obrade informacija s tri skladišta pamćenja (prilagođeno prema Atkinson i Shiffrin, 1971 u Sternberg, 2003)

U literaturi je predloženo još nekoliko modela obrade informacija (Baddeley, 1983, 1992; Craik i Lockhart, 1972; Johnstone, 1997; Johnstone i sur., 1994). Iako ponekad koriste različite oznake, modeli na sličan način objašnjavaju proces učenja. Model obrade informacija na slici 2.5 također pokazuje da se nove informacije prvo moraju percipirati, zatim biti obrađene u kratkoročnom pamćenju te asimilirati u dugoročno pamćenje (Johnstone, 1997; Reid, 2008).



**Slika 2.5.** Johnstoneov model obrade informacija (prilagođeno prema Reid, 2008)

Radni prostor (engl. *Working Space*) je svjesni dio uma s dvije glavne funkcije, podijeljeni je prostor za zadržavanje i razmišljanje u koji nove informacije dolaze kroz filter djelujući uzajamno kao i s informacijama dohvaćenima iz dugoročnog pamćenja čime ‘dobivaju smisao’ (Johnstone, 1997).

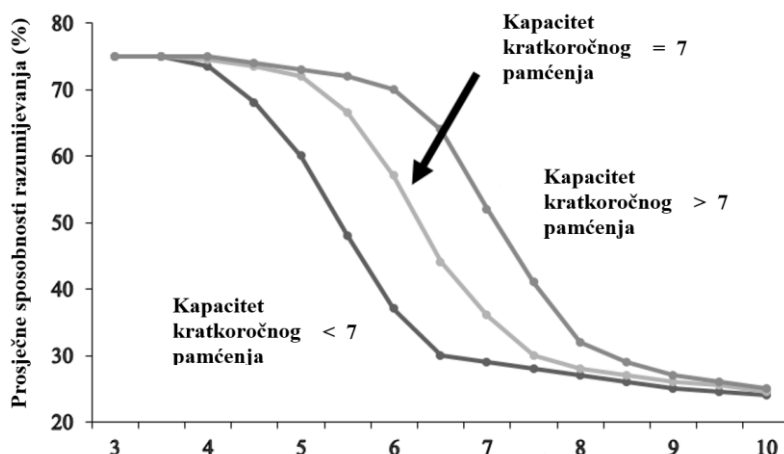
Danas kognitivni psiholozi najčešće konceptualiziraju obradu informacija u terminima senzornog pamćenja, kratkoročnog pamćenja i dugoročnog pamćenja. Obrada informacija započinje kada neki vanjski podražaj aktivira pojedino osjetilo primatelja. Senzorno pamćenje tada prihvaća informaciju nastalu podražajem i zadržava je u nepromijenjenom obliku vrlo kratko – za sluh oko dvije sekunde, a za vid oko pola sekunde. U tom vremenu donosi se odluka o propuštanju određene informacije u daljnju obradu pri čemu ključnu ulogu ima pridavanje pažnje od strane primatelja. Informacije zadržane u senzornom pamćenju dolaze u kratkoročno pamćenje gdje se uz svjesni napor zadržavaju oko dvadeset sekundi. Duže će se zadržati samo u slučaju aktivnog ponavljanja ili ako ih se uspije dovesti u vezu s nekim dobro poznatim informacijama iz dugoročnog pamćenja koje također ulaze u kratkoročno pamćenje što pomaže pri analizi i tumačenju novih informacija. Takvim procesom kodiranja nove informacije

pripremaju se za pohranu u dugoročno pamćenje, a aktiviranjem strategija učenja one se prerađuju i povezuju u postojeće sheme u dugoročnom pamćenju (Vizek Vidović i sur., 2014).

Kratkoročno pamćenje je dio mozga gdje se informacije privremeno zadržavaju, obrađuju i organiziraju radi postizanja razumijevanja (Baddeley, 2002). Kapacitet kratkoročnog pamćenja za obradu novih informacija opisan je kognitivnim opterećenjem (Seery, 2012a). Johnstone (1991) definira kognitivno opterećenje kratkoročnog pamćenja kao broj informacija koje primatelj mora zadržati kako bi uspješno obavio određeni zadatak (Alam i sur., 2014). Prema Milleru (1956), kapacitet kratkoročnog pamćenja genetski je određen te za odraslu osobu prosječno iznosi sedam dijelova informacija (slovo, brojka, rečenica, slika), a kod većine osoba je između šest i osam. Johnstone (2010) pojašnjava kako navedeni podatci vrijede samo za privremeno zadržavanje informacija. U slučaju obrade informacija uobičajene eksperimentalne vrijednosti kapaciteta kratkoročnog pamćenja bliže su pet plus ili minus dva.

Prema Johnstone (1997), informacije pohranjene u dugoročnom pamćenju čine trajnu bazu znanja i iskustva primatelja te su od presudne važnosti za učenje novog gradiva. Stvarno razumijevanje nastavnih sadržaja ne zahtijeva samo razumijevanje ključnih koncepata već i uspostavljanje smislenih veza za dovođenje tih koncepata u koherentnu cjelinu sa znanjem koje već postoji u učenikovoј svijesti (Taber, 2002). Percepcijski filter (slika 2.5) kontrolira informacije koje se spremaju u dugoročno pamćenje, a njegovo djelovanje određeno je dosadašnjim iskustvima, znanjem i interesima pomoću mehanizma povratne sprege. Ako percepcijski filter radi na učinkovit način, preopterećenje kratkoročnog pamćenja manje je vjerojatno tako da više prostora može biti na raspolaganju za obradu novih informacija (Alam i sur., 2014).

Zadržavanje i obrada informacija imaju izravan odnos s ograničenim kapacitetom kratkoročnog pamćenja. Određene teme u nastavi kemije mogu uzrokovati preopterećenje kratkoročnog pamćenja kod učenika ili razviti alternativne koncepte unutar dugoročnog pamćenja (Johnstone, 1997). Iz slike 2.6 jasno je da kada zahtjevi premašuju kapacitet kratkoročnog pamćenja naglo opada sposobnost razumijevanja kod učenika pri čemu je učenje neučinkovito ili se uopće ne odvija (Alam i sur., 2014; Johnstone i El-Banna, 1989).



**Slika 2.6.** Povećanjem informacijskog opterećenja opada sposobnost razumijevanja kod učenika (prilagođeno prema Johnstone i El-Banna, 1989 u Alam i sur., 2014)

### 2.3. Priprema uma za učenje

Ausubel (1968) smatra kako učenike treba poučavati u skladu s idejom pripreme uma za učenje prema kojoj na učenje utječe ono što učenik već zna. Prethodna znanja i iskustva imaju važnost u kontroli budućeg učenja što se predstavlja mehanizmom povratne sprege prema kojemu znanje u dugoročnom pamćenju utječe na djelovanje percepcijskog filtera (slika 2.5). Kada se suoči s nekom nepoznatom idejom, kratkoročno pamćenje počinje pretraživati dugoročno pamćenje u potrazi za bilo kakvom informacijom koja može pomoći pri razumijevanju. U poučavanju i učenju kemije poteškoće često stvara to što u dugoročnom pamćenju nema iskustava ili određenih znanja koja bi učenicima mogla pomoći da shvate nova zapažanja i ideje ili možda postoje pohranjene ideje koje mogu stvoriti zabunu (Reid, 2021).

Ausubel i sur. (1978) naglašavaju prirodu smislenog učenja nasuprot učenju napamet (Ebenezer, 1992). Kod smislenog učenja nove informacije ispravno se povezuju s postojećim znanjem i razumijevanjem, dobro su integrirane, ponovno dostupne i upotrebljive. Što se informacije bolje razumiju i smisleno pohrane, stvara se više veza između ideja i koncepata. Kao druga krajnost, učenje napamet predstavlja pamćenje izoliranih i nepovezanih informacija (Reid, 2008).

Johnstone (1997) je prediktivni model ‘pripreme uma za učenje’ razvio u specifični obrazovni kontekst čija primjena može biti korisna svim učenicima, pogotovo onima s nedovoljno predznanja. Njegova obrazovna načela: „Ono što ste naučili kontrolira ono što već znate.“ i „Ako je učenje smisleno može se nadovezati na postojeće znanje i vještine čime ih obogaćuje i



proširuje.“ nije lako primijeniti u praksi s obzirom na to da učenici na nastavu dolaze s različitom razinom predznanja, ponekad s nepotpunim ili netočnim razumijevanjem koncepata ili s idejama koje je teško dohvatiti iz dugoročnog pamćenja (Johnstone, 1997).

Cilj nastavnika na svim obrazovnim razinama je učiniti nastavno gradivo dostupno učenicima tako da se maksimalno omogući smisleno učenje pri čemu je potrebno aktivno uključivanje učenika u proces izgradnje znanja (Alam i sur., 2014). Davanjem osnovnih informacija prije nastave smanjila bi se količina novih informacija prezentiranih na nastavi (Seery, 2012a) čime bi više vremena preostalo za aktivno učenje (Moravec i sur., 2010). Sve više je dokaza da aktivnosti predučenja mogu povećati uspjeh učenika u usporedbi s tradicionalnim pristupom poučavanju (Seery, 2010a).

## 2.4. Teorija kognitivnog opterećenja

Kratkoročno pamćenje ne samo da treba privremeno zadržati primljene informacije već istovremeno mora imati i dovoljno prostora za njihovu obradu (Alam i sur., 2014). Tijekom protekla dva desetljeća provedena su mnoga istraživanja o tome kako ljudi uče s obzirom na Teoriju kognitivnog opterećenja (engl. *Cognitive Load Theory*, CLT; Sweller i sur., 1998) prema kojoj su obrada informacija i izgradnja znanja ograničeni kapacitetom kratkoročnog pamćenja.

Teorija kognitivnog opterećenja bazira se na razumijevanju procesa primanja, obrade i zadržavanja novih informacija te je važna pri osmišljavanju nastavnog sata. U okviru razmatrane teorije razlikuju se tri tipa kognitivnog opterećenja koja odražavaju zahtjeve obrade informacija u kratkoročnom pamćenju (Ayres i Paas, 2009; Sweller, 2008). Unutarnje (engl. *intrinsic*) opterećenje uzrokovano je nepoznavanjem i/ili složenosti nastavnog gradiva te ovisi o razini predznanja učenika. Irelevantno (engl. *extraneous*) opterećenje ovisi o vrsti i kvaliteti nastavnih materijala odnosno načinu na koji su informacije prezentirane. Materijali loše izrade kao i oni koji zahtijevaju veliki kapacitet kratkoročnog pamćenja povećat će kognitivno opterećenje i ostaviti malo prostora za učenje. Relevantno (engl. *germane*) opterećenje odnosi se na mentalni napor potreban za učenje (Schwartz i sur., 2013).

Zbog ograničenog kapaciteta kratkoročnog pamćenja, relevantno opterećenje (stupanj učenja) ovisi o stupnju irelevantnog (nastavni materijal) i unutarnjeg opterećenja (nastavno gradivo; Schwartz i sur., 2013). Relevantno opterećenje često se smatra korisnim opterećenjem kratkoročnog pamćenja dok se na unutarnje i irelevantno opterećenje misli kao na prepreke

smislenom učenju (Paas i Van Merriënboer, 1994). Ako suma unutarnjeg i irelevantnog kognitivnog opterećenja premašuje kapacitet kratkoročnog pamćenja može doći do kognitivnog preopterećenja čime će biti inhibirano smisleno učenje (Ayres, 2006).

*Zašto dolazi do preopterećenja kapaciteta kratkoročnog pamćenja?* Johnstone i Wham (1982) sugeriraju da preopterećenje kratkoročnog pamćenja može nastati kada učenici ne mogu razlikovati 'poruke' ili važne informacije iz 'buke' koju čine nebitne i često irelevantne informacije koje im prenose nastavnici (Mancy i Reid, 2004). Usvajanje novih informacija je selektivni proces u kojem stručnjak na temelju predznanja i iskustva organizira primljene informacije i izdvaja ono što je važno ili zanimljivo dok učenik kao početnik prihvaća sve informacije zbog nedostatka shema za ugrađivanje novih ideja (Alam i sur., 2014).

Preopterećenje kratkoročnog pamćenja najčešće je posljedica usvojenih metoda poučavanja i provjere znanja (Johnstone i El-Banna, 1989). Ključni aspekt ovdje je sposobnost nastavnika za pedagoško rasuđivanje i djelovanje. Suosjećajan i vješt nastavnik, svjestan mogućnosti učenja izoliranih informacija napamet, učenicima može pomoći da međusobno povežu usvojene informacije i postignu smisleno učenje (Johnstone, 2010). Hillocks (1999) tvrdi da postoji prepoznatljivo pedagoško znanje koje određuje 'dobre nastavnike'. Osim predmetnog znanja, takvi nastavnici imaju sposobnost da strukturiranjem i prezentiranjem nastavnih sadržaja podrže učenike u izgradnji vlastitog znanja i pruže im mogućnost za konstruktivni proces učenja (Loveless, 2007).

Kapacitet kratkoročnog pamćenja ne može se povećati, ali se kognitivno opterećenje može smanjiti tako da više prostora ostane dostupno za obradu novih informacija (Alam i sur., 2014). Suočeni s novim i često konceptualno složenim nastavnim gradivom učenici trebaju analizirati primljene informacije pomoću vlastitih strategija učenja i razviti vještine njihovog organiziranja. Visoko konceptualno razumijevanje učenicima može omogućiti da se unutar 'bučnog' okruženja (nebitne informacije) usredotoče na određeni zadatak i u okviru toga odaberu informacije koje su za njih relevantne što smanjuje opterećenje informacijama i ključna je strategija učinkovitog učenja. Bez aktivnog procesa učenja pribjegava se prihvaćanju prezentiranih formulacija nastavnika što svakako završava učenjem napamet i ne jamči razumijevanje (Taber, 2002).

Učenici bez predznanja za usvajanje novih pojmova moraju koristiti značajan dio ograničenog kapaciteta kratkoročnog pamćenja dok učenici s određenim predznanjem mogu napredovati povezivanjem novih informacija s postojećim znanjem. Pripremom učenika za nastavni sat može se povećati razina predznanja što omogućuje učinkovitije usredotočavanje učenika na

relevantne informacije tijekom nastave, a time i smanjenje kognitivnog opterećenja (Seery i Donnelly, 2012).

## **2.5. Strategija predučenja**

### **2.5.1. Pojam i svrha strategije predučenja**

Ideja predučenja koristi se u skladu s pretpostavkom da će učenici lakše prepoznati relevantne informacije ako im je tema poznata. Primjena te ideje pokazala se učinkovitom za pripremu uma učenika jer im pomaže usmjeriti pažnju na nove informacije i povezati ih s njihovim predznanjem, pogotovo kod učenika s nedovoljnim temeljnim znanjima i iskustvima (Sirhan i sur., 1999).

Strategija predučenja obuhvaća sve aktivnosti pomoću kojih se učenici pripremaju za nastavni sat što može uključivati čitanje određenog teksta u udžbeniku, rješavanje radnih listova, primjenu nastavnih materijala (tekstualno/slikovni, audiovizualni, digitalni) i mrežnih aktivnosti (kviz, rasprava). Ključni aspekt je da takve aktivnosti trebaju biti smisleno integrirane s nastavom i aktivnostima učenja čime se učenicima ukazuje na njihovu vrijednost i svrhovitost (Seery, 2010b).

Primjenom aktivnosti predučenja učenici se prije nastave upoznaju sa osnovnim pojmovima što im može pomoći aktivirati predznanje i prepoznati pogrešno shvaćene koncepte. Pitanja učenika vezana uz sadržaj predučenja nastavnici mogu uključiti u samu nastavu i dati odgovore kroz otvorenu raspravu, a vrlo je vjerojatno da će učenici aktivnije sudjelovati u nastavi ako se osjećaju sigurniji u svoje znanje. Osim navedenih prednosti, aktivnosti predučenja daju temelje za interaktivno učenje bez obzira na količinu nastavnog sadržaja koji se obrađuje tijekom nastave (Dindia, 2013).

U prethodnom tekstu naglašeno je da se koncept predučenja temelji na primjeni Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 1998). U okviru kemijskog obrazovanja, unutarnje kognitivno opterećenje opisuje izvor složenosti svojstven samom nastavnom predmetu. Učenje kemije stvara veliko unutarnje kognitivno opterećenje, ne samo zbog broja informacija koje se moraju naučiti već i zbog njihove međuovisnosti, odnosno kako bi se omogućilo smisleno učenje kemije potrebno je istovremeno asimilirati veliki broj međusobno povezanih informacija (Sweller i Chandler, 1994). Prema Teoriji kognitivnog opterećenja, kada su prezentirane složene informacije poput nastavnih sadržaja iz kemije, smanjenje unutarnjeg (nastavno gradivo) i irelevantnog kognitivnog opterećenja (nastavni materijali) omogućuje da se

relevantno opterećenje (stupanj učenja) više može usmjeriti prema aktivnoj obradi u kratkoročnom pamćenju, a time i prema smislenom učenju (Ayres, 2006). U skladu s navedenim, svrha primjene strategije predučenja jest smanjenje unutarnjeg kognitivnog opterećenja tijekom nastave tako da se učenicima prije nastave poveća predznanje jasnim prezentiranjem osnovnih pojmova nastavnog gradiva (Seery i Donnelly, 2012).

U smislu smanjenja opterećenja kratkoročnog pamćenja i postizanja smislenog učenja, u daljnjem tekstu iznosi se pregled znanstvenih istraživanja implementacije različitih oblika aktivnosti predučenja i predlaboratorija na srednjoškolskoj i visokoškolskoj obrazovnoj razini.

### **2.5.2. Razvoj primjene aktivnosti predučenja**

U međunarodnoj znanstvenoj literaturi se pojam pripreme za nastavu (engl. *Pre-Learning Assignment*) spominje još od 1960. godine kada je I. H. Herskowitz izdao sveučilišni udžbenik genetike za kolegij biologije. Za svako poglavlje udžbenika bio je naveden popis izdanih knjiga, udžbenika i časopisa te se u okviru pripreme za nastavu studentima predlagalo čitanje određenih tekstova (Herskowitz, 1960). Meyer (1967) je koristio pripremu za nastavu (engl. *Prelecture Class Preparation*) u nastavi zemljopisa primjenom aktivnosti čitanja zadanih tekstova. Studentima je bilo predloženo da pri čitanju teksta u brošuri „Vodič za predavače i studente“ više pažnje pridaju vrsti postavljenih pitanja kao i opisima ispod ilustracija. Nadalje, početna istraživanja primjene predučenja bavila su se primjenom kviza (engl. *Pre-lecture Quiz*) za isticanje ključnih pojmova iz nastavnog gradiva kako bi studenti što lakše dosegli prihvatljivu razinu znanja (Mathieu i Quinn, 1968) ili je kviz korišten kako bi se studente motiviralo za sudjelovanje u raspravi na nastavi (Lumsden, 1976).

Jedno od značajnijih istraživanja u kemijskom obrazovanju proveo je Kristine (1985) u okviru kojega je priprema za nastavu (engl. *Prelecture Assignment*) uvedena u kolegij opće kemije. Studentima je zadano čitanje teksta u udžbeniku na temelju čega su im postavljana pitanja na početku predavanja. Rezultati završnog upitnika pokazali su da pripremu za nastavu studenti smatraju korisnom za učenje jer potiče njihovo sudjelovanje u nastavi i olakšava im aktivno uključivanje u zadatke rješavanja problema (Kristine, 1985).

Spencer (1999) je smatrao kako studenti bolje uče kroz socijalnu interakciju te da laboratorij trebaju doživljavati kao mjesto za izgradnju novog znanja, a ne samo za provjeru nastavnog gradiva iz udžbenika. Razvio je strategiju aktivnog učenja usmjerenu na studenta koja je uključivala predlaboratorijsku raspravu (engl. *Prelaboratory Discussion*). Predmet rasprave

bile su laboratorijske aktivnosti, zatim cilj istraživanja, postavljanje hipoteza, razmatranje eksperimentalnih postupaka koji omogućuju provjeru hipoteza te predviđanje rezultata na osnovi svake postavljene hipoteze (Spencer, 1999).

Ideje predučenja i predlaboratorija kao vrlo učinkovite prakse detaljno su istražene na visokoškolskoj obrazovnoj razini dok su paralelna iskustva na razini srednje škole u znatno manjem broju, ali također od vitalnog značaja (Alam i sur., 2014; Castronuevo i Gonzales, 2017; Danili i Reid, 2004; Golden, 2020; O'Sullivan i Harrison, 2016). Većina tih istraživanja bavi se evaluacijom anketa o iskustvima nastavnika i učenika odnosno studenata s primjenom aktivnosti dok su u vrlo malom broju istraživanja učinka njihove primjene na poboljšanje znanja učenika i studenata (Alam i sur., 2014; Castronuevo i Gonzales, 2017; Danili i Reid, 2004; Day i Foley, 2005; Hussein i Reid, 2009; Kilickaya, 2017; Moravec i sur., 2010; Narloch i sur., 2006; Steltzer i sur., 2010; Stieff i sur., 2018; Stull i sur., 2011).

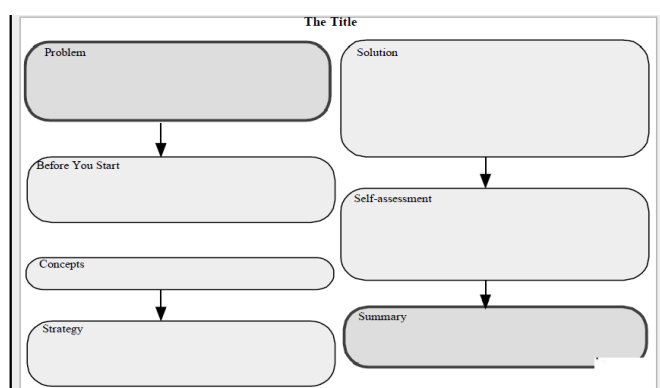
U daljnjem tekstu opisane su prakse i rezultati istraživanja primjene aktivnosti predučenja i predlaboratorija u različitim obrazovnim područjima tijekom posljednjih dvadesetak godina.

### **2.5.3. Pregled istraživanja primjene aktivnosti predučenja**

Johnstone je ideju predučenja razvio prvenstveno na temelju načela prema kojemu učenje ovisi o predznanju (Johnstone, 1997). Rezultati njegovih istraživanja provedenih sa studentima prve godine kemije koji su imali različite razine predznanja opisani su u dva rada (Sirhan i sur., 1999; Sirhan i Reid, 2001). Na početku predavanja utvrđena je razina predznanja studenata provođenjem kratkog kviza sa zadacima višestrukog izbora čime su studenti mogli sebe prepoznati kao 'one koji trebaju pomoć' ili 'one koji su spremni ponuditi pomoć'. Glavni dio aktivnosti predučenja uključivao je rad u skupinama primjenom kratkih vježbi sa sadržajem novog gradiva. Vježbe su potaknule rasprave pri kojima su studenti s većim predznanjem mogli pomagati kolegama sa slabijim predznanjem uz potporu predavača i demonstratora (Johnstone, 1997). Rezultati ispita znanja provedenih nakon obrade novog gradiva pokazali su da tijekom dvije godine primjene opisanih aktivnosti predučenja nije postojala značajna razlika u usvojenosti znanja između studenata dok su završetkom njihove primjene razlike postale značajne (Sirhan i sur., 1999; Sirhan i Reid, 2001).

Nakon primjene predučenja u nastavi i na temelju modela obrade informacija, Sirhan i Reid (2001, 2002) su za studente prve godine kemije razvili i testirali nastavne materijale Chemorganisers. Svrha im je bila korištenje ideje predučenja radi premošćivanja jaza između

onoga što studenti već znaju i onoga što trebaju naučiti. Svaki materijal Chemorganisers (slika 2.7) započinjao je uvodom nakon čega su slijedili popis potrebnih informacija, objašnjavanje nastavnih tema uz primjere te pitanja za samovrjednovanje. Rezultati dobiveni primjenom nastavnih materijala Chemorganisers pokazali su da studenti s višom razinom predznanja imaju manje koristi od njihove primjene, vjerojatno zbog manje potrebe za pripremom uma. Veću korist od primjene mogli su imati studenti s nižom razinom predznanja, ali to nije primijećeno kod svih studenata. Unatoč dobivenim rezultatima, istraživači smatraju kako je većina ciljeva primjene materijala Chemorganisers ostvarena: (1) pripremaju um studenata za novo učenje pomažući im da se podsjetite važnih informacija, a razjašnjavanjem koncepata povećavaju pristupačnost predznanju, (2) pomažu studentima da nove informacije organiziraju i smisleno povežu s predznanjem čime se smanjuje opterećenje kratkoročnog pamćenja, a percepcijski filter učinkovitije funkcionira, (3) načinom prezentiranja materijala smanjuju zahtjeve za prostorom kratkoročnog pamćenja te (4) pomažu studentima da prepoznaju kako učinkovito učiti čime im se povećava samouvjerenost (Sirhan i Reid, 2001, 2002).



**Slika 2.7.** Primjer nastavnog materijala Chemorganisers (Sirhan i Reid, 2001)

U kvaziekperimentalnom istraživanju Danili i Reid (2004) primijećeno je značajno poboljšanje rezultata srednjoškolskih učenika u učenju kemije nakon primjene aktivnosti predučenja osmišljenih za smanjenje opterećenja kratkoročnog pamćenja i poboljšanje razumijevanja novog gradiva. Kako bi se potaknulo aktivno učenje, kod učenika eksperimentalne skupine prvo je proveden rad s udžbenikom i novom brošuricom, a zatim su odgovarali na pitanja te koristili modele kao analogije u razvoju ideja o atomskoj strukturi i kemijskim vezama. Rad u manjim skupinama odabran je kao najprikladniji jer se na taj način koristi prostor kratkoročnog pamćenja svih članova čime se smanjuje ovisnost o prostoru kratkoročnog pamćenja pojedinca (Reid i Yang, 2002). Utvrđeno je prosječno veće poboljšanje

u učenju kod učenika eksperimentalne skupine, vjerojatno zbog primjene aktivnosti predučenja s novim nastavnim materijalima (Danili i Reid, 2004). Na temelju prethodno opisanog istraživanja, Hussein i Reid (2009) su primjenom nastavnih materijala osmišljenih na način da smanjuju zahtjeve za prostorom kratkoročnog pamćenja također kod učenika dokazali poboljšanje u razumijevanju nastavnog gradiva.

Kolari i Savander-Ranne (2007) istraživali su primjenu zadataka za predučenje u različitim kolegijima inženjerskih studija. Prema mišljenju predavača, njihovom primjenom više su saznali o načinima razmišljanja i rješavanja problema kod studenata te su pronašli novi i zanimljiviji način poučavanja pomoću kojega studentima mogu učinkovitije prezentirati kognitivno teške pojmove. Također su primijetili da nije uvijek lako izraditi dobre i nedvosmislene zadatke za predučenje te da je potreban stalni kritički osvrt na iskustva i sadržaj kao i interakcija sa studentima i kolegama. Osim toga, kod predavača je došlo do poboljšanja njihovog *metodičkog znanja*<sup>2</sup> (engl. *Pedagogical Content Knowledge*, PCK) što podrazumijeva znanje o tome kako na razumljiv način oblikovati i prezentirati nastavno gradivo kao i o tome što olakšava ili otežava učenje određene teme. Metodičko znanje može se steći završavanjem diplomskog studija s predmetnim i pedagoškim kolegijima, zatim nastavnim iskustvom te refleksijom nastavnog procesa kroz iskustveno učenje (Kolari i Savander-Ranne, 2002). Primjena zadataka predučenja dovela je do aktivnijeg sudjelovanja studenata u procesu učenja, poboljšali su im se rezultati kao i samopouzdanje pri polaganju ispita. Stvoreno je okruženje za učenje u kojemu predavači imaju mogućnost redovitog pružanja povratnih informacija kao jednog od najvažnijih elemenata za poboljšanje učenja zbog čega studenti postaju motivirani za vlastito istraživanje koncepata i sagledavanje nastavnih materijala iz različitih perspektiva (Kolari i Savander-Ranne, 2007).

Studije o primjeni predučenja u nastavi biologije provedene su uglavnom na visokoškolskoj razini. Rezultati su konzistentni s rezultatima primjene u nastavi ostalih prirodosnanstvenih predmeta što znači da se povećalo sudjelovanje studenata na predavanjima i olakšalo njihovo interaktivno učenje (Marrs i Novak, 2004).

Burke da Silva i Hunter (2009) uočili su da je na prvoj godini biologije uspjeh studenata s niskom razinom predznanja gotovo dvostruko slabiji od uspjeha studenata s višom razinom predznanja. Kako bi se ta razlika otklonila studentima je omogućeno da pohađaju niz

---

<sup>2</sup> U hrvatskom jeziku ne postoji termin istoznačan engleskom terminu *Pedagogical Content Knowledge*. Stoga je u ovom doktorskom radu preuzet termin – Metodičko znanje za koji se uporište nalazi u specifičnosti hrvatskog obrazovnog i znanstvenog sustava gdje Metodika nastave, primjerice kemije, predstavlja nastavni predmet (Vladušić, 2017).

predavanja s ciljem stjecanja znanja o osnovnim biološkim konceptima. Rezultati su pokazali da se smanjila ukupna stopa neuspjeha studenata te da je razina nastave postala prikladnija za sve studente, ne previše teška za studente s niskom razinom predznanja niti previše lagana za studente s visokom razinom predznanja (Burke da Silva i Hunter, 2009).

Utvrđivanje učinkovitosti primjene kviza u okviru strategije predučenja provedeno je u području psihologije radi poticanja na kritičko razmišljanje (Conor-Green, 2000) te radi poboljšanja razumijevanja nastavnih sadržaja kod učenika i studenata (Gonzales i Castronuevo, 2017; Narloch i sur., 2006).

Kako bi se osiguralo da prije svakog predavanja studenti temeljito pročitaju zadatke te da se osim pamćenjem bave i kritičkim razmišljanjem, u istraživanju Conor-Green (2000) ispiti znanja zamijenjeni su esejskim kvizovima kao alatima za kombinirano poučavanje i ocjenjivanje. Primjena kviz-pitanja na početku nastave pokazala se pedagoški privlačnim načinom pokretanja procesa poučavanja. Na taj način povećalo se sudjelovanje studenata u raspravi povezanoj s kvizom jer ih je to što su upravo napisali odgovore koji još nisu ocijenjeni motiviralo da artikuliraju svoje ideje. Provjera znanja postala je dinamični proces, a poučavanje i provjera znanja nisu više bile različite komponente. Studenti i predavači dobivali su trenutne povratne informacije o razumijevanju nastavnog gradiva, a sve nejasnoće mogle su se lako identificirati i razjasniti (Conor-Green, 2000).

U kvaziekperimentalnoj studiji Castronuevo i Gonzales (2017) ispitani su utjecaji provođenja kviza za predučenje i kviza nakon nastave na trajnost usvojenog znanja i na ukupan uspjeh kod srednjoškolskih učenika. Istraživači smatraju kako kviz nije samo nastavni materijal za ocjenjivanje te predlažu više mogućnosti njegovog korištenja:

- učenicima može pomoći u svladavanju nastavnog gradiva,
- često se koristi kao alat primjenom kojeg nastavnici mogu procijeniti kako će poučavati određene teme,
- za učenike i nastavnike može biti izvor trenutnih povratnih informacija o razumijevanju nastavnog gradiva.

Rezultati su pokazali da kviz za predučenje značajno utječe na trajnost usvojenog znanja, a zbog njegove češće primjene učenici na nastavu dolaze pripremljeni, izbjegavaju kašnjenje te su manje zabrinuti zbog ispita znanja (Castronuevo i Gonzales, 2017).

Narloch i sur. (2006) su primjenom kviza na početku obrade novih poglavlja u udžbeniku provjeravali poznavanje osnovnih pojmova iz zadanog teksta. Rezultati su dosljedno ukazivali



da je primjena kviza za predučenje korisna u poboljšanju razumijevanja studenata kao i njihovog zadovoljstva radom na nastavi. Istraživači su zaključili sljedeće:

- Primjena kviza za predučenje ne zahtijeva velike promjene u nastavnom procesu kako bi bio koristan alat za poboljšanje učenja i zadržavanje usvojenog znanja kod studenata.
- Njegova primjena povećava vjerojatnost da će studenti dolaziti na nastavu s poznavanjem osnovnog nastavnog gradiva što im može omogućiti dublje razumijevanje informacija koje dobivaju tijekom predavanja.
- Za studente koji su rješavali kviz za predučenje predavanja su bila jasnija i organiziranija te su bili bolje pripremljeni za ispite (Narloch i sur., 2006).

Utvrđeno je da primjena aktivnosti predučenja dovodi i do poboljšanja razumijevanja gradiva u nastavi matematike na srednjoškolskoj razini. Alam i sur. (2014) razvili su dvadeset materijala za predučenje s ključnim temama iz udžbenika sa isto toliko završnih ispita znanja. Rezultati ispitivanja učinkovitosti nove metodologije pokazali su značajno poboljšanje konceptualnog i proceduralnog znanja učenika. Isto tako, konzistentni su sa sličnim istraživanjima u vrlo različitim kontekstima (Sirhan i Reid, 2001; Johnstone i sur., 1994; Johnstone i sur., 1998) budući da ukazuju na izvanredan napredak srednjoškolskih učenika u razumijevanju nastavnog gradiva uzrokovan smanjenjem kognitivnog opterećenja kratkoročnog pamćenja.

U sljedećem potpoglavlju objašnjena je važnost pripreme učenika za laboratorijski rad s obzirom na to da primjena predlaboratorijskih aktivnosti dovodi do smanjenja kognitivnog opterećenja kratkoročnog pamćenja na laboratorijskoj nastavi.

## **2.6. Predlaboratorijske aktivnosti**

Laboratorijske aktivnosti omogućuju iskustveno učenje pri kojemu se učenici izlažu interakciji s konceptima i/ili modelima obrađenima na nastavi kako bi opažali i razumjeli prirodni svijet (Tsaparlis, 2009). Pri tome se makroskopska opažanja povezuju sa submikroskopskim prikazima i simbolima korištenim u prirodnim znanostima čime se olakšava razumijevanje kemijskih koncepata (Johnstone, 1993). Nastavnici prirodoslovnih predmeta ukazuju na mnoge prednosti uključivanja učenika u laboratorijske aktivnosti (Hofstein i Lunetta, 2004), a učenici smatraju rad u istraživačkom laboratoriju načinom za poboljšanje učenja i razumijevanja kao i prisjećanja na znanstvene ideje i koncepte (Smerdel i Zejnilagić-Hajrić, 2016). Rezultati istraživanja ukazuju kako bi priprema učenika za laboratorijski rad trebala poboljšati njihovo

razumijevanje aktivnosti u laboratoriju čime se želi izbjeći rad uz isključivo 'slijeđenje recepta' (Johnstone i sur., 1998).

### **2.6.1. Važnost predlaboratorijskih aktivnosti**

Za početnika su sve informacije u laboratoriju (mjehurići, promjena boje, miris) relevantne dok je za stručnjaka samo manji dio njih važan zbog učinkovitijeg percepcijskog filtera (slika 2.5). Premašeni kapacitet kratkoročnog pamćenja ne ostavlja dovoljno prostora za razmišljanje i organizaciju informacija što rezultira kognitivnim preopterećenjem (Johnstone i El-Banna, 1989). Važnost pripreme učenika i studenata radi smanjenja kognitivnog opterećenja tijekom laboratorijskog rada istaknuli su mnogi obrazovni stručnjaci i psiholozi, a također je bila predmet velikog broja istraživanja (Jolley i sur., 2016; Seery i sur., 2017; Spagnoli i sur., 2017; Winberg i Berg, 2007).

Predlaboratorijske aktivnosti osmišljene su radi usmjeravanja pažnje učenika na neki aspekt eksperimenta čije se izvođenje planira (Lair, 2011) u skladu s postavljenim ciljevima eksperimentalnog rada (Logar i sur., 2017). Prema Johnstone i sur. (1998), njihovom primjenom učenici trebaju saznati razloge i način provođenja eksperimentalnog rada. Osim toga, tijekom pripreme trebaju se upoznati i s teorijskom podlogom eksperimenta (Golden, 2020). Prema Agustian i Seery (2017), prednosti pripreme učenika za laboratorijski rad mogu se svrstati u četiri kategorije:

- sveukupne prednosti – pozitivan utjecaj na rad i učenje u laboratoriju (Chittleborough i sur., 2007; Johnstone i sur., 1994),
- eksperimentalne prednosti – povećanje učinkovitosti laboratorijskog rada učenika i smanjenje vremena provedenog na eksperimentalnim zadacima (Winberg i Berg, 2007),
- konceptualne prednosti – pripremom za konceptualne aspekte laboratorijskog rada učenici se osjećaju samostalniji u obavljanju laboratorijskih zadataka (Johnstone i sur., 1994; Schmidt-McCormack i sur., 2017),
- afektivne prednosti – učenici su pri laboratorijskom radu sigurniji u sebe (Chaytor i sur., 2017; Chittleborough i sur., 2007) te se umanjuju njihovi negativni stavovi prema laboratorijskom radu (Spagnoli i sur., 2017).

Priroda i svrha predlaboratorijskih aktivnosti ovisi o ciljevima i kontekstu laboratorijske nastave (Agustian i Seery, 2017). Rollnick i sur. (2001) su zaključili kako se izbor

najprikladnijih aktivnosti pripreme razlikuje od učenika do učenika te da će se neki učenici temeljito pripremati za laboratorijski rad i kada priprema nije obvezna. Najviše koristi od obvezne pripreme imaju loše organizirani učenici i oni koji su skloni izbjegavati pripremu zbog opterećenja drugim školskim aktivnostima (Rollnick i sur., 2001).

## **2.6.2. Pregled istraživanja primjene predlaboratorijskih aktivnosti**

Johnstone je strategiju predučenja primijenio na laboratorijski rad na visokoškolskoj razini te osmislio ideju predlaboratorijskih vježbi. Rezultati njegovih istraživanja predstavljaju jake dokaze o značajnom unaprjeđenju razumijevanja laboratorijskog rada, kraćem vremenu potrebnom za rad te poboljšanju stavova studenata prema laboratorijskom radu (Johnstone i sur., 1994; Johnstone i sur., 1998).

Uobičajeni način pripreme učenika i studenata za laboratorijski rad je poticanjem na čitanje laboratorijskih priručnika, ali oni ih obično preopterećuju mnoštvom informacija koje treba istovremeno zadržati. Osim toga, samo manji broj učenika i studenata prije ulaska u laboratorij pokušava pročitati i razumjeti uputstva u priručnicima (Reid i Shah, 2007). Pregled literature otkriva primjenu različitih aspekata predlaboratorijskih aktivnosti, poput predlaboratorijskih upitnika (Johnstone i sur., 1994), rješavanja teorijskih problema povezanih s eksperimentom (Lair, 2011), predlaboratorijskih rasprava (Kulevich i sur., 2014) i predlaboratorijskih uputa (Carter i sur., 2017). Od učenika se može zatražiti da unaprijed pripreme laboratorijske bilješke (Roslaniec i Sanford, 2010) ili da rješavaju predlaboratorijske radne listove s pitanjima relevantnim za određeni eksperiment (Johnstone i sur., 1998).

Rezultati studija ukazuju da se prije laboratorijske nastave često koriste aktivnosti s informacijskom i komunikacijskom tehnologijom (engl. *Information and Communication Technology* – ICT, u daljnjem tekstu: IKT) u obliku videomaterijala i mrežnih kvizova (Chaytor i sur. 2017; Chittleborough i sur., 2007; Schmidt-McCormack i sur., 2017). Videozapisi mogu biti PowerPoint prezentacije s naracijom i fotografijama laboratorijskog posuđa te mogu uključivati objašnjenja/opise laboratorijskih postupaka, važne sigurnosne mjere i upute za odlaganje otpada (Chaytor i sur., 2017). Chittleborough i sur. (2007) uveli su mrežni kviz s predlaboratorijskim zadacima kako bi se (1) studentima ukazalo na cilj eksperimenta, (2) naglasele metode i slijed aktivnosti, (3) potaknulo studente na pažljivije čitanje laboratorijskih priručnika te (4) povećalo njihovo povjerenje u nastavni predmet. Primjenom kviza studenti dobivaju neposredne povratne informacije te se povećava povezanost teorije i praktičnog rada (Chittleborough i sur., 2007).

Osim prethodno navedenih aktivnosti, literaturnim pregledom utvrđena je povećana primjena računalnih simulacija u svrhu pripreme za laboratorijski rad pri čemu se učenici također upoznaju s relevantnom teorijom i planom izvođenja eksperimenta (O'Sullivan i Harrison, 2016; Winberg i Berg, 2007).

U recentnim znanstvenim radovima ispituje se pripremljenost studenata za laboratorijske aktivnosti pomoću mrežnih videomaterijala (Lewandowski i sur., 2020; Rodgers i sur., 2020; Sarmouk i sur., 2019; Stieff i sur., 2018). Lewandowski i sur. (2020) su primjenom interaktivnog videomaterijala s uputama za laboratorijski rad nastojali postići da studenti sa zadovoljstvom rade eksperimente u laboratoriju za fiziku te da uvide vrijednosti eksperimentalne fizike kao discipline.

## **2.7. Virtualno okruženje za predučenje**

### **2.7.1. Poučavanje i učenje s informacijskom i komunikacijskom tehnologijom**

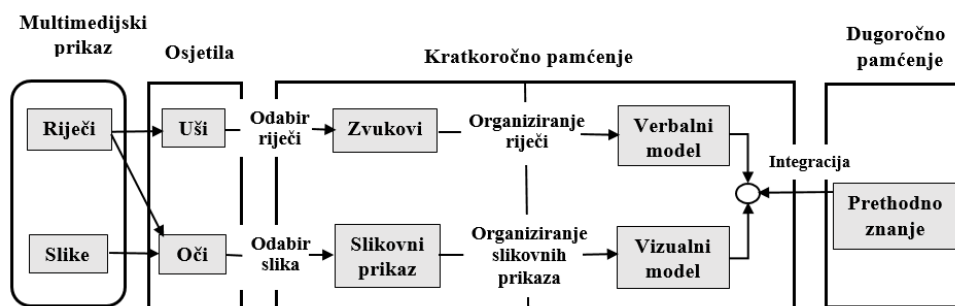
Primjena IKT-a postala je neizbježna u svim životnim područjima pa tako i u procesu poučavanja i učenja (Ćukušić i Jadrić, 2012). Europski parlament dao je 2006. godine *Preporuku o kompetencijama za cjeloživotno učenje* u kojoj se navodi osam ključnih kompetencija, uključujući i digitalnu kompetenciju (European Council, 2006). Nacionalni okvirni kurikulum (2011) predvidio je sustavno obrađivanje međupredmetne teme *Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije* kroz sadržaje svih predmeta s obzirom na to da IKT pridonosi razvoju (1) učeničkih sposobnosti samostalnog učenja i suradnje s drugima, (2) njihovih komunikacijskih sposobnosti, (3) pozitivnog odnosa prema učenju, (4) unaprjeđenju načina na koji učenici prikazuju svoj rad te (5) njihovog pristupa istraživanju i rješavanju problema (Nacionalni okvirni kurikulum, 2011).

Od izuma Svjetske internetske mreže (engl. *World Wide Web*, WWW, u daljnjem tekstu: internet) 1992. godine do danas znatno se povećala dostupnost elektroničkih materijala za nastavnike i učenike čime je omogućeno nastajanje novih pedagoških modela (Harasim, 2000).

Za kognitivne procese pri učenju s multimedijским izvorima, Mayer (2005) je proširio Atkinson-Shiffrin model obrade informacija (slika 2.4) u Kognitivnu teoriju multimedijskog učenja (engl. *Cognitive Theory of Multimedia Learning*, CTML) utemeljenu na tri pretpostavke. Pretpostavka dualnog kanala (engl. *Dual Channel Assumption*) upućuje da ljudi imaju odvojene kanale za primanje i obradu verbalnih i vizualnih informacija tako da istovremeno primanje informacija kroz oba kanala može biti prednost za njihovo kodiranje i dohvat. Prema

pretpostavci ograničenog kapaciteta (engl. *Limited Capacity Assumption*), svaki kanal obrade informacija ima ograničeni kapacitet zbog čega kratkoročno pamćenje u određenom trenutku može zadržati samo mali broj riječi ili slika. Posljednja je pretpostavka aktivne obrade (engl. *Active Processing Assumption*) prema kojoj ljudi nisu samo pasivni primatelji nastavnih sadržaja već moraju aktivno sudjelovati u njihovoj obradi izgrađujući tako točne mentalne modele novih pojmova (Schwartz i sur., 2013).

Bolje razumijevanje i zapamćivanje informacija primjenom multimedije može se postići ako tijekom učenja postoji samostalna aktivnost učenika. Na slici 2.8 mogu se uočiti tri aktivna kognitivna procesa potrebna za smislenu učenje: (1) odabir riječi i slika primljenih multimedijским prikazom, (2) organiziranje riječi i slika u koherentne mentalne prikaze pri čemu se smanjuje količina informacija koju treba pohraniti i (3) integracija verbalnih i vizualnih informacija s postojećim znanjem iz dugoročnog pamćenja (Clarke i Mayer, 2011).



**Slika 2.8.** Kognitivna teorija multimedijskog učenja (prilagođeno prema Clarke i Mayer, 2011)

Kognitivnom teorijom multimedijskog učenja razrađena su načela oblikovanja nastavnih sadržaja koja bi trebala biti minimalna osnova za strukturiranje multimedijških nastavnih jedinica bez obzira na okruženje prezentiranja. Jedno od osnovnih načela je da se bolje razumijevanje i zapamćivanje postiže ako je nastavni sadržaj prezentiran tekстом i slikom u odnosu na sadržaj prezentiran samo tekстом. Prethodno navedeno podrazumijeva govoreni i/ili pisani tekst i sve oblike statičnih (fotografije, grafovi, ilustracije) ili dinamičnih slika (video i animacije; Mateljan i sur., 2009). Prostorna i vremenska povezanost su dva srodna činitelja oblikovanja obrazovnih multimedijških sadržaja koji također poboljšavaju razumijevanje i zapamćivanje. Prostorna povezanost naglašava što bliže prostorno združivanje teksta i odgovarajućih slika dok pravilo vremenske usklađenosti ističe njihovo vremensko zblizavanje. Relevantni tekst koji objašnjava pojedine dijelove ilustracija po mogućnosti treba smjestiti unutar ili uz statične slike. Ako se istovremeno kombiniraju tekst i animacije, učinkovitije je

umjesto pisanog teksta koristiti simultanu naraciju (Mateljan i sur., 2009). Izrada multimedijских nastavnih materijala u kontekstu smanjenja kognitivnog opterećenja opisana je u radovima mnogih istraživača (Ayres i Paas, 2009; Clarke i Mayer, 2011; McCollum, 2016; Seery i Donnelly, 2012; Sweller, 2008).

Osmišljeni nastavni materijali lako se ugrađuju u virtualno okruženje za učenje (engl. *Virtual Learning Environment*, VLE) tako da im učenici mogu jednostavno pristupiti, rješavati kviz te dobivati povratne informacije i ocjene s malo dodatnog posla za nastavnike (Seery i Donnelly, 2012). Raširena primjena računala i interneta omogućila je kreativne načine poučavanja kojima se osigurava da učenici prije dolaska na nastavu mogu izvršiti određene zadatke (Stanley i Lynch-Caris, 2014). Primjena aktivnosti predučenja u virtualnom okruženju predmet je istraživanja značajnog broja radova u međunarodnoj literaturi.

### **2.7.2. Istraživanje primjene aktivnosti predučenja u virtualnom okruženju za učenje**

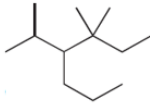
Priprema za nastavu minimalno bi trebala uključivati čitanje određenog teksta u udžbeniku. Iskustvo pokazuje da je to teško potaknuti, a istraživanjima je utvrđeno da učenici i studenti imaju poteškoća pri učenju iz udžbenika (Collard i sur., 2002). Kako bi ih se potaklo na čitanje udžbenika, u sljedećim istraživanjima uvedene su dodatne aktivnosti predučenja (mrežni zadatci, mrežne rasprave i mrežni kvizovi) u nastavi kemije, fizike, biologije i psihologije.

U istraživanju Collard i sur. (2002) razvijen je pristup pripremi za nastavu organske kemije pomoću čitanja udžbenika i rješavanja mrežnih materijala za predučenje *HWeb* (slika 2.9) upravo zbog percepcije da korištenje udžbenika kod studenata nije učinkovito i da bi oni sa slabijim uspjehom uvelike imali koristi od strukturiranog pristupa čitanju udžbenika. Temeljno znanje usvojeno na ovaj način može se koristiti na nastavi za ilustraciju koncepata i pristupe rješavanja problema umjesto za isključivi prijenos znanja. Svaki materijal *HWeb* sastojao se od tri pitanja višestrukog izbora povezana s tekstom u udžbeniku. Težina pitanja bila je u rasponu od jednostavnog prepoznavanja pojmova prema naprednijim problemima sinteze koji zahtijevaju opširnije i kumulativno znanje o nastavnom gradivu. Studenti su bili obvezni pohađati predavanja kako bi saznali točne odgovore i o njima raspravljali. Predavači su prije nastave mogli vrjednovati uspješnost studenata ocjenjivanjem mrežnih zadataka te isto provjeriti na temelju njihove aktivnosti tijekom predavanja.

**HWeb**

**Pitanje 1. Koje je ispravno IUPAC ime sljedećeg spoja?**

1. 2,4,4-trimetil-3-propilheksan
2. 4-propil-3,3,5-trimetilheksan
3. 4-izopropil-3,3-dimetilheptan
4. 2-etil-2,4-dimetil-3-propilpentan



**Pitanje 2. Koliko konstitucijskih izomera C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> sadrži kvarterni ugljikov atom?**

1. jedan
2. dva
3. tri
4. četiri

**Pitanje 3. Koji od sljedećih spojeva ima najviše vrelište?**

1. heptan
2. 2-metilheptan
3. oktan
4. butan

**Slika 2.9.** Primjer mrežnog materijala *HWeb* (prilagođeno prema Collard i sur., 2002)

Većina studenata se složila s tvrdnjom da im se primjenom mrežnih materijala *HWeb* olakšao rad s udžbenikom kao i razumijevanje nastavnog gradiva što je dovelo do poboljšanja njihovog uspjeha dok su predavači primijetili da se nastava postupno razvijala prema objašnjavanju i raspravi (Collard i sur., 2002).

Kako bi se povećao broj studenata koji prije nastave čitaju udžbenik te se unaprijedila njihova interakcija usredotočavanjem na tekstualne materijale, u istraživanju Lineweaver (2010) praćeni su učinci provođenja mrežnih rasprava prije nastave iz područja kognitivne psihologije. Pitanja za raspravu osmišljena su tako da se studente podrži u integraciji vlastitih ideja s teorijama razmatranima u tekstu kao i u davanju primjera za primjenu teorija u svakodnevnom životu. Utvrđeno je da mrežne rasprave poboljšavaju pripremu studenata za nastavu i potiču ih na aktivno sudjelovanje, zatim osiguravaju interakciju studenata povezanu s nastavnim sadržajem izvan učionice te im omogućuju da ključne pojmove objašnjavaju vlastitim riječima (Lineweaver, 2010).

Stull i sur. (2011) istraživali su učinke provođenja mrežnog kviza za predučenje na postignuća studenata u kolegiju obrazovnog vrjednovanja. Rezultati rješavanja kviza za svako poglavlje u udžbeniku poslani su predavaču putem alata ugrađenog u mrežnu stranicu. Studenti su dobivali trenutnu povratnu informaciju o ukupnom broju i postotku točnih odgovora, a na sljedećem predavanju izdvojeno je vrijeme za daljnja pitanja i pojašnjenje gradiva. Pretpostavka istraživača bila je da su nekim studentima rezultati kviza služili kao potvrda za uloženi trud dok su ih drugi koristili kao procjenu potrebe za daljnjim učenjem.

U istraživanju Heiner i sur. (2014) uveden je mrežni kviz radi poticanja studenata na čitanje udžbenika prije nastave u kolegijima fizike i biologije. Istraživanje se temelji na pretpostavci da čitanje udžbenika studenti smatraju aktivnošću niskog prioriteta jer nema izravan utjecaj na ocjenjivanje. Kod većine njih poticajne ocjene nisu dovoljne za motivaciju niti im mogu pomoći da uvide koristi od čitanja. Istraživači su smatrali kako primjena kviza za predučenje može biti učinkovit poticaj jer se na taj način uspostavljaju eksplicitnije veze između čitanja i ocjenjivanja. Prema dobivenim rezultatima, više od tri četvrtine studenata složilo se da su aktivnosti čitanja prije nastave bile korisne za njihovo učenje. Pri tome su naveli još nekoliko pozitivnih učinaka kao što su priprema za nastavu, držanje koraka s gradivom te mogućnost stjecanja i provjere općeg znanja (Heiner i sur., 2014).

U nastavi biologije Moravec i sur. (2010) uspoređivali su učinkovitost dvaju različitih oblika aktivnosti predučenja, rješavanja radnih listova i primjene PowerPoint prezentacija s naracijom. Studenti su dobili uputu da na temelju čitanja kraćeg teksta odgovore na pitanja u radnim listovima, stoga bi preuzimali datoteke radnih listova i ručno pisali odgovore te ih u obliku skenirane slike ili digitalne fotografije elektroničkim putem slali predavaču. Isto tako, nakon primjene PowerPoint prezentacija studenti su preuzimali datoteke povezanih slajdova, na njima pisali bilješke te ih na isti način slali predavaču. Iako su istraživači predviđjeli da će zadatak s radnim listovima biti učinkovitiji jer zahtijeva aktivnije sudjelovanje studenata, rezultati su pokazali da nema razlike u uspješnosti na ispitima znanja s obzirom na korišteni oblik aktivnosti predučenja (Moravec i sur., 2010).

Nastavno gradivo za predučenje najčešće se prezentira mrežnim materijalima (vizualni, audiovizualni) u kombinaciji s mrežnim kvizom pomoću kojeg se kod učenika i studenata može kvalitetno provjeriti usvojenost sadržaja.

Seery (2010a) je istraživao implementaciju mrežnih materijala za predučenje s ugrađenim kvizom, osmišljenih na principima Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 1998), pomoću kojih su se studenti prve godine kemije upoznavali sa osnovnom terminologijom nastavnog gradiva. Cilj istraživanja bio je smanjiti kognitivno opterećenje kod studenata s niskom razinom predznanja. Nakon rješavanja kviza studenti su dobivali specifične povratne informacije o svom razumijevanju novih koncepata i ocjenu. Primjena mrežnih materijala rezultirala je učinkovitijim učenjem i zadržavanjem informacija u dugoročnom pamćenju studenata te usmjeravanjem nastave prema raspravi.

Nakon primjene mrežnih videomaterijala za predučenje s ugrađenim kvizom u istraživanju Stanley i Lynch-Caris (2014) predavanja su gotovo isključivo bila interaktivna i koncentrirana

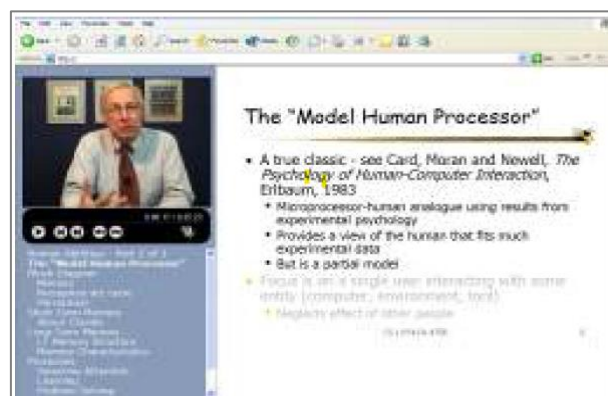


na rješavanje praktičnih zadataka. Rezultati završnog ispita i anonimnih anketa potvrdili su da je ova aktivnost dobro prihvaćena od strane studenata te da je učinkovita za interaktivno učenje na nastavi (Stanley i Lynch-Caris, 2014).

Woodward i Reid (2019) opisali su primjenu mrežnih videomaterijala za predučenje u poučavanju organske kemije. Za svako poglavlje udžbenika osmišljeni su videomaterijali koji su studentima druge godine bili dostupni dva dana prije predavanja putem sveučilišnog sustava za upravljanje učenjem. Visoka razina gledanosti videomaterijala ostvarena je implementacijom dviju jednostavnih i učinkovitih strategija za poticanje studenata, slanja podsjetnika elektroničkom poštom i rješavanja mrežnih zadataka za naredno predavanje.

U okviru istraživanja primjene predučenja na visokoškolskoj razini često su izrađivani mrežni audiovizualni moduli za jedan semestar ili cijelu akademsku godinu.

Day i Foley (2005) su na temelju kvaziekperimentalnog nacrtu istraživali primjenu mrežnih predavanja za predučenje (kombinacija audio/video/PowerPoint materijala) s ciljem pripreme studenata za smislenije aktivnosti na nastavi informatičkog kolegija. Slika 2.10 prikazuje primjer zaslona mrežnog predavanja u pregledniku Microsoft Internet Explorer koji se sastoji od tri prozora. U gornjem lijevom prozoru je neposredna Windows Media Player reprodukcija videopredavanja, u donjem lijevom prozoru popis je svih predavanja koja studenti mogu odabrati dok se na desnom prozoru prikazuje trenutni PowerPoint slajd. Za održavanje pažnje studenata tijekom izlaganja predavača boja teksta na slajdu mijenjala se iz svijetlo sive u crnu.



**Slika 2.10.** Primjer zaslona mrežnog predavanja za predučenje (prema Day i Foley, 2005)

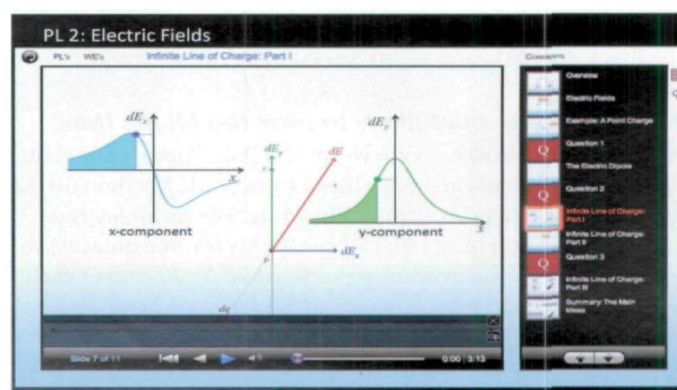
Kako bi se studente motiviralo za predučenje, zadano im je da na temelju mrežnih predavanja pripremaju prezentacije za nastavu ili rješavaju zadatke za domaću zadaću. Primjenom opisane kombinacije mrežnih predavanja i aktivnosti na nastavi, u usporedbi s tradicionalnim oblikom

poučavanja, utvrđeno je da su studenti eksperimentalne skupine postigli statistički značajno bolje rezultate na ispitima znanja (Day i Foley, 2005).

Za istraživanje Karanicolas i sur. (2011) izrađen je mrežni modul za predučenje u nastavi biologije prilagodbom postojećih PowerPoint prezentacija uz ugradnju narativnih dijaloga. Nakon svakih četiri do šest slajdova uključeno je nekoliko pitanja višestrukog izbora radi dobivanja formativnih povratnih informacija o razini razumijevanja nastavnih sadržaja. Uvođenje mrežnog modula transformiralo je tradicionalno predavanje u interaktivniji oblik učenja uz visoku razinu zadovoljstva studenata njihovom primjenom (Karanicolas i sur., 2011).

U nastavi fizike i kemije provodilo se istraživanje primjene multimedijских materijala za predučenje s ugrađenim elementima za samoprovjeru znanja.

Steltzer je 2010. godine proveo studiju sa studentima fizike uspoređujući učinkovitost primjene mrežnih multimedijских materijala za predučenje (MLMs) s primjenom tradicionalnog udžbenika. U svakom materijalu MLMs (slika 2.11) obrađena je većina sadržaja sljedećeg predavanja u približno deset scena implementiranih kao dinamične animacije popraćene naracijom, jednadžbama i ilustracijama koje studenti mogu kontrolirati funkcijama pauza, premotaj i zaustavi. Nakon svake dvije ili tri scene uključeno je formativno vrjednovanje s pitanjima višestrukog izbora na koja su studenti prije prelaska na sljedeću scenu trebali ispravno odgovoriti.



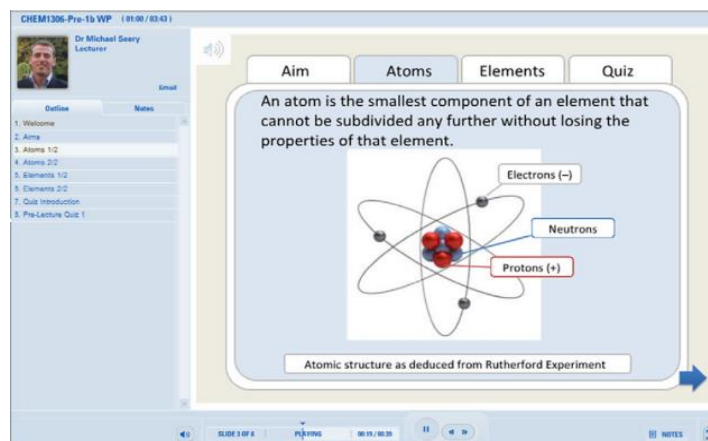
**Slika 2.11.** Zaslon multimedijskog materijala za predučenje (MLMs) o električnom polju (prema Steltzer i sur., 2010)

Rezultati ispita znanja provedenih nakon primjene materijala MLMs kao i dva tjedna kasnije pokazali su da je njihovom implementacijom došlo do znatnog poboljšanja konceptualnog razumijevanja osnovnih fizikalnih pojmova (posebno kod apstraktnijih pojmova koji zahtijevaju vizualizaciju) u odnosu na studente koji su imali samo tekstualnu prezentaciju

nastavnog gradiva. Osim toga, došlo je do poboljšanja u stavovima studenata prema nastavi fizike te je većina studenata i predavača smatrala kako materijali MLMs znatno olakšavaju učenje (Chen i sur., 2010; Steltzer i sur., 2010).

Sadaghiani (2012) se u istraživanju fokusirao na percepcije studenata fizike o primjeni materijala MLMs u usporedbi s primjenom udžbenika. U materijalima se izlagao nastavni sadržaj iz udžbenika što je studentima omogućavalo bolju interakciju na nastavi kao i učinkovitiju primjenu nastavnih sadržaja u svakodnevnom životu. Prema dobivenim rezultatima, studenti smatraju kako su im materijali MLMs korisni za učenje.

Sličnom strategijom su za studente prve godine kemije razvijeni multimedijски materijali koji su sadržavali osnovnu terminologiju novog nastavnog gradiva (McDonnell i Donnelly, 2013; Seery i Donnelly, 2012). Iz perspektive Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 1998), novi materijali (slika 2.12) imali su za cilj uvesti manji broj osnovnih pojmova kako bi se smanjilo unutarnje kognitivno opterećenje tijekom nastave dok su radi smanjenja irelevantnog kognitivnog opterećenja materijali bili lišeni konteksta i suvišnih informacija.



**Slika 2.12.** Primjer zaslona multimedijskog materijala za predučenje (prema Seery i Donnelly, 2012)

Materijali su upotpunjeni kratkim kvizom za provjeru razumijevanja sadržaja i specifičnim povratnim informacijama, a za obradu pojedinačnih materijala nije bilo potrebno više od pet minuta. Multimedijски materijali uključeni su u nastavni plan i program te su tijekom nastave mogli poslužiti kao temelj za raspravu između predavača i studenata. Implementacija i evaluacija materijala pokazala je da su se značajno poboljšale ocjene studenata koji su prije njihove primjene imali nisku razinu predznanja (Seery i Donnelly, 2012).

Tijekom prošlog desetljeća značajno je porasla primjena pedagoškog pristupa nazvanog obrnuta učionica (engl. *Flipped Classroom*) koji je razvijen na strategiji predučenja. Učitelji kemije Jonathan Bergman i Aaron Sams napisali su 2012. godine knjigu "Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day" premda su još od 2007. godine provodili taj pristup u svojoj nastavnoj praksi. Načelo obrnute učionice je da se učenicima unaprijed prezentira veći dio nastavnog sadržaja, najčešće mrežnim videomaterijalima, tako da na nastavnom satu više vremena može biti utrošeno na aktivno učenje, provođenje dubinskih rasprava i rješavanje problemskih zadataka (Seery, 2013).

Iako se aktivnosti predučenja razlikuju od obrnute učionice s obzirom na količinu unaprijed prezentiranih informacija i aktivnosti sljedećeg nastavnog sata, sličnost im je u osnovnom obrazloženju: obradom materijala prije nastave učenici će imati određeno poznavanje gradiva što im može smanjiti kognitivno opterećenje kada se o tome gradivu raspravlja na nastavi (Seery, 2013). U međunarodnoj literaturi veći je broj značajnih radova koji se bave primjenom obrnute učionice u nastavi kemije, ali na visokoškolskoj razini (Allan, 2018; Bancroft i sur., 2019; Legron-Rodriguez, 2019; McCollum, 2016; Petillion i McNeil, 2020; Ryan i Reid, 2016; Seery, 2015a i Seery, 2015b).

## **2.8. Demografske karakteristike ispitanika u obrazovnim istraživanjima**

Razmatranje demografskih karakteristika ispitanika u okviru tema iz područja obrazovanja opisano je i analizirano u značajnom broju istraživačkih radova. Childs i Sheehan (2009) utvrdili su da spol nije značajna karakteristika za percepciju učenika o težini određenih tema u nastavi kemije već da na to značajno utječu njihove matematičke sposobnosti. Neke studije ispituju stav budućih nastavnika prema nastavnoj profesiji u odnosu na njihove demografske karakteristike (Yildirim, 2012), zatim ispituju učinke demografskih karakteristika budućih nastavnika na njihov rad u obrnutim učionicama s integriranim digitalnim alatima za učenje (Hao i Lee, 2016) dok su neke studije usredotočene na rodne razlike u nastavi matematike i prirodnih znanosti (Reilly i sur., 2019).

Veći broj istraživanja bavi se učincima demografskih karakteristika nastavnika na integraciju IKT-a u nastavnu praksu (Alazzam i sur., 2012; Aslan i Zhu, 2017; Gil-Flores i sur., 2017; Teo i Zhou, 2017) kao i na percepciju nastavnika o prednostima primjene IKT-a u nastavi (Scherer i sur., 2015). Prema istraživanju Koh i sur. (2014), razina poučavanja i nastavničko iskustvo imaju značajan utjecaj na primjenu konstruktivističkih metoda poučavanja dok životna dob i

spol nastavnika nisu značajne karakteristike. U istraživanju provedenom u osnovnim i srednjim školama utvrđeno je da na primjenu predlaboratorijskih aktivnosti u nastavi kemije utječu tri demografske karakteristike učitelja i nastavnika koje uključuju njihov spol, životnu dob te poučavanje kemije jednopredmetno ili u dvopredmetnoj kombinaciji (Smerdel i Zejnilagić-Hajrić, 2020).

Iako je neupitna važnost svih prethodno razmatranih obrazovnih studija, pitanje utjecaja demografskih karakteristika nastavnika na primjenu aktivnosti predučenja ostaje nedovoljno istraženo. Ispitivanjem njihovog odnosa omogućuje se dobivanje relevantnih informacija za detaljniji uvid u primjenu aktivnosti predučenja u nastavnoj praksi različitih nastavnih predmeta na srednjoškolskoj i visokoškolskoj razini čime se razvija novi aspekt proučavanja primjene predučenja.

## **2.9. Predmet i cilj istraživanja**

Predmet istraživanja ovog doktorskog rada je poučavanje nastavnih sadržaja organske kemije u srednjoj školi koji proizlazi iz potrebe implementacije odgovarajućih nastavnih strategija i nastavnih sredstava radi učinkovitijeg ostvarivanja zadanih ishoda učenja nastavnog gradiva. Primjena strategije predučenja u navedenom kontekstu detaljno je istražena u međunarodnoj znanstvenoj literaturi na visokoškolskoj razini dok su u znatno manjem broju istraživanja o primjeni aktivnosti predučenja kod srednjoškolskih učenika.

Rezultati istraživanja u hrvatskom obrazovnom sustavu ukazuju na slabiju učestalost primjene aktivnosti predučenja pomoću udžbenika (Smerdel i Zejnilagić-Hajrić, 2017) i nastavnih materijala (Smerdel i Zejnilagić-Hajrić, 2018) u nastavnoj praksi kemije i biologije. Osim toga, uočen je nedostatak relevantnih znanstvenih istraživanja koja se odnose na važnost smanjenja kognitivnog opterećenja kod učenika i studenata tijekom nastave i laboratorijskih vježbi primjenom aktivnosti predučenja u srednjim školama kao i na preddiplomskim i diplomskim studijima.

Nastojeći popuniti praznine, ovaj doktorski rad se u kontekstu Hrvatske među prvima bavi primjenom strategije predučenja u srednjim školama kao i utjecajem demografskih karakteristika nastavnika na njihov prioritet pri odabiru određenih aktivnosti predučenja u nastavnoj praksi. Iako znanstvena literatura ukazuje na značajne prednosti primjene strategije predučenja, važno je novim empirijskim nalazima utvrditi njihovu prikladnost za implementaciju u naš obrazovni sustav.

Cilj ovog doktorskog rada je istraživanje primjene mrežnih materijala za predučenje (MMP-materijali)<sup>3</sup> u nastavi kemije u hrvatskim srednjim školama kako bi se utvrdio učinkovit način njihove izrade kao i implementacije u stvarne nastavne situacije.

### **2.9.1. Svrha, istraživačka pitanja i hipoteze**

Za postizanje utvrđenog cilja doktorskog rada istraživanja su provedena u dva dijela. Svrha prvog dijela rada bila je istražiti stvarnu situaciju u hrvatskim srednjim školama s obzirom na učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja na populaciji nastavnika kemije. Istodobno se nastojao istražiti utjecaj demografskih karakteristika nastavnika na učestalost primjene aktivnosti predučenja pri čemu je ispitano šest specifičnih karakteristika: spol, životna dob, primarno studijsko obrazovanje, nastavni predmeti, vrsta srednje škole i stečeno nastavničko iskustvo. Postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

1. Kakva je učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja kod nastavnika kemije?
2. Postoje li razlike u učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika kemije (spol, životna dob, primarno studijsko obrazovanje, nastavni predmeti, vrsta srednje škole i stečeno nastavničko iskustvo)?

U ovom dijelu istraživanja provjerena je ispravnost sljedeće alternativne hipoteze:

H1. Postoje statistički značajne razlike u učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika kemije.

Dobivena saznanja omogućila su detaljniji opis ispitanika i dala izravan uvid u stvarnu praksu nastavnika kemije kao i u njihove prioritete u odabiru određenih aktivnosti predučenja čime se pripremao put za intervenciju metodološkom strategijom.

Svrha drugog dijela rada bila je utvrditi mišljenje učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja o učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavi kemije te istražiti učinak poučavanja uz primjenu novih MMP-materijala u nastavi kemije na postignuća na ispitima znanja kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja. Učenici u eksperimentalnoj skupini pripremali su se za nastavu pomoću MMP-materijala dok učenici u kontrolnoj skupini nisu imali interakciju s MMP-materijalima.

---

<sup>3</sup>MMP-materijali je kratica za mrežne materijale za predučenje, detaljnije opisane u potpoglavlju 3.4.3 na str. 47.

Za navedenu svrhu postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

3. Postoje li razlike između odgovora nastavnika i učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja o učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavi kemije?
4. Postoje li razlike u usvojenosti i trajnosti usvojenog znanja iz nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana koje su posljedica poučavanja uz primjenu novih MMP-materijala kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja?

U ovom dijelu istraživanja provjerena je ispravnost triju alternativnih hipoteza:

H2. Postoji statistički značajna razlika između odgovora nastavnika i učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja o učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavi kemije.

H3. Postoji statistički značajna razlika u usvojenosti znanja s obzirom na poučavanje uz primjenu MMP-materijala u nastavi kemije kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja (eksperimentalna vs. kontrolna skupina).

H4. Postoji statistički značajna razlika u trajnosti usvojenog znanja s obzirom na poučavanje uz primjenu MMP-materijala u nastavi kemije kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja (eksperimentalna vs. kontrolna skupina).

### **3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

U ovom poglavlju opisane su pojedinosti o istraživačkom nacrtu, uzorcima, korištenim instrumentima i materijalima te postupcima prikupljanja i analize podataka za oba dijela istraživanja. Navedene informacije potrebne su za razumijevanje cjelokupnog istraživanja s ciljem omogućavanja procesa vanjskog vrjednovanja.

#### **3.1. Paradigma i metodološki pristup**

Zbog prirode istraživačkih pitanja i hipoteza koje se odnose na opis trendova i objašnjavanje odnosa među varijablama, za empirijska istraživanja u ovom doktorskom radu odabran je kvantitativni metodološki pristup. Uporište takvog pristupa je u postpozitivizmu, filozofskoj paradigmi karakterističnoj za istraživanja u kojima se identificiraju i vrjednuju učinci koji utječu na ishode. Pretpostavke postpozitivizma predstavljaju tradicionalni oblik istraživanja suprotstavljajući apsolutnom znanju određenu nesigurnost u znanje kada proučavamo akcije i ponašanje ljudi. Ova paradigma također pretpostavlja i redukcionizam kao namjeru sažimanja ideja u varijable koje su obuhvaćene istraživačkim pitanjima i hipotezama. Znanje koje se razvija kroz objektiv ove paradigme bazira se na pažljivom opažanju i mjerenju objektivne stvarnosti (Creswell, 2012).

Kod kvantitativnog pristupa istraživanju provjeravaju se postavljene teorije ili hipoteze, a proces prikupljanja podataka odvojen je od analize podataka. Prednost mu je mogućnost primjene u širokom spektru situacija i na većem broju ispitanika što omogućava veći stupanj poopćavanja kao i veći stupanj objektivnosti i točnosti rezultata. Nedostatak je u ograničenim rezultatima istraživanja jer daju brojčane podatke i ne pokazuju dovoljno razumijevanja za ponašanje pojedinca (Tkalac Verčić i sur., 2010).

#### **3.2. Nacrti istraživanja**

U okviru kvantitativnog pristupa, u ovom doktorskom radu provedeni su anketno istraživanje i kvaziekperiment kod kojih se prikupljaju brojčani podatci od velikog broja ljudi koristeći instrumente s pitanjima, a često i s predloženim odgovorima. Za obradu prikupljenih podataka primjenjuje se statistička analiza dok se rezultati interpretiraju usporedbom s prethodnim predviđanjima i prošlim istraživanjima (Creswell, 2012).



### 3.2.1. Prvi dio istraživanja: Anketno istraživanje

Za istraživanje stvarne situacije primjene aktivnosti predučenja u školskoj praksi poučavanja kemije provedeno je deskriptivno kvantitativno anketno istraživanje u okviru kojega su nastavnici kemije jednokratno anketirani mrežnim upitnikom za samostalno popunjavanje (engl. *Self-Administered*) na temelju tzv. nacrtu poprečnog presjeka (engl. *Cross-Sectional*). Deskriptivno istraživanje daje detaljnu, vrlo točnu sliku specifičnih situacija, društvenih postavki ili odnosa. Anketno istraživanje omogućuje upotrebu pisanog upitnika za prikupljanje podataka o okolnostima, ponašanjima, uvjerenjima ili stavovima velikog broja ljudi (Neuman, 2013). Ova faza istraživanja omogućila je prikupljanje podataka o demografskim karakteristikama ispitanika, a također i kvantifikaciju učestalosti primjene različitih aktivnosti u okviru strategije predučenja u populaciji srednjoškolskih nastavnika kemije.

Oblikovanje mrežnih anketnih upitnika za samostalno popunjavanje je fleksibilno uz korištenje slika, zvuka ili videa, a primjena vrlo brza i ekonomična te može pokriti veliko zemljopisno područje. Ispitanici mogu popunjavati upitnik kada im je to prikladno uz standardizirani poticaj i zajamčenu anonimnost čime se smanjuje utjecaj pristranosti istraživača te povećava vjerojatnost iskrenih odgovora na osjetljiva pitanja (Neuman, 2013). Odgovori se automatski pohranjuju u bazu podataka što omogućuje jednostavno upravljanje prikupljenim podatcima i smanjuje mogućnost pogreške. Nedostaci su im upitna zaštita privatnosti ispitanika jer je radi osiguranja da ispitanik samo jednom sudjeluje potrebno upisati elektroničku adresu, zatim činjenica da određeni broj ljudi ima više elektroničkih adresa kao i nedostatak kontrole nad uvjetima popunjavanja upitnika (Neuman, 2013). Provedba ovog dijela istraživanja opisana je u potpoglavlju 3.5.1.

### 3.2.2. Drugi dio istraživanja: Kvaziekperimentalno istraživanje

Istraživanje učinka poučavanja s primjenom MMP-materijala u nastavi kemije na usvojenost i trajnost usvojenog znanja učenika temelji se na kvaziekperimentalnom istraživačkom nacrtu sa usporednim (paralelnim) skupinama (Campbel i Stanley, 1963). Tijekom intervencije učenici eksperimentalne skupine za nastavu su se pripremali pomoću MMP-materijala dok učenicima kontrolne skupine nije omogućen rad s MMP-materijalima. Poučavanje nastavnih sadržaja u obje usporedne skupine provedeno je prema istim uputama za rad i nastavnim pripremama. Učinci poučavanja s primjenom MMP-materijala utvrđeni su završnim i retencijskim ispitom znanja tako da je utjecaj nezavisne varijable određen na temelju razlike u rezultatima ispita

znanja između eksperimentalne i kontrolne skupine kao i razlike u rezultatima ispita znanja unutar skupina. Provedba ovog dijela istraživanja opisana je u potpoglavlju 3.5.2.

### **3.2.3. Kvalitativni dio istraživanja**

Uključivanjem kvalitativne perspektive u istraživanje nastojalo se prikupiti dodatne informacije za pripremu kvalitetnije analize i smještanje rezultata dobivenih svim instrumentima u širi kontekst. Nakon završnog ispita znanja učenici eksperimentalne skupine popunjavali su upitnik 2: „Evaluacija primjene materijala za predučenje“ u kojem su mogli iskazati svoje mišljenje o primjeni i učinkovitosti MMP-materijala, mogućim poteškoćama s kojima su se susretali pri radu, zatim mišljenje o tijeku istraživanja kao i stavove o daljnjoj primjeni aktivnosti predučenja.

Nastavnici u obje skupine popunjavali su anketni upitnik s pitanjima otvorenog tipa o opažanjima i teškoćama koje su se pojavile tijekom istraživanja. Osim toga, nastavnici eksperimentalne skupine pozvani su na strukturirani intervju pomoću kojega se nastojalo saznati njihovo mišljenje o izradi materijala kao i o iskustvu s primjenom MMP-materijala u vlastitoj nastavnoj praksi. Strukturirani intervju bio je najpogodniji za prikupljanje podataka u ovom dijelu istraživanja gdje je fokus na iskustvu nastavnika u svezi s primjenom MMP-materijala (Herrington i Daubenmire, 2014) i omogućavao je usporedbu odgovora između ispitanika.

Pitanja za strukturirani intervju razvijena su u skladu s teorijskim okvirom i potrebama istraživanja. Prvu verziju protokola pregledala je metodičarka kemije koja ima iskustva s korištenjem intervjua kao alata u obrazovnim istraživanjima prema čijem mišljenju su pitanja jasna i jednoznačna te prikladno oblikovana za dobivanje potrebnih podataka. Osim toga, protokol su pregledale dvije nastavnice kemije koje ne sudjeluju u istraživanju. Njihovo mišljenje bilo je da u protokolu nema pitanja koja mogu zbuniti ispitanike, ali je donesen zajednički zaključak da se uklone pitanja kojima se ne mogu dobiti relevantni podatci. Postupak provedbe intervjua sa izjavama nastavnika detaljnije je opisan u potpoglavlju 4.3.8.2.

### 3.3. Uzorak

#### 3.3.1. Uzorak anketnog istraživanja

Okvir za uzorkovanje sastojao se od 573 nastavnika kemije iz svih hrvatskih županija čije su adrese elektroničke pošte dobivene slučajnim odabirom iz baze podataka dostupne obrazovnim savjetnicima. Kako bi se osigurala što viša stopa odgovora, poziv za sudjelovanje i anketni upitnik istodobno su poslani, a nakon toga i dva podsjetnika u razmaku od dva tjedna. Mrežni anketni upitnik popunilo je 139 nastavnika kemije (stopa odgovora = 24,3 %), ali nije bilo moguće u svakoj županiji postići idealnu zastupljenost s obzirom na spol i broj nastavnika kemije. Najviše ih je bilo iz Grada Zagreba (25,9 %), a najmanje iz Karlovačke županije (0,7 %). Podatci u tablici 3.1 prikazuju demografski profil ispitanika u ovom istraživanju.

**Tablica 3.1.** Opis demografskih karakteristika ispitanika ( $N_{uk} = 139$ )

| Demografska karakteristika    | Skupina           | N*  | %    |
|-------------------------------|-------------------|-----|------|
| Spol                          | Muški             | 15  | 10,8 |
|                               | Ženski            | 124 | 89,2 |
| Životna dob (godine)          | < 30              | 7   | 5,0  |
|                               | 30-35             | 20  | 14,4 |
|                               | 36-40             | 19  | 13,8 |
|                               | 41-45             | 23  | 16,5 |
|                               | 46-55             | 52  | 37,4 |
|                               | > 55              | 18  | 12,9 |
| Studijsko obrazovanje         | Nastavnik         | 92  | 66,2 |
|                               | Inženjer/Edukator | 47  | 33,8 |
| Nastavničko iskustvo (godine) | < 1               | 2   | 1,4  |
|                               | 1-5               | 13  | 9,4  |
|                               | 6-10              | 30  | 21,6 |
|                               | 11-15             | 29  | 20,9 |
|                               | 16-25             | 38  | 27,3 |
|                               | > 25              | 27  | 19,4 |
| Vrsta srednje škole           | Strukovna         | 62  | 44,6 |
|                               | Gimnazija         | 77  | 55,4 |
| Nastavni predmeti             | Kemija            | 76  | 54,7 |
|                               | Kemija/biologija  | 55  | 39,5 |
|                               | Kemija/fizika     | 8   | 5,8  |

\*  $N$  – broj ispitanika

Dobiveni rezultati pokazuju da je većina ispitanika ženskog spola (89,2 %) što predstavlja stvarnu sliku niske zastupljenosti muškog spola u hrvatskim srednjim školama. Isto tako, dvije trećine ispitanika (66,8 %) starije je od 40 godina dok ih je 5,0 % mlađih od 30 godina. Prema primarnom studijskom obrazovanju, dvije trećine ispitanika (66,2 %) diplomiralo je na nastavničkom smjeru dok su ostali ispitanici diplomirani inženjeri struke s položenim predmetima iz pedagoško-psihološkog i didaktičko-metodičkog područja. Nadalje, nešto manje od polovice ispitanika (46,7 %) ima najmanje 15 godina nastavničkog iskustva, a otprilike polovica njih (55,4 %) su gimnazijski nastavnici. Najveći je udio nastavnika koji jednopredmetno poučavaju kemiju (54,7 %), a zatim slijede nastavnici kemije i biologije (39,5 %).

### **3.3.2. Uzorak kvaziekperimentalnog istraživanja**

#### **3.3.2.1. Uzorak učenika**

Istraživanje je provedeno na neslučajnom prigodnom uzorku učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja iz Osijeka, Vinkovaca, Zadra i Zagreba. Ciljne gimnazije planirane su u navedenim gradovima kako bi se povećala vjerojatnost dobivanja reprezentativnog uzorka kao i radi postizanja prostorne triangulacije podataka. Zbog potrebe istraživanja da učenici budu u što je više moguće novom okruženju, odabrani su četvrti razredi s planiranim nastavnim gradivom organske kemije s kojim učenici nisu bili u doticaju od osmog razreda osnovne škole.

Za a priori određivanje potrebne veličine uzorka učinjena je analiza pomoću aplikacije za statističku analizu snage G\*Power 3.1.9.7. (Lewis, 2014) na temelju dvostranog t-testa za nezavisne uzorke. Pomoću predloženih podataka za veličinu učinka  $d = 0,50$ , zatim za stupanj statističke značajnosti  $\alpha = 0,05$  i snagu  $= 0,95$  utvrđena je efektivna veličina uzorka  $N = 210$  (Hedges i Rhoads, 2010; McCrum-Gardner, 2010). Suglasnost za sudjelovanje u istraživanju potpisalo je 588 učenika uz pretpostavku da će se broj učenika smanjivati do završetka istraživanja.

Cjelokupno istraživanje provedeno je u sklopu redovite nastave, bez promjene rasporeda sati i nastavnog programa zbog čega nije bilo moguće intervenirati unutar razrednih odjela radi dobivanja slučajnog uzorka. Za potrebe istraživanja su postojeći razredni odjeli s prosječnim brojem od 24 učenika podjednako podijeljeni metodom slučajnog odabira (engl. *Random Selection Method*) u eksperimentalnu i kontrolnu skupinu uz pretpostavku da su skupine ujednačene po dobi i metodi rada te da imaju slično raspodijeljene ostale karakteristike (spol,

ocjene, inteligencija, socioekonomski status; Creswell, 2012). Usporedne skupine bile su raspoređene u različitim školama radi minimalnog međusobnog utjecaja te kako tijekom intervencije učenici i nastavnice kontrolne skupine ne bi mogli imati pristup MMP-materijalima.

U tablici 3.2 nalazi se pregled broja učenika eksperimentalne i kontrolne skupine po pripadajućim školama i ispitima znanja koje su pisali tijekom trajanja kvaziekperimenta. Zbog izostanaka s nastave u svakom testiranju sudjelovao je različit broj učenika u usporednim skupinama.

**Tablica 3.2.** Broj učenika eksperimentalne i kontrolne skupine po školama i ispitima znanja

|                          | Gimnazija                                    | Broj razreda | Broj učenika              |                      |                          |
|--------------------------|--|--------------|---------------------------|----------------------|--------------------------|
|                          |  |              | Preliminarni ispit znanja | Završni ispit znanja | Retencijski ispit znanja |
| Eksperimentalna skupina  | III. gimnazija, Osijek                       | 4            | 102                       | 99                   | 92                       |
|                          | Gimnazija Jurja Barakovića, Zadar            | 5            | 85                        | 96                   | 83                       |
|                          | XVIII. gimnazija, Zagreb                     | 3            | 67                        | 74                   | 65                       |
| Ukupno (eksperimentalna) |  | 12           | 254                       | 269                  | 240                      |
| Kontrolna skupina        | Gimnazija Matije Antuna Reljkovića, Vinkovci | 5            | 117                       | 116                  | 115                      |
|                          | Gimnazija Frane Petrića, Zadar               | 4            | 87                        | 85                   | 85                       |
|                          | Gimnazija Tituša Brezovačkog, Zagreb         | 3            | 55                        | 70                   | 54                       |
| Ukupno (kontrolna)       |  | 12           | 259                       | 271                  | 254                      |
| UKUPNO                   |  | 24           | 513                       | 540                  | 494                      |

U preliminarnom testiranju sudjelovao je konačni broj od 513 učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja, 191 muškog spola (37,2 %) i 322 ženskog spola (62,6 %), prosječne starosti  $M = 17,49$  ( $SD = 0,89$ ). U završnom testiranju sudjelovao je konačni broj od 540 učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja, 202 muškog spola (37,4 %) i 338 ženskog spola (62,6 %), prosječne starosti  $M = 17,56$  ( $SD = 0,90$ ). U retencijskom testiranju sudjelovao je konačni broj od 494 učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja, 180 muškog spola

(36,4 %) i 314 ženskog spola (63,6 %), prosječne starosti  $M = 17,83$  ( $SD = 0,39$ ). Raspodjela učenika po spolu i životnoj dobi za svaku usporednu skupinu prikazana je u tablici 3.3.

**Tablica 3.3.** Raspodjela učenika po spolu i životnoj dobi za usporedne skupine u pojedinačnim testiranjima

| Ispit znanja | Skupina         | N   | Spol   | Učenici po spolu |      | Učenici po dobi |      |
|--------------|-----------------|-----|--------|------------------|------|-----------------|------|
|              |                 |     |        | Broj             | %    | M               | SD   |
| Preliminarni | Eksperimentalna | 254 | muški  | 91               | 35,8 | 17,44           | 1,15 |
|              |                 |     | ženski | 163              | 64,2 |                 |      |
|              | Kontrolna       | 259 | muški  | 100              | 38,6 | 17,53           | 0,51 |
|              |                 |     | ženski | 159              | 61,4 |                 |      |
| Završni      | Eksperimentalna | 269 | muški  | 93               | 34,6 | 17,59           | 0,49 |
|              |                 |     | ženski | 176              | 65,4 |                 |      |
|              | Kontrolna       | 271 | muški  | 109              | 40,2 | 17,54           | 1,18 |
|              |                 |     | ženski | 162              | 59,8 |                 |      |
| Retencijski  | Eksperimentalna | 240 | muški  | 92               | 38,3 | 17,82           | 0,41 |
|              |                 |     | ženski | 148              | 61,7 |                 |      |
|              | Kontrolna       | 254 | muški  | 88               | 34,6 | 17,83           | 0,37 |
|              |                 |     | ženski | 166              | 65,4 |                 |      |

*Legenda: N – broj učenika; M – srednja vrijednost; SD – standardna devijacija*

### 3.3.2.2. Uzorak nastavnika

U svrhu istraživanja primjene MMP-materijala, u lipnju 2018. godine poslani su pozivi za sudjelovanje u istraživanju na adrese elektroničke pošte 25 nastavnika kemije iz 21 gimnazije u četiri grada i to u trinaest gimnazija u Zagrebu, četiri gimnazije u Zadru, tri gimnazije u Osijeku te u jednu gimnaziju u Vinkovcima. Adrese elektroničke pošte nastavnika kemije dobivene su iz baze podataka dostupne obrazovnim savjetnicima. U pozivu za sudjelovanje ukratko je objašnjen pojam predučenja te su navedeni okvirni plan istraživanja i aktivnosti koje se od nastavnika očekuju tijekom istraživanja. Posebno je naglašeno kako se istraživanje provodi s učenicima četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja te da dobiveni podatci neće biti korišteni za procjenu uspješnosti njihovog rada s učenicima već samo za istraživačke svrhe.

Nakon iskazanog interesa nastavnika dobiven je prigodni uzorak sa osam nastavnica kemije od kojih su dvije nastavnice iz Gimnazije Matije Antuna Reljkovića u Vinkovcima, zatim dvije nastavnice iz Gimnazije Tituša Brezovačkog u Zagrebu te po jedna nastavnica iz III. gimnazije

u Osijeku, Gimnazije Jurja Barakovića u Zadru, Gimnazije Frane Petrića u Zadru i XVIII. gimnazije u Zagrebu. Prema primarnom studijskom obrazovanju, većina nastavnica su profesorice kemije/kemije i biologije dok su samo dvije nastavnice sa završenim kemijskim inženjerskim smjerom i položenim pedagoško-psihološkim i didaktičko-metodičkim predmetima uz najmanje 12 godina nastavničkog iskustva. Dvije nastavnice koje su poučavale u kontrolnoj skupini imale su do šest godina nastavničkog radnog iskustva.

### **3.3.2.3. Etička razmatranja**

Cjelokupno istraživanje provedeno je u skladu s važećim pravilima i institucionalnim preporukama kako bi se postigla zadovoljavajuća etička razina. Suglasnost za provedbu istraživanja dobiveno je od Ministarstva znanosti i obrazovanja (KLASA: 602-03/17-03/00263). Istraživanje su odobrili i ravnatelji/ce srednjih škola koje su sudjelovale u drugom dijelu istraživanja. Njihovim pisanim pristankom stvoreni su uvjeti za potpisivanje informiranog pristanka za sudjelovanje u istraživanju od strane nastavnika (prilog 1) i učenika (prilog 2). Maloljetni učenici potpisivali su informirani pristanak nakon pisane suglasnosti njihovih roditelja.

Istraživanje je provedeno bez promjena u nastavnom planu i programu sa što manje utjecaja na sudionike i redovito odvijanje nastave kemije u srednjim školama. Nastavnici i učenici upoznati su s principom dobrovoljnosti, svrhom i sadržajem istraživanja, aktivnostima sudjelovanja te načinima korištenja i pristupa prikupljenim podacima. Za sudionike nije bilo očekivanih rizika niti je bilo negativnih posljedica zbog nesudjelovanja ili odustajanja u bilo kojoj fazi istraživanja. Povjerljivost podataka i anonimnost sudionika bili su prioritet tijekom cijelog istraživanja. Anonimnost učenika zajamčena je upotrebom lozinki i iskazivanjem skupnih rezultata. Prije početka pisanja ispita učenici su od nastavnika dobivali prva tri broja lozinke dok su preostala tri broja sami odabirali. Prema uputi nastavnika, za završni i retencijski ispit znanja učenici su koristili iste lozinke čime je omogućeno povezivanje njihovih rezultata na ispitima znanja.

Radi čuvanja povjerljivosti podataka uspostavljen je konzistentni predložak za spremanje svih prikupljenih podataka (načini pohrane datoteka, vrste i nazivi datoteka). Za dodatna pitanja i pojašnjenjima tijekom procesa istraživanja sudionicima su bili dostupni podatci za kontakt sa istraživačima.

## 3.4. Instrumenti istraživanja

### 3.4.1. Instrumenti za prvi dio istraživanja

U svrhu prikupljanja podataka o primjeni aktivnosti predučenja razvijen je mrežni anketni upitnik za samostalno popunjavanje za nastavnike „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“ (prilog 3) koji je izrađen pomoću besplatnog mrežnog alata Google Docs<sup>4</sup>.

Prvih sedam stavki osmišljeno je za dobivanje demografskog profila ispitanika (županija, spol, životna dob, primarno studijsko obrazovanje, nastavni predmeti, vrsta škole, nastavničko iskustvo). Temi istraživanja posvećeno je 19 stavki s višestrukim izborom odgovora temeljenih na podacima dobivenim pregledom postojeće literature kao i na osobnom i profesionalnom iskustvu istraživača. Stavke upitnika grupirane su u sljedećih pet aspekata:

- Primjena nastavnih materijala (pet stavki)
- Primjena udžbenika (pet stavki)
- Primjena usmenog ponavljanja (dvije stavke)
- Predlaboratorijske aktivnosti bez IKT-a (četiri stavke)
- Predlaboratorijske aktivnosti s IKT-om (tri stavke).

Za svaku stavku ponuđeno je šest odgovora na Likertovoj ljestvici procjene učestalosti (1 – nikad, 2 – ponekad, 3 – obično, 4 – često, 5 – vrlo često, 6 – uvijek). Prema Burušiću (1999), takva ljestvica jedna je od statistički najopravdanijih za praktičnu uporabu jer se njome zadovoljavaju postavljeni metrijski zahtjevi, odnosno stvarni položaji predloženih kategorija na ljestvici najviše se približavaju uvjetu jednakih intervala među uporišnim točkama. Posljednje 27. pitanje otvorenog tipa osmišljeno je kako bi se izbjeglo ograničavanje ispitanika u izboru ponuđenih aktivnosti predučenja i glasi: „Ako koristite aktivnosti predučenja koje nisu navedene u ovom upitniku, molimo vas da ih kratko opišete.“

Uvod upitnika vizualno je odvojen od samih stavki te obuhvaća objašnjenje pojma *predučenje*, svrhu istraživanja, informacije o istraživačkom radu i kratki opis sadržaja upitnika. Isto tako, navedene su upute za popunjavanje upitnika uz zajamčenu anonimnost ispitanika i povjerljivost podataka kao i zahvala za sudjelovanje. Radi što veće preciznosti verbalnih kvantifikatora na ljestvici u smislu njihove jednoznačnosti za različite ispitanike, pogotovo za kvantifikatore iz srednjeg području *ponekad* i *obično* (Burušić, 1999), u uputama anketnog upitnika navedena su

---

<sup>4</sup> Aplikacija Google Docs dostupna na: <https://docs.google.com/forms/u/0/>.



njihova kvantitativna značenja: nikad (niti na jednom nastavnom satu), ponekad (dva puta u polugodištu), obično (jednom mjesečno), često (dva puta mjesečno), vrlo često (jednom tjedno) i uvijek (na svakom nastavnom satu). Razvoj upitnika detaljnije je opisan u daljnjem tekstu.

### 3.4.1.1. Razvoj upitnika za nastavnike „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“

Prva verzija upitnika sastojala se od sedam pitanja o demografskim karakteristikama i 20 stavki višestrukog izbora. Radi lakšeg popunjavanja upitnika stavke su na temelju literaturnog pregleda raspoređene u četiri skupine aktivnosti:

- Primjena nastavnih materijala
- Primjena udžbenika
- Aktivnosti nastavnika
- Predlaboratorijske aktivnosti

Posljednje pitanje o primjeni aktivnosti predučenja bilo je otvorenog tipa. Za osiguravanje vjerodostojnosti takvog instrumenta razmatrane su valjanost i pouzdanost interpretacije rezultata upitnika (slika 3.1). Sadržajna valjanost ovog upitnika podržana je stavkama koje se temelje na nalazima pregleda literature povezane s temom istraživanja. Osim toga, sadržajnu valjanost upitnika određivali su stručnjaci u polju kemijskog obrazovanja (sveučilišni profesori i srednjoškolski nastavnici) revizijom instrumenta radi jasnoće, točnosti i relevantnosti njegovog sadržaja.



Slika 3.1. Shematski prikaz razvoja upitnika o primjeni aktivnosti predučenja

Prvu verziju upitnika pregledala su dva sveučilišna profesora metodike kemije. Prema njihovom mišljenju, pokrivena su sve domene sadržaja dok su dijelovi upitnika (upute, stavke

i ponuđeni odgovori) jasni, jednoznačni i relevantni. Upitnik je revidiran prema njihovim prijedlozima u svezi oblikovanja naslova. Osim toga, upitnik su pregledale dvije nastavnice kemije koje su se složile kako je uključen široki raspon aktivnosti pripreme učenika za nastavu te da se upitnik jednostavno i brzo popunjava.

Sljedeći korak u razvoju instrumenta bilo je participativno pilot istraživanje provedeno u osnovnim i srednjim školama u jednoj županiji tijekom mjeseca ožujka 2017. godine (Smerdel i Zejnilagić-Hajrić, 2017) usmjereno na kontrolu kvalitete upitnika kao i na prikupljanje podataka za njegovu optimizaciju. Na kraju upitnika ispitanici su zamoljeni da napišu prijedloge za poboljšanje njegove kvalitete u svezi oblikovanja uputa, stavki i ponuđenih odgovora kao i za poboljšanje cjelokupne strukture. Ispitanici nisu imali komentare za poboljšanje te je postupak razvoja upitnika nastavljen prema slici 3.1.

Rezultati provođenja eksploratorne faktorske analize upitnika i razmatranje pouzdanosti interpretacije rezultata upitnika detaljno su izneseni u potpoglavlju 4.1.1.

### **3.4.2. Instrumenti za drugi dio istraživanja**

Na početku provođenja pedagoškog kvaziekspérimenta učenici eksperimentalne i kontrolne skupine popunjavali su upitnik 1 oblika papir-olovka pod nazivom: „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“ (prilog 4). Svrha anketiranja bila je dobivanje informacija o učestalosti primjene aktivnosti predučenja u nastavi kemije iz perspektive učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja. Usporedivost dobivenih podataka s odgovorima nastavnika omogućena je pomoću sadržajne identičnosti upitnika 1 s anketnim upitnikom za nastavnike iz prvog dijela istraživanja opisanim u potpoglavlju 3.4.1. Radi boljeg razumijevanja i jednostavnijeg popunjavanja provedene su sljedeće prilagodbe upitnika:

- zadržana su tri pitanja o demografskim karakteristikama učenika (spol, životna dob, gimnazijsko usmjerenje),
- stavke su preoblikovane u pitanja prilagođena ciljnoj populaciji učenika,
- verbalni kvantifikatori u ponuđenim odgovorima zamijenjeni su preciznijim izrazima (nikad – niti na jednom nastavnom satu, ponekad – dva puta u polugodištu, obično – jednom mjesečno, često – dva puta mjesečno, vrlo često – jednom tjedno i uvijek – na svakom nastavnom satu).

Uvod upitnika sadržavao je (1) objašnjenje pojma *predučenje*, (2) svrhu anketnog upitnika, (3) kratki opis sadržaja upitnika, (4) upute i vrijeme predviđeno za popunjavanje, (5) zajamčenu anonimnost ispitanika i povjerljivost podataka te (6) zahvalu za sudjelovanje.

Instrumenti pomoću kojih su prikupljeni podatci u procesu kvazieksperimenta su tri ispita znanja (preliminarni, završni i retencijski) također oblika papir-olovka.

1. Preliminarni ispit znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine: *Pisana provjera usvojenosti obrađenih sadržaja kemije* (prilog 5).

Ovaj ispit znanja proveden je radi utvrđivanja ujednačenosti učenika eksperimentalne i kontrolne skupine prema predznanju. Razvijen je od strane istraživača i sadržavao je 16 zadataka višestrukog izbora s četiri ponuđena odgovora prema zadanim ishodima učenja u skladu s Nastavnim planom i programom za stjecanje školske spreme u programima opće, jezične, klasične i prirodoslovno-matematičke gimnazije koji se odnosi na predmet Kemija iz 1994. godine (u daljnjem tekstu: Nastavni plan i program). Točan odgovor vrjednovan je s jednim bodom tako da je maksimalni ukupni broj bodova bio 16 dok netočni odgovori nisu donosili negativne bodove.

Zadacima je obuhvaćeno predznanje potrebno za savladavanje nastavnih sadržaja koji su odabrani za istraživanje i stečeno obradom sljedećih šest nastavnih cjelina: svojstva tvari, građa tvari, kemijske veze, promjene tvari, energija i sustav te kemijski račun. Broj i poredak zadataka za svaku nastavnu cjelinu prikazani su u tablici 3.4.

**Tablica 3.4.** Nastavne cjeline u preliminarnom ispitu znanja po zadacima

| Redni broj | Nastavna cjelina  | Redni broj zadatka |
|------------|-------------------|--------------------|
| 1.         | Svojstva tvari    | 1, 4, 11, 13       |
| 2.         | Građa tvari       | 9, 10, 14, 16      |
| 3.         | Kemijske veze     | 2, 5, 12           |
| 4.         | Promjene tvari    | 7, 15              |
| 5.         | Energija i sustav | 8                  |
| 6.         | Kemijski račun    | 3, 6               |

Prema revidiranoj Bloomovoj taksonomiji<sup>5</sup> (Anderson i Krathwohl, 2001), zadatci pokrivaju prve tri dimenzije kognitivnih procesa i sve tri dimenzije znanja<sup>6</sup> (činjenično, konceptualno i proceduralno; prilog 6).

2. Završni i retencijski ispit znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine: *Pisana provjera usvojenosti sadržaja alkana i cikloalkana* (prilog 7).

Završnim ispitom znanja nastojao se utvrditi učinak poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja kod učenika eksperimentalne skupine. Ispit znanja obuhvaćao je nastavne sadržaje pet obrađenih nastavnih jedinica prema zadanim ishodima u skladu s Nastavnim planom i programom. Razvijen je od strane istraživača sa 12 zadataka odnosno 22 čestice ako ih promatramo kao zasebne elemente vrjednovanja. Sadržavao je 11 čestica zatvorenog tipa (osam čestica višestrukog izbora, dvije čestice povezivanja i sređivanja, jedna čestica redanja) i 11 čestica otvorenog tipa (tri čestice dopunjavanja, pet čestica kratkog odgovora i tri čestice esejskog tipa).

Ovim ispitom znanja provjeravalo se poznavanje svojstava ugljikovodika (sedam čestica), strukture ugljikovodika (tri čestice), opisivanja kemijskih reakcija pomoću kemijskih jednadžbi (dvije čestice), konstitucijskih izomera (dvije čestice), uporabe alkana i halogenalkana (dvije čestice) te primjene nomenklature (šest čestica). Točni odgovori vrjednovani su prema ključu za bodovanje u prilogu 8 pri čemu je maksimalni ukupni broj bodova bio 26 dok netočni odgovori nisu donosili negativne bodove. Prema revidiranoj Bloomovoj taksonomiji (Anderson i Krathwohl, 2001), zadatci pokrivaju prve četiri dimenzije kognitivnih procesa i sve tri dimenzije znanja što je važno u razlikovanju rezultata provjere znanja učenika (prilog 8).

Retencijskim ispitom znanja nastojao se utvrditi učinak poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost znanja usvojenog obradom nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana kod učenika eksperimentalne skupine. Zadatci su sadržajno identični završnom ispitu znanja čime je osigurana međusobna usporedivost rezultata uz provedene manje izmjene redoslijeda zadataka i ponuđenih odgovora.

---

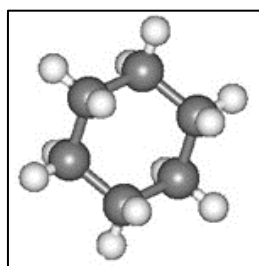
<sup>5</sup> Izvorna taksonomija objavljena je 1956. godine pod nazivom *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I. Cognitive domain*, a napisali su je B. S. Bloom i suradnici M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill i D. R. Krathwohl. Revidirana je 45 godina poslije te objavljena 2001. godine pod nazivom: *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing; A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Predstavlja hijerarhijsku klasifikaciju kompetencija koje su rezultat obrazovnog procesa (Anderson i Krathwohl, 2001).

<sup>6</sup> Dvodimenzionalna tablica koja povezuje vrste znanja koje treba razviti (dimenzije znanja - činjenično, konceptualno, proceduralno) s procesima koji se koriste kako bi se naučilo - dimenzije kognitivnih procesa (Anderson i Krathwohl, 2001).

Nyachwaya i sur. (2011) smatraju kako tradicionalni zadatci višestrukog izbora ne daju dovoljno širok uvid u razumijevanje kemijskih pojmova dok otvoreni dio zadatka u većoj mjeri može otkloniti ta ograničenja. Radi dobivanja kvalitetnijeg uvida u usvojeno znanje učenika, pri završnom i retencijskom testiranju korišteni su kombinirani zadatci sastavljeni od čestica višestrukog izbora i čestica otvorenog tipa. Kombinirani su zadatak 9 (čestice 9.1, 9.2, 9.3 i 9.4) i zadatak 11 (čestice 11.1, 11.2 i 11.3) koji je u daljnjem tekstu naveden kao primjer.

#### Zadatak 11

Na slici\* je zadani ugljikovodik predstavljen modelom. Tamnosive kuglice predstavljaju ugljik, a bijele kuglice vodik.



|  |  |
|--|--|
| 11.1. Napiši <b>strukturnu</b> formulu ugljikovodika.  |  |
| 11.2. Koja tvrdnja je <b>točna</b> za ugljikovodik pod 11.1?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Dolazi do vrtnje dijelova molekule oko jednostrukih C-H veza.</li> <li>b. Pri promjeni prostornih oblika kidaju se veze između C-C atoma.</li> <li>c. Spada u najstabilnije cikličke strukture.</li> <li>d. Najmanje stabilan prostorni oblik mu je stolac (sedlo).</li> </ul> |
| 11.3. Objasni odabrani odgovor pod 11.2 na temelju poznavanja kemijskih svojstava zadanog ugljikovodika. |  |

\*Izvor slike: <https://employees.csbsju.edu/cschaller/Principles%20Chem/conformation/conf%20cyclicA.htm>)

U prvoj čestici dopunjavanja provjereno je znanje prikazivanja strukture molekule cikloalkana pomoću strukturne formule, zatim su u drugoj čestici višestrukog izbora učenici trebali povezati strukturu cikloalkana s promjenama njihovih prostornih oblika dok su u trećoj čestici esejskog

tipa objašnjavali povezanost promjena prostornih oblika cikloalkana s njihovim kemijskim svojstvima.

### 3.4.2.1. Razvoj ispita znanja

Dio zadataka u ispitima znanja izrađen je prema primjerima iz ispitnih materijala s provedenih državnih matura<sup>7</sup> dok su ostali autorski zadatci. Kvalitativnu analizu svih ispita znanja prema određenim specifikacijama (prilozi 6 i 8) provele su tri srednjoškolske nastavnice kemije, jedna metodičarka nastave kemije i jedna sveučilišna profesorica kemije pri tome procjenjujući relevantnost sadržaja ispita, valjanost zadataka prema svakom od konstrukata kao i točnost odgovora za svaki zadatak.

Za preliminarni ispit znanja utvrđeno je da dva zadatka nisu jednoznačna te je kod jednog zadatka revidiran tekst, a kod drugog zadatka su poboljšani distraktori. Prema mišljenju navedenih stručnjaka, sadržaj ispita znanja u skladu je sa zahtjevima Nastavnog plana i programa te obuhvaća cjelokupni obrađeni nastavni sadržaj čime je podržana njihova sadržajna valjanost. Osim toga, smatraju da su konstrukti u tekstu svih zadataka potpuno jasni uz prikladnu pokrivenost domena konstrukata i dovoljan broj zadataka za odabrano nastavno gradivo (Villafane i sur., 2011).

U postupku razvoja ispita znanja provedeno je i probno ispitivanje u školi koja nije bila dio uzorka istraživanja. Cilj je bio provjera shvaćanja pojma *predučenje* i njegove interpretacije kod učenika, zatim provjera jasnoće i razumljivosti zadataka kao i utvrđivanje vremena potrebnog za rješavanje pojedinih ispita znanja. Iako su učenici bili upoznati s time da sudjeluju u probnom ispitivanju i zamoljeni da napišu svoje komentare u svezi poboljšanja izrade ispita znanja (jasnoća i preciznost uputa i teksta zadatka, jasnoća i izbor ponuđenih odgovora, redoslijed zadataka), prijedlozi učenika za poboljšanje su izostali.

Osnovne metrijske karakteristike i pouzdanost interpretacije rezultata svih ispita znanja detaljnije su opisani u potpoglavlju 4.1.2.

---

<sup>7</sup> NCVVO (2018). Provedeni ispiti. Dostupno na <https://www.ncvvo.hr/skolska-godina/2017-2018/>

### 3.4.3. Materijali za predučenje

Tijekom provedbe kvazieksperimenta učenici i nastavnici eksperimentalne skupine koristili su nove MMP-materijale osmišljene na temelju sljedećih pet nastavnih jedinica:

- Homologi niz i nomenklatura alkana
- Konstitucijska izomerija kod alkana
- Fizikalna i kemijska svojstva alkana
- Dobivanje i uporaba alkana
- Cikloalkani

Pomoću MMP-materijala učenici su dobivali strukturirani format za početak učenja nastavnog gradiva prije njegove obrade na nastavi. Svrha takvih materijala je smanjenje unutarnjeg kognitivnog opterećenja učenika koje tijekom nastave može biti uzrokovano novom terminologijom i konceptima (Seery i Donnelly, 2012). Osim toga, važno je da su MMP-materijali smisleno integrirani s nastavom i drugim aktivnostima učenja čime se učenicima ukazuje na njihovu vrijednost i svrhovitost (Seery, 2010b).

Svaki MMP-materijal sastoji se od dva dijela, tekstualno-slikovnog dijela i kratkog kviza (prilog 9). Prvi dio materijala pokriva ključne pojmove nastavne jedinice s prosječno deset stranica koje sadrže vrlo malo teksta i popratne statične slike u obliku dijagrama, grafikona, fotografija ili tablica. Za samoprovjeru znanja predviđen je kviz od pet zadataka, uglavnom tipa višestrukog izbora s četiri ponuđena odgovora ili tipa izbora točno-netočno. Izrada i primjena MMP-materijala detaljnije su opisane u daljnjem tekstu.

#### 3.4.3.1. Izrada MMP-materijala

Novi MMP-materijali osmišljeni su na temelju sinteze: (1) istraživačkih spoznaja iz literature (Seery, 2010a; Seery, 2010b; Stanley i Lynch-Caris, 2014), (2) spoznaja o vrlo slaboj primjeni mrežnih materijala za predučenje dobivenih iz prvog dijela istraživanja i (3) osobnih iskustava istraživača, a prema zadanim ishodom učenja u skladu s Nastavnim planom i programom. Odabir mrežnih materijala podržan je i pretpostavkom kako su aktivnosti rada s IKT-om učenicima bliske i zanimljive što im može pružiti dodatnu motivaciju za predučenje. Materijali su izrađeni pomoću besplatnog mrežnog alata Google Docs koji uključuje sustav za isporuku materijala, zatim omogućuje mrežni rad s materijalima, njihovo slanje kao i dobivanje povratnih informacija s točnim odgovorima.

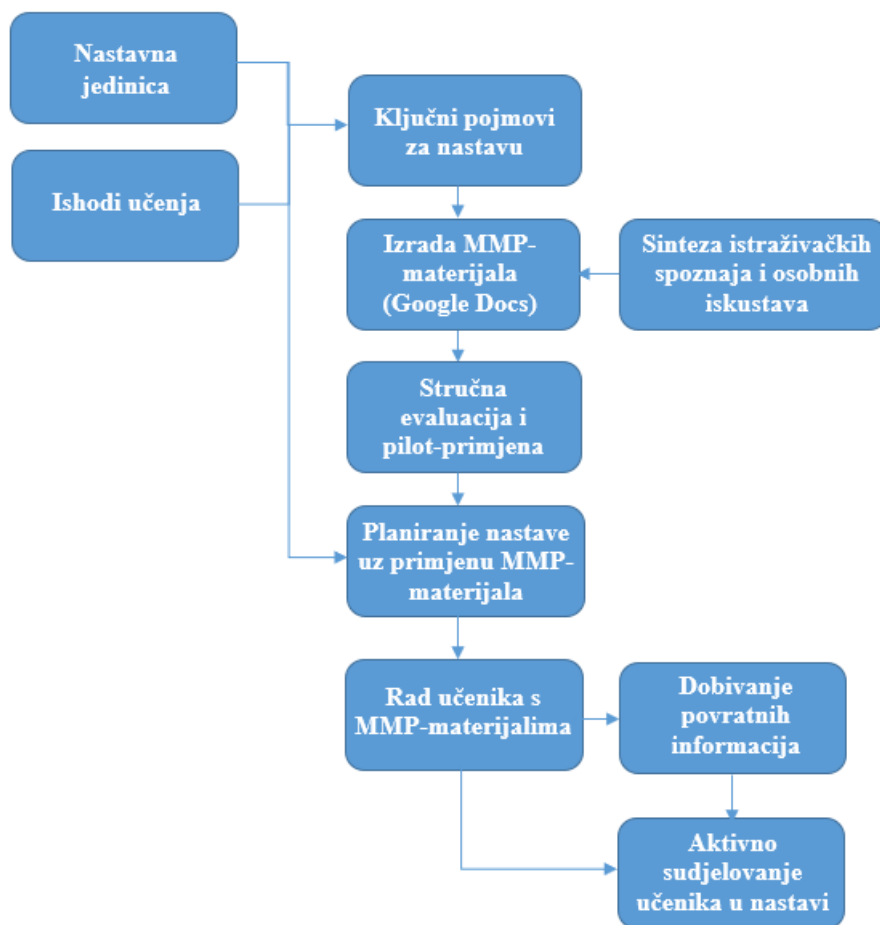
Iz perspektive Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 1998), pažljivim strukturiranjem materijala nastojala se osigurati potreba za što manjim opterećenjem kratkoročnog pamćenja. Kako bi se smanjilo unutarnje kognitivno opterećenje, MMP-materijali su sadržavali samo ključne pojmove novog nastavnog gradiva, a radi smanjenja irelevantnog kognitivnog opterećenja uglavnom su bili bez konteksta uz isključivanje možda interesantnih, ali u ovom kontekstu suvišnih informacija. Predviđeno je da vrijeme interakcije učenika s materijalima bez rješavanja završnog kviza ne treba biti duže od pet minuta.

Materijali su izrađeni na temelju nastavnog gradiva i primjera iz udžbenika za kemiju za četvrte razrede gimnazijskih usmjerenja (Stričević i Sever, 2017) uzimajući u obzir dobru praksu u izradi mrežnih materijala (Hill i sur., 2015; Karanicolas i sur., 2011; Seery i Donnelly, 2012). U početnoj fazi izrade odabrane su nastavne jedinice sa osnovnim gradivom organske kemije te je za svaki materijal pripremljen popis ishoda učenja i ključnih pojmova (slika 3.2). Gradivo je raspodijeljeno tako da na svakoj stranici bude mala količina teksta, a ograničavanjem boja i fonta nastojao se postići jednostavni vizualni izgled koji se dosljedno održavao kroz sve materijale. Na svakoj stranici uključeni su pokazatelji napretka te je omogućeno da se klikom miša prelazi na sljedeću ili prethodnu stranicu.

Nakon strukturiranja nastavnog gradiva slijedilo je osmišljavanje kviza koji je za cilj imao provjeriti razinu usvojenosti nastavnog gradiva kod učenika. Svaki zadatak je pomoću ugrađenih predložaka zasebno oblikovan na zaslonu pri čemu se posebno vodilo računa da budu jednostavni i na razini predznanja učenika, odnosno orijentirani na ono što učenici trebaju znati prije nastavnog sata. Isto tako, oblikovani su specifični odgovori kao povratne informacije koje su učenicima trebale omogućiti da prije nastave prepoznaju poteškoće u razumijevanju (Seery, 2010b).

Završetkom izrade materijala slijedila je njihova stručna evaluacija u okviru koje su tri nastavnice kemije, jedna metodičarka nastave kemije i jedna sveučilišna profesorica kemije provjeravale relevantnost i točnost sadržaja u skladu sa zahtjevima ishoda učenja i Nastavnog plana i programa čime je osigurana njihova sadržajna valjanost (slika 3.2). Osim toga, u školi koja nije sudjelovala u istraživanju provedena je pilot-primjena novih materijala radi dobivanja povratnih informacija potrebnih za njihovu primjenu u istraživanju na standardni način bez varijabilnosti za eksperimentalnu skupinu.





**Slika 3.2.** Shematski prikaz razvoja i implementacije MMP-materijala (prilagođeno prema Seery, 2010b)

Nastavak implementacije MMP-materijala prema slici 3.2 detaljnije je opisan u potpoglavljima koja se odnose na planiranje nastave uz primjenu MMP-materijala (3.5.2.1) te na motivaciju rada učenika s MMP-materijalima (3.5.2.3).

## **3.5. Provedba istraživanja**

### **3.5.1. Provedba prvog dijela istraživanja**

U okviru deskriptivnog kvantitativnog anketnog istraživanja provedenog u lipnju 2017. godine poslan je poziv za sudjelovanje s uputama i poveznicom za pristup mrežnom anketnom upitniku na adrese elektroničke pošte 573 nastavnika kemije. Prije samog popunjavanja upitnika nastavnici su trebali pročitati uvodni tekst u kojem su zamoljeni da iskreno procijene učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja u svojoj nastavi. Klikom u kružić mogli su odabrati samo jedan od šest ponuđenih odgovora te se pretpostavljalo kako će im za popunjavanje cijelog upitnika biti potrebno najviše deset minuta.

Svaki ispitanik mogao je samo jednom popuniti upitnik, a kako bi se prelazilo na sljedeće stranice bilo je potrebno odgovarati na sve stavke. Osim toga, za ispitanike su isključene sljedeće funkcije: (1) prikupljanje adresa elektroničke pošte, (2) mogućnost izmjene redosljeda stavki i (3) mogućnost uređivanja upitnika nakon slanja. Vremenski okvir nije bio ograničen tako da su nastavnici popunjavali upitnik vlastitim tempom i u odabranom vremenu tijekom lipnja i srpnja 2017. godine, a za sva pitanja i komentare istraživači su im bili dostupni putem elektroničke pošte.

### **3.5.2. Provedba drugog dijela istraživanja**

Kvaziekperimentalno istraživanje provedeno je u prvom dijelu školske godine 2018./2019. u sklopu redovite nastave, bez promjene uobičajenog ritma nastave, rasporeda sati i nastavnog programa s učenicima koji su upisali četvrte razrede gimnazijskih usmjerenja uključujući njihov dodatni angažman za kraću izvanškolsku obvezu. Primjena MMP-materijala u četvrtom razredu najlakše je izvediva početkom školske godine jer nema drugih učestalih i zahtjevnih zadataka za učenike, a još uvijek ne osjećaju pritisak zbog polaganja državne mature.

Radi učinkovite provedbe kvaziekperimenta uključene su metode za blisko praćenje procesa i što veću kontrolu vanjskih varijabli čime su prijetnje unutarnjoj valjanosti svedene na minimum (Lewis, 2014). S tom svrhom, za ovo istraživanje razvijena je posebna strategija kontrole praćenja rada nastavnica suradnica koja je uključivala (1) održavanje sastanka na kojem su detaljno upoznate s aktivnostima istraživanja, zatim (2) njihove redovite kontakte sa istraživačima te (3) slanje ispita i upitnika odmah nakon provedbe. Iako su sve nastavnice bile upoznate s protokolom za prikupljanje podataka, bilo je potrebno pravodobno ih podsjećati

putem elektroničke pošte ili telefona na detaljne pojedinosti prije svake aktivnosti kao i na njihovo izvještavanje nakon provedenih aktivnosti.

Najbolje strategije podsjetnika ne funkcioniraju ako suradnici ne vide prednosti sudjelovanja u istraživanju i nemaju priliku riješiti svoje nedoumice i poteškoće (Lewis, 2014). Zbog toga im je prilikom svakog podsjetnika naglašavana važnost određenih aktivnosti za postizanje cilja istraživanja, a protokol se prema potrebi mogao prilagođavati mogućnostima nastavnica uz uvjet da se ne ugrožava proces istraživanja. Osim toga, od nastavnica je zatraženo da provedene ispite i upitnike odmah šalju istraživačima kako bi se pregledom prikupljenih podataka na vrijeme uočila eventualna odstupanja. Posebna strategija kontrole rada uključivala je i učenike kod kojih se pratila pravodobnost slanja materijala te je održavana redovita komunikacija istraživača s učenicima tijekom cijelog procesa implementacije MMP-materijala kako je opisano u potpoglavlju 3.5.2.3.

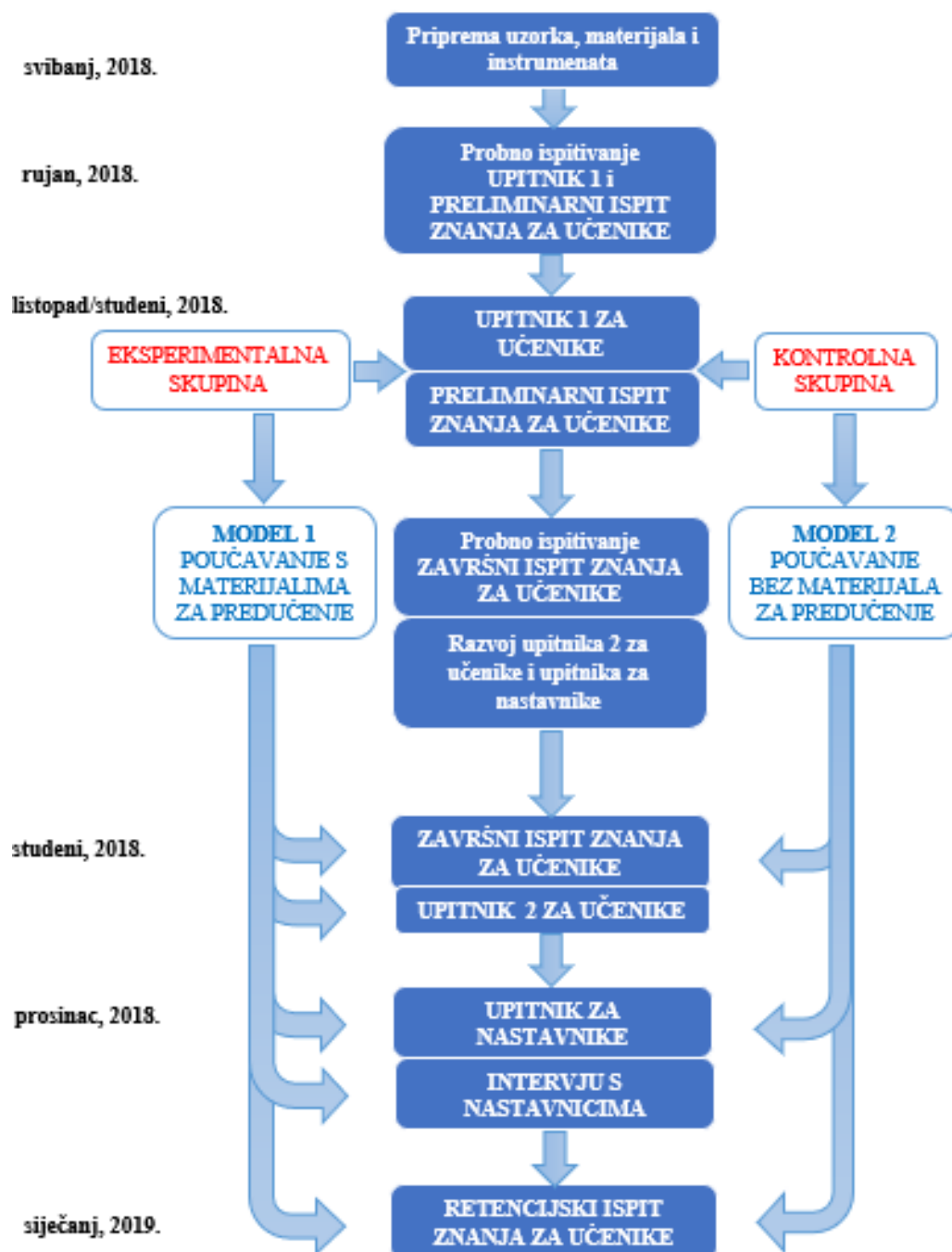
Na slici 3.3 nalazi se shematski prikaz nacrtu kvaziekperimentalnog istraživanja. Prva faza istraživanja započela je u mjesecu svibnju 2018. godine te je uključivala formiranje uzorka kao i izradu potrebnih materijala i instrumenata. Probno ispitivanje preliminarnog ispita znanja i upitnika 1 za učenike provedeno je u rujnu 2018. godine s učenicima četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja koji nisu sudjelovali u istraživanju. Krajem rujna 2018. godine, tijekom jednog školskog sata učenici su popunjavali upitnik 1 u trajanju do 10 minuta. Tim upitnikom nastojalo se ispitati mišljenje učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja o učestalosti primjene aktivnosti predučenja u nastavi kemije, a sadržajno je bio identičan nastavničkom anketnom upitniku iz prvog dijela istraživanja. Na istom nastavnom satu učenici su rješavali preliminarni ispit znanja u trajanju do 20 minuta prema čijim rezultatima je omogućeno utvrđivanje ujednačenosti učenika eksperimentalne i kontrolne skupine prema predznanju. Nastavnice su bile upoznate sa sadržajem ispita znanja te dozvoljenim i nedozvoljenim obrascima interakcije s učenicima, a za provođenje upitnika i ispita znanja dobivale su jednake upute. Učenici su također dobivali jednake usmene i pisane upute o vremenu predviđenom za popunjavanje upitnika i ispita znanja, zatim o broju i tipovima zadataka te načinu njihovog popunjavanja. Osim toga, zamoljeni su da daju odgovor na svako pitanje bez obzira na razinu uvjerenosti u točnost svoga odgovora.

U drugoj fazi istraživanja, tijekom listopada i studenog 2018. godine, u usporednim skupinama provedena je obrada nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana kroz šest nastavnih sati prema nastavnim pripremama u skladu s Nastavnim planom i programom. Poučavanje nastavnih sadržaja i odgojno-obrazovni ishodi detaljnije su opisani u potpoglavlju 3.5.2.1. Od posebne

važnosti bilo je osigurati svim učenicima što identičnije uvjete poučavanja pri čemu je eksperimentalna skupina bila izložena primjeni MMP-materijala (Model 1) dok kod kontrolne skupine nije bilo primjene MMP-materijala (Model 2). Intervencija u kvazieksperimentu detaljnije je opisana u potpoglavlju 3.5.2.2.

Prema slici 3.3, treća faza istraživanja započela je krajem rujna 2018. godine izradom završnog ispita znanja i upitnika 2 za učenike. Tijekom listopada 2018. godine provedeno je probno ispitivanje izrađenih instrumenata s učenicima četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja koji nisu sudjelovali u istraživanju čime je utvrđeno da nije potrebna njihova revizija. Nakon obrade nastavnog gradiva, sredinom studenog 2018. godine, provedeno je završno ispitivanje usvojenosti temeljnih znanja o alkanima i cikloalkanima s učenicima u usporednim skupinama u trajanju do 30 minuta. Na istom nastavnom satu učenici eksperimentalne skupine popunjavali su upitnik 2 (prilog 10) o iskustvima s primjenom MMP-materijala u trajanju do 15 minuta. Ova faza uključivala je i prikupljanje kvalitativnih podataka te su tijekom prosinca 2018. godine nastavnice u obje skupine popunjavale završne ankete o zapažanjima i poteškoćama tijekom istraživanja. S nastavnicama eksperimentalne skupine proveden je strukturirani intervju prema protokolu (prilog 11) u trajanju do deset minuta kako bi se ispitalo njihovo mišljenje o izradi materijala kao i o iskustvu s primjenom MMP-materijala u vlastitoj nastavnoj praksi.

Četvrta faza istraživanja uključivala je ispitivanje učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost usvojenih znanja o alkanima i cikloalkanima pomoću retencijskog ispita znanja s učenicima u usporednim skupinama u trajanju do 30 minuta. Ovdje je važno napomenuti da su učenici bili izloženi ponavljanju gradiva alkana i cikloalkana do završetka prvog polugodišta što je utjecalo na određivanje termina retencijskog testiranja. Radi što kvalitetnijeg utvrđivanja učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost usvojenog znanja testiranje je provedeno dva mjeseca nakon obrade predviđenih nastavnih sadržaja, odnosno na prvom nastavnom satu drugog polugodišta.



Slika 3.3. Shematski prikaz provedbe drugog dijela istraživanja (nacrt istraživanja)

### 3.5.2.1. Nastava i nastavno gradivo

Nakon provođenja preliminarnog ispita znanja slijedila je obrada pet nastavnih jedinica nastavnog gradiva alkani i cikloalkani iz nastavne cjeline „Ugljikovodici“ raspoređenih u šest nastavnih sati: homologni niz i nomenklatura alkana (2 sata), konstitucijska izomerija kod alkana (1 sat), fizikalna i kemijska svojstva alkana (1 sat), dobivanje i uporaba alkana (1 sat) i cikloalkani (1 sat). Tri nastavnice u eksperimentalnoj skupini i pet nastavnica u kontrolnoj skupini poučavale su nastavne sadržaje u jednakom predviđenom vremenu primjenom tradicionalnog pristupa poučavanju<sup>8</sup> s ciljem ostvarivanja istih odgojno-obrazovnih ishoda. Tradicionalni pristup poučavanju smatran je najprikladnijim za ovo istraživanje jer u najvećoj mjeri omogućuje ujednačavanje svih aktivnosti tijekom nastavnog sata kako bi se što više umanjio utjecaj načina poučavanja na dobivene rezultate.

U usporednim skupinama poučavanje je provedeno prema uputama za rad i nastavnim pripremama u skladu s Nastavnim planom i programom. Nastavne pripreme izrađene su u dogovoru s nastavnicama na temelju sadržaja MMP-materijala i odobrenog udžbenika (Stričević i Sever, 2017) uz primjenu istih primjera i zadataka. Jedina razlika u nastavnim pripremama bila je u tome što su za početni dio nastavnog sata kod eksperimentalne skupine predviđena pitanja za ponavljanje sadržaja iz MMP-materijala (prilog 12) dok su kod kontrolne skupine predviđena pitanja za ponavljanje prethodno obrađenih nastavnih sadržaja važnih za razumijevanje novog gradiva.

Nastavne pripreme analizirala su dva istraživača čime je dobivena 98%-tna usklađenost njihovih mišljenja. Nakon potpunog usklađivanja mišljenja nastavne pripreme dostavljene su nastavnicama zajedno s ključnim pojmovima i odgojno-obrazovnim ishodima. Preduvjet za uspješno poučavanje i usvajanje nastavnih sadržaja o alkanima i cikloalkanima bilo je ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda za svaku nastavnu jedinicu (prilog 13).

Prema Nastavnom planu i programu, poučavanje kemije u gimnazijskim usmjerenjima provodi se dva sata tjedno tako da su sadržaji odabrani za istraživanje mogli biti obrađeni u tri tjedna nastave. Međutim, uzimajući u obzir druge dnevne aktivnosti škola (izleti, manifestacije), neplanirane odsutnosti nastavnika ili većeg broja učenika kao i namjeru da se istraživanjem što

---

<sup>8</sup> U doktorskom radu izraz 'tradicionalni pristup poučavanju' korišten je za ilustraciju poučavanja usmjerenog na prijenos znanja (Kozaris i Varella, 2010) koji se koristi kao jedan od modela u hrvatskim srednjim školama. U tradicionalnoj nastavi prisutno je isticanje aktivnosti nastavnika dok se podrazumijeva da su učenici pasivni sudionici odgojno-obrazovnog procesa koji gledaju, slušaju i sami uče (Matijević, 2010).

manje ometa redoviti nastavni proces, za svaku školu predviđena je vremenski individualna obrada nastavnog gradiva s čime je usklađena dostava upitnika i ispita znanja.

Poučavanje u eksperimentalnoj skupini temeljilo se na prethodnoj pripremi učenika za novo gradivo kroz rad s MMP-materijalima, a time i na mogućnosti njihovog aktivnijeg sudjelovanja u nastavi. Ponavljanje na početku nastavnog sata nastavnice su moderirale prema pitanjima iz nastavnih priprema po potrebi usmjeravajući učenike na točan odgovor. Aktiviranje učenika nastojalo se potaknuti pozivanjem na odgovor slučajnim odabirom, zatim bilježenjem njihove pripremljenosti i konačnim vrjednovanjem. Na taj način nastojalo se stvoriti okruženje koje učenicima omogućuje veći intelektualni angažman uz tendenciju usmjeravanja poučavanja prema raspravi.

### **3.5.2.2. Intervencija u kvaziekperimentu**

Tijekom planiranja istraživanja bilo je potrebno predvidjeti intervenciju uz individualnu provedbu nastavnih sati za svaku školu i vremensko usklađivanje primjene MMP-materijala i ispita znanja. U skladu s navedenim, u ovom istraživanju odabrana je intervencija kroz pet nastavnih jedinica odnosno šest nastavnih sati koja se temeljila na poučavanju učenika eksperimentalne skupine uz primjenu MMP-materijala te na njihovom sudjelovanju u nastavi.

Prije početka intervencije nastavnice su dostavile popis adresa elektroničke pošte učenika eksperimentalne skupine koji su potpisali suglasnost za sudjelovanje u istraživanju. Radi provjere točnosti adresa i učinkovitosti funkcioniranja sustava isporuke materijala, učenicima je prvo poslana poveznica za probni materijal koji je sadržavao detaljne upute o istraživačkim aktivnostima i primjeni MMP-materijala. Nakon toga su učenici i nastavnice na isti način dobivali poveznice za nove MMP-materijale jedan do dva dana prije nastavnog sata.

Od učenika eksperimentalne skupine očekivalo se da tijekom redovitog učenja kod kuće odvoje oko deset minuta za proučavanje materijala i rješavanje kviza. Radi što kvalitetnijeg usvajanja i razumijevanja predstavljenog nastavnog sadržaja imali su mogućnost pregledati MMP-materijale više puta nakon čega su obvezno rješavali zadatke u kvizu. Materijale su mogli poslati samo jednom, a sustav Google Docs davao im je povratne informacije o točnosti odgovora i ostvarenom broju bodova za svaki pojedini zadatak kao i o ukupnom uspjehu na kvizu. Prije nastavnog sata istraživač je nastavnicama slao podatke o učenicima koji su sudjelovali u obradi MMP-materijala i njihovom postignutom rezultatu na kvizu.

Od učenika se također očekivalo ulaganje istinskog napora u aktivno sudjelovanje tijekom ponavljanja gradiva iz MMP-materijala na početku nastavnog sata, ali i aktivnije sudjelovanje tijekom cijelog nastavnog sata. Kontrolna skupina imala je priliku proučavati MMP-materijale nakon intervencije tako da je do kraja istraživanja svaka skupina dobila isti tretman (Creswell, 2012).

Tijekom intervencije nastavnice su sustavno pratile rad učenika eksperimentalne skupine kroz aktivnosti nastavnog sata, a svoja zapažanja zabilježile su u anketnom upitniku. Podatci prikupljeni anketiranjem nastavnica nisu sastavni dio analiza već su korišteni samo kao izdvojeni citati u sljedećem tekstu (Šimičić, 2018). Nastavnice su imale pozitivna iskustva vezana uz primjenu MMP-materijala u nastavnoj praksi:

*„Tijekom provedbe istraživanja vladalo je pozitivno nastavno ozračje, ostvarena je mogućnost dijaloga i organizirane responditivnosti, kvalitetne interakcije između učenika i nastavnika te učenika i učenika. Metodom razgovora mogla sam učenike potaknuti na aktivnosti u stjecanju novog znanja, a učenici su imali pozitivne i konstruktivne komentare. Povećala se aktivnost učenika tijekom ponavljanja, lakše su pratili nastavni sat jer je razumijevanje nastavnog gradiva tijekom obrade bilo veće.“*

*„Učenicima koji su redovito pročitali materijale za predučenje i napravili kviz prije nastave povećalo se razumijevanje nastavnog gradiva. Pri obradi nastavnog gradiva sjetili su se dijelova pročitanih materijala, bili su aktivniji i brže shvaćali obrađeno gradivo.“*

*„Smatram da se predučenjem skraćuje vrijeme obrade nastavnih sadržaja, a daje se prostor ponavljanju koje je itekako potrebno.“*

*„U ovih šest istraživačkih sati, u odnosu na druge sate kemije, došlo je svakako do određenih promjena. Ponavljanje je bilo duže nego inače i u njemu su učenici aktivnije sudjelovali, premda nije dolazilo do rasprave spontanim načinom osim ako bih ih ja navodila.“*

*„Prednosti primjene materijala za predučenje su svakako veća aktivnost na satu i bolje razumijevanje nastavnog sadržaja.“*

Izdvojeni komentari o prednostima i nedostacima MMP-materijala nalaze se u nastavku:

*„Prednost primjene materijala je bolje razumijevanje gradiva s obzirom da se učenici ranije upoznaju s određenim pojmovima. No isto tako smatram da je sam materijal, koliko god bio interesantan i jasan, nedostatan da bi zamijenio nastavni sat i ulogu profesora kao takvu.“*

*„Mislim da su materijali primjereno priređeni s obzirom na težinu i obim sadržaja.“*

*„Dizajn materijala za predučenje je slikovit i vrlo zanimljiv te tekstualno jednostavan, jasan i obuhvaća preko 50 % ishoda koji se obrađuju u nastavnoj jedinici.“*



*„Prikladnost materijala za moje učenike ocjenjujem ocjenom odličan, od grafičkog izgleda pa do sadržaja. Što se tiče povezanosti sadržaja materijala za predučenje i ponavljanja sadržaja predučenja na početku nastavnog sata, možda bi se veći naglasak trebao staviti na aktivnost učenika tijekom obrade nastavnog gradiva, a na kraju ponoviti sadržaj. Mislim da bi tako sadržaj bio još jasniji učenicima. Materijali za predučenje mi se jako sviđaju, a kao nadogradnja uz svaku nastavnu jedinicu bi se mogla staviti neka zanimljivost kao poveznica sa svakodnevnim životom.“*

*„Prednost primjene materijala za predučenje je svakako bolje sudjelovanje učenika u nastavnom procesu i lakše svladavanje gradiva no kao nedostatak primjene materijala za predučenje moji učenici navode smanjenje slobodnog vremena i težu organizaciju svakodnevnih školskih obveza.“*

Sljedeći citati izdvojeni iz anketnih upitnika odnose se na povratne informacije za učenike:

*„Smatram da je dobar utjecaj povratnih informacija koje su učenici dobivali u sustavu nakon kviza jer na taj način mogli su osvijestiti svoje znanje i pripremiti eventualna pitanja o nejasnoćama.“*

*„Tu i tamo je netko još postavio neko pitanje vezano uz materijale za predučenje koje mu nije bilo jasno u kvizu. Mislim da su oblik, način dobivanja i utjecaj povratnih informacija koje su učenici dobivali ponavljanjem sadržaja materijala za predučenje na početku nastavnog sata vrlo korisni u smislu da učenici mogu bolje pratiti nastavu i održati si pažnju jer slušaju nešto što razumiju ili si to mogu razjasniti dodatnim pitanjima profesoru.“*

Nastavnice su se složile da je puno veća aktivnost primijećena kod učenika kojima je kemija izborni predmet na državnoj maturi. Kako bi i ostali učenici ozbiljnije shvatili obvezu pripreme za nastavu kemije, predviđene su mjere za povećanje motivacije koje su predstavljene u sljedećem potpoglavlju.

### **3.5.2.3. Motivacija učenika za predučenje**

Interakcija učenika s MMP-materijalima bila je jedan od ključnih elemenata za uspješno provođenje intervencije u nastavi. S obzirom na to da se primjena MMP-materijala odvijala u nekontroliranim uvjetima, a time i uz veću mogućnost nesudjelovanja pojedinih učenika, posebna pažnja posvećena je osmišljavanju mjera za poticanje učenika eksperimentalne skupine na što kvalitetniju obradu materijala i obvezno sudjelovanje u nastavi. Učenici su bili obvezni elektroničkim putem poslati proučene materijale s riješenim kvizom i što aktivnije sudjelovati u nastavi. Tijekom ponavljanja gradiva na nastavnom satu od učenika prozvanih

slučajnim redosljedom očekivano je da se istinski trude aktivno sudjelovati. Na taj način nastojalo se sve učenike potaknuti da rade s MMP-materijalima te da dolaze pripremljeni na nastavu.

Sljedeća mjera odnosi se na održavanje redovite komunikacije elektroničkom poštom istraživača s učenicima tijekom cijelog procesa implementacije MMP-materijala:

- Svakom učeniku dostavljena je poveznica za probni materijal koji je sadržavao detaljne upute o istraživačkim aktivnostima i primjeni MMP-materijala. Učenicima koji nisu poslali probni materijal kao potvrdu da su upute pročitane upućeni su podsjetnici.
- Učenicima koji nisu poslali pojedine materijale ili ih nisu poslali pravodobno također su upućeni poticajni podsjetnici.
- Učenici su se istraživaču javljali radi ponovnog slanja materijala koji nisu zaprimili zbog tehničkih poteškoća, promjene adrese elektroničke pošte ili nekog drugog razloga.
- Za redoviti rad s materijalima učenicima je upućivana zahvala tijekom i na kraju istraživanja.

Dodatnom motivacijom za učenike smatra se dobivanje povratnih informacija u dva navrata, nakon elektroničkog slanja materijala kao i na početku nastavnog sata ponavljanjem sadržaja MMP-materijala. Pomoću povratnih informacija nastavnice su imale mogućnost redovito usmjeravati učenike te kod njih poticati razvoj zajedničkog interesa za obavljanje zadatka pripreme za nastavu.

Osim povratnih informacija, učenici su dobivali poticajne ocjene prema sljedećim kriterijima: (1) pravodobnost slanja materijala što podrazumijeva do početka nastave, (2) broj ostvarenih bodova na kvizovima te (3) aktivno sudjelovanje tijekom ponavljanja na početku nastavnog sata. Istraživači i nastavnice vodili su sustavnu evidenciju zadovoljavanja navedenih kriterija. Učenicima koji nisu sudjelovali u istraživanju pružena je mogućnost dobivanja poticajnih ocjena nakon izrade alternativnog zadatka koji se sastojao od pripreme za nastavu pomoću udžbenika i aktivnog sudjelovanja u ponavljanju.

### **3.6. Analiza podataka**

Na temelju postavljenih istraživačkih pitanja i hipoteza, prikupljeni podatci za oba dijela istraživanja analizirani su statističkim programom za društvene znanosti SPSS (Statistical Package for Social Science; SPSS 26.0 za Windowse, IBM) pomoću deskriptivne i

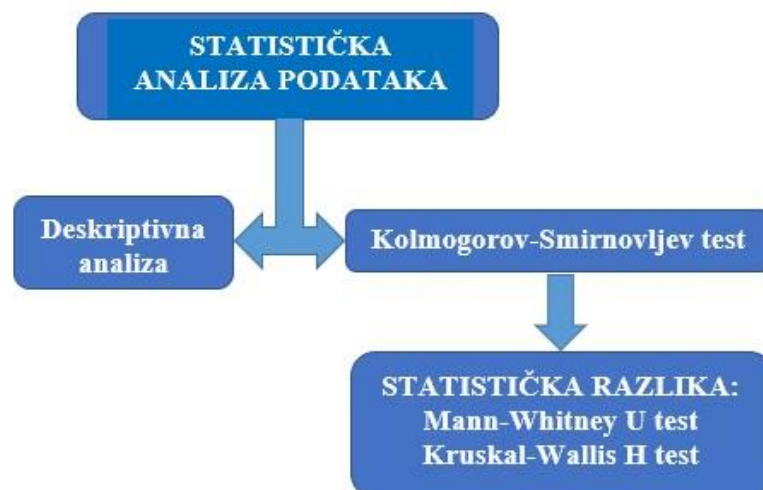
inferencijalne statistike. Grafički prikazi obrađeni su u programima SPSS 26.0 i MS Excel 2019, a tablice i sheme izrađene su u programu MS Word 2019.

### 3.6.1. Analiza podataka iz prvog dijela istraživanja

Kvantitativni istraživački problemi zahtijevaju objašnjavanje odnosa među varijablama koje predstavljaju svojstva ispitanika, podražaja ili situacije. Istraživač upravlja nezavisnom varijablom mijenjajući joj vrijednosti kako bi provjerio njezin utjecaj na proučavano ponašanje dok se promjene zavisne varijable opažaju, bilježe i mjere (Milas, 2004).

U prvom dijelu istraživanja demografske karakteristike nastavnika su nezavisne varijable dok su primjene različitih aktivnosti predučenja definirane kao zavisne varijable. Analiza podataka prikupljenih anketnim upitnikom za nastavnike (slika 3.4) provedena je opisivanjem demografskih karakteristika nastavnika i aktivnosti predučenja pomoću deskriptivne statistike (srednja vrijednost, medijan, mod, standardna devijacija, minimalna i maksimalna odabrana vrijednost i raspodjela učestalosti).

U svrhu utvrđivanja značajnih razlika u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na odabrane demografske karakteristike nastavnika korišteni su neparametrijski testovi, dvostrani Mann-Whitney U-test i Kruskal-Wallis H test. Navedeni testovi omogućuju provjeravanje hipoteza na malim i asimetrično distribuiranim uzorcima kao i ispitivanje odnosa između primjene različitih aspekata aktivnosti predučenja.



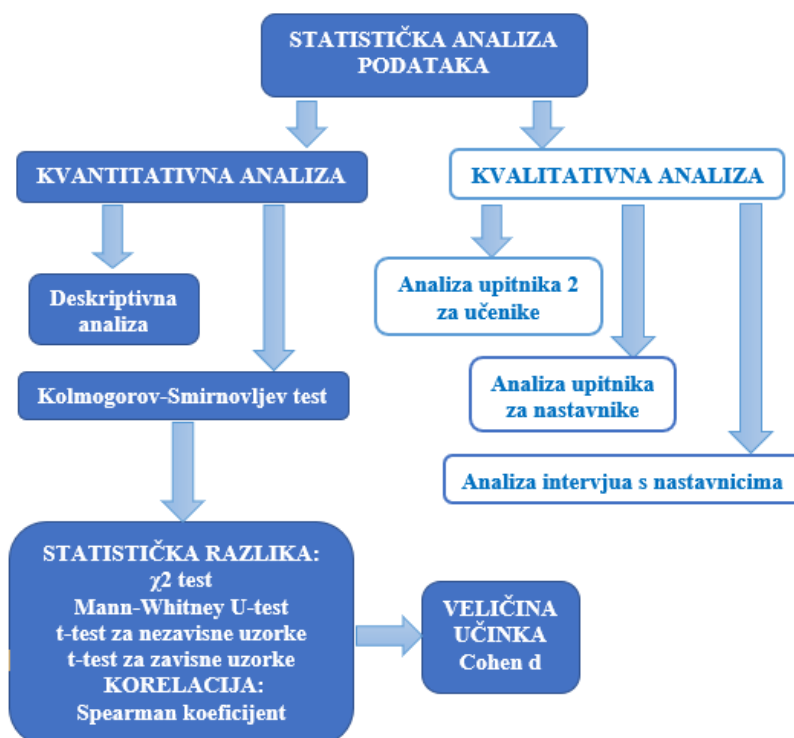
**Slika 3.4.** Shematski prikaz statističke analize podataka za prvi dio istraživanja

### 3.6.2. Analiza podataka iz drugog dijela istraživanja

U drugom dijelu istraživanja način poučavanja je nezavisna varijabla mjerena na kategorijskoj ljestvici i ograničena na dva modela, poučavanje uz primjenu MMP-materijala i poučavanje bez primjene MMP-materijala. Spol učenika također je nezavisna varijabla mjerena na kategorijskoj ljestvici i ograničena na dvije kategorije, muški i ženski spol. Zavisne varijable su rezultati postignuti na ispitima znanja mjereni na kontinuiranoj ljestvici.

Shematski prikaz postupka analize podataka za ovaj dio istraživanja predstavljen je na slici 3.5. Za opisivanje kvantitativnih podataka prikupljenih ispitima znanja za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu (spolna raspodjela, uspješnost učenika po skupinama, prosječna postignuća za svaki zadatak) i upitnikom 2 za eksperimentalnu skupinu korištena je deskriptivna statistika (srednja vrijednost, medijan, mod, standardna devijacija, raspodjela rezultata).

U okviru inferencijalne statistike korišteni su: (1)  $\chi^2$ -test pri obradi podataka o ujednačenosti eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na spol, zatim (2) Spearman koeficijent korelacije pri određivanju pouzdanosti interpretacije rezultata preliminarnog ispita znanja te (3) neparametrijski dvostrani Mann-Whitney U-test za usporedbu odgovora učenika u upitniku 1 i odgovora nastavnika u istovjetnom upitniku iz prvog dijela istraživanja kao i za usporedbu rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine na ispitima znanja s obzirom na spol učenika.



Slika 3.5. Shematski prikaz statističke analize podataka za drugi dio istraživanja

Normalnost raspodjele rezultata provjerena je Kolmogorov-Smirnovljevim testom, a statistička razlika između srednjih vrijednosti rezultata preliminarnog, završnog i retencijskog ispita znanja za učenike u usporednim skupinama određena je pomoću t-testa za nezavisne uzorke. Razlika između srednjih vrijednosti rezultata učenika eksperimentalne i kontrolne skupine pri završnom i retencijskom testiranju kvantitativno je izražena veličinom učinka. Standardizirana mjera veličine učinka izračunata je po Cohen d formuli koja predstavlja omjer razlike srednjih vrijednosti rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine i zajedničke standardne devijacije populacije eksperimentalne i kontrolne skupine. Prema Cohenu i sur. (2007), vrijednost veličine učinka d predstavlja: 0 – 0,20 slabi učinak, 0,21 – 0,50 skroman učinak, 0,51 – 1,00 umjeren učinak te  $d > 1,00$  snažan učinak. Statistička razlika između srednjih vrijednosti rezultata završnog i retencijskog ispita znanja unutar svake skupine određena je t-testom za zavisne uzorke.

Odgovori na čestice otvorenog tipa u završnom i retencijskom ispitu znanja bodovani su i obrađeni statističkom analizom zajedno sa ostalim kvantitativnim podatcima. Kako bi se osigurala valjanost i pouzdanost pri bodovanju tih odgovora, odvojeno su ih pregledala dva istraživača. Prije samog postupka bodovanja usuglašen je sadržaj potpuno točnih odgovora. Nakon usporedbe dobivenih rezultata međusobna pouzdanost iznosila je oko 91 %, a potpuno podudaranje postignuto je međusobnom raspravom. Kvalitativni podatci prikupljeni su odgovorima učenika eksperimentalne skupine na pitanja otvorenog tipa u upitniku 2 „Evaluacija primjene materijala za predučenje“, zatim anketiranjem nastavnica u obje skupine te provođenjem strukturiranog intervjua s nastavnicama eksperimentalne skupine. Dobiveni odgovori obrađeni su sadržajno (kvalitativno), ali nisu sastavni dio analiza ovog rada već su izjave nastavnica i učenika navedene samo kao citati u tekstu.

U ovom dijelu istraživanja ostvarena je triangulacija podataka koja omogućuje cjelovitiji i precizniji uvid u kvazieksperiment s više različitih aspekata, a time i provjeru valjanosti dobivenih podataka. Triangulacija tehnika osigurana je korištenjem ispita znanja, upitnika i intervjua, zatim je prostorna triangulacija ostvarena provođenjem istraživanja u različitim županijama i gradovima dok je triangulacija istraživača ostvarena sudjelovanjem nastavnica kemije, metodičarke kemije i sveučilišne profesorice kemije (Šimičić, 2018).

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom doktorskom radu nastojao se utvrditi učinkovit način kreiranja i implementacije MMP-materijala u okviru strategije predučenja kroz provođenje dva dijela istraživanja. Svrha prvog dijela rada bila je istražiti stvarnu situaciju u hrvatskim srednjim školama s obzirom na učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja na populaciji nastavnika kemije, a podatci su prikupljeni provođenjem anketnog upitnika.

U skladu sa svrhom drugog dijela rada istražen je učinak poučavanja uz primjenu novih MMP-materijala u nastavi kemije na usvojenost i trajnost usvojenih temeljnih znanja o alkanima i cikloalkanima kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja. Kvantitativni i kvalitativni podatci prikupljeni su provođenjem upitnika 1 i 2 za učenike, zatim preliminarnog, završnog i retencijskog ispita znanja za učenike te upitnika i strukturiranog intervjua za nastavnike kemije.

Zbog opsežnosti rezultata i rasprave koje bi zahtijevala analiza svih navedenih instrumenata, u ovom doktorskom radu naglasak je na analizi, interpretaciji i raspravi kvantitativnih podataka prikupljenih upitnicima i ispitima znanja.

Upitnik za nastavnike iz prvog dijela rada imao je za cilj ispitati učestalost primjene određenih aktivnosti predučenja u nastavnoj praksi jednako kao i upitnik 1 za učenike u drugom dijelu rada. Preliminarni ispit znanja proveden je radi utvrđivanja ujednačenosti učenika eksperimentalne i kontrolne skupine prema predznanju. Cilj završnog ispita znanja bio je utvrđivanje učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja kod učenika eksperimentalne skupine dok se retencijskim ispitom znanja utvrđivao učinak poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost usvojenog znanja kod učenika eksperimentalne skupine.

Analizi podataka dobivenih provedbom navedenih instrumenata prethodila je analiza valjanosti i pouzdanosti interpretacije njihovih rezultata.

### 4.1. Valjanost i pouzdanost instrumenata istraživanja

Valjanost i pouzdanost dvije su najvažnije i temeljne značajke u procjeni bilo kojeg mjernog instrumenta koji se koristi u istraživanju. Valjanost upućuje na primjerenost i prikladnost interpretacije i korištenja rezultata upitnika i ispita znanja (Miller i sur., 2009). Prema Hair i sur. (2013), valjanost je mjera u kojoj ljestvica točno predstavlja istraživani koncept. Pouzdanost se odnosi na povjerenje koje se može imati u podatke dobivene uporabom

instrumenta odnosno u kojem stupnju bilo koji mjerni alat kontrolira slučajnu pogrešku (Mohajan, 2017). Prema Cohen i sur. (2007), veće vrijednosti Cronbach  $\alpha$  koeficijenta ukazuju na veću međusobnu povezanost svih zadataka u ispitu znanja, a tumače se na sljedeći način: manje od 0,60 neprihvatljivo niska pouzdanost; 0,60 – 0,69 granična pouzdanost; 0,70 – 0,79 prihvatljiva pouzdanost; 0,80 – 0,90 visoka pouzdanost i veće od 0,90 vrlo visoka pouzdanost.

Cilj psihometrijske analize preliminarnog, završnog i retencijskog ispita znanja je utvrđivanje razine unutarnje valjanosti i pouzdanosti interpretacije rezultata svakog pojedinačnog ispita. Ovakvom analizom bilo je potrebno odrediti stupanj sigurnosti u kojem su rezultati postignuti na ispitima znanja doista pravi pokazatelji znanja određenih nastavnih sadržaja. Kako bi se navedena obilježja utvrdila za svaki ispit znanja, izračunati su sljedeći parametri: deskriptivni pokazatelji (srednja vrijednost, medijan, mod, standardna devijacija, postignuti raspon bodova u odnosu na maksimalni mogući), indeks težine i indeks diskriminativnosti ispita znanja (Miller i sur., 2009). Indeks težine zadatka predstavlja prosječnu vrijednost postignuća svih učenika po zadatku dok indeks težine ispita znanja predstavlja prosječnu vrijednost indeksa težine svih zadataka u ispitu znanja. Vrijednost indeksa težine u zadacima ispita znanja interpretira se na sljedeći način: manja od 0,30 težak zadatak; 0,30 – 0,80 zadatak umjerene težine i veća od 0,80 lagani zadatak (Milenković, 2014 prema Šimičić, 2018).

Indeks diskriminativnosti zadatka je izračunata razlika u prosječnom postignuću po zadatku između 27 % najuspješnijih i 27 % najmanje uspješnih učenika prema ukupnom rezultatu na ispitu znanja, a indeks diskriminativnosti ispita znanja je izračunata prosječna vrijednost indeksa diskriminativnosti svih zadataka u ispitu znanja. Visoka vrijednost ukazuje da taj zadatak dobro razlikuje učenike s obzirom na njihovo znanje dok niska vrijednost predstavlja slučajnu povezanost zadatka i ukupnog ispita znanja. Vrijednost indeksa diskriminativnosti u zadacima ispita znanja interpretira se na sljedeći način: veća od 0,40 visoka diskriminativnost; 0,30 – 0,39 dobra diskriminativnost; 0,20 – 0,29 prihvatljiva diskriminativnost; manja od 0,20 potrebna revizija zadatka (Milenković, 2014 prema Šimičić, 2018).

Pouzdanost interpretacije rezultata ispita znanja određivana je metodom unutarnje konzistencije primjenom metode podjele ispita znanja na dva ekvivalentna dijela (engl. *Split-half Method*) i Cronbach  $\alpha$  koeficijenta pouzdanosti. Koeficijentom pouzdanosti daju se informacije o stupnju u kojemu ispitni zadatci mjere slične karakteristike radi čega je prikladan za ispite znanja s relativno homogenim sadržajem. Za određivanje pouzdanosti interpretacije rezultata preliminarnog ispita znanja s heterogenim sadržajem korištena je metoda podjele ispita znanja. Ograničenje navedene metode je neprikladnost za ispite s vremenskim ograničenjem koje

učenike sprječava da pokušaju riješiti svaki zadatak, odnosno kada je brzina rješavanja ispita značajni faktor za ocjenjivanje (Miller i sur., 2009). Međutim, ispiti znanja u ovom istraživanju osmišljeni su tako da učenici imaju dovoljno vremena za dovršetak svih zadataka.

Valjanost i pouzdanost interpretacije rezultata upitnika i ispita znanja detaljnije su razmatrane u sljedećim potpoglavljima.

#### **4.1.1. Valjanost i pouzdanost upitnika**

U poglavlju Metodologija istraživanja, potpoglavlje 3.4.1.1 opisan je prvi dio razvoja upitnika za nastavnike „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“. Sadržajna valjanost upitnika podržana je pregledom literature povezane s temom istraživanja. Osim toga, sadržajnu valjanost upitnika provjeravali su stručnjaci u polju kemijskog obrazovanja te je provedeno participativno pilot istraživanje.

Postupak razvoja upitnika nastavljen je prema slici 3.1 utvrđivanjem konstruktne valjanosti interpretacije rezultata upitnika pomoću eksploratorne faktorske analize (EFA) provedene statističkim programom za društvene znanosti SPSS (*Statistical Package for Social Science*; SPSS 26.0 za Windowse, IBM). Kod konstruktne valjanosti mogu se razlikovati konvergentna i diskriminativna valjanost. Konvergentna valjanost procjenjuje stupanj povezanosti dviju mjera istog pojma dok je diskriminativna valjanost stupanj u kojemu se razlikuju dva konceptualno slična pojma. Tijekom provedbe EFA na navedene oblike valjanosti ukazuju faktorska opterećenja stavki upitnika, odnosno korelacija svake stavke s pripadajućim faktorom (Hair i sur., 2013). Osim toga, provedbom EFA omogućeno je utvrđivanje konačne faktorske strukture kojom se postižu ciljevi istraživanja i olakšava interpretacija rezultata (Maskey i sur., 2018).

Upitnik se sastojao od 20 stavki ili osnovnih manifestnih varijabli koje se odnose na primjenu aktivnosti predučenja u nastavi kemije, a na temelju literaturnog pregleda svrstane su u četiri skupine aktivnosti (tablica 4.1).

Faktorska analiza uključivala je ekstrakciju faktora metodom analize glavnih komponenti (engl. *Principal Component Analysis*, PCA), zatim Kaiser-Guttman kriterij (Guttman, 1954) i Cattell-Nelson-Gorsuch (CNG) scree dijagram (Gorsuch, 1983) kako bi se utvrdio broj faktora koji će se zadržati te ortogonalnu (Varimax) rotaciju radi pojednostavljenja i pojašnjenja strukture podataka (Camelia i Ferris, 2016). Isto tako, radi dobivanja prihvatljive i interpretabilne



faktorske strukture uzastopno su provedene dvije eksploratorne faktorske analize (EFA 1 i EFA 2).

**Tablica 4.1.** Početne manifestne varijable upitnika „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“ za eksploratornu faktorsku analizu

| Redni broj | Skupina aktivnosti            | Manifestna varijabla   |
|------------|-------------------------------|--|
| 1.         | PRIMJENA NASTAVNIH MATERIJALA | <p>Učenici proučavaju tekstualno/slikovne materijale (Word, PDF, PPT) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.</p> <p>Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.</p> <p>Učenici proučavaju audiovizualne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.</p> <p>Učenici proučavaju digitalne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.</p>  |
| 2.         | PRIMJENA UDŽBENIKA            | <p>Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.</p> <p>Učenici pomoću udžbenika odgovaraju na zadana pitanja vezana uz ključne pojmove koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.</p> <p>Učenici pomoću udžbenika rješavaju radne listove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.</p> <p>Učenici pomoću udžbenika rješavaju kviz s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.</p> <p>Učenici se uključuju u mrežnu raspravu radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata.</p>                          |
| 3.         | AKTIVNOSTI NASTAVNIKA         | <p>Prije predavanja učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje.</p> <p>Prije predavanja s učenicima ponavljam ključne pojmove korisne za novo nastavno gradivo.</p> <p>Prije predavanja učenicima pripremam kratki ispit znanja s ključnim pojmovima iz novog gradiva.</p> <p>Izrađujem vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.</p>   |
| 4.         | PREDLABORATORIJSKE AKTIVNOSTI | <p>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju čitanjem laboratorijskog priručnika.</p> <p>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada.</p> <p>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova.</p> <p>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem teorijskih problema.</p> <p>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom audiovizualnih materijala.</p> <p>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom mrežnih materijala (tekst, videomaterijali, kviz).</p> <p>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama.</p> |

Uzorak od 139 ispitanika smatrao se prikladnim za kvalitetnu faktorsku analizu s obzirom na to da zadovoljava omjer od pet opažanja po varijabli (Hair i sur., 2013; Tabachnick i Fidell, 2013). Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) mjera prikladnosti uzorkovanja i Bartlett test sferičnosti koriste se za ispitivanje pretpostavki o prikladnosti podataka za faktorsku analizu. Prema kriteriju za veličinu koeficijenta, vrijednost KMO trebala bi biti veća od 0,70 dok se vrijednost veća od 0,50 smatra prihvatljivom, a vrijednost između 0,80 i 0,90 izvrsnom (Field, 2013). U ovoj analizi dobivena je vrijednost koeficijenta KMO = 0,809 čime je potvrđen izvrstan stupanj prikladnosti veličine uzorka za faktorsku analizu. Bartlett test sferičnosti statistički je značajan,  $\chi^2(190) = 1285,59$ ;  $p < 0,001$ , što upućuje da su korelacije između varijabli značajno različite od nule te da je korelacijska struktura odgovarajuća za faktorsku analizu (Field, 2013).

Provedbom metode analize glavnih komponenti (PCA) s 20 ulaznih varijabli inicijalno je ekstrahirano 20 faktora no prema Kaiser-Guttman kriteriju samo će faktori sa svojstvenom vrijednosti (engl. *Eigenvalues*) iznad 1 vjerojatno predstavljati stvarni temeljni faktor dok se svojstvene vrijednosti ostalih faktora znatno ne razlikuju. Svojstvena vrijednost faktora predstavlja iznos ukupne varijance objašnjene tim faktorom (Pallant, 2016). Za ostale faktore koji imaju niske svojstvene vrijednosti pretpostavlja se da ne doprinose značajno cjelokupnoj faktorskoj strukturi (Henson i Roberts, 2006).

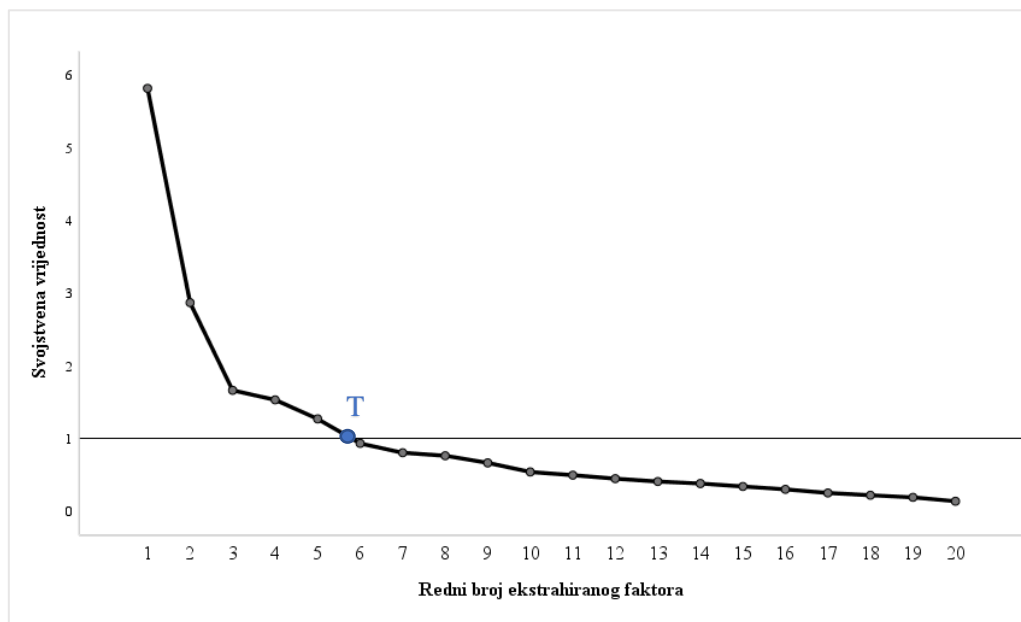
U tablici 4.2 može se primijetiti da pet faktora ima svojstvene vrijednosti veće od 1, a u posljednjem stupcu tablice prikazana je raspodjela varijance između tih pet faktora. Iako prvi faktor ne objašnjava veliki dio ukupne varijance (18,68 %), brojčano se ističe između svih ostalih faktora. Sukladno tome, dobivena struktura s pet faktora najbolje odgovara podacima i objašnjava 65,72 % varijance manifestnih varijabli. U društvenim znanostima prihvatljivom se smatra faktorska struktura koja objašnjava više od 60 % varijance (Hair i sur., 2013).

**Tablica 4.2.** Ukupna objašnjena varijanca ekstrahiranih faktora (EFA 1)

| Stavka | Početna svojstvena vrijednost |             |               | Objašnjena varijanca |             |               |
|--------|-------------------------------|-------------|---------------|----------------------|-------------|---------------|
|        | Ukupno                        | Varijanca % | Kumulativno % | Ukupno               | Varijanca % | Kumulativno % |
| 1      | 5,816                         | 29,08       | 29,08         | 3,735                | 18,68       | 18,68         |
| 2      | 2,868                         | 14,34       | 43,42         | 2,788                | 13,94       | 32,62         |
| 3      | 1,661                         | 8,31        | 51,73         | 2,563                | 12,82       | 45,43         |
| 4      | 1,531                         | 7,65        | 59,38         | 2,337                | 11,68       | 57,12         |
| 5      | 1,268                         | 6,34        | 65,72         | 1,721                | 8,61        | 65,72         |
| 6      | 0,932                         | 4,66        | 70,38         |                      |             |               |
| 7      | 0,803                         | 4,01        | 74,39         |                      |             |               |
| 8      | 0,762                         | 3,81        | 78,20         |                      |             |               |
| 9      | 0,663                         | 3,32        | 81,52         |                      |             |               |
| 10     | 0,539                         | 2,69        | 84,21         |                      |             |               |
| 11     | 0,494                         | 2,47        | 86,69         |                      |             |               |
| 12     | 0,447                         | 2,23        | 88,92         |                      |             |               |
| 13     | 0,408                         | 2,04        | 90,96         |                      |             |               |
| 14     | 0,379                         | 1,90        | 92,85         |                      |             |               |
| 15     | 0,339                         | 1,69        | 94,55         |                      |             |               |
| 16     | 0,299                         | 1,49        | 96,04         |                      |             |               |
| 17     | 0,250                         | 1,25        | 97,29         |                      |             |               |
| 18     | 0,218                         | 1,09        | 98,38         |                      |             |               |
| 19     | 0,189                         | 0,94        | 99,32         |                      |             |               |
| 20     | 0,135                         | 0,68        | 100,00        |                      |             |               |

*Metoda ekstrakcije: Principal Component Analysis*

Kriterij za donošenje odluke o zadržavanju pet faktora potkrijepljen je i izgledom CNG scree dijagrama (slika 4.1). Radi se o grafičkom prikazu na čijoj je apscisi redni broj ekstrahiranog faktora, a na ordinati veličina pripadajuće svojstvene vrijednosti. Na CNG scree dijagramu vidljivo je da se točka infleksije (T) javlja nakon petog faktora što se podudara s rezultatima Kaiser-Guttman kriterija (svojstvena vrijednost  $> 1$ ).



**Slika 4.1.** Grafički prikaz svojstvenih vrijednosti za ekstrahirane faktore

Nakon ekstrakcije faktora primijenjena je ortogonalna rotacija faktora s Kaiser normalizacijom radi bolje preraspodjele faktorskih opterećenja tako da svaka varijabla mjeri samo jedan faktor. Faktorska opterećenja prikazuju korelaciju varijable i faktora čime predstavljaju način za interpretiranje uloge koju svaka varijabla ima u definiranju svakog faktora (Hair i sur., 2013). Ortogonalna rotacija rezultira faktorskom strukturom koja je lakša za interpretaciju i izvještavanje, no od istraživača zahtijeva da pretpostavi (obično pogrešno) kako temeljni konstrukti nisu u korelaciji (Tabachnick i Fidell, 2013). Najčešće korišteni ortogonalni pristup je metoda Varimax kojom se pokušava smanjiti broj varijabli s velikim opterećenjem na svakom faktoru (Pallant, 2016).

Tablica 4.3 prikazuje faktorska opterećenja stavki dobivena nakon ortogonalne Varimax rotacije. S obzirom na to da je prije pokretanja EFA u statističkom programu SPSS odabrana opcija za graničnu vrijednost faktorskih opterećenja, u tablici su prikazana samo opterećenja stavki jednaka ili veća od 0,5. Za određivanje konačne faktorske strukture korištena je interpretabilnost faktora.

**Tablica 4.3.** Rotacijska matrica faktorskih opterećenja nakon prve eksploratorne faktorske analize (EFA 1)

| Redni broj stavke | Stavka   | Faktor |       |   |       |       |
|-------------------|--|--------|-------|---|-------|-------|
|                   |  | 1      | 2     | 3 | 4     | 5     |
| 1.                | Učenici proučavaju tekstualno/slikovne materijale (Word, PDF, PPT) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.                          |        | 0,836 |   |       |       |
| 2.                | Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.  |        | 0,629 |   |       |       |
| 3.                | Učenici proučavaju audiovizualne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.   |        | 0,707 |   |       |       |
| 4.                | Učenici proučavaju digitalne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.   |        | 0,680 |   |       |       |
| 5.                | Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                 | 0,686  |       |   |       |       |
| 6.                | Učenici pomoću udžbenika odgovaraju na zadana pitanja vezana uz ključne pojmove koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu. | 0,889  |       |   |       |       |
| 7.                | Učenici pomoću udžbenika rješavaju radne listove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.           | 0,880  |       |   |       |       |
| 8.                | Učenici pomoću udžbenika rješavaju kviz s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                    | 0,856  |       |   |       |       |
| 9.                | Učenici se uključuju u mrežnu raspravu radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata.                            | 0,595  |       |   |       |       |
| 10.               | Prije predavanja učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje.  |        |       |   |       | 0,801 |
| 11.               | Prije predavanja s učenicima ponavljam ključne pojmove korisne za novo nastavno gradivo.   |        |       |   |       | 0,859 |
| 12.               | Prije predavanja učenicima pripremam kratki ispit znanja s ključnim pojmovima iz novog gradiva.                                    | -      | -     | - | -     | -     |
| 13.               | Izrađujem vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.      |        | 0,618 |   |       |       |
| 14.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju čitanjem laboratorijskog priručnika.  |        |       |   | 0,806 |       |
| 15.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada.                             |        |       |   | 0,788 |       |

| Redni broj stavke | Stavka  | Faktor |   |       |       |   |
|-------------------|---|--------|---|-------|-------|---|
|                   |   | 1      | 2 | 3     | 4     | 5 |
| 16.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova.                                  |        |   |       | 0,646 |   |
| 17.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem teorijskih problema.                             |        |   |       | 0,677 |   |
| 18.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom audiovizualnih materijala.                         |        |   | 0,708 |       |   |
| 19.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom mrežnih materijala (tekst, videomaterijali, kviz). |        |   | 0,859 |       |   |
| 20.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama.                                     |        |   | 0,726 |       |   |

*Metoda ekstrakcije: Principal Component Analysis  
Metoda rotacije: Varimax s Kaiser normalizacijom  
Rotacija konvergirana u 7 iteracija.*

Slijedeći teorijske pretpostavke (Lu i sur., 2016; Sadovaya i Thai, 2015), faktore je nakon rotacije nužno i opravdano interpretirati ukazujući na vrijednosti opterećenja koja se pri tome uzimaju u obzir. Korištenje prikladnih kriterija za isključivanje/zadržavanje stavki značajno utječe na kvalitetu konačne faktorske strukture kao i na točnost i pouzdanost rezultata istraživanja (Maskey i sur., 2018). U ovoj analizi postavljeni su sljedeći kriteriji za isključivanje stavki: (1) stavke s opterećenjima manjim od granične vrijednosti 0,5 na samo jednom faktoru i (2) stavke s opterećenjima jednakim ili manjim od granične vrijednosti 0,5 na dva faktora (Sadovaya i Thai, 2015). Iako se opterećenja stavki iznad 0,4 obično razmatraju kao značajna, veće vrijednosti faktorskih opterećenja ukazuju da izmjerene varijable dobro predstavljaju faktor (Maskey i sur., 2018).

Nakon ortogonalne rotacije svaka stavka imala je opterećenje veće od 0,5 na jednom faktoru osim 12. stavke koju je, prema prvom postavljenom kriteriju, bilo potrebno isključiti. Takve stavke remete faktorsku strukturu s obzirom na to da je glavni cilj faktorske analize dobiti teoretski značajne faktore s lakom interpretacijom i koji čine glavninu varijance (Hair i sur., 2013). U tablici 4.3 također je vidljivo da ne postoji stavka s opterećenjem jednakim ili manjim od granične vrijednosti 0,5 na dva faktora. Kako bi se dobila zadovoljavajuća i razumljiva faktorska struktura za preostalih 19 stavki provedena je druga faktorska analiza (EFA 2).

EFA 2 je rezultirala faktorskom strukturom u kojoj svaka stavka ima opterećenje veće od 0,5 samo na jednom faktoru (tablica 4.4).

**Tablica 4.4.** Rotacijska matrica faktorskih opterećenja nakon druge eksploratorne faktorske analize (EFA 2)

| Redni broj stavke | Stavka   | Faktor |       |   |       |       |
|-------------------|--|--------|-------|---|-------|-------|
|                   |  | 1      | 2     | 3 | 4     | 5     |
| 1.                | Učenici proučavaju tekstualno/slikovne materijale (Word, PDF, PPT) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.                          |        | 0,838 |   |       |       |
| 2.                | Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.  |        | 0,630 |   |       |       |
| 3.                | Učenici proučavaju audiovizualne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.   |        | 0,708 |   |       |       |
| 4.                | Učenici proučavaju digitalne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.   |        | 0,677 |   |       |       |
| 5.                | Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                 | 0,687  |       |   |       |       |
| 6.                | Učenici pomoću udžbenika odgovaraju na zadana pitanja vezana uz ključne pojmove koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu. | 0,890  |       |   |       |       |
| 7.                | Učenici pomoću udžbenika rješavaju radne listove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.           | 0,880  |       |   |       |       |
| 8.                | Učenici pomoću udžbenika rješavaju kviz s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                    | 0,856  |       |   |       |       |
| 9.                | Učenici se uključuju u mrežnu raspravu radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata.                            | 0,598  |       |   |       |       |
| 10.               | Prije predavanja učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje.  |        |       |   |       | 0,841 |
| 11.               | Prije predavanja s učenicima ponavljam ključne pojmove korisne za novo nastavno gradivo.   |        |       |   |       | 0,861 |
| 12.               | Izrađujem vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.      |        | 0,626 |   |       |       |
| 13.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju čitanjem laboratorijskog priručnika.  |        |       |   | 0,815 |       |
| 14.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada.                             |        |       |   | 0,789 |       |
| 15.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova.   |        |       |   | 0,658 |       |
| 16.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem teorijskih problema.  |        |       |   | 0,671 |       |

| Redni broj stavke | Stavka  | Faktor |   |       |   |   |
|-------------------|---|--------|---|-------|---|---|
|                   |   | 1      | 2 | 3     | 4 | 5 |
| 17.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom audiovizualnih materijala.                         |        |   | 0,713 |   |   |
| 18.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom mrežnih materijala (tekst, videomaterijali, kviz). |        |   | 0,855 |   |   |
| 19.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama.                                     |        |   | 0,744 |   |   |

*Metoda ekstrakcije: Principal Component Analysis*

*Metoda rotacije: Varimax s Kaiserovom normalizacijom*

*Rotacija konvergirana u 7 iteracija.*

Stavke upitnika pridružene su faktorima prema pripadajućim opterećenjima čije se vrijednosti nalaze u rasponu od 0,598 do 0,890. Veliko faktorsko opterećenje stavki na njihovim temeljnim konstruktima ukazivalo je da svaka mjerna varijabla dobro predstavlja faktor što potvrđuje konvergentnu valjanost dok je povećano opterećenje stavki na samo jedan faktor potvrdilo jednodimenzionalnost i diskriminativnu valjanost mjerenja (Ahire i Devaraj, 2001; Hair i sur., 2013). Konačnom faktorskom strukturom izdvojeno je pet faktora (podljestvica) s ukupno 19 stavki o primjeni aktivnosti predučenja u nastavi kemije (tablica 4.5). Nazivi faktora (podljestvica) određeni su prema sadržaju i teorijskoj strukturi pripadajućih stavki.

**Tablica 4.5.** Konačna faktorska struktura s pripadnim stavkama, svojstvenim vrijednostima i postotkom objašnjene varijance

| Faktor (podskala)     | Stavka  | Svojstvena vrijednost | Varijanca % |
|-----------------------|---|-----------------------|-------------|
| 1. PRIMJENA UDŽBENIKA | Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.<br>Učenici pomoću udžbenika odgovaraju na zadana pitanja vezana uz ključne pojmove koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.<br>Učenici pomoću udžbenika rješavaju radne listove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.<br>Učenici pomoću udžbenika rješavaju kviz s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu. | 5,545                 | 19,23       |



| Faktor (podskala)                          | Stavka  | Svojtvena vrijednost | Varijanca % |
|--|---|----------------------|-------------|
|  | Učenici se uključuju u mrežnu raspravu radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata.   |                      |             |
| 2. PRIMJENA NASTAVNIH MATERIJALA           | Učenici proučavaju tekstualno/slikovne materijale (Word, PDF, PPT) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.<br>Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.<br>Učenici proučavaju audiovizualne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.<br>Učenici proučavaju digitalne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.<br>Izrađujem vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata. | 2,868                | 14,26       |
| 3. PREDLABORATORIJSKE AKTIVNOSTI SA IKT-OM | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom audiovizualnih materijala.<br>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom mrežnih materijala (tekst, videomaterijali, kviz).<br>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama.   | 1,654                | 13,01       |
| 4. PREDLABORATORIJSKE AKTIVNOSTI BEZ IKT-a | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju čitanjem laboratorijskog priručnika.<br>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada.<br>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova.<br>Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem teorijskih problema.  | 1,478                | 12,21       |
| 5. PRIMJENA USMENOG PONAVLJANJA            | Prije predavanja učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje.<br>Prije predavanja s učenicima ponavljam ključne pojmove korisne za novo nastavno gradivo.   | 1,240                | 8,57        |
| Ukupna objašnjena varijanca %              |   |                      | 67,29       |

U tablici 4.5 vidljivo je kako faktori 1 i 2 sadrže po pet stavki, zatim faktor 3 ima tri stavke, kod faktora 4 su četiri stavke dok faktor 5 uključuje dvije stavke. Faktor 5 mogao bi se smatrati slabo identificiranim faktorom s obzirom na to da sadrži samo dvije stavke (Izquierdo i sur., 2014), ali zadržan je zbog zadovoljavajućih vrijednosti faktorskih opterećenja koje iznose 0,841 i 0,861 (tablica 4.4). Izdvojeni faktori gotovo su identični početnoj raspodjeli stavki na temelju

literaturnog pregleda tijekom razvoja upitnika kako je opisano u potpoglavlju 3.4.1.1, osim što su predlaboratorijske aktivnosti podijeljene s obzirom na primjenu IKT-a te je utvrđeno da 12. stavka ima opterećenje na faktoru 2 (tablica 4.4).

Raspodjela varijance između pet mogućih faktora nakon EFA 2 prikazana je u posljednjem stupcu tablice 4.5. Iako prvi faktor ne objašnjava veliki dio ukupne varijance (19,23 %), brojčano se ističe između svih ostalih faktora. Sukladno navedenom, dobivena konačna struktura s pet faktora najbolje odgovara podacima i objašnjava 67,29 % varijance manifestnih varijabli.

Pouzdanost interpretacije rezultata upitnika tipa unutarnje konzistencije određena je izračunom Cronbach  $\alpha$  koeficijenta za svaki od pet faktora, odnosno podljestvica upitnika (tablica 4.6). Koeficijenti pouzdanosti za podljestvice upitnika jednaki su ili veći od 0,7 (Cronbach  $\alpha$  koeficijenti za svaku podljestvicu 0,88; 0,77; 0,76; 0,77 i 0,70) što ukazuje na prihvatljivu razinu pouzdanosti interpretacije rezultata upitnika.

**Tablica 4.6.** Vrijednosti Cronbach  $\alpha$  koeficijenta pouzdanosti za upitnik „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“ po podljestvicama

| Redni broj | Podljestvica                            | Cronbach $\alpha$ |
|------------|---|-------------------|
| 1.         | Primjena udžbenika                      | 0,88              |
| 2.         | Primjena nastavnih materijala           | 0,77              |
| 3.         | Predlaboratorijske aktivnosti sa IKT-om | 0,76              |
| 4.         | Predlaboratorijske aktivnosti bez IKT-a | 0,77              |
| 5.         | Primjena usmenog ponavljanja            | 0,70              |

#### 4.1.2. Osnovne metrijske karakteristike i pouzdanost korištenih ispita znanja

Preliminarni ispit znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine - *Pisana provjera usvojenosti obrađenih sadržaja kemije* proveden je radi utvrđivanja ujednačenosti učenika eksperimentalne i kontrolne skupine prema predznanju. Pri njegovoj izradi vodilo se računa da uključuje obrađene nastavne sadržaje koji čine predznanje potrebno za učinkovito usvajanje nastavnog gradiva predviđenog za obradu tijekom istraživanja. Za mjerenje usvojenosti znanja nakon poučavanja uz primjenu MMP-materijala oblikovani su završni i retencijski ispit znanja - *Pisana provjera usvojenosti sadržaja alkana i cikloalkana*. Ispitni zadatci uključivali su

relevantne sadržaje prethodno obrađene s učenicima u obje skupine. Testiranje navedenim ispitima znanja sa svim učenicima provedeno je u istim uvjetima i na jednak način.

Kvalitativna analiza svih ispita znanja prema određenim specifikacijama kao i njihovo probno ispitivanje detaljnije su opisani u potpoglavlju 3.4.2.1. U tablici 4.7 prikazane su metrijske karakteristike korištenih ispita znanja dobivene deskriptivnom analizom.

**Tablica 4.7.** Osnovne metrijske karakteristike i pouzdanost ispita znanja korištenih u istraživanju

|   | Preliminarni ispit znanja | Završni ispit znanja | Retencijski ispit znanja |
|---|---------------------------|----------------------|--------------------------|
| Broj učenika (N)  | 513                       | 540                  | 494                      |
| Srednja vrijednost (M)                                  | 9,07                      | 10,56                | 10,05                    |
| Središnja vrijednost rangiranih podataka, medijan (Mdn) | 9                         | 10                   | 10                       |
| Dominantna vrijednost, mod (D)                          | 9                         | 8                    | 8                        |
| Standardna devijacija (SD)                              | 2,93                      | 4,41                 | 4,44                     |
| Broj čestica  | 16                        | 22                   | 22                       |
| Maksimalni mogući broj bodova                           | 16                        | 26                   | 26                       |
| Minimalni broj bodova                                   | 2                         | 1                    | 0,5                      |
| Maksimalni broj bodova                                  | 16                        | 25                   | 23                       |
| Prosječni rezultat rješivosti u %                       | 56,69                     | 40,61                | 38,65                    |
| Indeks težine u %                                       | 56,71                     | 39,70                | 36,49                    |
| Indeks diskriminativnosti (Id)                          | 0,49                      | 0,38                 | 0,36                     |
| Koeficijent pouzdanosti                                 | 0,64                      | 0,79                 | 0,79                     |

Srednja vrijednost rezultata preliminarnog ispita znanja ( $M = 9,07$ ) nalazi se otprilike na polovici maksimalnog mogućeg broja bodova što upućuje na prikladnost ispita za određenu skupinu učenika jer je takvim ispitom moguće postići maksimalno razlikovanje učenika prema znanju. Srednje vrijednosti rezultata za završni ispit ( $M = 10,56$ ) i retencijski ispit ( $M = 10,05$ ) pomaknute su prema nižim vrijednostima u odnosu na maksimalni mogući broj bodova. Navedeni ispiti nešto su teži, ali kako se radi o manjem odstupanju smatra se da je njihovom primjenom moguće postići zadovoljavajuće razlikovanje učenika prema znanju. Iznosi medijana i dominantne vrijednosti također ukazuju da su završni i retencijski ispiti znanja teži od preliminarnog ispita znanja.

Raspon rezultata, razlika između najvišeg i najnižeg postignutog rezultata kod primjene ispita, pokazuje koliko se dobro mogu razlikovati učenici s različitom količinom znanja. Prema tablici 4.3, kod preliminarnog ispita znanja raspon rezultata je od najniže postignute vrijednosti 2 što

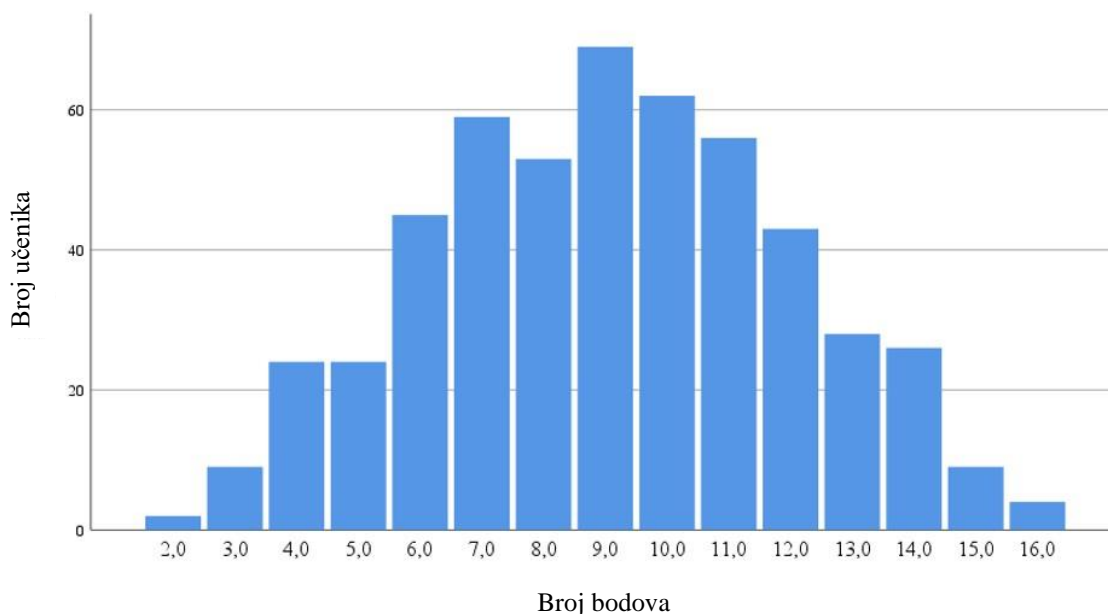
nije daleko od nule pa do maksimalnog mogućeg broja od 16 bodova. Kod završnog i retencijskog ispita znanja, najniža postignuta vrijednost također nije daleko od nule. Postignuti rezultat na završnom testiranju nije viši od 25 bodova i na retencijskom testiranju od 23 boda u odnosu na 26 maksimalnih bodova što upućuje da ispiti sadrže neke teže zadatke. Premda se na jednom kraju distribucije rezultata učenici ne mogu potpuno dobro razlikovati smatra se da ispiti znanja u većoj mjeri omogućuju razlikovanje boljih i lošijih učenika.

Većina zadataka u preliminarnom ispitu znanja je umjerene težine (0,30 – 0,80), a indeks težine ispita iznosi 56,71 % na temelju čega se može svrstati u kategoriju ispita umjerene težine. Indeks diskriminativnosti preliminarnog ispita znanja iznosi 0,49 te ga se na osnovi ove vrijednosti može svrstati u kategoriju ispita visoke diskriminativnosti. Za razliku od preliminarnog ispita, završni ispit znanja sadrži nešto manje zadataka umjerene težine i teži je učenicima. S obzirom na izračunati indeks težine od 39,70 % također ga se može svrstati u ispitate umjerene težine. Indeks diskriminativnosti završnog ispita znanja iznosi 0,38 i na osnovi te vrijednosti može ga se smatrati ispitom dobre diskriminativnosti. Retencijski ispit znanja učenicima je teži od preliminarnog i završnog ispita znanja, ali ga se prema indeksu težine od 36,49 % također može svrstati u ispitate umjerene težine. Indeks diskriminativnosti retencijskog ispita znanja iznosi 0,36 na temelju čega se smatra ispitom dobre diskriminativnosti.

Pouzdanost interpretacije rezultata preliminarnog ispita znanja određivana je metodom podjele ispita na dva ekvivalentna dijela (engl. *Split-half Method*) postupkom par-nepar. U statističkom programu SPSS prema Spearman-Brown formuli određen je koeficijent korelacije rezultata dvaju dijelova ispita znanja,  $r = 0,473$ . Koeficijent pouzdanosti interpretacije rezultata cjelokupnog preliminarnog ispita dobiven je kao omjer umnoška koeficijenta korelacije i broja dva te zbroja koeficijenta korelacije i broja jedan (Miller i sur., 2009). Prema tablici 4.3, koeficijent pouzdanosti za preliminarni ispit znanja iznosi 0,64 što se u ovom slučaju smatra prihvatljivom vrijednosti s obzirom na širinu raspona znanja provjerenog na ograničenom broju ispitnih zadataka. Visoka vrijednost unutarnje konzistencije nije bila očekivana zbog testiranja različitih kemijskih koncepata pomoću jednog instrumenta (Berger i Hänze, 2015). Prema Taberu (2018), postoji širok spektar različitih kvalitativnih deskriptora koje autori koriste za interpretaciju izračunatog koeficijenta unutarnje konzistencije, umjeren (0,61 – 0,65), zadovoljavajući (0,58 – 0,97), prihvatljiv (0,45 – 0,98) i dovoljan (0,45 – 0,96) što sugerira da među znanstvenicima ne postoji jasan dogovor oko najprikladnijih oznaka za opisivanje tih vrijednosti pa se koristi pomalo proizvoljna terminologija. Kod završnog i retencijskog ispita znanja izračunat je Cronbach  $\alpha$  koeficijent ( $\alpha = 0,79$ ) koji ukazuje na prihvatljivu razinu

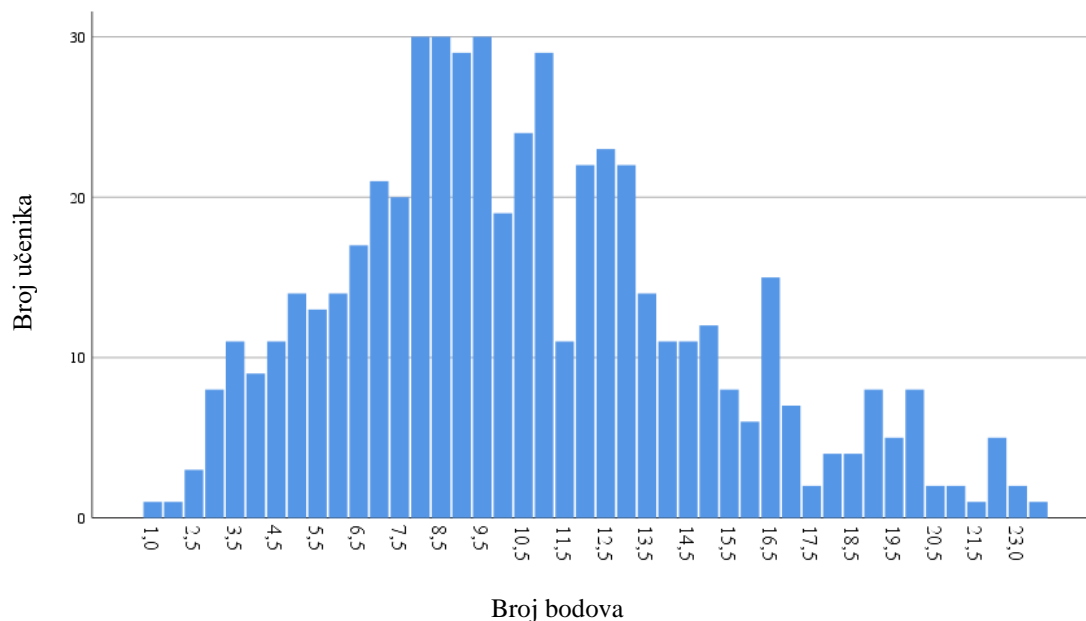
pouzdanosti interpretacije rezultata ispita prema kojoj velika većina čestica dosljedno mjeri isti predmet mjerenja – usvojeno znanje o alkanima i cikloalkanima.

Na slikama 4.2, 4.3 i 4.4 prikazana je raspodjela rezultata na ispitima znanja korištenima u ovom istraživanju. Na slici 4.2 vidljivo je da je kod preliminarnog ispita znanja raspodjela simetrična te da odgovara normalnoj raspodjeli. Takva raspodjela zorno prikazuje da se radi o visoko osjetljivom mjernom instrumentu koji dobro razlikuje ispitanike prema znanju.



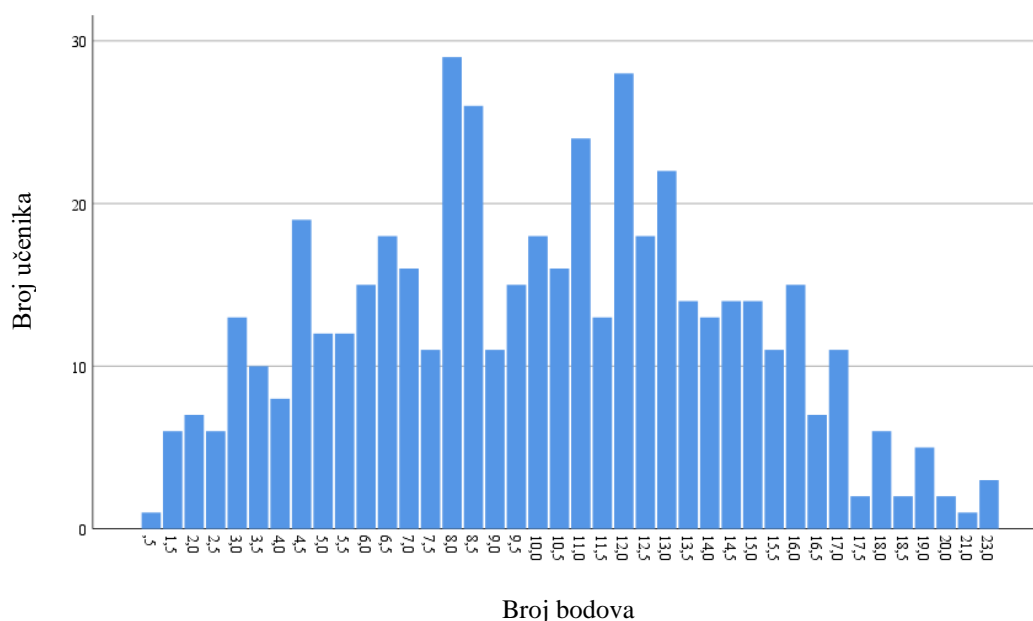
**Slika 4.2.** Raspodjela rezultata učenika na preliminarnom ispitu znanja

Raspodjela rezultata na završnom ispitu znanja prikazana na slici 4.3 pozitivno je asimetrična, odnosno blago je pomaknuta ulijevo. Usporedba dviju raspodjela rezultata upućuje da je završni ispit znanja učenicima teži od preliminarnog ispita znanja. Takav oblik raspodjele jasno ukazuje na veću frekvenciju lošijih rezultata u ispitu znanja što potvrđuje da je ispit za učenike umjereno težak. Ovaj ispit bolje razlikuje ispitanike s višim rezultatima dok je smanjena mogućnost razlikovanja onih s prosječnim ili nižim rezultatima.



**Slika 4.3.** Raspodjela rezultata učenika na završnom ispitu znanja

Raspodjela rezultata na retencijskom ispitu znanja prikazana na slici 4.4 također je pozitivno asimetrična, odnosno blago je pomaknuta ulijevo. Usporedba raspodjela rezultata svih ispita upućuje da je retencijski ispit znanja učenicima teži od preliminarnog i završnog ispita. Takav oblik raspodjele jasno ukazuje na veću frekvenciju lošijih rezultata u ispitu znanja što potvrđuje da je ispit za učenike umjereno težak. Ovaj ispit također bolje razlikuje ispitanike s višim rezultatima dok je smanjena mogućnost razlikovanja onih s prosječnim ili nižim rezultatima.



**Slika 4.4.** Raspodjela rezultata učenika na retencijskom ispitu znanja

Integracijom metrijskih karakteristika navedenih u tablici 4.3 i opisanih u ovom potpoglavlju mogu se donijeti zaključci o valjanosti i pouzdanosti korištenih ispita znanja. Iako postoje manja odstupanja, ispiti znanja u ovom istraživanju zadovoljavaju psihometrijske kriterije te ih se može smatrati valjanim i pouzdanim instrumentima za mjerenje poznavanja nastavnog gradiva koje je u njima zastupljeno.

U daljnjem tekstu prikazani su najrelevantniji rezultati dobiveni na osnovi analize podataka prikupljenih upitnikom za nastavnike u prvom dijelu istraživanja te upitnicima i ispitima znanja za učenike u drugom dijelu istraživanja.

## **4.2. Rezultati prvog dijela istraživanja**

Prvo istraživačko pitanje glasilo je: *Kakva je učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja kod nastavnika kemije?* Kako bi se utvrdila učestalost primjene aktivnosti predučenja u srednjoškolskom kemijskom obrazovanju provedena je deskriptivna analiza podataka prikupljenih mrežnim anketnim upitnikom za nastavnike „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“. U ovom dijelu rada predstavljeni su deskriptivni pokazatelji (srednja vrijednost, medijan, mod, standardna devijacija, minimalna i maksimalna odabrana vrijednost i raspodjela učestalosti) za četiri aspekta primjene aktivnosti predučenja kao i odgovori nastavnika na pitanje otvorenog tipa. Potom slijedi analiza razlika u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika.

### **4.2.1. Primjena udžbenika**

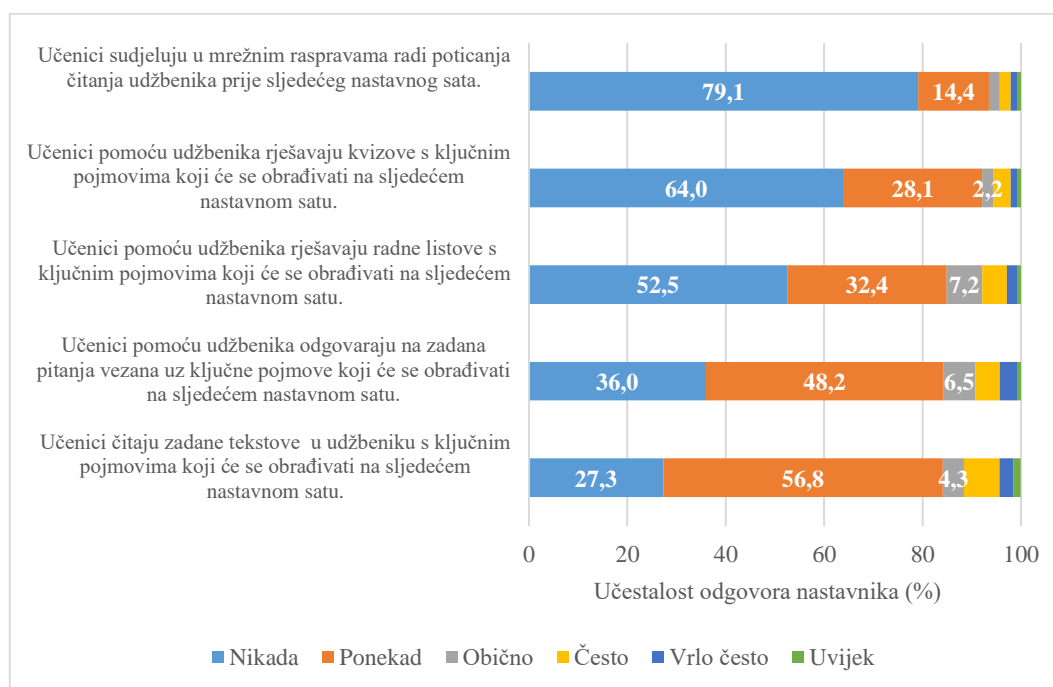
Istraživanje primjene udžbenika u okviru strategije predučenja u nastavnoj praksi provedeno je podljestvicom od pet stavki. Za podatke prikupljene anketnim upitnikom na ukupnom uzorku nastavnika kemije ( $N = 139$ ) izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji (tablica 4.8). Najveća srednja vrijednost dobivena je za S1: *Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu* ( $M = 2,06$ ;  $SD = 1,05$ ) dok je najmanja srednja vrijednost zabilježena za S5: *Učenici sudjeluju u mrežnim raspravama radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata* ( $M = 1,35$ ;  $SD = 0,85$ ).

**Tablica 4.8.** Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni udžbenika u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“

| Redni broj | Stavka (S)   | M    | Mdn | D | SD   | Min | Max |
|------------|--|------|-----|---|------|-----|-----|
| 1.         | Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                 | 2,06 | 2   | 2 | 1,05 | 1   | 6   |
| 2.         | Učenici pomoću udžbenika odgovaraju na zadana pitanja vezana uz ključne pojmove koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu. | 1,94 | 2   | 2 | 1,03 | 1   | 6   |
| 3.         | Učenici pomoću udžbenika rješavaju radne listove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.           | 1,74 | 1   | 1 | 1,02 | 1   | 6   |
| 4.         | Učenici pomoću udžbenika rješavaju kvizove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                 | 1,53 | 1   | 1 | 0,91 | 1   | 6   |
| 5.         | Učenici sudjeluju u mrežnim raspravama radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata.                            | 1,35 | 1   | 1 | 0,85 | 1   | 6   |

Legenda: N – broj nastavnika; M – srednja vrijednost; Mdn – medijan; D – mod; SD – standardna devijacija

Raspodjela učestalosti odgovora nastavnika koji se odnose na primjenu udžbenika u okviru strategije predučenja u nastavnoj praksi izražena je u postotcima i prikazana na slici 4.5.



**Slika 4.5.** Postotak učestalosti odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni udžbenika po stavkama (S)



Na grafičkom prikazu može se vidjeti da manje od trećine nastavnika (27,3 %) ne zadaje učenicima čitanje određenog teksta u udžbeniku prije nastavnog sata dok ih nešto više od polovice (56,8 %) to čini ponekad što podrazumijeva jednom ili dva puta u polugodištu. Zatim, gotovo polovica nastavnika (48,2 %) učenicima ponekad postavlja pitanja vezana uz ključne pojmove, a nešto više od trećine (36,0 %) ne koristi takve aktivnosti. Rješavanje radnih listova s ključnim pojmovima za sljedeći nastavni sat aktivnosti su koje gotovo trećina nastavnika (32,4 %) ponekad zadaje učenicima dok ih svaki drugi nastavnik (52,5 %) ne koristi. Aktivnosti rješavanja kvizova ne provodi velika većina nastavnika (92,1 %) ili ih samo ponekad provode u nastavnoj praksi jednako kao i mrežne rasprave (93,5 %) koje zahtijevaju pripremu učenika proučavanjem određenih materijala u udžbeniku.

#### 4.2.2. Primjena nastavnih materijala

Istraživanje primjene nastavnih materijala u okviru strategije predučenja u nastavnoj praksi provedeno je podljestvicom od pet stavki. Za podatke prikupljene anketnim upitnikom na ukupnom uzorku nastavnika kemije (N = 139) izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji (tablica 4.9).

**Tablica 4.9.** Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni nastavnih materijala u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“

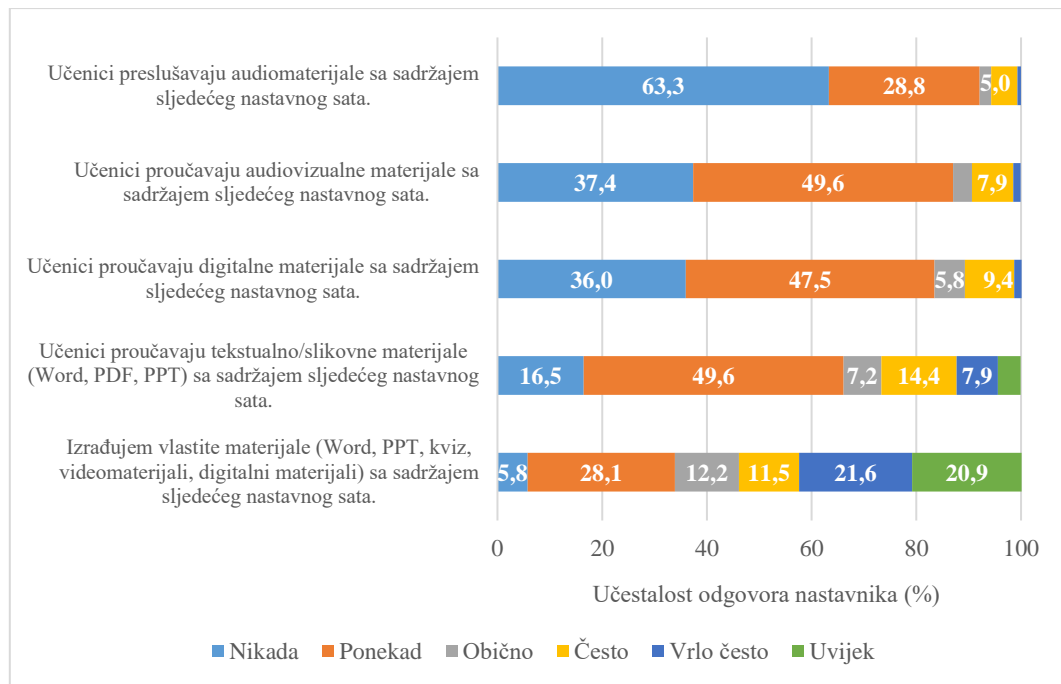
| Redni broj | Stavka (S)  | M    | Mdn | D | SD   | Min | Max |
|------------|---|------|-----|---|------|-----|-----|
| 1.         | Izrađujem vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata. | 3,78 | 4   | 2 | 1,67 | 1   | 6   |
| 2.         | Učenici proučavaju tekstualno/slikovne materijale (Word, PDF, PPT) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.                     | 2,60 | 2   | 2 | 1,37 | 1   | 6   |
| 3.         | Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.   | 1,51 | 1   | 1 | 0,83 | 1   | 5   |
| 4.         | Učenici proučavaju audiovizualne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.  | 1,86 | 2   | 2 | 0,92 | 1   | 5   |
| 5.         | Učenici proučavaju digitalne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.  | 1,93 | 2   | 2 | 0,96 | 1   | 5   |

Legenda: N – broj nastavnika; M – srednja vrijednost; Mdn – medijan; D – mod; SD – standardna devijacija

U tablici 4.9 vidljiva je najveća dobivena srednja vrijednost za S1: *Izrađujem vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata*

( $M = 3,78$ ;  $SD = 1,67$ ). Najmanja srednja vrijednost je kod S3: *Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata* ( $M = 1,51$ ;  $SD = 0,83$ ).

Raspodjela učestalosti odgovora nastavnika koji se odnose na primjenu nastavnih materijala u okviru strategije predučenja u nastavnoj praksi izražena je u postotcima i prikazana na slici 4.6.



**Slika 4.6.** Postotak učestalosti odgovora nastavnika ( $N = 139$ ) o primjeni nastavnih materijala po stavkama (S)

Trećina nastavnika (33,1 %) izjavila je da često do vrlo često sami kreiraju materijale (Word, PowerPoint) kojima se učenici pripremaju za nastavu što podrazumijeva dva do četiri puta mjesečno. Petina nastavnika (20,9 %) izrađuje materijale za svaki nastavni sat dok ih dvije trećine (66,1 %) ne koristi tekstualno/slikovne materijale za predučenje ili to čini ponekad. Najveći dio nastavnika (92,1 %) izjašnjava se kako ne koriste audiomaterijale ili ih koriste ponekad što podrazumijeva jednom ili dva puta u polugodištu. Isto tako, većina nastavnika (87,0 %) izjavljuje kako audiovizualne materijale koriste ponekad ili ih uopće ne koriste. Digitalne materijale s ključnim pojmovima za sljedeći nastavni sat ne koristi nešto više od trećine nastavnika (36,0 %) dok ih gotovo polovica (47,5 %) koristi ponekad.

### 4.2.3. Primjena usmenog ponavljanja

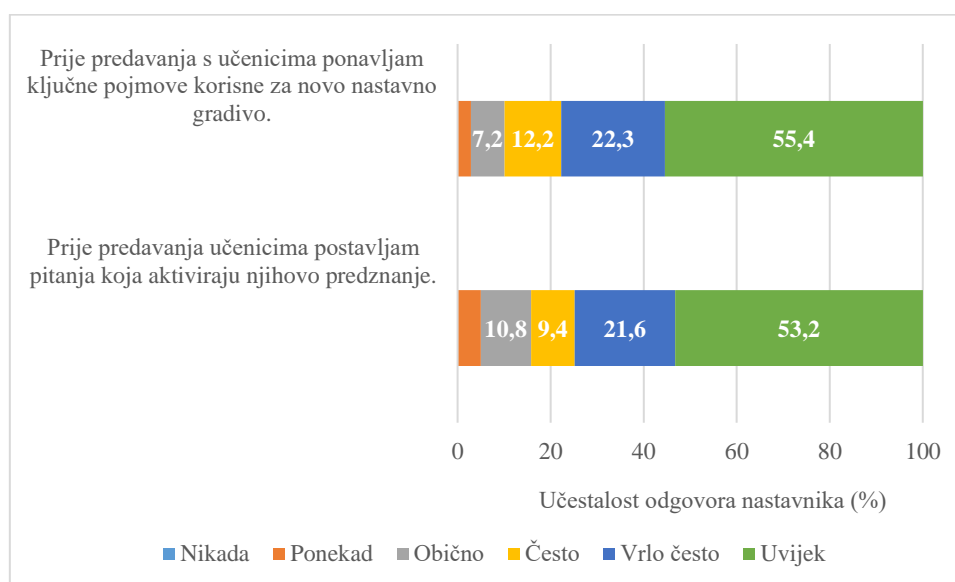
Istraživanje primjene usmenog ponavljanja u okviru strategije predučenja u nastavnoj praksi provedeno je podljestvicom od dvije stavke. Za podatke prikupljene anketnim upitnikom na ukupnom uzorku nastavnika kemije (N = 139) izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji (tablica 4.10).

**Tablica 4.10.** Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni usmenog ponavljanja u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“

| Redni broj | Stavka (S)   | M    | Mdn | D | SD   | Min | Max |
|------------|--|------|-----|---|------|-----|-----|
| 1.         | Prije predavanja s učenicima ponavljam ključne pojmove korisne za novo nastavno gradivo. | 5,07 | 6   | 6 | 1,23 | 2   | 6   |
| 2.         | Prije predavanja učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje.        | 5,20 | 6   | 6 | 1,09 | 2   | 6   |

*Legenda: N - broj nastavnika; M - srednja vrijednost; Mdn - medijan; D - mod; SD - standardna devijacija*

U tablici 4.10 mogu se vidjeti dobivene velike srednje vrijednosti kod obje stavke, za S1 (M = 5,07; SD = 1,23) i za S2 (M = 5,20; SD = 1,09). Raspodjela učestalosti odgovora nastavnika koji se odnose na primjenu usmenog ponavljanja u okviru strategije predučenja u nastavnoj praksi izražena je u postotcima i prikazana na slici 4.7.



**Slika 4.7.** Postotak učestalosti odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni usmenog ponavljanja po stavkama (S)

Iz grafičkog prikaza može se vidjeti da nešto više od tri četvrtine nastavnika (77,7 %) vrlo često do uvijek koristi ponavljanje ključnih pojmova korisnih za novo nastavno gradivo te u približno jednakom udjelu (74,8 %) postavljaju pitanja za aktiviranje predznanja učenika.

#### 4.2.4. Primjena predlaboratorijskih aktivnosti

Istraživanje primjene predlaboratorijskih aktivnosti u nastavnoj praksi provedeno je podljestvicom od sedam stavki (uključene su predlaboratorijske aktivnosti s i bez IKT-a). Za podatke prikupljene anketnim upitnikom na ukupnom uzorku nastavnika kemije (N = 139) izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji (tablica 4.11).

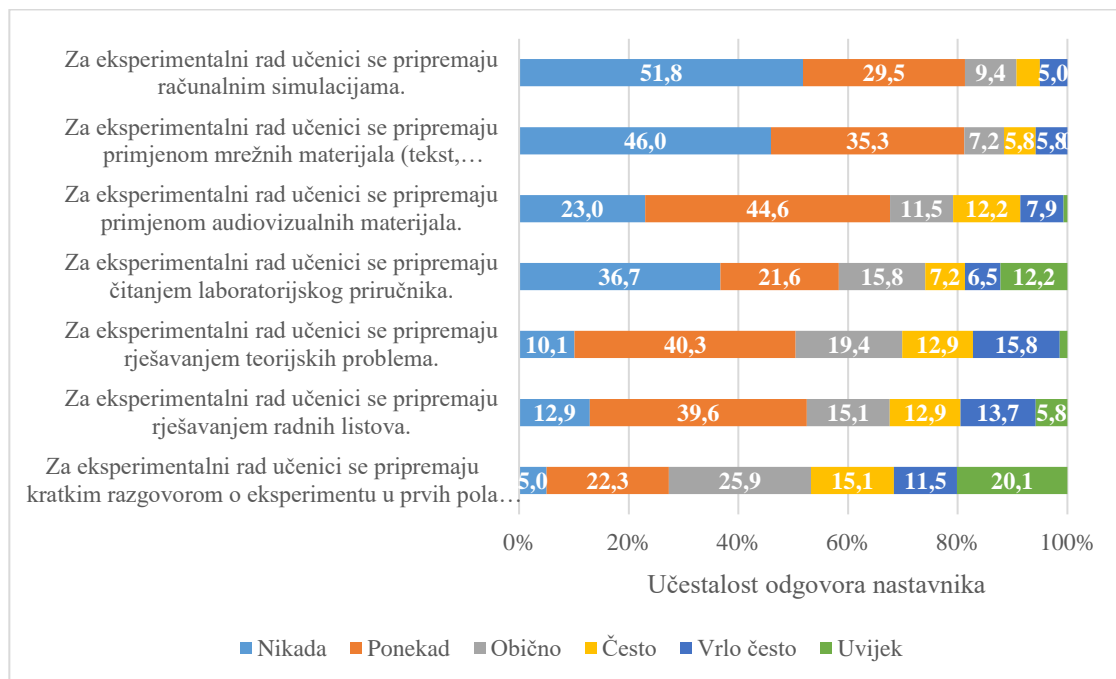
**Tablica 4.11.** Deskriptivna statistika odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni predlaboratorijskih aktivnosti u mrežnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“

| Redni broj | Stavka (S)  | M    | Mdn | D | SD   | Min | Max |
|------------|---|------|-----|---|------|-----|-----|
| 1.         | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju čitanjem laboratorijskog priručnika.                         | 2,62 | 2   | 1 | 1,73 | 1   | 6   |
| 2.         | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova.                                  | 2,92 | 2   | 2 | 1,46 | 1   | 6   |
| 3.         | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada.    | 3,66 | 3   | 3 | 1,56 | 1   | 6   |
| 4.         | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem teorijskih problema.                             | 2,88 | 2   | 2 | 1,30 | 1   | 6   |
| 5.         | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju audiovizualnim materijalima.                                 | 2,40 | 2   | 2 | 1,23 | 1   | 6   |
| 6.         | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom mrežnih materijala (tekst, videomaterijali, kviz). | 1,90 | 2   | 1 | 1,13 | 1   | 5   |
| 7.         | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama.                                     | 1,81 | 1   | 1 | 1,10 | 1   | 5   |

Legenda: N – broj nastavnika; M – srednja vrijednost; Mdn – medijan; D – mod; SD – standardna devijacija

U tablici 4.11 može se vidjeti kako je najveća srednja vrijednost kod S3: *Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada* (M = 3,66; SD = 1,56) dok je nešto manju srednju vrijednost zabilježila S2: *Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova* (M = 2,92; SD = 1,46). Najmanja srednja vrijednost dobivena je za S7: *Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama* (M = 1,81; SD = 1,10).

Raspodjela učestalosti odgovora nastavnika koji se odnose na primjenu predlaboratorijskih aktivnosti u nastavnoj praksi izražena je u postotcima i prikazana na slici 4.8.



**Slika 4.8.** Postotak učestalosti odgovora nastavnika (N = 139) o primjeni predlaboratorijskih aktivnosti po stavkama (S)

Iz grafičkog prikaza može se vidjeti da petina nastavnika (20,1 %) uvijek koristi kratki razgovor prije eksperimenta dok ih nešto više od četvrtine (26,6 %) to čini često do vrlo često što podrazumijeva dva do četiri puta mjesečno. Trećina nastavnika (32,4 %) često do uvijek učenicima zadaje rješavanje predlaboratorijskih radnih listova dok ih dvije petine (39,6 %) to čini ponekad. Rješavanje teorijskih problema ne koristi svaki drugi nastavnik (50,4 %) ili ih koristi ponekad, a nešto veći udio nastavnika (58,3 %) ne zadaje učenicima čitanje laboratorijskog priručnika ili im zadaje ponekad, odnosno jednom ili dva puta u polugodištu. Kod nešto više od dvije trećine nastavnika (67,6 %) učenici se za eksperimentalni rad ne pripremaju primjenom audiovizualnih materijala ili to čine ponekad. Najmanje primjene uočeno je kod računalnih simulacija i mrežnih materijala koje velika većina nastavnika (81,3 %) uopće ne koristi ili ih koristi ponekad.

#### 4.2.5. Primjena ostalih aktivnosti predučenja

Posljednje pitanje u anketnom upitniku glasilo je: „*Ako koristite aktivnosti predučenja koje nisu navedene u ovom upitniku, molimo vas da ih kratko opišete.*“ Iako su ovdje imali priliku dodati vlastite primjere aktivnosti predučenja, odgovor je dobiven od manjeg broja nastavnika. Neke izjave odnosile su se na tehničke mogućnosti nastave („*Eksperimentalni rad u učionici bez računalne opreme.*“) i nastavni plan i program („*Sat prekratko traje ili nam je gradivo preopširno i prezgusnuto da bih uopće učenike imala vremena upoznavati s pojmovima sljedećeg nastavnog sata, što gimnazijalci uče u četiri ja imam u dvije godine.*“)

Za primjenu aktivnosti predučenja dobivene su sljedeće izjave:

„*Domaća zadaća koja uključuje objašnjenje (definicije) ključnih pojmova za sljedeći nastavni sat, poticanje učenika na samostalno pregledavanje obrazovnih sadržaja na obrazovnim portalima (Nikola Tesla....).*“

„*Koristim križaljke.*“

„*Pokazivanjem uzoraka za određeni nastavni sat.*“

„*Prikažem tematski vezanu karikaturu i fascinantne slike/filmove ili ispričam šalu koja će im zagolicati maštu ... Uglavnom, prije ozbiljnog posla prvo ih pokušam pridobiti tako da se zabave i nasmiju ili ih impresionirati/šokirati ili zaigrati na kartu osjećaja.*“

„*Učenicima u grupi na Facebook-u objavim neku vrstu zagonetke ili pitanja koja se dotiču sljedeće nastavne teme i to im bude nagovještaj gradiva. Neki učenici istraže pa su u prednosti prilikom izrade praktičnog rada.*“

„*Uvodim pojmove, uzgredno i neobvezno, tijekom prethodnih predavanja tako da su učenicima poznati kada dođemo do obrade istih. Tako ih oni mogu staviti u neke okvire i mnogo im je lakše razumjeti ih.*“

Prema prikazanim rezultatima, u okviru strategije predučenja nastavnici najviše koriste aktivnosti usmenog ponavljanja kada na početku nastavnog sata s učenicima ponavljaju ključne pojmove korisne za novo gradivo i postavljaju pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje. Sljedeće najčešće korištene aktivnosti su primjena nastavnih materijala gdje više od polovice nastavnika izrađuje materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata kao i predlaboratorijske aktivnosti pri kojima koriste kratki razgovor prije eksperimenta u okviru strategije predučenja. Nastavnici su se izjasnili za najslabiju primjenu aktivnosti predučenja koje uključuju čitanje određenog teksta u udžbeniku bez obzira radi li se to zbog sudjelovanja učenika u mrežnim raspravama ili rješavanja kvizova i radnih listova. Od nastavnih sredstava u okviru strategije

predučenja vrlo slabo se koriste audiomaterijali jednako kao računalne simulacije i mrežni materijali kod predlaboratorijskih aktivnosti.

Razlike u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika detaljno su ispitane i raspravljene u sljedećem potpoglavlju.

#### 4.2.6. Razlike u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika

Kako bi se mogao dati cjelovit odgovor na drugo istraživačko pitanje postavljeno u ovom doktorskom radu: *Postoje li razlike u učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika kemije (spol, životna dob, primarno studijsko obrazovanje, nastavni predmeti, vrsta srednje škole i stečeno nastavničko iskustvo)?* kao i testirati šest pomoćnih hipoteza povezanih s glavnom alternativnom hipotezom, primijenjena je inferencijalna analiza.

Za svaku skupinu podataka ispitana je normalnost raspodjele pomoću Kolmogorov-Smirnovljevog testa s Lilliefors korekcijom (Lilliefors, 1967). S obzirom na to da su rezultati testa pokazali kako prikupljeni podatci ne udovoljavaju zahtjevima normalne raspodjele, primijenjeni su neparametrijski dvostrani Mann-Whitney U test i Kruskal-Wallis H test (razina značajnosti  $\alpha = 0,05$ ) koji omogućuju testiranje hipoteza na malim i asimetrično raspoređenim uzorcima. U daljnjem tekstu prikazani su statistički značajni rezultati dobiveni primjenom navedenih statističkih testova.

Za utvrđivanje razlika u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na spol nastavnika korišten je dvostrani neparametrijski Mann-Whitney U test za dvije nezavisne skupine ispitanika: skupina 1 – muški ( $N = 15$ ) i skupina 2 – ženski ( $N = 124$ ). U tablici 4.12 može se primijetiti da je za aktivnost *kratkog razgovora prije eksperimenta* rang srednje vrijednosti (engl. *Mean Rank*, MR) veći kod muških ispitanika te da postoji statistički značajna razlika (Mann-Whitney  $U = 1260,00$ ;  $N_M = 15$ ;  $N_{\text{ž}} = 124$ ;  $p = 0,022$ ) s obzirom na spol nastavnika.

**Tablica 4.12.** Rezultati Mann-Whitney U testa statističke značajnosti razlike u učestalosti primjene aktivnosti kratkog razgovora prije eksperimenta s obzirom na spol nastavnika ( $N_M = 15$ ;  $N_{\text{ž}} = 124$ )

| Stavka   | Skupina | N   | MR    | U       | z     | p     |
|--|---------|-----|-------|---------|-------|-------|
| Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada. | muški   | 15  | 92,00 | 1260,00 | 2,288 | 0,022 |
|  | ženski  | 124 | 67,34 |         |       |       |

Legenda: N – broj nastavnika; MR – rang srednje vrijednosti; p – empirijska razina značajnosti

Radi dobivanja jasnijeg opisa statistički značajnog utjecaja spola nastavnika na učestalost primjene predlaboratorijske aktivnosti kratkog razgovora prije eksperimenta, veličina učinka procijenjena je korištenjem osnovnog pokazatelja  $r$  (Cohen, 1988) prema sljedećoj formuli (Hrin i sur., 2016):

$$r = z / \sqrt{N} \quad (1)$$

U ovoj analizi vrijednosti su  $z = 2,288$  i  $N = 139$ , a pomoću gornje formule izračunata je vrijednost  $r = 0,19$ . Primjenom kriterija prema Cohen (1988) smatra se malom veličinom učinka (0,1 – mala veličina učinka, 0,3 – srednja veličina učinka i 0,5 – velika veličina učinka).

Kako bi se utvrdile razlike u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na životnu dob nastavnika korišten je neparametrijski Kruskal-Wallis H test za šest nezavisnih skupina: (1) mlađi od 30 godina, (2) 30 – 35 godina, (3) 36 – 40 godina, (4) 41 – 45 godina, (5) 46 – 55 godina i (6) stariji od 55 godina. Kruskal-Wallis H test pokazao je statistički značajnu razliku za stavku: *Prije predavanja učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje*,  $\chi^2(5) = 12,057$ ;  $p = 0,034$ , s najvećim rangom srednje vrijednosti (MR = 102,50) kod nastavnika mlađih od 30 godina (tablica 4.13).

**Tablica 4.13.** Rezultati Kruskal-Wallis H testa statističke značajnosti razlike u učestalosti primjene aktiviranja predznanja učenika s obzirom na životnu dob nastavnika (N(<30) = 7; N(30–35) = 20; N(36–40) = 19; N(41–45) = 23; N(46–55) = 52; N(>55) = 18)

| Stavka  | Skupina      | N  | MR     | $\chi^2$ | $p$   |
|---|--------------|----|--------|----------|-------|
| Prije predavanja učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje. | < 30 godina  | 7  | 102,50 | 12,057   | 0,034 |
|   | 30–35 godina | 20 | 70,00  |          |       |
|   | 36–40 godina | 19 | 74,03  |          |       |
|   | 41–45 godina | 23 | 60,30  |          |       |
|   | 46–55 godina | 52 | 74,47  |          |       |
|   | > 55 godina  | 18 | 52,58  |          |       |

Legenda: N – broj nastavnika; MR – rang srednje vrijednosti; p – empirijska razina značajnosti

Post-hoc Mann-Whitney U test (razina značajnosti  $\alpha = 0,05$ ) korišten je za utvrđivanje uzroka učinka dobivenog Kruskal-Wallis H testom. Rezultati u tablici 4.14 u pogledu primjene aktiviranja predznanja učenika postavljanjem pitanja otkrivaju statistički značajne razlike između sljedećih uspoređenih parova: (1) > 55/46 – 55 ( $U = 21,888$ ;  $p = 0,030$ ), (2) > 55/ < 30 ( $U = 49,917$ ;  $p = 0,002$ ), (3) 41 – 45/ < 30 ( $U = 42,196$ ;  $p = 0,008$ ) i (4) 30 – 35/ < 30 ( $U = 32,500$ ;  $p = 0,045$ ).



**Tablica 4.14.** Rezultati post-hoc Mann-Whitney U testa statističke značajnosti razlike za usporedbu parova skupina u učestalosti primjene aktiviranja predznanja učenika s obzirom na životnu dob nastavnika

| Parovi skupina | <i>U</i> | <i>p</i> |
|----------------|----------|----------|
| > 55/41–45     | 7,721    | 0,505    |
| > 55/30–35     | 17,417   | 0,146    |
| > 55/36–40     | 21,443   | 0,077    |
| > 55/46–55     | 21,888   | 0,030    |
| > 55/ < 30     | 49,917   | 0,002    |
| 41–45/30–35    | 9,696    | 0,389    |
| 41–45/36–40    | 13,722   | 0,230    |
| 41–45/46–55    | -14,167  | 0,125    |
| 41–45/ < 30    | 42,196   | 0,008    |
| 30–35/36–40    | -4,026   | 0,733    |
| 30–35/46–55    | -4,471   | 0,645    |
| 30–35/36–40    | -4,026   | 0,733    |
| 30–35/46–55    | -4,471   | 0,645    |
| 30–35/ < 30    | 32,500   | 0,045    |
| 36–40/46–55    | -,445    | 0,964    |
| 36–40/ < 30    | 28,474   | 0,080    |
| 46–55/ < 30    | 28,029   | 0,059    |

Na temelju navedenih rezultata prihvaćaju se hipoteze prema kojima postoje statistički značajne razlike u učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja s obzirom na spol i životnu dob nastavnika kemije. Rezultati Mann-Whitney U testa pokazali su da ne postoje statistički značajne razlike u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na primarno studijsko obrazovanje (nastavnik, inženjer/edukator) i vrstu srednje škole (gimnazija i strukovna škola). Isto tako, prema rezultatima Kruskal-Wallis H testa ne postoje statistički značajne razlike u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na nastavne predmete koje poučavaju i stečeno nastavničko iskustvo.

### 4.3. Rezultati drugog dijela istraživanja

Na početku izlaganja rezultata ovog dijela rada uspoređeni su odgovori nastavnika iz anketnog upitnika u prvom dijelu istraživanja „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“ s odgovorima učenika u sadržajno identičnom anketnom upitniku 1. Nakon toga je na temelju podataka prikupljenih ispitima znanja provjerena ujednačenost učenika usporednih skupina prema nekim relevantnim karakteristikama kao što su spol i predznanje.

#### 4.3.1. Usporedba odgovora nastavnika i učenika u anketnom upitniku „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“

Radi dobivanja cjelovitog odgovora na treće istraživačko pitanje postavljeno u ovom doktorskom radu: *Postoje li razlike između odgovora nastavnika i učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja o učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavi kemije?*, inferencijalnom analizom obrađeni su podatci dobiveni provođenjem anketnog upitnika za učenike i nastavnike „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“. Za svaku skupinu podataka ispitana je normalnost raspodjele pomoću Kolmogorov-Smirnovljevog testa s Lilliefors korekcijom (Lilliefors, 1967). S obzirom na to da su rezultati testa pokazali nezadovoljavanje zahtjeva normalne raspodjele, za utvrđivanje razlika u procjeni učestalosti primjene aktivnosti predučenja u nastavi kemije primijenjen je neparametrijski dvostrani Mann-Whitney U test (razina značajnosti  $\alpha = 0,05$ ) za dvije nezavisne skupine ispitanika: skupina 1 – učenici ( $N = 513$ ) i skupina 2 – nastavnici ( $N = 139$ ). Rezultati usporedbe odgovora učenika i nastavnika za svaku aktivnosti predučenja u tablici 4.15 pokazuju da statistički značajna razlika u procjeni učestalosti primjene aktivnosti predučenja u nastavi kemije ne postoji samo kod 4., 10. i 15. stavke upitnika.

**Tablica 4.15.** Rezultati Mann-Whitney U testa statističke značajnosti razlike u procjeni učestalosti primjene aktivnosti predučenja između učenika i nastavnika ( $N_U = 513$ ;  $N_N = 139$ )

| Redni broj stavke | Stavka (S)  | Skupina               | N          | MR               | <i>U</i>  | <i>p</i> |
|-------------------|---|-----------------------|------------|------------------|-----------|----------|
| 1.                | Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                      | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 312,78<br>377,13 | 42690,50  | 0,000    |
| 2.                | Učenici pomoću udžbenika odgovaraju na zadana pitanja vezana uz ključne pojmove koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.      | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 319,11<br>353,79 | 39447,00  | 0,024    |
| 3.                | Učenici pomoću udžbenika rješavaju radne listove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 319,76<br>351,39 | 39113,50  | 0,023    |
| 4.                | Učenici pomoću udžbenika rješavaju kviz s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.                         | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 322,17<br>342,48 | 37874,50  | 0,075    |
| 5.                | Učenici se uključuju u mrežnu raspravu radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata.                                 | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 258,61<br>577,06 | 70481,50  | 0,000    |
| 6.                | Učenici proučavaju tekstualno/slikovne materijale (Word, PDF, PPT) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.                               | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 305,54<br>403,85 | 46405,00  | 0,000    |
| 7.                | Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.   | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 313,34<br>375,07 | 42404,50  | 0,000    |
| 8.                | Učenici proučavaju audiovizualne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.  | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 307,81<br>395,50 | 45244,00  | 0,000    |
| 9.                | Učenici proučavaju digitalne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata.  | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 307,53<br>396,50 | 45383,50  | 0,000    |
| 10.               | Nastavnici izrađuju vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata. | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 330,13<br>313,12 | 33793,50  | 0,324    |
| 11.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom audiovizualnih materijala.   | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 287,81<br>469,29 | 55502,00  | 0,000    |
| 12.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom mrežnih materijala (tekst, videomaterijali, kviz).                               | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 288,96<br>465,05 | 54911,500 | 0,000    |

| Redni broj stavke | Stavka (S)   | Skupina               | N          | MR               | <i>U</i> | <i>p</i> |
|-------------------|--|-----------------------|------------|------------------|----------|----------|
| 13.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama.                                  | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 306,80<br>399,22 | 45762,00 | 0,000    |
| 14.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju čitanjem laboratorijskog priručnika.                      | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 269,20<br>537,99 | 65050,00 | 0,000    |
| 15.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada. | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 327,15<br>324,08 | 35317,50 | 0,860    |
| 16.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova.                               | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 292,56<br>451,74 | 53062,50 | 0,000    |
| 17.               | Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem teorijskih problema.                          | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 314,07<br>372,39 | 42032,00 | 0,001    |
| 18.               | Prije samog predavanja, učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje.               | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 318,38<br>356,45 | 39816,50 | 0,024    |
| 19.               | Prije samog predavanja, s učenicima ponavljam ključne pojmove korisne za novo nastavno gradivo.        | učenici<br>nastavnici | 513<br>139 | 383,33<br>116,76 | 6499,50  | 0,000    |

*Legenda: N – broj ispitanika; MR – rang srednje vrijednosti; p – empirijska razina značajnosti*

U tablici 4.15 može se primijetiti da je za gotovo sve stavke s utvrđenom statistički značajnom razlikom rang srednje vrijednosti (MR) veći kod nastavnika što upućuje da nastavnici procjenjuju značajno veću primjenu aktivnosti predučenja u nastavi kemije. Veći rang srednje vrijednosti (MR) kod učenika uočen je samo za 19. stavku koja opisuje aktivnosti ponavljanja ključnih pojmova korisnih za novo nastavno gradivo. Na temelju navedenog prihvaća se hipoteza prema kojoj postoji statistički značajna razlika između odgovora nastavnika i učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja o učestalosti primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavi kemije.

### 4.3.2. Usporedba eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na spol i predznanje

Deskriptivni podatci za spolnu raspodjelu u usporednim skupinama kod sva tri testiranja pokazali su znatno veću zastupljenost ženskog spola (tablica 4.16).

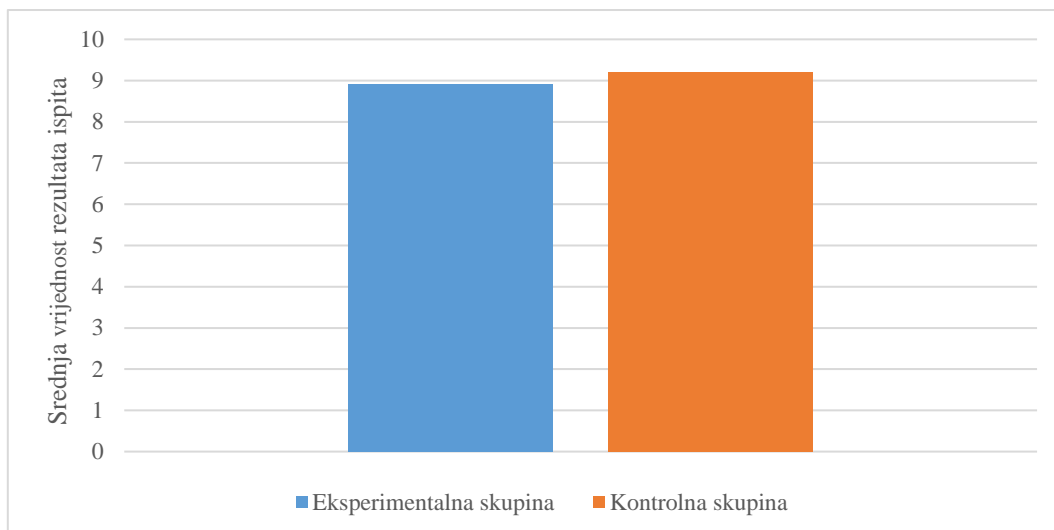
**Tablica 4.16.** Rezultati  $\chi^2$ -testa za raspodjelu učenika s obzirom na spol u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini za sva testiranja

| Ispit znanja | Skupina         | Spol  |        |        | $\chi^2$ | df | p     |
|--------------|-----------------|-------|--------|--------|----------|----|-------|
|              |                 | Muški | Ženski | Ukupno |          |    |       |
| Preliminarni | Eksperimentalna | 91    | 163    | 254    | 0,898    | 1  | 0,343 |
|              | Kontrolna       | 100   | 159    | 259    |          |    |       |
| Završni      | Eksperimentalna | 93    | 176    | 269    | 0,374    | 1  | 0,541 |
|              | Kontrolna       | 109   | 162    | 271    |          |    |       |
| Retencijski  | Eksperimentalna | 92    | 148    | 240    | 0,371    | 1  | 0,542 |
|              | Kontrolna       | 88    | 166    | 254    |          |    |       |

Legenda:  $\chi^2$  – hi-kvadrat test; df – stupnjevi slobode; p – empirijska razina značajnosti

Provjera ujednačenosti učenika eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na spol provedena je  $\chi^2$ -testom. Prema podatcima u tablici 4.16, kod preliminarnog ispita znanja ne postoji statistički značajna razlika,  $\chi^2(1) = 0,898$ ;  $p = 0,343$ , u omjerima učenika između usporednih skupina s obzirom na spol. Kod završnog ispita znanja također ne postoji statistički značajna razlika,  $\chi^2(1) = 0,374$ ;  $p = 0,541$ , u omjerima učenika između usporednih skupina s obzirom na spol kao niti kod retencijskog ispita znanja,  $\chi^2(1) = 0,371$ ;  $p = 0,542$ .

Preliminarni ispit znanja proveden je radi utvrđivanja ujednačenosti učenika eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na predznanje. Deskriptivni podatci preliminarnog testiranja pokazali su da učenici kontrolne skupine ( $M = 9,22$ ;  $SD = 2,95$ ) imaju u prosjeku neznatno više bodova u odnosu na učenike eksperimentalne skupine ( $M = 8,92$ ;  $SD = 2,90$ ; slika 4.9).



**Slika 4.9.** Usporedba srednjih vrijednosti rezultata ostvarenih na preliminarnom ispitu znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine

Kolmogorov-Smirnovljev test uz Lilliefors korekciju (Lilliefors, 1967) pokazao je da raspodjela rezultata preliminarnog ispita znanja odgovara normalnoj raspodjeli ( $p < 0,001$ ). Za uspoređivanje rezultata dviju skupina dobiveni podatci obrađeni su dvostranim t-testom za nezavisne uzorke (razina značajnosti  $\alpha = 0,05$ ). Levene testom za ispitivanje homogenosti varijance dobiven je F omjer koji nije statistički značajan ( $F = 0,001$ ;  $p = 0,975$ ) što upućuje da se u analizi mogu koristiti podatci za pretpostavku o homogenosti varijance između skupina. Rezultati t-testa u tablici 4.17 pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika,  $t(511) = -1,156$ ;  $p = 0,248$ , između postignuća učenika u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini na preliminarnom ispitu znanja te da se usporedne skupine mogu smatrati ujednačene prema predznanju.

**Tablica 4.17.** Rezultati analize t-testom za nezavisne uzorke za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu na preliminarnom ispitu znanja ( $N_{uk} = 513$ )

| Skupina         | N   | M    | SD   | t       | df  | p     |
|-----------------|-----|------|------|---------|-----|-------|
| Eksperimentalna | 254 | 8,92 | 2,90 | -1,156* | 511 | 0,248 |
| Kontrolna       | 259 | 9,22 | 2,95 |         |     |       |

Legenda: N – broj učenika; M – srednja vrijednost; SD – standardna devijacija; t – t-test; df – stupnjevi slobode; p – empirijska razina značajnosti;  $*\alpha = 0,05$

### **4.3.3. Učinak poučavanja uz primjenu mrežnih materijala za predučenje na postignuća učenika na ispitima znanja**

Za dobivanja odgovora na četvrto istraživačko pitanje postavljeno u ovom radu: *Postoje li razlike u usvojenosti i trajnosti usvojenog znanja iz nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana koje su posljedica poučavanja uz primjenu novih MMP-materijala kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja?* te radi provjere ispravnosti dviju alternativnih hipoteza bilo je potrebno utvrditi postoji li statistički značajna razlika u postignućima učenika eksperimentalne i kontrolne skupine pri završnom i retencijskom testiranju.

Statistički značajna razlika u usvojenosti i trajnosti usvojenog znanja u korist eksperimentalne skupine koja je bila izložena intervenciji ukazivala bi na pozitivan utjecaj poučavanja uz primjenu MMP-materijala dok bi statistički značajna razlika u usvojenosti i trajnosti usvojenog znanja u korist kontrolne skupine ukazivala na pozitivan utjecaj poučavanja bez primjene MMP-materijala. Ako bi se utvrdilo da ne postoji statistički značajna razlika između skupina, zaključak bi mogao biti da nema učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost i trajnost usvojenog znanja kod učenika (Šimičić, 2018).

#### **4.3.3.1. Usporedba rezultata završnog ispita znanja između skupina**

Za provjeru učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja analizirani su rezultati završnog ispita znanja koji su učenici eksperimentalne i kontrolne skupine rješavali neposredno nakon obrade predviđenih nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana. Rezultati završnog testiranja prikazani su i uspoređeni u tablici 4.18. Deskriptivni podatci pokazuju da učenici eksperimentalne skupine ( $M = 11,17$ ;  $SD = 4,60$ ) imaju prosječno više bodova u odnosu na učenike kontrolne skupine ( $M = 9,96$ ;  $SD = 4,13$ ).

Kolmogorov-Smirnovljev test uz Lilliefors korekciju (Lilliefors, 1967) pokazao je da raspodjela rezultata završnog ispita znanja odgovara normalnoj raspodjeli ( $p < 0,001$ ). Za uspoređivanje rezultata dviju skupina dobiveni podatci obrađeni su dvostranim t-testom za nezavisne uzorke (razina značajnosti  $\alpha = 0,05$ ). Levene testom za ispitivanje homogenosti varijance dobiven je F omjer koji nije statistički značajan ( $F = 2,538$ ;  $p = 0,112$ ) što upućuje da se u analizi mogu koristiti podatci za pretpostavku o homogenosti varijance između skupina. Rezultati t-testa u tablici 4.18 pokazuju da postoji statistički značajna razlika,  $t(538) = 3,217$ ;  $p = 0,001$ , između srednjih vrijednosti rezultata završnog testiranja učenika u eksperimentalnoj i

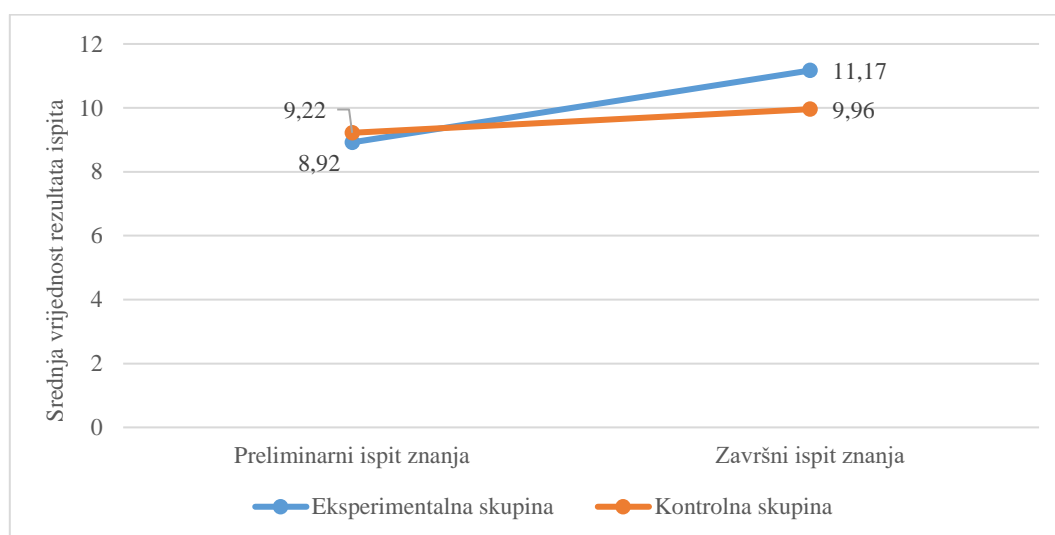
kontrolnoj skupini, odnosno da su rezultati učenika eksperimentalne skupine statistički značajno bolji.

**Tablica 4.18.** Rezultati analize t-testom za nezavisne uzorke za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu na završnom ispitu znanja ( $N_{uk} = 540$ )

| Skupina         | N   | M     | SD   | t      | df  | p     |
|-----------------|-----|-------|------|--------|-----|-------|
| Eksperimentalna | 269 | 11,17 | 4,60 | 3,217* | 538 | 0,001 |
| Kontrolna       | 271 | 9,96  | 4,13 |        |     |       |

Legenda: N – broj učenika; M – srednja vrijednost; SD – standardna devijacija; t – t-test; df – stupnjevi slobode; p – empirijska razina značajnosti;  $\alpha = 0,05$

Na slici 4.10 može se uočiti ujednačenost rezultata za obje skupine u preliminarnom ispitu znanja dok su u završnom ispitu znanja bolji rezultati kod eksperimentalne skupine.



**Slika 4.10.** Prosječni rezultati eksperimentalne i kontrolne skupine na preliminarnom i završnom testiranju

Uz pretpostavku da je nastala poučavanjem uz primjenu MMP-materijala, razlika između srednjih vrijednosti rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine pri završnom testiranju kvantitativno je izražena veličinom učinka. Dobivena je standardizirana mjera veličine učinka  $Cohen\ d = 0,29$  koja prema Cohen i sur. (2007) pripada među male veličine učinka i pokazuje prekrivanje distribucija oko 79 %, odnosno njihovo neprekrivanje oko 21 %. Navedena vrijednost predstavlja skromni učinak i ne može se govoriti o utjecaju poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojeno znanje učenika kao o nekoj izrazitoj promjeni, ali potvrđuje da je njihovom primjenom eksperimentalna skupina uspješnija od kontrolne u završnom testiranju.



Za podatke prikupljene završnim ispitom znanja također je provedena inferencijalna analiza t-testom za nezavisne uzorke uzimajući u obzir samo uzorak od 380 učenika koji su sudjelovali u sva tri testiranja. Dobiveni rezultati ukazali su na postojanje statistički značajne razlike između srednjih vrijednosti rezultata završnog testiranja učenika u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini, odnosno da su rezultati učenika eksperimentalne skupine statistički značajno bolji.

Prema prikazanim rezultatima učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja, učenici u eksperimentalnoj skupini koji su se za nastavu kemije pripremali primjenom MMP-materijala postigli su značajno bolje rezultate pri završnom ispitu znanja od učenika kontrolne skupine koji nisu imali interakciju s MMP-materijalima. Na temelju navedenog prihvaća se hipoteza prema kojoj postoji statistički značajna razlika u usvojenosti znanja s obzirom na poučavanje uz primjenu MMP-materijala u nastavi kemije kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja (eksperimentalna vs. kontrolna skupina).

#### **4.3.3.2. Usporedba rezultata retencijskog ispita znanja između skupina**

Za provjeru učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost usvojenog znanja analizirani su rezultati retencijskog ispita znanja koji su učenici eksperimentalne i kontrolne skupine rješavali dva mjeseca nakon obrade predviđenih nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana. Rezultati retencijskog testiranja prikazani su i uspoređeni u tablici 4.19. Deskriptivni podatci pokazuju da učenici eksperimentalne skupine ( $M = 10,90$ ;  $SD = 4,20$ ) imaju prosječno više bodova u odnosu na učenike kontrolne skupine ( $M = 9,24$ ;  $SD = 4,52$ ).

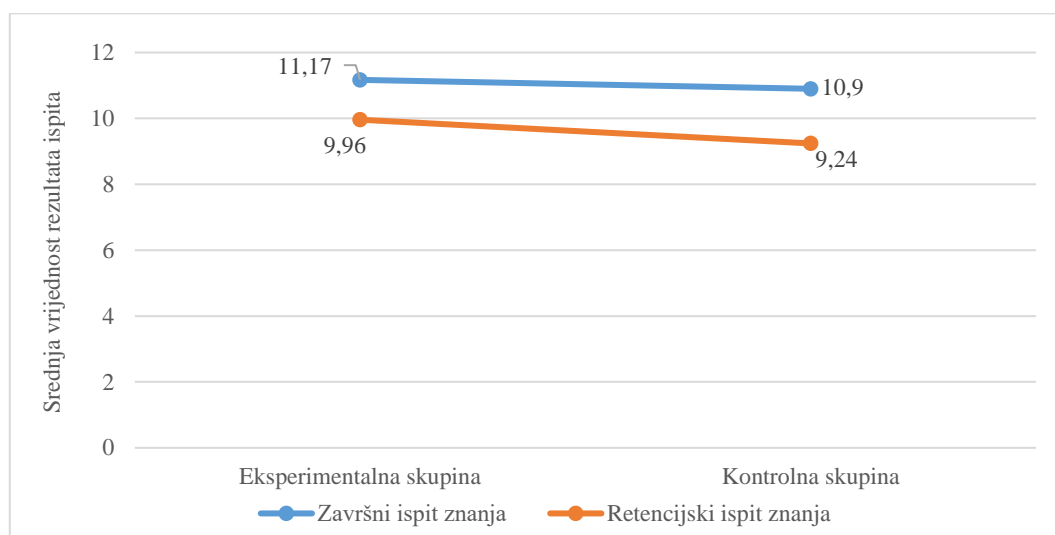
Normalnost raspodjele rezultata retencijskog ispita znanja utvrđena je primjenom Kolmogorov-Smirnovljevog testa uz Lilliefors korekciju (Lilliefors, 1967) ( $p < 0,001$ ). Levene testom za ispitivanje homogenosti varijance dobiven je F omjer koji nije statistički značajan ( $F = 1,681$ ;  $p = 0,195$ ) što upućuje da se u analizi mogu koristiti podatci za pretpostavku o homogenosti varijance između skupina. T-testom za nezavisne uzorke (razina značajnosti  $\alpha = 0,05$ ) utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika,  $t(492) = 4,220$ ;  $p < 0,001$ , između srednjih vrijednosti rezultata retencijskog testiranja učenika u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini, odnosno da su rezultati učenika eksperimentalne skupine statistički značajno bolji.

**Tablica 4.19.** Rezultati analize t-testom za nezavisne uzorke za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu na retencijskom ispitu znanja ( $N_{uk} = 494$ )

| Skupina         | N   | M     | SD   | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>p</i> |
|-----------------|-----|-------|------|----------|-----------|----------|
| Eksperimentalna | 240 | 10,90 | 4,20 | 4,220*   | 492       | 0,000    |
| Kontrolna       | 254 | 9,24  | 4,52 |          |           |          |

Legenda: *N* – broj učenika; *M* – srednja vrijednost; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *df* – stupnjevi slobode; *p* – empirijska razina značajnosti; \* $\alpha = 0,05$

Na slici 4.11 može se uočiti kako su kod pojedinih ispita znanja različite promjene između usporednih skupina. Rezultati retencijskog ispita znanja lošiji su kod obje skupine u odnosu na završni ispit, ali je razlika tih rezultata nešto veća u korist eksperimentalne skupine.



**Slika 4.11.** Prosječni rezultati eksperimentalne i kontrolne skupine na završnom i retencijskom testiranju

Uz pretpostavku da je nastala poučavanjem uz primjenu MMP-materijala, razlika između srednjih vrijednosti rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine pri retencijskom testiranju kvantitativno je izražena veličinom učinka. Dobivena je standardizirana mjera veličine učinka  $Cohen\ d = 0,37$  koja prema Cohen i sur. (2007) pripada među male veličine učinka i pokazuje prekrivanje distribucija oko 74 %, odnosno njihovo neprekrivanje oko 26 %. Navedena vrijednost predstavlja skromni učinak i ne može se govoriti o utjecaju poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost usvojenog znanja učenika kao o nekoj izrazitoj promjeni, ali potvrđuje da je njihovom primjenom eksperimentalna skupina uspješnija od kontrolne u retencijskom testiranju.

Za podatke prikupljene retencijskim ispitom znanja također je provedena inferencijalna analiza t-testom za nezavisne uzorke uzimajući u obzir samo uzorak od 380 učenika koji su sudjelovali

u sva tri testiranja. Dobiveni rezultati ukazali su na postojanje statistički značajne razlike između srednjih vrijednosti rezultata retencijskog testiranja učenika u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini, odnosno da su rezultati učenika eksperimentalne skupine statistički značajno bolji.

Prema prikazanim rezultatima učinka poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost usvojenog znanja, učenici u eksperimentalnoj skupini koji su se za nastavu kemije pripremali primjenom MMP-materijala postigli su značajno bolje rezultate pri retencijskom ispitu znanja od učenika kontrolne skupine koji nisu imali interakciju s MMP-materijalima. Na temelju navedenog prihvaća se hipoteza prema kojoj postoji statistički značajna razlika u trajnosti usvojenog znanja s obzirom na poučavanje uz primjenu MMP-materijala u nastavi kemije kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja (eksperimentalna vs. kontrolna skupina).

U nastavku su provedene usporedbe rezultata dobivenih završnim i retencijskim testiranjem učenika unutar ispitivanih skupina.

#### **4.3.4. Učinak poučavanja uz primjenu mrežnih materijala za predučenje na postignuća učenika na ispitima znanja unutar skupina**

U ovom dijelu rada opisani su rezultati dobiveni primjenom t-testa za zavisne uzorke kojim se nastojalo provjeriti postoji li unutar eksperimentalne i kontrolne skupine statistički značajna razlika između postignuća učenika na završnom ispitu znanja koji su rješavali neposredno nakon obrade nastavnih sadržaja i postignuća učenika na retencijskom ispitu znanja koji su rješavali dva mjeseca nakon obrade nastavnih sadržaja.

Rezultati završnog i retencijskog ispita znanja za eksperimentalnu skupinu prikazani su i uspoređeni u tablici 4.20. Deskriptivni podatci pokazuju da učenici eksperimentalne skupine imaju prosječno više bodova u završnom ispitu znanja ( $M = 11,02$ ;  $SD = 4,26$ ) u odnosu na retencijski ispit znanja ( $M = 10,90$ ;  $SD = 4,20$ ). Normalnost raspodjele rezultata završnog i retencijskog ispita znanja utvrđena je primjenom Kolmogorov-Smirnovljevog testa u prethodnim potpoglavljima. T-testom za zavisne uzorke utvrđeno je da u eksperimentalnoj skupini ne postoji statistički značajna razlika,  $t(239) = 0,307$ ;  $p = 0,759$ , između srednjih vrijednosti rezultata učenika na završnom i retencijskom ispitu znanja. Znanje učenika eksperimentalne skupine nije se statistički značajno promijenilo između pojedinih mjerenja znanja.

**Tablica 4.20.** Rezultati analize t-testom za zavisne uzorke za eksperimentalnu skupinu na završnom i retencijskom ispitu znanja ( $N_{uk} = 480$ )

| Ispiti znanja | Eksperimentalna skupina |       |      | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>p</i> |
|---------------|-------------------------|-------|------|----------|-----------|----------|
|               | N                       | M     | SD   |          |           |          |
| Završni       | 240                     | 11,02 | 4,26 | 0,307*   | 239       | 0,759    |
| Retencijski   | 240                     | 10,90 | 4,20 |          |           |          |

Legenda: *N* – broj učenika; *M* – srednja vrijednost; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *df* – stupnjevi slobode; *p* – empirijska razina značajnosti;  $*\alpha = 0,05$

Rezultati završnog i retencijskog ispita znanja za kontrolnu skupinu prikazani su i uspoređeni u tablici 4.21. Deskriptivni podatci pokazuju da učenici kontrolne skupine imaju prosječno više bodova u završnom ispitu znanja ( $M = 10,21$ ;  $SD = 4,03$ ) u odnosu na retencijski ispit znanja ( $M = 9,24$ ;  $SD = 4,52$ ). Normalnost raspodjele rezultata završnog i retencijskog ispita znanja utvrđena je primjenom Kolmogorov-Smirnovljevog testa u prethodnim potpoglavljima. T-testom za zavisne uzorke utvrđeno je da u kontrolnoj skupini postoji statistički značajna razlika,  $t(253) = 2,797$ ;  $p = 0,006$ , između srednjih vrijednosti rezultata učenika na završnom i retencijskom ispitu znanja.

**Tablica 4.21.** Rezultati analize t-testom za zavisne uzorke za kontrolnu skupinu na završnom i retencijskom ispitu znanja ( $N_{uk} = 508$ )

| Ispiti znanja | Kontrolna skupina |       |      | <i>t</i> | <i>df</i> | <i>p</i> |
|---------------|-------------------|-------|------|----------|-----------|----------|
|               | N                 | M     | SD   |          |           |          |
| Završni       | 254               | 10,21 | 4,03 | 2,797*   | 253       | 0,006    |
| Retencijski   | 254               | 9,24  | 4,52 |          |           |          |

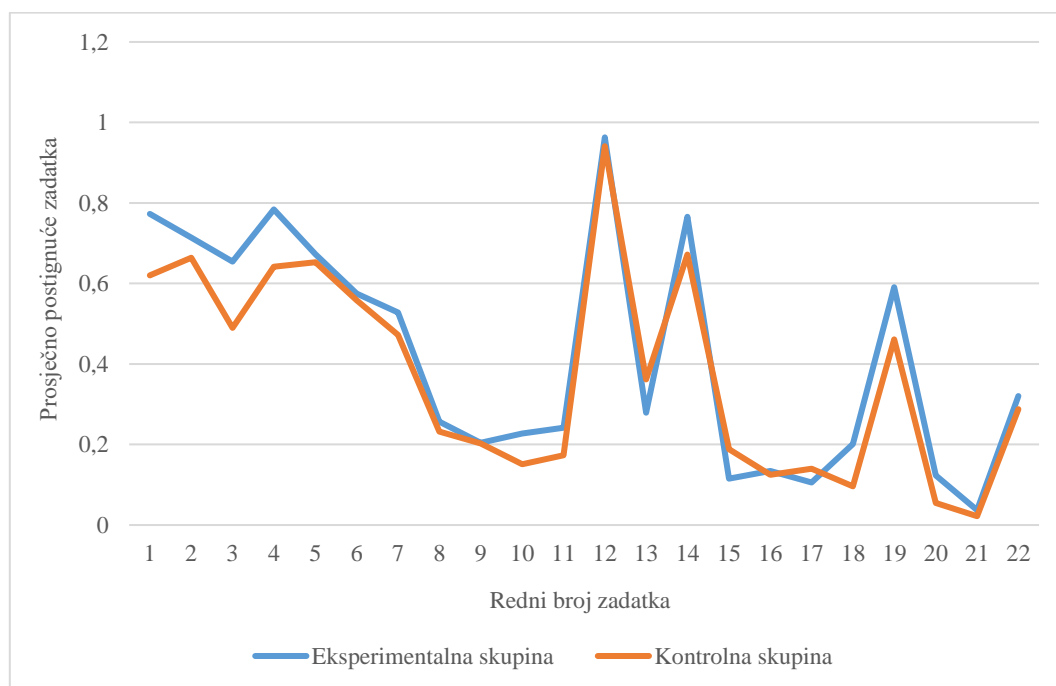
Legenda: *N* – broj učenika; *M* – srednja vrijednost; *SD* – standardna devijacija; *t* – t-test; *df* – stupnjevi slobode; *p* – empirijska razina značajnosti;  $*\alpha = 0,05$

Znanje učenika eksperimentalne skupine nije se značajno promijenilo između pojedinih mjerenja znanja dok u kontrolnoj skupini postoji značajna razlika rezultata učenika na završnom i retencijskom ispitu znanja. Rezultati dobiveni ovom analizom također upućuju da primjena MMP-materijala uz tradicionalni pristup poučavanju nastavnih sadržaja o alkanima i cikloalkanima vodi do bolje usvojenosti znanja i veće trajnosti usvojenog znanja kod učenika.

U daljnjem tekstu uspoređeni su rezultati pojedinačnih zadataka u ispitima znanja kao i rezultati eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na spol ispitanika.

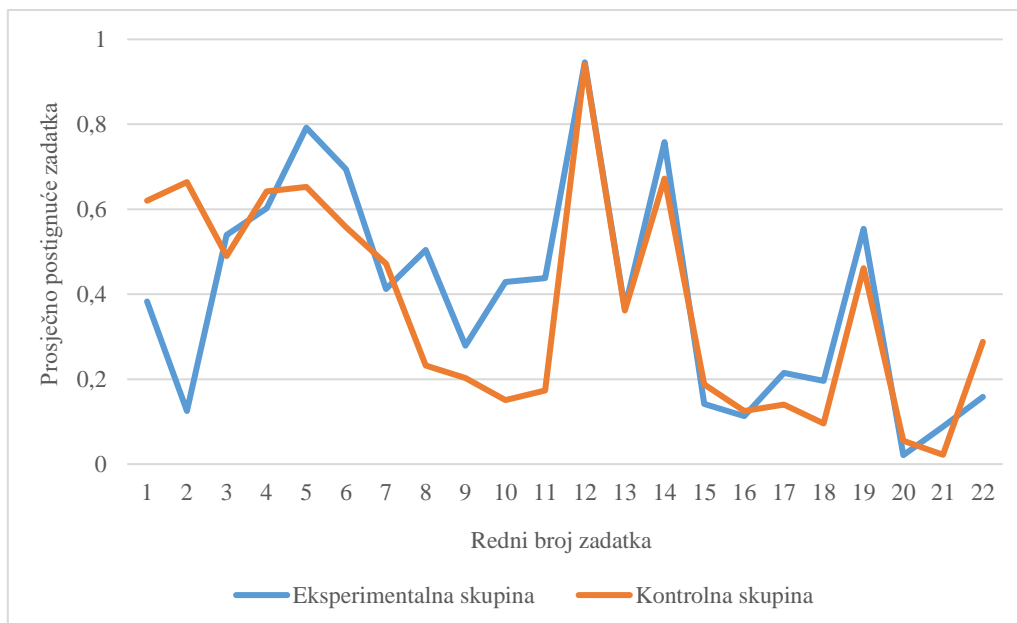
#### 4.3.5. Učinak poučavanja uz primjenu mrežnih materijala za predučenje na rezultate pojedinačnih zadataka u ispitima znanja

Prilikom provedbe analize postignuća učenika na završnom i retencijskom ispitu znanja bilo je važno utvrditi postoji li razlika u postignućima između usporednih skupina i u pojedinačnim zadacima odnosno česticama. Prosječna postignuća za svaki zadatak (omjer srednje vrijednosti rezultata i ukupnog broja bodova u zadatku) u završnom ispitu znanja prikazana su usporedno za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu na slici 4.12. Na grafičkom prikazu može se uočiti kako su učenici eksperimentalne skupine postigli iste ili bolje rezultate u odnosu na učenike kontrolne skupine u gotovo svim zadacima završnog ispita znanja. Znatno su bolji u 1., 2., 3., 4., 7., 10., 11., 14., 18., 19. i 20. zadatku dok su učenici kontrolne skupine nešto bolji u 13., 15. i 17. zadatku.



**Slika 4.12.** Usporedba prosječnih postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine po zadacima u završnom ispitu znanja

Učenici eksperimentalne skupine postigli su iste ili bolje rezultate u odnosu na učenike kontrolne skupine i u većini zadataka retencijskog ispita znanja (slika 4.13). Rezultati su ujednaženi kod 3., 4., 7., 12., 13. i 16. zadatka dok su učenici kontrolne skupine nešto bolji u 1., 2., 15., 20. i 22. zadatku.



**Slika 4.13.** Usporedba prosječnih postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine po zadacima u retencijskom ispitu znanja

Pomoću prikazanih usporedbi rezultata za pojedinačne zadatke odnosno čestice završnog i retencijskog ispita znanja moguće je dodatno potkrijepiti zaključak kako su učenici koji su imali interakciju s MMP-materijalima uspješnije savladali nastavne sadržaje o alkanima i cikloalkanima.

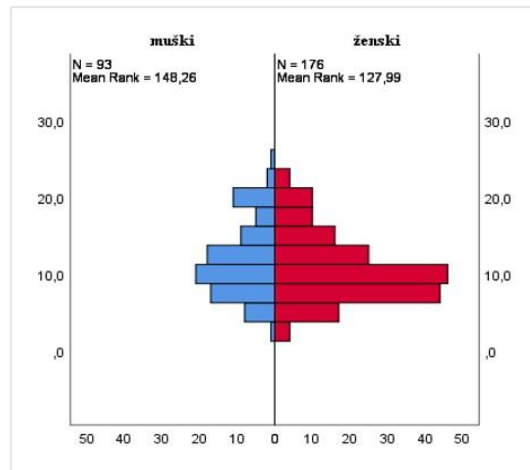
#### 4.3.6. Usporedba rezultata eksperimentalne i kontrolne skupine s obzirom na spol ispitanika

Rezultati učenika<sup>9</sup> i učenica u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini uspoređeni su kako bi se dobila potpunija povratna informacija o tome utječe li poučavanje uz primjenu MMP-materijala jednako na postignuća muške i ženske populacije ispitanika. Svaka skupina podataka testirana je na normalnost raspodjele Kolmogorov-Smirnovljevim testom s Lilliefors korekcijom (Lilliefors, 1967). Rezultati navedenog testa pokazali su da prikupljeni podatci ne udovoljavaju zahtjevima normalne raspodjele ( $p < 0,05$ ) te je za ovu analizu korišten neparametrijski Mann-Whitney U test (razina značajnosti  $\alpha = 0,05$ ) uz ispunjenu pretpostavku o nezavisnosti opažanja.

<sup>9</sup> U ovom potpoglavlju doktorskog rada pod pojmom učenici podrazumijeva se samo muški spol ispitanika.

#### 4.3.6.1. Usporedba rezultata ispita znanja s obzirom na spol ispitanika unutar skupina

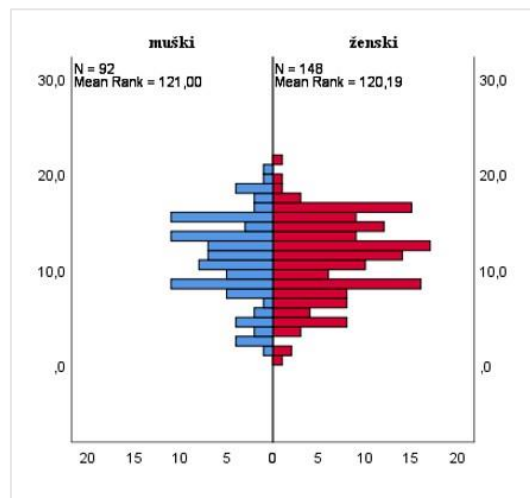
Rezultati završnog ispita znanja kod učenika i učenica eksperimentalne skupine prikazani su na slici 4.14. Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenika (MR = 148,26) veći nego kod učenica (MR = 127,99).



**Slika 4.14.** Usporedba postignuća učenika i učenica eksperimentalne skupine na završnom ispitu znanja (N = 269)

Mann-Whitney U testom dokazano je da postoji statistički značajna razlika u postignućima na završnom testiranju s obzirom na spol ispitanika eksperimentalne skupine (Mann-Whitney U = 6951,00;  $N_M = 93$ ,  $N_{\bar{z}} = 176$ ;  $p = 0,042$ ).

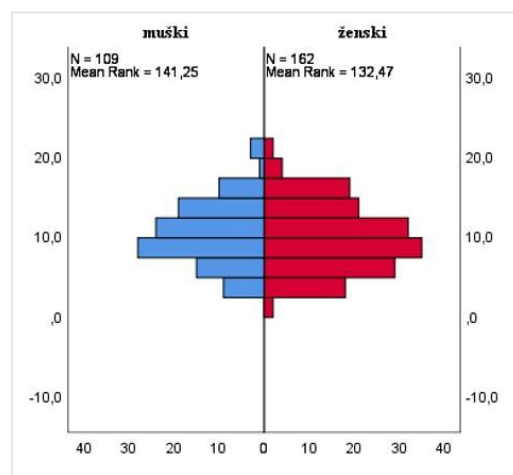
Usporedba rezultata retencijskog ispita znanja kod učenika i učenica eksperimentalne skupine prikazana je na slici 4.15.



**Slika 4.15.** Usporedba postignuća učenika i učenica eksperimentalne skupine na retencijskom ispitu znanja (N = 240)

Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenika (MR = 121,00) neznatno veći nego kod učenica (MR = 120,19). Mann-Whitney U testom dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika u postignućima na retencijskom testiranju s obzirom na spol ispitanika eksperimentalne skupine (Mann-Whitney  $U = 6762,00$ ;  $N_M = 92$ ,  $N_{\bar{z}} = 148$ ;  $p = 0,930$ ).

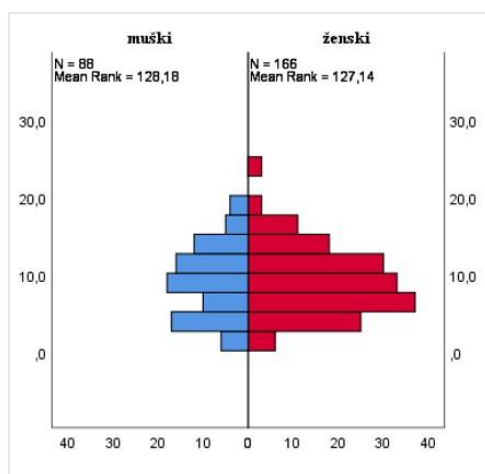
Rezultati završnog ispita znanja kod učenika i učenica kontrolne skupine prikazani su na slici 4.16. Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenika (MR = 141,25) veći nego kod učenica (MR = 132,47). Mann-Whitney U testom dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika u postignućima na završnom testiranju s obzirom na spol ispitanika kontrolne skupine (Mann-Whitney  $U = 8256,50$ ;  $N_M = 109$ ,  $N_{\bar{z}} = 162$ ;  $p = 0,365$ ).



**Slika 4.16.** Usporedba postignuća učenika i učenica kontrolne skupine na završnom ispitu znanja (N = 271)

Usporedba rezultata retencijskog ispita znanja kod učenika i učenica kontrolne skupine prikazana je na slici 4.17. Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenika (MR = 128,18) neznatno veći nego kod učenica (MR = 127,14). Mann-Whitney U testom dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika u postignućima na retencijskom testiranju s obzirom na spol ispitanika kontrolne skupine (Mann-Whitney  $U = 6762,00$ ;  $N_M = 88$ ,  $N_{\bar{z}} = 166$ ;  $p = 0,930$ ).



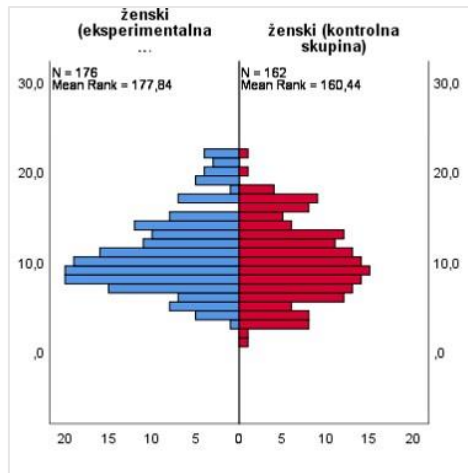


**Slika 4.17.** Usporedba postignuća učenika i učenica kontrolne skupine na retencijskom ispitu znanja (N = 254)

Na temelju predstavljenih usporedbi rezultata ispita znanja između učenika i učenica unutar skupina uočeno je da su rangovi srednjih vrijednosti veći kod učenika u obje skupine i u oba testiranja dok su statistički značajno uspješniji samo učenici eksperimentalne skupine u završnom testiranju. Rezultati Mann-Whitney U testa potvrđuju pozitivan učinak poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja kod muških ispitanika eksperimentalne skupine.

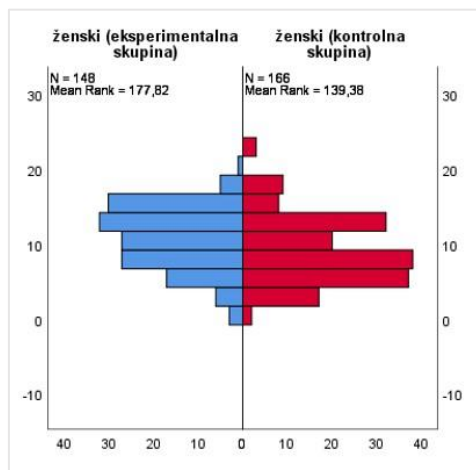
#### 4.3.6.2. Usporedba rezultata ispita znanja s obzirom na spol ispitanika između skupina

Rezultati završnog ispita znanja kod učenica eksperimentalne i učenica kontrolne skupine prikazani su na slici 4.18. Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenica eksperimentalne skupine (MR = 177,84) veći nego kod učenica kontrolne skupine (MR = 160,44). Mann-Whitney U testom dokazano je da ne postoji statistički značajna razlika u postignućima na završnom testiranju između učenica u obje skupine (Mann-Whitney  $U = 12788,00$ ;  $N_E = 176$ ,  $N_K = 162$ ;  $p = 0,102$ ).



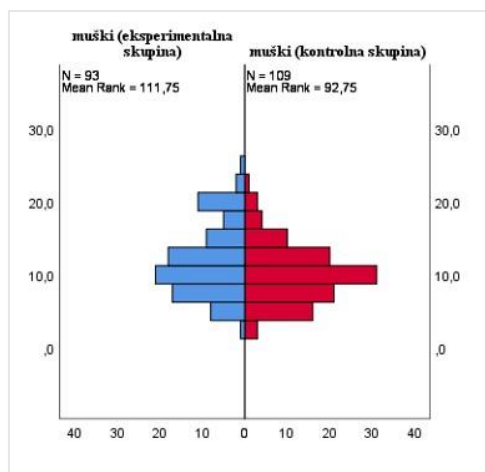
**Slika 4.18.** Usporedba postignuća učenica eksperimentalne i kontrolne skupine na završnom ispitu znanja (N = 338)

Usporedba rezultata retencijskog ispita znanja kod učenica eksperimentalne i učenica kontrolne skupine prikazana je na slici 4.19. Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenica eksperimentalne skupine (MR = 177,82) znatno veći nego kod učenica kontrolne skupine (MR = 139,38). Mann-Whitney U testom dokazano je da postoji statistički značajna razlika u postignućima na retencijskom testiranju između učenica u usporednim skupinama (Mann-Whitney  $U = 9276,50$ ;  $N_E = 148$ ,  $N_K = 166$ ;  $p = 0,000$ ).



**Slika 4.19.** Usporedba postignuća učenica eksperimentalne i kontrolne skupine na retencijskom ispitu znanja (N = 314)

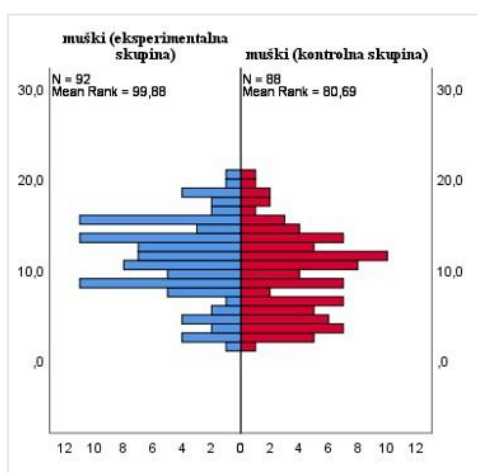
Rezultati završnog ispita znanja kod učenika eksperimentalne i učenika kontrolne skupine prikazani su na slici 4.20. Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenika eksperimentalne skupine (MR = 111,75) veći nego kod učenika kontrolne skupine (MR = 92,75).



**Slika 4.20.** Usporedba postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine na završnom ispitu znanja (N = 202)

Mann-Whitney U testom dokazano je da postoji statistički značajna razlika u postignućima na završnom testiranju između učenika u usporednim skupinama (Mann-Whitney  $U = 4115,00$ ;  $N_E = 93$ ,  $N_K = 109$ ;  $p = 0,021$ ).

Rezultati retencijskog ispita znanja kod učenika eksperimentalne i učenika kontrolne skupine prikazani su na slici 4.21. Na grafičkom prikazu može se uočiti da je rang srednje vrijednosti kod učenika eksperimentalne skupine (MR = 99,88) veći nego kod učenika kontrolne skupine (MR = 80,69). Mann-Whitney U testom dokazano je da postoji statistički značajna razlika u postignućima na retencijskom testiranju između učenika u usporednim skupinama (Mann-Whitney  $U = 3185,00$ ;  $N_E = 92$ ,  $N_K = 88$ ;  $p = 0,013$ ).



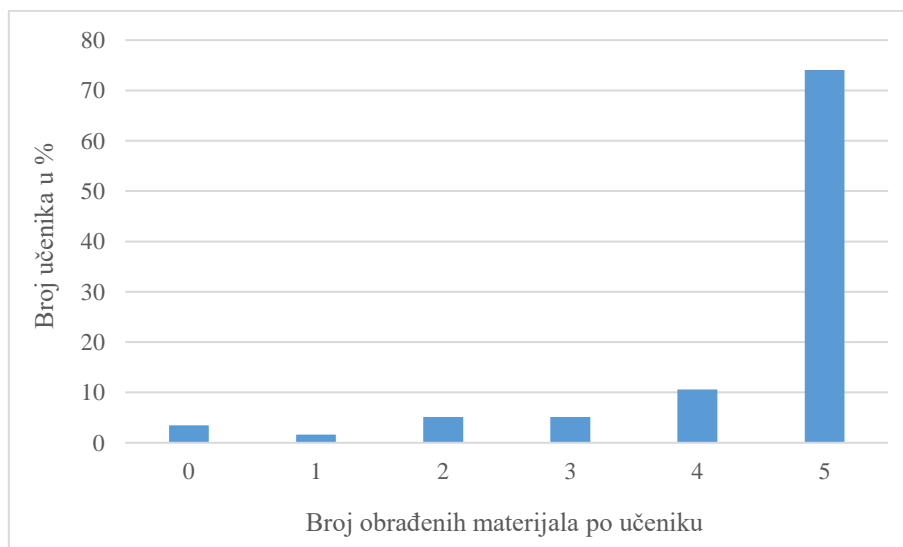
**Slika 4.21.** Usporedba postignuća učenika eksperimentalne i kontrolne skupine na retencijskom ispitu znanja (N = 180)

Na temelju usporedbi rezultata ispita znanja između učenika eksperimentalne i kontrolne skupine kao i učenica eksperimentalne i kontrolne skupine uočeno je da su u oba testiranja rangovi srednjih vrijednosti veći kod učenika i učenica eksperimentalne skupine, a statistički značajno uspješniji su učenici eksperimentalne skupine u oba testiranja i učenice eksperimentalne skupine u retencijskom testiranju. Rezultati Mann-Whitney U testa potvrđuju pozitivan učinak poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja i trajnost usvojenog znanja kod muških ispitanika eksperimentalne skupine te na trajnost usvojenog znanja kod ženskih ispitanika eksperimentalne skupine.

#### 4.3.7. Evaluacija primjene materijala za predučenje

Nakon završnog ispita znanja učenici eksperimentalne skupine popunjavali su upitnik 2 „Evaluacija primjene materijala za predučenje“ pomoću kojeg se nastojalo saznati njihovo mišljenje o primjeni i učinkovitosti MMP-materijala (dalje u potpoglavlju: materijali), mogućim poteškoćama s kojima su se susretali pri radu kao i mišljenje o tijeku istraživanja. Teško je na objektivan način procijeniti kako su i pod kojim uvjetima učenici radili s materijalima, a ovim upitnikom dobili su priliku iskreno i anonimno odgovoriti na pitanja o svojem iskustvu. Isto tako, pomoću podataka prikupljenih ovim upitnikom istraživačima je omogućeno dobivanje kvalitetnijeg uvida u proces implementacije materijala. U ovom dijelu izneseni su rezultati dobiveni obradom 255 valjano popunjenih upitnika.

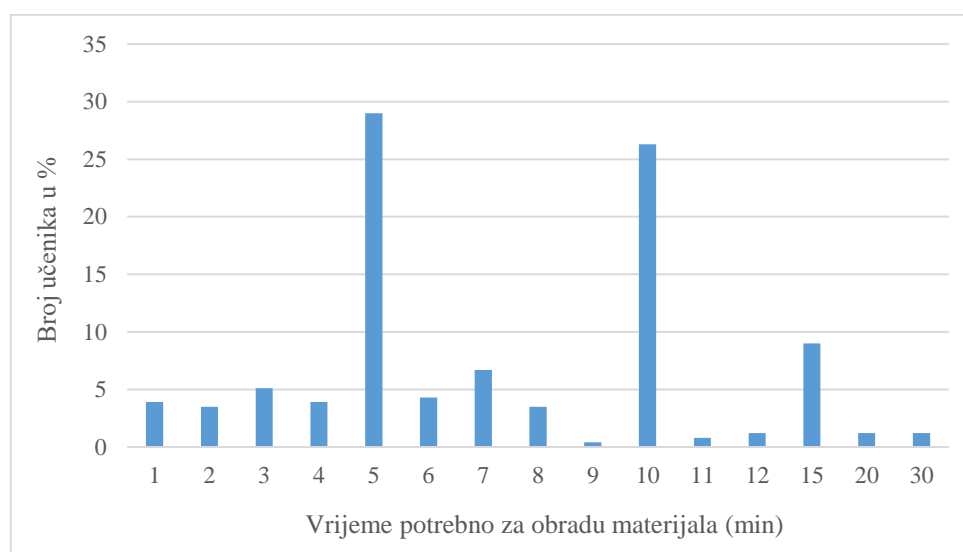
Na početku upitnika učenici su se izjasnili kako je prosječan broj materijala koje su obradili  $M = 4,40$  ( $SD = 1,24$ ). Raspodjela broja obrađenih materijala po učeniku prikazana je na slici 4.22.



Slika 4.22. Raspodjela broja obrađenih materijala po učeniku

Na grafičkom prikazu može se uočiti da je gotovo tri četvrtine učenika (74,1 %) obradilo svih pet materijala, zatim je 10,6 % učenika obradilo četiri materijala dok je njih 3,5 % izjavilo da nisu obradili niti jedan materijal. Za najčešće razloge nekorištenja materijala, od pet ponuđenih odgovora učenici su odabrali probleme tehničke prirode (12,5 %) te izjavu kako im se nije dalo raditi s materijalima (9,0 %).

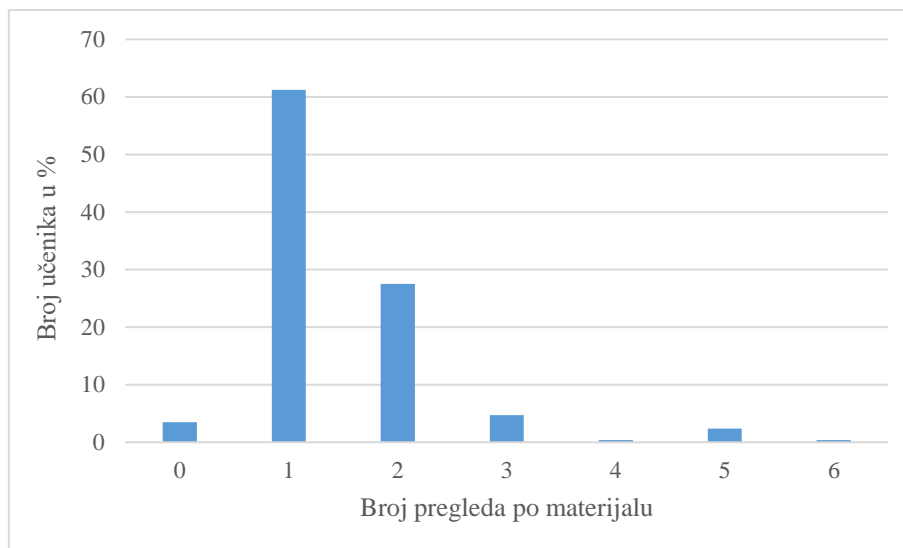
Za obradu jednog materijala prosječno im je bilo potrebno  $M = 7,68$  minuta ( $SD = 4,64$ ). Na slici 4.23 prikazana je raspodjela vremena potrebnog za obradu jednog materijala po učeniku.



**Slika 4.23.** Raspodjela vremena potrebnog za obradu jednog materijala po učeniku

Iako su pojedini učenici izjavili kako im je za obradu jednog materijala bilo potrebno 20 minuta (1,2 %) i 30 minuta (1,2 %), većini učenika bilo je potrebno pet do deset minuta (70,2 %).

Svaki materijal učenici su prosječno pregledali  $M = 1,46$  puta ( $SD = 0,89$ ). Na slici 4.24 prikazana je raspodjela broja pregleda potrebnih za obradu jednog materijala po učeniku.



**Slika 4.24.** Raspodjela broja pregleda potrebnih za obradu jednog materijala po učeniku

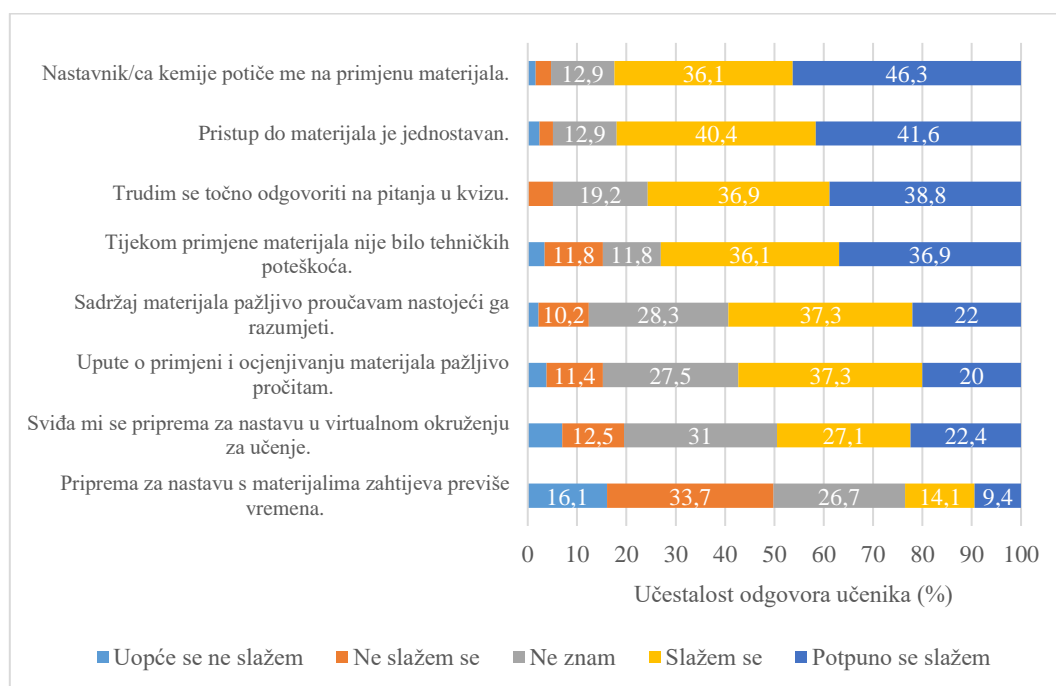
Premda je jedan učenik izjavio kako je šest puta pregledao pojedini materijal, većina učenika pregledala ih je jednom (61,2 %) ili dva puta (27,5 %). Za najčešće razloge rada s materijalima, od pet ponuđenih odgovora učenici su odabrali pretpostavku da će im materijali biti korisni (45,9 %), zatim izjavu da žele dobiti dobru ocjenu (28,2 %) te izjavu da rado sudjeluju u istraživanju (16,1 %).

Nakon obrade materijala učenici su rješavali kratki kviz za samoprovjeru proučenog nastavnog gradiva. Na pitanje kako su rješavali kviz, od šest ponuđenih odgovora učenici su odabrali izjave da su kviz rješavali nakon dobro proučenog tekstualnog dijela materijala (37,6 %), zatim nagađanjem odgovora (27,8 %) i traženjem odgovora u tekstualnom sadržaju materijala (26,3 %).

U daljnjem tekstu predstavljeni su deskriptivni pokazatelji (srednja vrijednost, standardna devijacija i raspodjela učestalosti) za četiri aspekta evaluacije u okviru kojih su učenici eksperimentalne skupine izražavali svoje mišljenje: (1) primjena materijala, (2) učinkovitost primjene materijala, (3) povratne informacije nakon predučenja i (4) preporuke za primjenu materijala. Za svaku stavku ponuđeno je pet odgovora na Likertovoj ljestvici slaganja (1 – uopće se ne slažem, 2 – ne slažem se, 3 – ne znam, 4 – slažem se, 5 – potpuno se slažem).

### 4.3.7.1. Primjena materijala

Evaluacija „Primjena materijala” sastojala se od osam stavki s najvećom srednjom vrijednosti za stavku: *Nastavnik/ca kemije potiče me na primjenu materijala* ( $M = 4,22$ ;  $SD = 0,90$ ). Najmanja srednja vrijednost zabilježena je za stavku: *Sviđa mi se priprema za nastavu u virtualnom okruženju za učenje* ( $M = 3,39$ ;  $SD = 1,27$ ). Raspodjela učestalosti odgovora učenika koji se odnose na primjenu materijala izražena je u postocima i prikazana na slici 4.25.

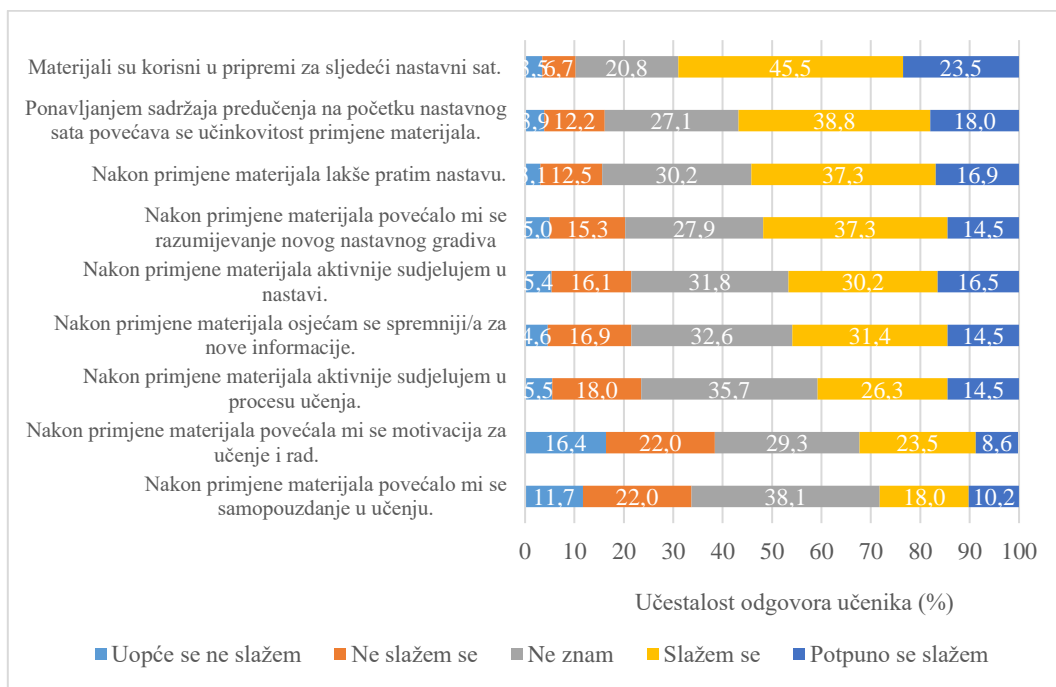


Slika 4.25. Postotak učestalosti odgovora učenika o primjeni materijala

Iz grafičkog prikaza može se vidjeti kako nešto više od četiri petine učenika smatra da ih nastavnik/ca kemije potiče na primjenu materijala (82,4 %) te da je pristup materijalu jednostavan (82,0 %). Tri četvrtine učenika (75,7 %) izjavilo je kako su se trudili točno odgovoriti na pitanja u kvizu, a nešto manje slaganje (73,0 %) dobiveno je kod stavke kako tijekom primjene materijala nije bilo tehničkih poteškoća. Gotovo tri petine učenika potvrdilo je da su pažljivo pročitali upute o primjeni i ocjenjivanju materijala (57,3 %) te da su sadržaj materijala pažljivo proučavali nastojeći ga razumjeti (59,3 %). Svakom drugom učeniku (49,5 %) sviđa se priprema za nastavu u virtualnom okruženju za učenje iako je kod ove stavke gotovo trećina učenika bila neodlučna (31,0 %). Manji dio učenika (23,5 %) složio se sa izjavom kako priprema za nastavu s materijalima zahtijeva previše vremena dok je neslaganje s tom izjavom izrazila polovica učenika (49,8 %).

### 3.7.2. Učinkovitost primjene materijala

Evaluacija „Učinkovitost primjene materijala” sastojala se od devet stavki s najvećom srednjom vrijednosti za stavku: *Materijali su korisni u pripremi za sljedeći nastavni sat* ( $M = 3,88$ ;  $SD = 2,11$ ). Najmanja srednja vrijednost zabilježena je za stavku: *Nakon primjene materijala povećala mi se motivacija za učenje i rad* ( $M = 2,85$ ;  $SD = 1,22$ ). Raspodjela učestalosti odgovora učenika koji se odnose na procjenu učinkovitosti primjene materijala izražena je u postotcima i prikazana na slici 4.26.



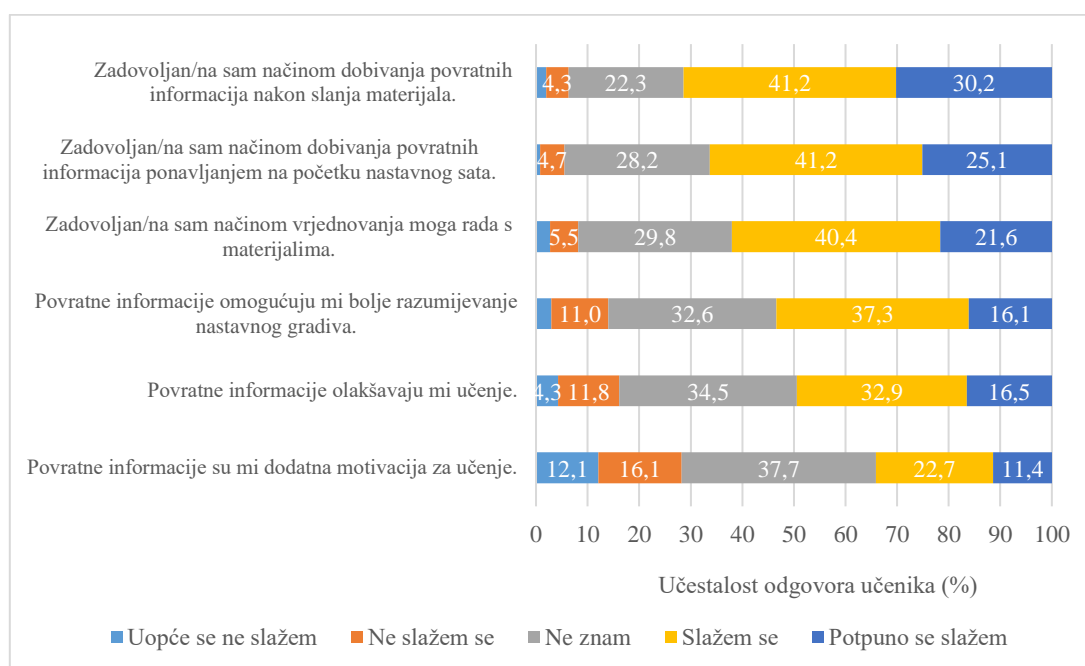
Slika 4.26. Postotak učestalosti odgovora učenika o učinkovitosti primjene materijala

Iz grafičkog prikaza vidljivo je kako se učenici u velikoj mjeri (69,0 %) slažu da su materijali korisni u pripremi za sljedeći nastavni sat. Više od polovice učenika procijenilo je da se ponavljanjem sadržaja predučenja na početku nastavnog sata povećava učinkovitost primjene materijala (56,8 %), da lakše prate nastavu (54,2 %) te da im se povećalo razumijevanje novog nastavnog gradiva (51,8 %). U nešto manjem udjelu učenici se slažu da aktivnije sudjeluju u nastavi (46,7 %) i da se osjećaju spremniji za nove informacije (45,9 %) dok dvije petine učenika (40,8 %) smatra da aktivnije sudjeluju u procesu učenja. Trećina učenika (32,1 %) izrazila je slaganje s povećanjem motivacije za učenje i rad, a u nešto manjem udjelu (28,2 %) i s povećanjem samopouzdanja u učenju nakon primjene materijala. Kod navedenih stavki nešto je veći udio učenika koji nisu izrazili slaganje, 38,4 % učenika kod povećanja motivacije za učenje i rad te 33,7 % učenika kod povećanja samopouzdanja u učenju.



### 4.3.7.3. Povratne informacije nakon predučenja

Evaluacija „Povratne informacije nakon predučenja” sastojala se od šest stavki s najvećom srednjom vrijednosti za stavku: *Zadovoljan/na sam načinom dobivanja povratnih informacija nakon slanja materijala* ( $M = 3,92$ ;  $SD = 0,97$ ). Najmanja srednja vrijednost zabilježena je za stavku: *Povratne informacije su mi dodatna motivacija za učenje* ( $M = 3,04$ ;  $SD = 1,17$ ). Raspodjela učestalosti odgovora učenika koji se odnose na dobivanje povratnih informacija nakon predučenja izražena je u postocima i prikazana na slici 4.27.

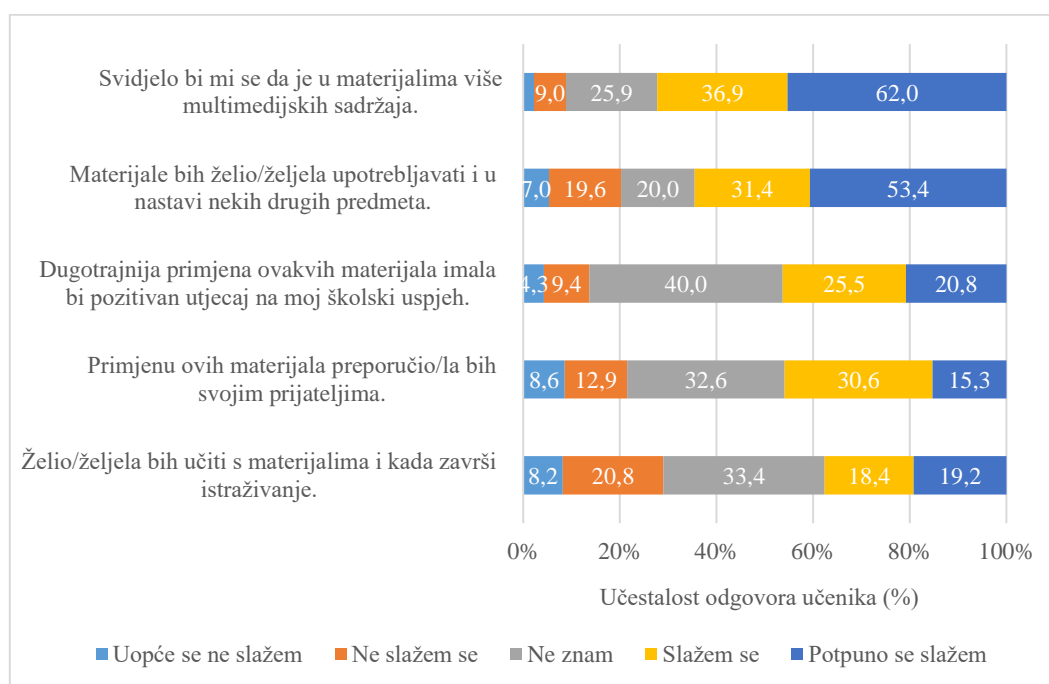


Slika 4.27. Postotak učestalosti odgovora učenika o povratnim informacijama nakon predučenja

Iz grafičkog prikaza može se vidjeti kako je nešto više od dvije trećine učenika zadovoljno načinom dobivanja povratnih informacija nakon slanja materijala (71,4 %) i načinom dobivanja povratnih informacija ponavljanjem na početku nastavnog sata (66,3 %) dok je neznatno manji udio (62,0 %) zadovoljan načinom vrjednovanja njihovog rada s materijalima. Otprilike polovica učenika smatra da povratne informacije omogućuju bolje razumijevanje nastavnog gradiva (53,4 %) i olakšavaju im učenje (49,4 %). Trećini učenika povratne informacije su dodatna motivacija za učenje (34,1 %) dok nešto više njih ne zna odgovor (37,7 %).

#### 4.3.7.4. Preporuke za primjenu materijala

Evaluacija „Preporuke za primjenu materijala” sastojala se od pet stavki s najvećom srednjom vrijednosti za stavku: *Svidjelo bi mi se da je u materijalima više multimedijских sadržaja* ( $M = 3,69$ ;  $SD = 1,09$ ). Najmanja srednja vrijednost zabilježena je za stavku: *Želio/željela bih učiti s materijalima i kada završi istraživanje* ( $M = 3,15$ ;  $SD = 1,27$ ). Raspodjela učestalosti odgovora učenika koji se odnose na preporuke za primjenu materijala izražena je u postotcima i prikazana na slici 4.28.



**Slika 4.28.** Postotak učestalosti odgovora učenika o preporukama za primjenu materijala

Nešto više od tri petine učenika (62,0 %) izjavilo je da bi im se svidjelo veće korištenje multimedijских sadržaja u materijalima, a otprilike svaki drugi učenik (53,4 %) želio bi upotrebljavati materijale i u nastavi nekih drugih predmeta. Dio ispitanika (76 učenika) izjasnio se kako bi predučenje željeli primjenjivati u nastavi biologije (56,6 %), fizike (51,3 %), matematike (35,5 %) i povijesti (26,3 %). Nešto manje od polovice učenika smatra kako bi dugotrajnija primjena ovakvih materijala imala pozitivan utjecaj na njihov školski uspjeh (46,3 %) te bi primjenu materijala preporučili svojim prijateljima (45,9 %). Više od trećine učenika željelo bi učiti s materijalima i kada završi istraživanje (37,6 %) dok je otprilike toliko bilo i onih koji su neodlučni (33,4 %).

#### 4.3.8. Osvrt sudionika na provedbu istraživanja

Uključivanjem kvalitativne perspektive u istraživanje nastojalo se prikupiti dodatne informacije za pripremu kvalitetnije analize i smještanje rezultata dobivenih svim instrumentima u širi kontekst. U daljnjem tekstu izneseni su odgovori učenika eksperimentalne skupine na pitanja otvorenog tipa u upitniku 2 „Evaluacija primjene materijala za predučenje“ i odgovori nastavnica eksperimentalne skupine dobiveni provedbom strukturiranog intervjua.

##### 4.3.8.1. Mišljenje učenika o provedbi istraživanja

Učenici eksperimentalne skupine imali su mogućnost davati vlastite odgovore na posljednjih pet pitanja upitnika „Evaluacija primjene materijala za predučenje“. Dobiveni odgovori nisu sastavni dio analize već su u daljnjem tekstu za svako pitanje navedeni kao izdvojeni citati (Šimičić, 2018):

###### 1. Poteškoće pri primjeni materijala za predučenje

*„Nekada nisam imala vremena pa ih nisam pažljivo čitala.“*

*„Tehničke poteškoće s e-mailom.“*

*„Ponekad bih zaboravila provjeriti e-mail.“*

*„Sa snalaženjem u pronalasku odgovora, nije mi se dalo.“*

*„Nedostatak vremena.“*

###### 2. Prednosti primjene materijala za predučenje

*„Polako se uhodavamo u novo nastavno gradivo, lagana priprema za nastavu.“*

*„Upoznajemo se s novim izrazima i pojmovima i lakše ih pamtimo na nastavnom satu.“*

*„Dobijemo povratnu informaciju o razini znanja.“*

*„Grafički prikaz i jednostavnost zadataka i teorije.“*

*„Na satu se može brže prijeći na složenije gradivo.“*

*„Učenje na drugačiji način.“*

*„Profesorica će dati ocjene ako sudjelujem.“*

*„Brzo učenje i zanimljiv sadržaj.“*

*„Gradivo je sažetije nego u udžbeniku, samo ono što je najvažnije od svega se nalazi u tim materijalima.“*

### 3. Nedostatci primjene materijala za predučenje

„Moram raditi kod kuće.“

„Manje slobodnog vremena.“

„Previše vremena bi oduzelo da to radimo za svaki predmet.“

„Teorijski dio nije uvijek dovoljno objašnjen.“

„Neće se svatko potruditi sam riješiti kviz.“

„Presazeti su, nije sve u potpunosti objašnjeno.“

„Bilo bi bolje kao film na eduviziji.“

„Nisam vidio ništa interesantno u istraživanju.“

„Nedostatak vremena za ispunjavanje.“

### 4. Prijedlozi za poboljšanje materijala za predučenje

„Bilo bi dobro da se osmisli on-line platforma predviđena isključivo za učenike u svrhu predučenja na kojoj bi profesor mogao oformiti virtualni razred.“

„Više multimedijских sadržaja s kojima bi učenje bilo zanimljivije.“

„Da profesor printa i na satu nam daje materijale za sljedeći sat.“

„Želio bih da se u kvizu poveća broj pitanja na sedam ili deset te da ne budu samo pitanja na zaokruživanje.“

„Mogućnost odabira slajda umjesto funkcija naprijed-nazad.“

„Uvesti i za ostale predmete.“

„Materijali da budu malo opširniji.“

### 5. Komentari o cjelokupnom istraživanju

„Svidjelo mi se istraživanje jer mi je nakon dugo vremena trebala neka promjena u radu na satu kemije.“

„Istraživanje mi se svidjelo jer mi nije oduzelo mnogo vremena, a imala sam koristi. Uvelike mi je pomoglo da radim kontinuirano te upoznam osnove gradiva nadolazećeg nastavnog sata.“

„Drago mi je da netko želi poboljšanje u školstvu.“

„Svidjelo mi se više nego sam na početku mislio. Mislim da bi nam učenje bilo lakše kad bi nam materijal bio dan na kraju prethodnog sata u fizičkom obliku.“

„Sve u svemu, odlično te svakako poučno. Potaknulo me za više učenja kemije i sudjelovanje u nekom istraživanju.“

„Drago mi je ako sam mogla nekome pomoći u istraživačkom radu.“

*„Smatram da su promjene u hrvatskom školstvu izuzetno potrebne i stoga, hvala vam na trudu.“*

*„Lijepo je biti dio ovakvog projekta.“*

*„Cjelokupno istraživanje je dobro osmišljeno i zanimljivo, ali sve ovisi o volji učenika, motivaciji za rad i spremnosti na suradnju.“*

*„Uza sve obveze u školi nisam se uspjela previše pozabaviti istraživanjem.“*

*„Ideja o predučenju je odlična, no u praktičnom dijelu (od strane učenika) ne mislim da će ikada zaživjeti.“*

*„Istraživanje mi nije bilo jako zanimljivo.“*

*„Nisam primijetila neko poboljšanje u učenju i razumijevanju.“*

Prema predstavljenim odgovorima, pojedini učenici imali su tehničke poteškoće s elektroničkom poštom ili ju nisu redovito provjeravali. Osim toga, neki su smatrali da pored svih drugih obveza nemaju dovoljno vremena za dodatni rad s materijalima. Kao najveće prednosti naveli su jednostavnost zadataka i teorije, lakše pamćenje na nastavnom satu, dobivanje povratnih informacija, ali i mogućnost dobivanja ocjene. Glavni nedostatak vidjeli su u tome što im je rad s materijalima oduzeo dio slobodnog vremena, a pogotovo im se ne bi svidjelo raditi s materijalima za svaki nastavni predmet. Iako je bilo predviđeno da materijali sadrže samo ključne pojmove novog nastavnog gradiva, pojedini učenici smatrali su da teorijski dio nije uvijek dovoljno objašnjen.

Prijedlozi za poboljšanje materijala odnosili su se na proširivanje materijala nastavnim gradivom i multimedijским sadržajima, zatim na povećanje broja pitanja u kvizu ili izradu materijala u papirnatom obliku. Pojedini učenici izrazili su mišljenje da im istraživanje nije bilo zanimljivo te da nisu primijetili poboljšanje u učenju i razumijevanju. Međutim, komentari velike većine učenika bili su pozitivni i u njima se isticalo zadovoljstvo zbog promjena u radu na nastavnom satu i poticanja na učenje kemije kao i zadovoljstvo zbog sudjelovanja u istraživanju.

#### 4.3.8.2. Strukturirani intervju s nastavnicama

Po završetku kvaziekperimentalnog istraživanja proveden je strukturirani intervju s nastavnicama iz eksperimentalne skupine u trajanju do deset minuta pomoću kojeg se nastojalo saznati njihovo mišljenje o izradi materijala kao i o iskustvu s primjenom materijala u vlastitoj nastavnoj praksi. U intervjuu su sudjelovale tri nastavnice koje imaju od 12 do 20 godina nastavničkog radnog iskustva.

Prema razvijenom protokolu strukturiranog intervjua (prilog 11), nastavnicama je istim redoslijedom postavljeno šest potpuno jednakih, unaprijed utvrđenih pitanja. Odgovori su snimani uz njihovu prethodnu suglasnost i uz ponuđenu mogućnost zaustavljanja snimanja tijekom intervjua. Prema zvučnom zapisu izrađen je transkript koji je analiziran s obzirom na sadržaj odgovora nastavnica. Dobiveni odgovori predstavljani su skupno po razmatranim temama koje su utvrđene pri izradi protokola intervjua.

Na početku intervjua nastavnicama je postavljeno pitanje o poteškoćama pri primjeni materijala. Kod jedne nastavnice određeni broj učenika imao je tehničke poteškoće s primanjem materijala što su po njezinom mišljenju pojedini učenici iskoristili za prikrivanje vlastitog nerada. Učenici su imali mogućnost javiti se istraživaču i zatražiti ponovno slanje svakog materijala što je jedan dio učenika iskoristio. Kod ostalih nastavnica isporuka materijala bila je pravovremena i nije bilo drugih tehničkih poteškoća. U okviru ove teme jednoj nastavnici poteškoće je predstavljalo to što neki učenici nisu bili dovoljno zainteresirani i aktivni.

Po mišljenju nastavnica, prednost primjene materijala je u tome što učenici prije nastave mogu razmotriti sadržaj koji će se obrađivati zbog čega im je jednostavnije shvatiti novo gradivo i povezati ga s prethodnim. Koliko će se to iskoristiti ovisi o njihovom interesu i angažiranosti. Osim toga, znatno se povećalo sudjelovanje učenika u nastavnom procesu. Jedna nastavnica primijetila je da su primjenom materijala njezini učenici postali zainteresiraniji jer se time što mogu aktivnije sudjelovati u obradi novog gradiva kod njih stvorio osjećaj većeg samopouzdanja.

Nedostatci materijala nisu posebno izdvojeni, ali jedna nastavnica navela je mišljenje pojedinih učenika kako im rad s materijalima skraćuje slobodno vrijeme i otežava organizaciju svakodnevnih školskih obveza. Ovdje je naglasila da su to bile izjave učenika kojima kemija nije bila potrebna za daljnje školovanje.

Za poboljšanje izrade materijala nastavnice su predložile dodavanje nekih zanimljivosti kao poveznica sa svakodnevnim životom, a po mišljenju jedne nastavnice materijali bi mogli biti i malo opširniji.

U svezi s poboljšanjem primjene materijala nastavnice su navele kako bi se s njihovom primjenom obvezno trebalo započeti u prvom razredu srednje škole radi stjecanja navike na takav rad, a po mišljenju jedne nastavnice početak primjene mogao bi biti već u sedmom razredu osnovne škole. Osim toga, predložile su i dodatnu mogućnost uporabe materijala za prikazivanje pokusa, pogotovo onih koji se ne mogu izvoditi u učionici.

Na kraju intervjua nastavnice su naglasile kako imaju samo pozitivna iskustva o cjelokupnom istraživanju te da im je bilo zadovoljstvo sudjelovati.

#### **4.4. Rasprava**

Istraživanje provedeno u okviru ovog doktorskog rada svojim je rezultatima imalo za cilj dati doprinos unaprjeđenju poučavanja i učenja u nastavi kemije utvrđivanjem učinkovitog načina izrade materijala za predučenje i njihove implementacije u nastavnu praksu. Za postizanje utvrđenog cilja provedena su istraživanja u dva dijela. Najrelevantniji rezultati dobiveni analizom upitnika u prvom dijelu rada te upitnika i ispita znanja u drugom dijelu rada sažeto su raspravljani u daljnjem tekstu.

##### **4.4.1. Rasprava rezultata prvog dijela istraživanja**

Svrha prvog dijela istraživanja bila je utvrditi stvarnu situaciju u hrvatskim srednjim školama s obzirom na učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja. Od okvirno uzorkovanih nastavnika kemije iz svih hrvatskih županija zatraženo je da popune anonimni upitnik radi prikupljanja podataka o učestalosti primjene aktivnosti predučenja u njihovoj nastavnoj praksi.

Najveća primjena zabilježena je za aktivnosti usmenog ponavljanja u okviru strategije predučenja kod kojih se učenicima *postavljaju pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje ili se ponavljaju ključni pojmovi korisni za novo nastavno gradivo*. Ovakav rezultat ne iznenađuje s obzirom na to da su navedene aktivnosti sastavni dio pristupa poučavanju. Većina nastavnika *izrađuje razne vrste nastavnih materijala* za pripremu učenika, najčešće tekstualno/slikovnih materijala (radni listovi, PowerPoint). Navedeni materijali opisani su u prethodnim istraživanjima kao radni listovi za koje se smatra da zahtijevaju aktivnije sudjelovanje učenika (Moravec i sur., 2010), zatim kao materijali osmišljeni za smanjenje opterećenja kratkoročnog

pamćenja (Alam i sur., 2014; Danili i Reid, 2004; Hussein i Reid, 2009; Seery, 2010a; Seery i Donnelly, 2012) te kao materijali za koje istraživači smatraju da učenicima mogu učinkovitije prezentirati kognitivno teške pojmove (Kolari i Savander-Ranne, 2007).

Uobičajeni način pripreme učenika i studenata za laboratorijski rad je čitanje laboratorijskih priručnika, no prema istraživanju Reid i Shah (2007) tako se preopterećuju mnoštvom informacija koje treba istovremeno zapamtiti. Prema rezultatima ovog istraživanja, od predlaboratorijskih aktivnosti najčešće se koristi *kratki razgovor prije eksperimenta* tako da se postavljaju pitanja koja služe kao fokus za raspravu i usmjeravanje istraživanja u laboratoriju kao što je predstavljeno u prethodnim istraživanjima (Kulevich i sur., 2014; Spencer, 1999). *Predlaboratorijski radni listovi*, opisani u studiji Johnstone i sur. (1998), sljedeća su vrsta predlaboratorijskih aktivnosti često korištenih u nastavi kemije.

S druge strane, najmanja učestalost primjene aktivnosti predučenja pojavljuje se kod *sudjelovanja učenika u mrežnim raspravama radi poticanja čitanja udžbenika*. Podatci o potpunoj nekorištenosti mrežnih rasprava kao aktivnosti predučenja posebno su poražavajući jer istraživanje pokazuje da takve aktivnosti omogućuju postizanje važnih ishoda u učenju prirodnih znanosti kao što su stvaranje vlastitih primjera i primjena nastavnog gradiva u svakodnevnom životu (Lineweaver, 2010). Učestalost *primjene audiomaterijala* također je mala premda studija pokazuje da primjena audiodatoteka u okviru predučenja može poboljšati učenje (Seery, 2012b). *Primjena audiovizualnih materijala* neznatno je veća od primjene audiomaterijala, iako su često predmet istraživanja u okviru strategije predučenja u međunarodnoj znanstvenoj literaturi (Karanicolas i sur., 2011; Moravec i sur., 2010).

Kod predlaboratorijskih aktivnosti zabilježena je mala učestalost *primjene mrežnih materijala* (tekstualni, videomaterijali, kviz) opisanih u studijama (Chaytor i sur., 2017; Chittleborough i sur., 2007; Seery i Donnelly, 2012; Stanley i Lynch-Caris, 2014; Woodward i Reid, 2019). Istraživanja u međunarodnoj literaturi također su pokazala da se ugradnjom kviza u mrežne materijale zahtijeva veća uključenost studenata u nastavno gradivo (Moravec i sur., 2010; Narloch i sur., 2006) te da njihovom primjenom studenti dobivaju trenutne povratne informacije čime se poboljšava povezanost teorije i praktičnog rada (Chittleborough i sur., 2007). Najmanja učestalost predlaboratorijskih aktivnosti zamijećena je kod *primjene računalnih simulacija* usmjerenih na teoriju važnu za laboratorijske vježbe i smanjenje kognitivnog opterećenja kod učenika tijekom laboratorijskog rada (Winberg i Berg, 2007).

Iako su za većinu stavki upitnika vrlo česti odgovori *nikad* i *ponekad*, ne može se tvrditi da nastavnici kemije nedovoljno koriste predložene aktivnosti predučenja. Moguće je da svaki od



nastavnika koristi barem jedan oblik aktivnosti za svaki nastavni sat ili laboratorijski rad. Prema odgovorima na završno pitanje otvorenog tipa, nastavnici ponekad najavljuju aktivnosti za sljedeći nastavni sat ili na internetskoj društvenoj mreži Facebook objavljuju zanimljive zadatke što je u skladu s afinitetima današnjih generacija učenika i studenata.

U prvom dijelu istraživanja također je utvrđeno da demografske karakteristike spola i životne dobi nastavnika utječu na učestalost primjene aktivnosti predučenja u njihovoj nastavnoj praksi. Pokazalo se da je primjena predlaboratorijskih aktivnosti *kratkog razgovora prije eksperimenta* veća kod muškog spola što je konzistentno s prethodnim studijama koje su pronašle značajnu razliku prema spolu (1) u stavu budućih nastavnika prema nastavničkoj profesiji (Yildirim, 2012), (2) u stavu budućih nastavnika prema radu u obrnutim učionicama s integriranim digitalnim alatima za učenje (Hao i Lee, 2016) te (3) u spremnosti nastavnika za primjenu IKT-a u nastavnoj praksi (Alazzam i sur., 2012). Dobiveni rezultati o utjecaju spola nastavnika suprotni su nekim prethodnim studijama u obrazovanju (Aslan i Zhu, 2016; Gil-Flores i sur., 2017; Koh i sur., 2014; Teo i Zhou, 2017).

Rezultati istraživanja ukazuju i na značajnu razliku u primjeni aktivnosti predučenja s obzirom na životnu dob nastavnika, što je konzistentno sa studijom u kojoj se utvrđuje percepcija nastavnika o prednostima primjene IKT-a u nastavi (Scherer i sur., 2015). Nastavnici mlađi od 30 godina najčešće *postavljaju pitanja koja učenicima aktiviraju predznanje* u odnosu na starije dobne skupine jednako kao i nastavnici životne dobi od 46 do 55 godina u odnosu na stariju dobnu skupinu. Međutim, dobiveni rezultati suprotni su nekim relevantnim istraživanjima (Alazzam i sur., 2012; Gil-Flores i sur., 2017; Koh i sur., 2014; Teo i Zhou, 2017; Yildirim, 2012).

Bez obzira na uočene statističke razlike u učestalosti primjene aktivnosti predučenja s obzirom na spol i životnu dob nastavnika, ne može se s dovoljno velikom vjerojatnošću tvrditi da te razlike postoje u cijeloj populaciji nastavnika kemije. Vjerojatnost da se statističkim testom ispravno odbacuju nulte hipoteze smanjuje se što su više neujednačene veličine usporednih skupina. Nedostatak značajnih razlika u primjeni ostalih aktivnosti predučenja vjerojatno je posljedica neekvivalentnih veličina usporednih skupina (spol;  $N_M = 15$ ,  $N_Ž = 124$  i životna dob;  $N_1 = 7$ ,  $N_2 = 20$ ,  $N_3 = 19$ ,  $N_4 = 23$ ,  $N_5 = 52$ ,  $N_6 = 18$ ).

#### 4.4.2. Rasprava rezultata drugog dijela istraživanja

U svrhu ovog dijela istraživanja bilo je potrebno utvrditi učinak poučavanja uz primjenu novih MMP-materijala u nastavi kemije na postignuća na ispitima znanja kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja. Provođenjem upitnika 1 na početku istraživanja nastojalo se ispitati mišljenje učenika o učestalosti primjene aktivnosti predučenja u nastavi kemije te njihove odgovore usporediti s odgovorima nastavnika kemije iz prvog dijela istraživanja. Prema dobivenim rezultatima, nastavnici u odnosu na učenike smatraju da se većina aktivnosti predučenja učestalije primjenjuje u nastavi kemije.

Nakon intervencije u nastavi nastojao se utvrditi učinak poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja kod učenika eksperimentalne skupine provođenjem završnog ispita znanja kao što se dva mjeseca kasnije nastojao utvrditi učinak poučavanja uz primjenu MMP-materijala na trajnost usvojenog znanja kod učenika eksperimentalne skupine provođenjem retencijskog ispita znanja. Statistički značajna razlika u korist eksperimentalne skupine u oba testiranja ukazuje na pozitivan utjecaj poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja i trajnost usvojenog znanja učenika na primjeru nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana što je konzistentno sa sličnim istraživanjima (Alam i sur., 2014; Castronuevo i Gonzales, 2017; Danili i Reid, 2004; Day i Foley, 2005; Narloch i sur., 2006; Steltzer i sur., 2010).

Kako bi se potkrijepili rezultati pozitivnog utjecaja poučavanja uz primjenu MMP-materijala, provedena je dodatna analiza utvrđivanjem: (1) razlike u postignućima učenika na završnom i retencijskom ispitu znanja unutar usporednih skupina, zatim (2) razlike u postignućima u pojedinačnim zadacima ispita znanja između usporednih skupina te utvrđivanjem (3) razlike u postignućima u oba testiranja između muških i ženskih ispitanika unutar i između usporednih skupina.

Analiza usporedbe postignuća učenika na završnom i retencijskom ispitu znanja unutar usporednih skupina pokazuje da se između pojedinih mjerenja znanja značajno smanjilo znanje učenika kontrolne skupine u odnosu na učenike eksperimentalne skupine. Osim toga, učenici eksperimentalne skupine postigli su iste ili bolje rezultate u odnosu na učenike kontrolne skupine u većini zadataka završnog i retencijskog ispita znanja. Kod završnog ispita znanja, učenici kontrolne skupine postigli su neznatno bolje rezultate u pojedinim zadacima koji se odnose na povezanost fizikalnih svojstava i strukture molekula alkana, zatim na povezanost

fizikalnih svojstava alkana i međumolekulskih privlačnih sila te na primjenu IUPAC<sup>10</sup> pravila za imenovanje jednostavnih halogenalkana i halogenovodika. Kod retencijskog ispita znanja, učenici kontrolne skupine postigli su neznatno bolje rezultate u pojedinim zadacima koji se odnose na sastav freona, pojam strukturnih izomera te na fizikalna i kemijska svojstva alkana.

Dodatnom analizom utvrđeno je i da poučavanje uz primjenu MMP-materijala više utječe na usvojenost znanja kod muških ispitanika eksperimentalne skupine u odnosu na ženske ispitanike eksperimentalne skupine. Isto tako, poučavanje uz primjenu MMP-materijala više utječe na usvojenost znanja i trajnost usvojenog znanja kod muških ispitanika eksperimentalne skupine u odnosu na muške ispitanike kontrolne skupine te na trajnost usvojenog znanja kod ženskih ispitanika eksperimentalne skupine u odnosu na ženske ispitanike kontrolne skupine.

Upitnikom 2 za učenike eksperimentalne skupine prikupljeni su podaci pomoću kojih je omogućeno dobivanje kvalitetnijeg uvida u proces implementacije materijala za predučenje u nastavi kemije. Gotovo 85 % učenika obradilo je svih pet ili barem četiri materijala za predučenje iz razloga što su smatrali da će im materijali biti korisni za učenje, željeli su dobiti dobru ocjenu i rado su sudjelovali u istraživanju. Navedeni postotak odgovara podacima istraživača dobivenim praćenjem sudjelovanja učenika na temelju poslanih materijala tijekom intervencije u nastavi. Većina učenika pregledala je materijale jednom ili dva puta, a za jedan pregled prosječno im je bilo potrebno oko osam minuta. Samo se devet učenika izjasnilo kako nisu obradili niti jedan materijal, najčešće zbog problema tehničke prirode ili im se nije dalo raditi s materijalima. U kratkom kvizu za samoprovjeru nastavnog gradiva učenici su se trudili točno odgovoriti na pitanja, a rješavali su ga nakon dobro proučenog tekstualnog dijela materijala, zatim nagađanjem odgovora i traženjem odgovora u tekstualnom sadržaju materijala. Učenici su dobro prihvatili materijale za predučenje kako je zabilježeno i u prethodnim studijama (Day i Foley, 2005; Karanicolas i sur., 2011; Narloch i sur., 2006; Stanley i Lynch-Caris, 2014).

Pristup materijalima bio im je jednostavan, za većinu učenika nije bilo tehničkih poteškoća, a nastavnice kemije poticale su ih na redovitu pripremu za nastavu. Učenici su pažljivo pročitali upute o primjeni i ocjenjivanju materijala te su sadržaje materijala pažljivo proučavali nastojeći ih razumjeti, što za polovicu ispitanih učenika nije zahtijevalo previše vremena. Povratne informacije jedan su od najvažnijih elemenata za poboljšanje učenja (Kolari i Savander-Ranne,

---

<sup>10</sup> Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju (engl. *International Union of Pure and Applied Chemistry*)

2007), a učenicima su olakšale rad s materijalima i omogućile bolje razumijevanje nastavnog gradiva u skladu s rezultatima sličnih istraživanja (Conor-Green, 2000; Seery, 2010a; Stull i sur., 2011). Učenici su bili zadovoljni načinom dobivanja povratnih informacija nakon slanja materijala i tijekom ponavljanja na početku nastavnog sata kao i načinom vrjednovanja njihovog rada s materijalima (Seery, 2010a).

Prema mišljenju učenika, materijali su korisni kao priprema za sljedeći nastavni sat na što ukazuju i prethodne studije (Kilickaya, 2017; Kristine, 1985; Lineweaver, 2010), a ponavljanjem sadržaja materijala na početku nastavnog sata povećava se učinkovitost njihove primjene. Isto tako, smatraju kako im se povećalo razumijevanje novog nastavnog gradiva što je zabilježeno i u velikom broju sličnih istraživanja (Alam i sur., 2014; Collard i sur., 2002; Conor-Green, 2000; Steltzer i sur., 2010; Woodward i Reid, 2019) te da aktivnije sudjeluju u nastavi (Kolari i Savander-Ranne, 2007; Lineweaver, 2010). Za daljnju primjenu materijala za predučenje učenici predlažu ugradnju više multimedijских sadržaja te proširenje primjene na nastavu biologije i fizike.

Na temelju iznesenih rezultata dobivenih analizom svih prikupljenih podataka omogućeni su izvođenje i generalizacija određenih zaključaka kao i davanje implikacija za nastavnu praksu.

## 5. ZAVRŠNO RAZMATRANJE

### 5.1. Zaključak

Pripremom za nastavu učenicima se može povećati razina predznanja što dovodi do njihovog učinkovitijeg usredotočavanja na relevantne informacije i povezivanja tih informacija s postojećim znanjem, a time i do smanjenja kognitivnog opterećenja tijekom nastave. U okviru istraživanja provedenog u ovom doktorskom radu predložen je pristup pripreme za nastavu uvođenjem novih strukturiranih materijala za predučenje. U prvom dijelu rada nastojalo se istražiti stvarnu situaciju s obzirom na učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavnoj praksi. U drugom dijelu rada utvrđivan je učinak poučavanja uz primjenu novih MMP-materijala u nastavi kemije na postignuća na ispitima znanja kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja.

Rezultati prvog dijela rada pokazali su da nastavnici kemije u okviru strategije predučenja najčešće koriste aktivnosti usmenog ponavljanja kod kojih učenicima postavljaju pitanja za aktiviranje njihovog predznanja i ponavljanje ključnih pojmova korisnih za novo nastavno gradivo te da vrlo često izrađuju razne vrste nastavnih materijala za njihovu pripremu. Najmanja primjena aktivnosti predučenja pojavljuje se kod sudjelovanja učenika u mrežnim raspravama radi poticanja čitanja udžbenika te kod primjene audiomaterijala i audiovizualnih materijala. Demografske karakteristike koje utječu na učestalost primjene aktivnosti predučenja kod nastavnika su njihov spol i životna dob. Primarno studijsko obrazovanje, nastavni predmeti, vrsta srednje škole i stečeno nastavničko iskustvo nisu statistički značajne karakteristike.

U drugom dijelu rada je učinkovitost implementacije MMP-materijala u nastavi kemije mjerena razmatranjem razlike u postignućima učenika eksperimentalne i kontrolne skupine na završnom i retencijskom ispitu znanja. Statistički značajna razlika u korist eksperimentalne skupine u oba testiranja ukazala je na pozitivan utjecaj poučavanja uz primjenu MMP-materijala na usvojenost znanja i trajnost usvojenog znanja učenika na primjeru nastavnih sadržaja alkana i cikloalkana. Učenici su dobro prihvatili materijale za predučenje i smatrali su ih korisnima u pripremi za nastavu. Osim toga, bili su zadovoljni načinom dobivanja povratnih informacija, svojim aktivnijim sudjelovanjem u nastavi i povećanjem razumijevanja novog nastavnog gradiva.

Iako je utjecaj demografskih karakteristika nastavnika utvrđen kod malog broja aktivnosti predučenja, trend njihove učestalije primjene može se primijetiti kod muških ispitanika mlađih

od 30 godina što bi moglo dovesti do daljnjih istraživanja s ekvivalentnim usporednim skupinama. Radi dobivanja detaljnijeg demografskog profila nastavnika u budućim studijama preporučuje se da stavke upitnika koje se odnose na životnu dob i nastavničko iskustvo budu otvorenog tipa. S obzirom na složenost poučavanja i učenja kemije potrebna su daljnja istraživanja učinkovitosti koja procjenjuju potencijal primjene aktivnosti predučenja kao alata za poboljšanje razumijevanja i olakšavanje učenja. Pažnju bi trebalo usmjeriti na mogućnost implementacije materijala za predučenje u nastavi kemije nižih razreda srednje škole pri čemu mogu biti osmišljeni i izrađeni prema smjernicama korištenim u ovom doktorskom radu. Također se preporučuje razmotriti i druge načine isporuke materijala te usporediti učinke poučavanja uz primjenu materijala prema načinu njihove isporuke. Ova studija provedena je isključivo u području kemije te bi naredna istraživanja mogla uključiti dodatna predmetna područja iz prirodnih i društvenih znanosti.

## **5.2. Ograničenja istraživanja**

Prilikom donošenja zaključaka na temelju rezultata dobivenih iz oba dijela istraživanja u ovom doktorskom radu u obzir treba uzeti nekoliko ograničenja.

Prvo ograničenje odnosi se na uzorak koji je neslučajan kao i u većini obrazovnih istraživanja. U prvom dijelu istraživanja adrese elektroničke pošte nastavnika dobivene su na zahtjev iz baze podataka dostupne savjetnicima za obrazovanje, ali nepoznati udio cijele populacije nije uzorkovan. Dobiveni uzorak od 139 nastavnika vjerojatno ne predstavlja cijelu populaciju nastavnika kemije te se rezultati istraživanja ne mogu koristiti za generalizaciju, ali unatoč niskoj stopi odgovora može se smatrati da odgovori ispitanika u dovoljno velikoj mjeri odražavaju stavove okvirnog uzorka i populacije.

Isto tako, u prvom dijelu istraživanja provodilo se utvrđivanje mogućih razlika u primjeni aktivnosti predučenja s obzirom na demografske karakteristike nastavnika na neekvivalentnim usporednim skupinama. Vrlo neujednačene veličine usporednih skupina s obzirom na spol nastavnika daju stvarnu sliku o slaboj zastupljenosti muškog spola u hrvatskim srednjim školama i bilo je teško izbjeći takvu pristranost. Međutim, pretpostavlja se da su skupine bile homogene po profesiji, stupnju obrazovanja i socioekonomskom statusu.

U drugom dijelu istraživanja neslučajni prigodni uzorak obuhvatio je isključivo učenike četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja u određenim školama u četiri hrvatska grada. Stoga je i u ovom dijelu ograničena generalizacija rezultata proizašlih iz prikupljenih podataka i nije primjenjiva

na cjelokupnu populaciju učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja. Međutim, nastojalo se da usporedne skupine budu ujednačene po veličini, životnoj dobi i metodi rada uz pretpostavku da su homogene po ostalim karakteristikama (spol, predznanje, ocjene, inteligencija, socioekonomski status).

Zbog izostanaka s nastave u svakom testiranju sudjelovao je različit broj učenika u usporednim skupinama. Provođenjem statističke analize podataka prikupljenih ispitima znanja na uzorku učenika koji su sudjelovali u sva tri testiranja dobiveni su konzistentni rezultati što ukazuje da izostanci nisu značajno utjecali na dobivene podatke.

Zaključci istraživanja također se moraju razmatrati u kontekstu ograničenja koja proizlaze iz prirode samih nacrti istraživanja. Iako je u prvom dijelu istraživanja mrežni upitnik omogućio potpunu anonimnost ispitanika, što može povećati vjerojatnost iskrenih odgovora (Neuman, 2013), nema načina za procjenu njihove iskrenosti – mogli su biti zaboravni ili su odgovarali na temelju vlastite interpretacije stavki upitnika.

Neslučajno uzorkovanje u drugom dijelu istraživanja postavlja određena ograničenja kontrole svih varijabli koje utječu na ishod, osim nezavisne varijable. Kvaziekperiment se odvijao u šest različitih, prostorno udaljenih škola tako da nije bila moguća potpuna kontrola provedbe poučavanja kao niti provedbe rješavanja upitnika i ispita znanja. Naročito nije bila moguća potpuna kontrola sudjelovanja učenika u radu s MMP-materijalima kao jednom od ključnih elemenata za uspješno provođenje intervencije u nastavi. Preliminarni ispit znanja korišten je kao kontrolni postupak kojim je mjereno predznanje učenika prije intervencije. Osim toga, utjecaj ovog ograničenja nastojao se umanjiti (1) jednakim nastavnim pripremama i uputama za nastavnice, (2) razvijanjem posebne strategije praćenja rada nastavnica i (3) mjerama za poticanje učenika eksperimentalne skupine na što kvalitetniju obradu materijala za predučenje i obvezno sudjelovanje u nastavi.

Unatoč navedenim ograničenjima, primjenom odgovarajućih statističkih testova mogli su se izvući korisni zaključci o analizi stvarne situacije s obzirom na primjenu aktivnosti predučenja u nastavnoj praksi kao i o učinku poučavanja uz primjenu materijala za predučenje na usvojenost znanja i trajnost usvojenog znanja kod učenika četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja.

### **5.3. Prednosti istraživanja**

Većina sličnih istraživanja bavila se evaluacijom anketa o iskustvima predavača i studenata s primjenom aktivnosti predučenja u različitim nastavnim područjima na visokoškolskoj obrazovnoj razini. Ovo istraživanje dalo je doprinos utvrđivanju pozitivnog učinka njihove primjene na poučavanje i učenje u srednjoškolskoj nastavi kemije.

Kvaziekperimentalno istraživanje provedeno je na relativno velikom uzorku podijeljenom na eksperimentalnu i kontrolnu skupinu koje su se mogle smatrati ujednačenima prema spolu i predznanju. Razvijeni su novi raznovrsni instrumenti za prikupljanje podataka (upitnici, ispiti znanja, intervju) koji su na temelju standardnih metoda i postupaka procijenjeni kao valjani i pouzdani. Njihovom primjenom prikupljena je velika količina kvantitativnih i kvalitativnih podataka koji su doprinijeli valjanosti i pouzdanosti rezultata te omogućili dokazivanje valjanosti postavljenih hipoteza i davanje odgovora na istraživačka pitanja. Ovo istraživanje dalo je doprinos ne samo utvrđivanju novih spoznaja o mogućnostima unaprjeđenja procesa poučavanja i učenja kemije već i poboljšanju kvalitete cjelokupne nastave prirodosnanstvenih predmeta.

### **5.4. Implikacije za nastavnu praksu**

Rezultati cjelokupnog istraživanja potvrdili su pozitivne učinke poučavanja uz primjenu materijala za predučenje u nastavi kemije što u vrlo velikoj mjeri upućuje na metodičko-didaktičku opravdanost njihove implementacije u obrazovni sustav s ciljem poboljšanja procesa poučavanja i učenja kemije. Osim što rezultati predstavljaju značajan doprinos utvrđivanju učinkovitosti primjene materijala za predučenje kao dodatnih nastavnih materijala u srednjoškolskom kemijskom obrazovanju, dobivene su i važne praktične implikacije za nastavnu praksu.

U kontekstu teorijskog okvira koji je usklađen s Teorijom kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 1998) izrađen je novi pristup poučavanja uz primjenu aktivnosti predučenja koji bi kod učenika trebao omogućiti smanjenje kognitivnog opterećenja kratkoročnog pamćenja tijekom nastave kao i posljedično poboljšanje učenja kemije. Određene su temeljne smjernice za postupak izrade novih mrežnih materijala za predučenje koje imaju dobru podlogu u relevantnoj literaturi i mogu biti korisne stručnjacima koji ih namjeravaju izrađivati za vlastitu nastavnu praksu ili u okviru istraživanja primjene strategije predučenja.



Važno je da se pomoću materijala na strukturirani način utvrđuju temeljni pojmovi te da se mogu prezentirati na takav način da je potražnja za prostorom kratkoročnog pamćenja svedena na minimum. Učenici dobivaju povratne informacije o usvojenosti pojmova ponavljanjem na početku nastavnog sata, a tijekom nastave mogu se bolje koncentrirati i razumjeti nastavno gradivo. Kontinuiranom primjenom materijala za predučenje povećana interakcija na nastavi postepeno se može razviti prema korisnoj raspravi i pristupu usmjerenom na učenika.

Osim nastavnicima prirodnoznanstvenih predmeta, spoznaje proizašle iz ovog istraživanja mogu biti korisne tvorcima kurikula, obrazovnim vijećima, uredništvima udžbenika kao i ostalim stručnjacima u polju prirodnoznanstvenog obrazovanja. Spoznaje također mogu služiti kao temelj za daljnja istraživanja u osmišljavanju načina izrade materijala i primjene aktivnosti predučenja u različitim obrazovnim područjima.

## 6. POPIS LITERATURE

Agustian, H. Y., & Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: A proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4): 518-532.

Ahire, S. L., & Devaraj, S. (2001). An empirical comparison of statistical construct validation approaches. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(3): 319-329.

Alam, K., Zaman, T. U., & Khan, S. (2014). Reducing information load through pre-lecture assignments to improve secondary level students' understanding in mathematics. *FWU Journal of Social Sciences*, 8(2): 101-106.

Alazzam, A.-O., Bakar, A. R., Hamzah, R., & Asimiran, S. (2012). Effects of demographic characteristics, educational background, and supporting factors on ICT readiness of technical and vocational teachers in Malaysia. *International Education Studies*, 5(6): 229-243.

Allan, B. J. (2018). Investigating learner perceptions and outcomes of the flipped classroom in foundation chemistry classes. *Journal of the Foundation Year Network*, 1: 11-22.

Anderson, L.W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York, NY: Longman.

Aslan, A., & Zhu, C. (2016). Investigating variables predicting Turkish pre-service teachers' integration of ICT into teaching practices. *British Journal of Educational Technology*, 48(2): 552-570.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *Psychology of Learning and Motivation*, 2: 89-195.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225(2): 82-91.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. (2nd ed.). New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Ayres, P. (2006). Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3): 287-298.

Ayres, P., & Paas, F. (2009). Interdisciplinary perspectives inspiring a new generation of cognitive load research. *Educational Psychology Review*, 21(1): 1-9.

Baddeley, A. D. (1983). Working memory. *Philosophical transactions of the Royal Society of London B. Biological Sciences*, 302(1110): 311-324.

Baddeley, A. D.. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044): 556-559.

Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working?. *European psychologist*, 7(2): 85-97.

Bancroft, S. F., Fowler, S. R., Jalaeian, M., & Patterson, K. (2019). Leveling the field: Flipped instruction as a tool for promoting equity in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(1): 36-47.

Berger, R., & Hänze, M. (2015). Impact of expert teaching quality on novice academic performance in the jigsaw cooperative learning method. *International Journal of Science Education*, 37(2): 294-320.

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. USA: International Society for Technology in Education.

Bloom, B. S., Englehart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook I. Cognitive domain*. New York, NY: David McKay.

Burke da Silva, K. B., & Hunter, N. (2009). The use of pre-lectures in a university biology course—eliminating the need for prerequisites. *Bioscience Education*, 14(1): 1-7.

Burušić, J. (1999). Kakve kategorije rabimo u upitnicima i skalama procjena?. *Društvena istraživanja*, 8(1): 137-152. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/31479>

Camelia, F., & Ferris, T. L. (2016). Validation studies of a questionnaire developed to measure students' engagement with systems thinking. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 48(4): 574-585.

Campbel, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. USA: Wadsworth Publishing Company.

Carter, M. D., Pierce, S. S., Dukes III, A. D., Brown, R. H., Crow, B. S., Shaner, R. L., et al. (2017). Supplemental learning in the laboratory: An innovative approach for evaluating knowledge and method transfer. *Journal of Chemical Education*, 94(8): 1094-1097.

Castronuevo, E. A., & Gonzales, J. R. (2017). Maximizing learning process: Improving performance through pre-lecture and post-lecture quizzes. *The Bedan Journal of Psychology*, 116-120.

Chaytor, J. L., Al Mughalaq, M., & Butler, H. (2017). Development and use of online pre-laboratory activities in organic chemistry to improve students' laboratory experience. *Journal of Chemical Education*, 94(7): 859-866.

Chen, Y. T., Liou, S., & Chen, L. F. (2019). The relationships among gender, cognitive styles, learning strategies, and learning performance in the flipped classroom. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(4-5): 395-403.

Chen, Z., Stelzer, T., & Gladding, G. (2010). Using multimedia modules to better prepare students for introductory physics lecture. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 6(1): 010108(1-5).

- Childs, P. E., & Sheehan, M. (2009). What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3): 204-218.
- Chittleborough, G. D., Mocerino, M., & Treagust, D. F. (2007). Achieving greater feedback and flexibility using online pre-laboratory exercises with non-major chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 84(5): 884-888.
- Clarke, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction* (3rd ed.). San Francisco, CA: Pfeiffer (Wiley).
- Cohen, J., (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ, USA: Erlbaum.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). New York, NY: Routledge.
- Collard, D. M., Girardot, S. P., & Deutsch, H. M. (2002). From the textbook to the lecture: Improving prelecture preparation in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 79(4): 520-523.
- Connor-Greene, P. A. (2000). Assessing and promoting student learning: Blurring the line between teaching and testing. *Teaching of Psychology*, 27(2): 84-88. [Online]. Preuzeto s <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.462.5169&rep=rep1&type=pdf>
- Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11(6): 671-684.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Harlow, UK: Pearson Education Limited.
- Ćukušić, M., & Jadrić, M. (2012). *E-učenje: koncept i primjena*. Zagreb: Školska knjiga.
- Danili, E., & Reid, N. (2004). Some strategies to improve performance in school chemistry, based on two cognitive factors. *Research in Science & Technological Education*, 22(2): 203-226.
- Day, J. A., & Foley, J. D. (2005). *Enhancing the classroom learning experience with web lectures: A quasi-experiment*. Georgia Institute of Technology. Preuzeto s <http://hdl.handle.net/1853/8447>
- Devetak, I. (2012). *Zagotavljanje kakovostnega znanja naravoslovja s pomočjo submikro reprezentacij*. Doctoral dissertation, Univerza v Ljubljani.
- Dindia, L. (2013). Pre-lecture activities in undergraduate science courses. *Teaching Innovation Projects*, 3(1): 1-8.
- Ebenezer, J. V. (1992). Making chemistry learning more meaningful. *Journal of Chemical Education*, 69(6): 464-467.

Eilks, I., Witteck, T., & Pietzner, V. (2012). The role and potential dangers of visualisation when learning about sub-microscopic explanations in chemistry education. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 2(1): 125-145.

Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2): 43-71.

European Council. (2006, December). Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. [Online]. Preuzeto s <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0962&from=EN>

Ferk-Savec, V., & Vrtačnik, M. (2007). Povezovanje eksperimentalnih opažanj z razlago na ravni delcev pri bodočih učiteljih kemije. V I. Devetak (Ed.), *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, str. 37-57.

Field, A. (2013). *Discovering statistics using SPSS* (4th ed.). London: SAGE.

Gil-Flores, J., Rodríguez-Santero, J., & Torres-Gordillo, J. J. (2017). Factors that explain the use of ICT in secondary-education classrooms: The role of teacher characteristics and school infrastructure. *Computers in Human Behavior*, 68: 441-449.

Glušac, D. (2012). *Elektronsko učenje*. Univerzitet u Novom Sadu. Preuzeto s <http://www.tfzr.uns.ac.rs/Content/files/0/Knjiga%20Elektronsko%20ucenje.pdf>

Golden, N. (2020). *A framework for pre-laboratory instructional design to support student inquiry in high school chemistry*. School of Education Student Capstone Projects. 495. Preuzeto s [https://digitalcommons.hamline.edu/hse\\_cp/495](https://digitalcommons.hamline.edu/hse_cp/495)

Gorsuch, R. L. (1983). *Factor analysis* (2nd ed.). Hillsdale, NJ, USA: Erlbaum.

Guttman, L. (1954). Some necessary and sufficient conditions for common factor analysis. *Psychometrika*, 19: 149-161.

Hair, J. F., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2013). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall.

Han, E., & Klein, K. C. (2019). Pre-class learning methods for flipped classrooms. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 83(1): 1-21.

Hao, Y., & Lee, K. S. (2016). Teaching in flipped classrooms: Exploring pre-service teachers' concerns. *Computers in Human Behavior*, 57: 250-260.

Harasim, L. (2000). Shift happens: Online education as a new paradigm in learning. *The Internet and Higher Education*, 3(1-2): 41-61.

Hedges, L. V., & Rhoads, C. (2010). *Statistical power analysis*. *International Encyclopedia of Education*, 436-443. doi:10.1016/b978-0-08-044894-7.01356-7

- Heiner, C. E., Banet, A. I., & Wieman, C. (2014). Preparing students for class: How to get 80% of students reading the textbook before class. *American Journal of Physics*, 82(10): 989-996. Preuzeto s <https://doi.org/10.1119/1.4895008>
- Henson, R. K., & Roberts, J. K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research – common errors and some comment on improved practice. *Educational and Psychological Measurement*, 66(3): 393-416.
- Herrington, D. G., & Daubenmire, P. L. (2014). Using interviews in CER projects: Options, considerations, and limitations. In D. Bunce et al. (Eds.), *Tools of Chemistry Education Research*, ACS Symposium Series. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 31-59.
- Herskowitz, I. H. (1960). *Study guide and workbook for genetics*. New York, NY: McGraw-Hill Book.
- Hill, M., Sharma, M. D., & Johnston, H. (2015). How online learning modules can improve the representational fluency and conceptual understanding of university physics students. *European Journal of Physics*, 36(4): 045019.
- Hillocks, G. (1999). *Ways of thinking, ways of teaching*. New York and London: Teachers College Press.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1): 28-54.
- Howe, M. J. A. (1999). *Psihologija učenja: priručnik za nastavnike* (2. izd.). Jastrebarsko: Naklada Slap.
- Hrin, T. N., Milenković, D. D., Segedinac, M. D., & Horvat, S. (2016). Enhancement and assessment of students' systems thinking skills by application of systemic synthesis questions in the organic chemistry course. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 81(12): 1455-1471.
- Hussein, F., & Reid, N. (2009). Working memory and difficulties in school chemistry. *Research in Science & Technological Education*, 27(2): 161-185.
- Izquierdo Alfaro, I., Olea Díaz, J., & Abad García, F. J. (2014). Exploratory factor analysis in validation studies: Uses and recommendations. *Psicothema*. 26(3): 395-400.
- Johnstone A. H. (1982). Macro and microchemistry. *School Science Review*, 64: 377-379.
- Johnstone, A. H. (1984). New stars for the teachers to steer by?. *Journal of Chemical Education*, 61(10): 847-849. Preuzeto s <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed061p847>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2): 75-83.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9): 701-705.

- Johnstone, A. H. (1997). Teaching chemistry-science or alchemy. *Journal of Chemical Education*, 74(3): 262-268.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological?. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1): 9-15.
- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1): 22-29.
- Johnstone, A. H., & El-Banna, H. (1989). Understanding learning difficulties – a predictive research mode. *Studies in Higher Education*, 14(2): 159-168.
- Johnstone, A. H., & Kellett, N. C. (1980). Learning difficulties in school science. Towards a working hypothesis. *European Journal of Science Education*, 2(2): 175-181.
- Johnstone, A. H., Sleet, R. J., & Vianna, J. F. (1994). An information processing model of learning: Its application to an undergraduate laboratory course in chemistry. *Studies in Higher Education*, 19(1): 77-87.
- Johnstone, A. H., Watt, A., & Zaman, T. U. (1998). The students' attitude and cognition change to a physics laboratory. *Physics Education*, 33(1): 22-29.
- Johnstone, A. H., & Wham, A. J. B. (1982). Demands of practical work. *Education in Chemistry*, 19(3): 71-73.
- Jolley, D. F., Wilson, S. R., Kelso, C., O'Brien, G., & Mason, C. E. (2016). Analytical thinking, analytical action: Using prelab video demonstrations and e-quizzes to improve undergraduate preparedness for analytical chemistry practical classes. *Journal of Chemical Education*, 93(11): 1855-1862.
- Karanicolas, S., Green, I., Willis, C., & Snelling, C. (2011). Changing spaces: Using technologies to enhance student and teacher engagement through effective pre-lecture engagement (EPL). Proceedings ASCILITE 2011, *Changing demands, Changing directions*, pp. 665-670. Preuzeto s <https://ascilite.org/conferences/hobart11/downloads/papers/Karanicolas-concise.pdf>
- Kilickaya, F. (2017). The effects of pre-lecture online quizzes on language students' perceived preparation and academic performance. *PASAA: Journal of Language Teaching and Learning in Thailand*, 53: 59-84.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2014). Demographic factors, TPACK constructs, and teachers' perceptions of constructivist-oriented TPACK. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(1): 185-196.
- Kolari, S., & Savander-Ranne, C. (2002). Does pedagogical training benefit the engineering educator?. *Global Journal of Engineering Education*, 6(1): 59-69.

- Kolari, S., & Savander-Ranne, C. (2007). *Pre-lecture assignments – a method for improving learning in engineering education*. In Proc. ICEE, pp. 1-4. Preuzeto s <http://icee2007.dei.uc.pt/proceedings/papers/600.pdf>
- Kozaris, I., & Varella, E. A. (2010). Lecturers' attitudes on electronically supported pre-lecturing material for intensive programs: A case study. *Online Submission*, 7(2): 89-94.
- Kristine, F. J. (1985). Developing study skills in the context of the general chemistry course: The pre-lecture assignment. *Journal of Chemical Education*, 62(6): 509-510.
- Kulevich, S. E., Herrick, R. S., & Mills, K. V. (2014). A discovery chemistry experiment on buffers. *Journal of Chemical Education*, 91(8): 1207-1211.
- Lair, D. (2011, August). *Relationship of time-management behaviours to the effectiveness of chemistry pre-laboratory assignments*. Center for Research on Teaching Excellence, 1-12. Advance online publication. Preuzeto s <https://cloudfront.escholarship.org/dist/prd/content/qt8623f3zs/qt8623f3zs.pdf>
- Legron-Rodriguez, T. (2019). Generative learning strategies and prelecture assignments in a flipped forensic chemistry classroom. In *Teaching Chemistry with Forensic Science*. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 233-241.
- Lewandowski, H. J., Pollard, B., & West, C. G. (2020, January). *Using custom interactive video prelab activities in a large introductory lab course*. In PERC Proceedings. doi:10.1119/perc.2019.pr.Lewandowski
- Lewis, J. E. (2014). Doing chemistry education research in the real world: Challenges of multi-classroom collaborations. In D. Bunce et al. (Eds.), *Tools of Chemistry Education Research*, ACS Symposium Series. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 267-278.
- Lilliefors, H. W. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American statistical Association*, 62(318): 399-402.
- Lineweaver, T. T. (2010). Online discussion assignments improve students' class preparation. *Teaching of Psychology*, 37(3): 204-209.
- Logar, A., Peklaj, C., & Savec, V. F. (2017). Effectiveness of student learning during experimental work in primary school. *Acta Chimica Slovenica*, 64(3): 661-671.
- Long, T., Logan, J., & Waugh, M. (2016). Students' perceptions of the value of using videos as a pre-class learning experience in the flipped classroom. *TechTrends*, 60(3): 245-252. Preuzeto s <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0045-4>
- Loveless, A. (2007). Preparing to teach with ICT: Subject knowledge, didaktik and improvisation. *The Curriculum Journal*, 18(4): 509-522.
- Lowery Bretz, S. (Ed.) (2009). *Chemistry in the national science education standards: Models for meaningful learning in the high school chemistry classroom* (2nd ed.). Washington, DC: American Chemical Society.



- Lu, C.-S., Shang, K.-C., & Lin, C.-C. (2016). Identifying crucial sustainability assessment criteria for container seaports. *Maritime Business Review*, 1(2): 90-106.
- Lumsden, E. A. (1976). The effect of brief, pre-lecture quizzes on performance on regularly-scheduled tests, class participation, and student-evaluation of lectures. *Journal of Instructional Psychology*, 3(3): 40.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3): 229-245.
- Mancy, R., & Reid, N. (2004, April). *Aspects of cognitive style and programming*. In PPIG (p. 2). Preuzeto s <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.106.3293&rep=rep1&type=pdf>
- Marrs, K. A., & Novak, G. (2004). Just-in-time teaching in biology: Creating an active learner classroom using the internet. *Cell Biology Education*, 3(1): 49-61.
- Maskey, R., Fei, J., & Nguyen, H. O. (2018). Use of exploratory factor analysis in maritime research. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 34(2): 91-111.
- Mateljan, V., Širanović, Ž., & Šimović, V. (2009). Prijedlog modela za oblikovanje multimedijских web nastavnih sadržaja prema pedagoškoj praksi u Republici Hrvatskoj. *Informatologia*, 42(1): 38-44.
- Mathieu, R. D., & Quinn, P. L. (1968). *Introduction of computer aided instruction into an aerospace engineering curriculum*. Preuzeto s <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.com/&httpsredir=1&article=2668&context=space-congress-proceedings>
- Matijević, M. (2010.). *Između didaktike nastave usmjerene na učenika i kurikulumske teorije*. U *Zbornik radova Četvrtog kongresa matematike*. Zagreb: Hrvatsko matematičko društvo i Školska knjiga, str. 391-408.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 41: 31-48.
- McCollum, B. M. (2016). Improving academic reading habits in chemistry through flipping with an open education digital textbook. In *Technology and assessment strategies for improving student learning in chemistry*. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 23-45.
- McCrum-Gardner, E. (2010). Sample size and power calculations made simple. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 17(1): 10-14.
- McDonnell, C., & Donnelly, R. (2013). Learner experiences of online pre-lecture resources for an undergraduate introductory chemistry course – A case study informed by phenomenography. *Journal of Chemistry Education Research and Practice*. Preuzeto s <https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=ltcart>
- Meyer, A. H. (1967). An inductive conceptual approach to college geography. *Journal of Geography*, 66(9): 492-495.

Milas, G. (2004). *Istraživačke metode u psihologiji i drugim društvenim znanostima*. Jastrebarsko: Naklada Slap.

Milenković, D. D. (2014). *Razvoj i evaluacija instrukcione strategije zasnovane na tripletom modelu reprezentacije sadržaja neorganske hemije u srednjoškolskom obrazovanju*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija.

Miller, G. A. (1956). The magic number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Reviews*, 63(2): 81-97.

Miller, M. D., Linn, R. L., & Gronlund, N. E. (2009). *Measurement and assessment in teaching* (10th ed.). New Jersey, USA: Pearson Education, Inc.

Ministarstvo kulture i prosvjete (1994). Nastavni programi za gimnazije u programima opće, jezične, klasične i prirodoslovno-matematičke gimnazije. U *Glasniku Ministarstva kulture i prosvjete Republike Hrvatske*, Zagreb.

Mohajan, H. K. (2017). Two criteria for good measurements in research: Validity and reliability. *Annals of Spiru Haret University. Economic Series*, 17(4): 59-82.

Moravec, M., Williams, A., Aguilar-Roca, N., & O'Dowd, D. K. (2010). Learn before lecture: A strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE – Life Sciences Education*, 9(4): 473-481.

MZOŠ RH (2011). Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obvezno i srednjoškolsko obrazovanje. [Online]. Dostupno na [http://mzos.hr/datoteke/Nacionalni\\_okvirni\\_kurikulum.pdf](http://mzos.hr/datoteke/Nacionalni_okvirni_kurikulum.pdf)

Narloch, R., Garbin, C. P., & Turnage, K. D. (2006). Benefits of prelecture quizzes. *Teaching of Psychology*, 33(2): 109-112.

NCVVO (2018). Provedeni ispiti. Dostupno na <https://www.ncvvo.hr/skolska-godina/2017-2018/>

Neuman, W. L. (2013). *Social research methods: Qualitative and quantitative approaches* (7th ed.). Harlow, UK: Pearson Education Limited.

Nyachwaya, J. M., Mohamed, A. R., Roehrig, G. H., Wood, N. B., Kern, A. L., & Schneider, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: An alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2): 121-132.

O'Sullivan, S. K. E., & Harrison, T. G. (2016). A study into the design of a pre-laboratory software resource in effectively assisting in the chemistry proficiency of students of Chinese origin undertaking post 16 chemistry in the UK. *Acta Didactica Napocensia*, 9(1): 51-64.

Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1): 122-133.

- Pallant, J. (2016). *SPSS Survival Guide Manual* (6th ed.). NY, USA: Two Penn Plaza.
- Petillion, R. J., & McNeil, W. S. (2020). Johnstone's triangle as a pedagogical framework for flipped-class instructional videos in introductory chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(6): 1536-1542.
- Reid, N. (2008). A scientific approach to the teaching of chemistry. What do we know about how students learn in the sciences, and how can we make our teaching match this to maximise performance? *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1): 51-59.
- Reid, N. (2021). The triangle model – the contribution of the late Professor Alex H. Johnstone. *Journal of Science Education*, 2(1): 47-61.
- Reid, N., & Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2): 172-185.
- Reid, N., & Yang, M. J. (2002). Open-ended problem solving in school chemistry: A preliminary investigation. *International Journal of Science Education*, 24(12): 1313-1332.
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2019). Investigating gender differences in mathematics and science: Results from the 2011 Trends in Mathematics and Science Survey. *Research in Science Education*, 49(1): 25-50.
- Rodgers, T. L., Cheema, N., Vasanth, S., Jamshed, A., Alfutimie, A., & Scully, P. J. (2020). Developing pre-laboratory videos for enhancing student preparedness. *European Journal of Engineering Education*, 45(2): 292-304.
- Rollnick, M., Zwane, S., Staskun, M., Lotz, S., & Green, G. (2001). Improving pre-laboratory preparation of first-year university chemistry students. *International Journal of Science Education*, 23(10): 1053-1071.
- Roslaniec, M. C., & Sanford, E. M. (2010). Benzoylation of ergosterol through nucleophilic acyl substitution and subsequent formation of ergosterol benzoate endoperoxide by reaction with singlet oxygen generated by photosensitization. *Journal of Chemical Education*, 88(2): 229-231.
- Ryan, M. D., & Reid, S. A. (2016). Impact of the flipped classroom on student performance and retention: A parallel controlled study in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(1): 13-23.
- Sadaghiani, H. R. (2012). Online prelectures: An alternative to textbook reading assignments. *The Physics Teacher*, 50(5): 301-303.
- Sadovaya, E., & Thai, V. V. (2015). Impacts of implementation of the effective maritime security management model (EMSMM) on organizational performance of shipping companies. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31(2): 195-215.

Sarmouk, C., Ingram, M. J., Read, C., Curdy, M. E., Spall, E., Farlow, A., ... & Patel, B. A. (2019). Pre-laboratory online learning resource improves preparedness and performance in pharmaceutical sciences practical classes. *Innovations in Education and Teaching International*. Preuzeto s <https://doi.org/10.1080/14703297.2019.1604247>

Scherer, R., Siddiq, F., & Teo, T. (2015). Becoming more specific: Measuring and modeling teachers' perceived usefulness of ICT in the context of teaching and learning. *Computers & Education*, 88: 202-214.

Schmidt-McCormack, J., Muniz, M., Keuter, E., Shaw, S. K., & Cole, R. (2017). Design and implementation of instructional videos for upper-division undergraduate laboratory courses. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4): 749-762.

Schwartz, R. N., Milne, C., Homer, B. D., & Plass, J. L. (2013). Designing and implementing effective animations and simulations for chemistry learning. In J. P. Suits & M. J. Sanger (Eds.), *Pedagogic roles of animations and simulations in chemistry courses*. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 43-76.

Seery, M. K. (2010a). Pre-lecture resources to reduce in-lecture cognitive load. Teaching Fellowships. Paper 19. Preuzeto s <http://arrow.dit.ie/fellow/19>

Seery, M. K. (2010b). Using pre-lecture resources in your teaching: A short guide. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 3(1): 1-3. Preuzeto s <http://lttc.dit.ie/lttc/media/ditlttc/documents/lttcreources/Using%20Pre-Lecture%20Resources%20in%20your%20teaching>

Seery, M. K. (2012a). Jump-starting lectures. *Education in Chemistry*, 49(5): 22-25.

Seery, M. K. (2012b). Podcasting: support and enrich chemistry education. *Education in Chemistry*, 49(2): 19-22.

Seery, M. K. (2015a). ConfChem conference on flipped classroom: Student engagement with flipped chemistry lectures. *Journal of Chemical Education*, 92(9): 1566-1567.

Seery, M. K. (2015b). Flipped learning in higher education chemistry: Emerging trends and potential directions. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4): 758-768.

Seery, M. K., Agustian, H. Y., Doidge, E. D., Kucharski, M. M., O'Connor, H. M., & Price, A. (2017). Developing laboratory skills by incorporating peer-review and digital badges. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(3): 403-419.

Seery, M. K., & Donnelly, R. (2012). The implementation of pre-lecture resources to reduce in-class cognitive load: A case study for higher education chemistry. *British Journal of Educational Technology*, 43(4): 667-677.

Sikirica, M. (2003). *Metodika nastave kemije*. Zagreb: Školska knjiga.

Sirhan, G. A. A. A. (2000). *A study of the effects of pre-learning on first year university chemistry students*. Doctoral dissertation, University of Glasgow. Preuzeto s <http://theses.gla.ac.uk/id/eprint/3989>

- Sirhan, G., Gray, C., Johnstone, A. H., & Reid, N. (1999). Preparing the mind of the learner. *University Chemistry Education*, 3(2): 43-47.
- Sirhan, G., & Reid, N. (2001). Preparing the mind of the learner-Part 2. *University Chemistry Education*, 5(2): 52-58.
- Sirhan, G., & Reid, N. (2002). An approach in supporting university chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 3(1): 65-75.
- Slunt, K. M., & Giancarlo, L. C. (2004). Student-centered learning: A comparison of two different methods of instruction. *Journal of Chemical Education*, 81(7): 985-988.
- Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2016). The impact of research-based laboratory activities on the students' affective experience. In I. Eilks, S. Markic & B. Ralle (Eds.), *Science Education Research and Practical Work*. Aachen, Germany: Shaker Verlag, pp. 221-226.
- Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2017). The pre-learning strategy in science using a textbook: A case of Croatia. *Gamtamokslinis ugdymas/Natural Science Education*, 14(2): 90-96.
- Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2018). The use of chemistry learning materials within the pre-learning strategy: Findings from a teachers' survey. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 51: 19-23.
- Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2020). Demographic characteristics of chemistry teachers in Croatia affecting the use of pre-laboratory activities in the classroom. *Acta Chimica Slovenica*, 67(2): 435-444.
- Spagnoli, D., Wong, L., Maisey, S., & Clemons, T. D. (2017). Prepare, do, review: A model used to reduce the negative feelings towards laboratory classes in an introductory chemistry undergraduate unit. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1): 26-44.
- Spencer, J. N. (1999). New directions in teaching chemistry: A philosophical and pedagogical basis. *Journal of Chemical Education*, 76(4): 566-569.
- Stanley, R., & Lynch-Caris, T. (2014). *An innovative method to apply the flipped learning approach in engineering courses via web based tools*. In Proceedings of the 2014 ASEE Gulf-southwest Conference organised by Tulane University, New Orleans, Louisiana. Preuzeto s <http://asee-gsw.tulane.edu/pdf/an-innovative-method-to-apply-the-flipped-learning-approach-in-engineering-courses-via-web-based-tools.pdf>
- Stelzer, T., Brookes, D. T., Gladding, G., & Mestre, J. P. (2010). Impact of multimedia learning modules on an introductory course on electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 78(7): 755-759.
- Stelzer, T., Gladding, G., Mestre, J. P., & Brookes, D. T. (2009). Comparing the efficacy of multimedia modules with traditional textbooks for learning introductory physics content. *American Journal of Physics*, 77(2): 184-190.
- Sternberg, R. J. (2005). *Kognitivna psihologija* (3. izd.). Jastrebarsko: Naklada Slap.

Stieff, M., Werner, S. M., Fink, B., & Meador, D. (2018). Online prelaboratory videos improve student performance in the general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 95(8): 1260-1266.

Stričević, D. & Sever, B. (2017). *Temelji organske kemije*. Udžbenik kemije za četvrti razred gimnazije (2. izd.). Zagreb: Profil.

Stull, J. C., Majerich, D. M., Bernacki, M. L., Jansen Varnum, S., & Ducette, J. P. (2011). The effects of formative assessment pre-lecture online chapter quizzes and student-initiated inquiries to the instructor on academic achievement. *Educational Research and Evaluation*, 17(4): 253-262.

Sweller, J. (2008). Human cognitive architecture. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. van Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (3rd ed.). New York, NY: Routledge, pp. 369-381.

Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and instruction*, 12(3): 185-233.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3): 251-296.

Šimičić, S. (2018). *Uporaba čestičnog crteža pri analizi, usvajanju, provjeri i unapređenju konceptualnog znanja u početnom poučavanju kemije*. Doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu.

Tabachnick, B.G., & Fidell, L.S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). Boston: Pearson Education Limited.

Taber, K. S. (2002). *Alternative conceptions in chemistry: Prevention, diagnosis and cure?*. London: The Royal Society of Chemistry.

Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2): 156-168.

Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6): 1273-1296.

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2): 179-195.

Teo, T., & Zhou, M. (2017). The influence of teachers' conceptions of teaching and learning on their technology acceptance. *Interactive Learning Environments*, 25(4): 513-527.

Tkalac Verčić, A., Sinčić Ćorić, D., & Pološki Vokić, N. (2010). *Priručnik za metodologiju istraživačkog rada*. Zagreb, Hrvatska: M.E.P. d.o.o.

Tsaparlis, G. (2009). Learning at the macro level: The role of practical work. In J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, pp. 109-136.

Villafañe, S. M., Bailey, C. P., Loertscher, J., Minderhout, V., & Lewis, J. E. (2011). Development and analysis of an instrument to assess student understanding of foundational concepts before biochemistry coursework. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 39(2): 102-109.

Vizek Vidović, V., Rijavec, M., Vlahović-Štetić, V. & Miljković, D. (2014). *Psihologija obrazovanja* (2. izd.). Zagreb: IEP-Vern'.

Vladušić, R. (2017). *Metodičko znanje o kemijskom vezivanju s naglaskom na jezična pitanja u Republici Hrvatskoj*. Doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu.

Winberg, T. M., & Berg, C. A. R. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: Effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8): 1108-1133.

Woodward, R. L., & Reid, C. S. (2019). You've got mail (and homework): Simple strategies for promoting student engagement with prelecture videos. *Journal of Chemical Education*, 96(9): 2055-2058.

Yildirim, E. (2012). The investigation of the teacher candidates' attitudes towards teaching profession according to their demographic variables (The sample of Maltepe University). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46: 2352-2355.

Zarevski, P. (2002). *Psihologija pamćenja i učenja* (4. izd.). Jastrebarsko: Naklada Slap.

## 7. PRILOZI

- Prilog 1. Obrazac informiranog pristanka za sudjelovanje nastavnika u istraživanju.
- Prilog 2. Obrazac informiranog pristanka za sudjelovanje učenika u istraživanju
- Prilog 3. Mrežni anketni upitnik za nastavnike „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“
- Prilog 4. Upitnik 1 za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine: „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“
- Prilog 5. Preliminarni ispit znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine: „Pisana provjera usvojenosti obrađenih sadržaja kemije“
- Prilog 6. Tablica P1. Povezanost zadataka preliminarnog ispita znanja s dimenzijama znanja i dimenzijama kognitivnih procesa
- Prilog 7. Završni i retencijski ispit znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine: „Pisana provjera usvojenosti sadržaja alkana i cikloalkana“
- Prilog 8. Tablica P2. Povezanost čestica zadataka završnog ispita znanja s dimenzijama znanja i dimenzijama kognitivnih procesa
- Prilog 9. Mrežni materijali za predučenje (probni materijal i pet nastavnih jedinica)
- Prilog 10. Upitnik 2 za učenike eksperimentalne skupine: „Evaluacija primjene materijala za predučenje“
- Prilog 11. Protokol strukturiranog intervjua s nastavnicama
- Prilog 12. Tablica P3. Pitanja predviđena za ponavljanje sadržaja iz MMP-materijala na nastavnom satu za eksperimentalnu skupinu
- Prilog 13. Tablica P4. Odgojno-obrazovni ishodi važni za usvajanje znanja o alkanima i cikloalkanima po nastavnim jedinicama



## **Prilog 1.**

### **IZJAVA O SVJESNOJ I SLOBODNOJ SUGLASNOSTI NASTAVNIKA ZA SUDJELOVANJE U ISTRAŽIVANJU**

**NAZIV ISTRAŽIVANJA:** Implementacija strategije predučenja u srednjoškolskom kemijskom obrazovanju

**IME I PREZIME VODITELJICE ISTRAŽIVANJA:** Snježana Smerdel, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu

Pozvani ste da sudjelujete u istraživanju u kojemu se ispituje utjecaj primjene dodatnih nastavnih materijala na kvalitetu praćenja nastave kao i učenja. Istraživanje će se provesti u okviru izrade doktorskog rada doktorandice Snježane Smerdel na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Splitu. Istraživači koji provode ovo istraživanje neće primati financijsku naknadu.

Molimo Vas da pažljivo pročitate ovu izjavu za sudjelovanje u istraživanju u kojoj se objašnjava zašto se i kako provodi istraživanje.

#### **PODATCI O ISTRAŽIVANJU**

Istraživanje se provodi početkom školske godine 2018./2019. kroz šest školskih sati u školama odabranima za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu radi usporedbe dva modela poučavanja kemije.

Cilj istraživanja je poboljšati kvalitetu učenja kemije radi čega će biti izrađeni primjeri optimalnih materijala za predučenje te će se ispitati njihova učinkovitost u školskoj praksi. Nastava kemije će se redovito odvijati osim dodatnih istraživačkih aktivnosti čiji opseg ovisi o tome jeste li uključeni u rad eksperimentalne ili kontrolne skupine.

#### **Istraživačke aktivnosti:**

1. Za eksperimentalnu skupinu je predviđena provedba primjene novih materijala za predučenje. Materijali s novim nastavnim sadržajem bit će dostupni poveznicom koju učenici i nastavnici dobivaju elektroničkom poštom dan-dva prije nastave. Elektronička komunikacija nije nužno privatna, ali neće uključivati razmjenu osobnih podataka.

Od učenika eksperimentalne skupine očekuje se da odvoje do 10 minuta od uobičajenog vremena za učenje kako bi proučili dobivene materijale, riješili kratki kviz te poslali materijal nakon čega se automatski dobiva povratna informacija. Zadatak trebaju odraditi prije obrade nastavnog gradiva (prethodni dan) kako bi na početku sljedećeg nastavnog sata mogli aktivno sudjelovati u ponavljanju tog istog nastavnog gradiva.

Učenicima kontrolne skupine materijali za predučenje bit će dostupni pri kraju istraživanja.

2. Učenici eksperimentalne i kontrolne skupine trebaju popuniti dva upitnika, na početku i na kraju istraživanja.

Prvi upitnik odnosi se na iskustva s primjenom aktivnosti predučenja u nastavi kemije dok će drugim upitnikom iskazati mišljenje i stavove o sudjelovanju u istraživanju.

3. Učenici eksperimentalne i kontrolne skupine pisat će tri ispita znanja povezana s nastavnim gradivom, prvi na početku istraživanja, zatim nakon primjene materijala za predučenje te posljednji ispit znanja dva mjeseca kasnije.

4. Nakon primjene materijala za predučenje voditeljica istraživanja s Vama će provesti strukturirani intervju o zapažanjima koja su se pojavila tijekom istraživanja.

**Podatci dobiveni na opisane načine neće se koristiti za procjenu uspješnosti u radu s učenicima već samo za istraživačke namjene.**

Mogući rizici: Ne postoje poznati rizici i/ili nelagode povezane s ovim istraživanjem.

Moguće koristi: Sudjelovanje u istraživanju ne donosi neposredne koristi, osim znanja i iskustva koja se mogu steći u okviru sudjelovanja. Nove spoznaje, koje će proizaći iz istraživanja, mogu se upotrijebiti za poboljšanje poučavanja kemije.

### **POVJERLJIVOST I ZAŠTITA OSOBNIH PODATAKA**

Posebna pažnja bit će posvećena zaštiti privatnosti i povjerljivosti podataka. Pri prikupljanju podataka anonimnost je potpuno zajamčena, a zapisi vaših demografskih podataka i iskustava bit će strogo čuvani pod istraživačkom šifrom. Javno će biti objavljeni i dostupni isključivo skupni rezultati tako da se neće moći niti indirektno povezati s Vašim imenom ili školom. Vrlo rado ćemo s Vama podijeliti rezultate istraživanja.

### **DOBROVOLJNO SUDJELOVANJE**

Vaše sudjelovanje u ovom istraživanju je u potpunosti dobrovoljno i možete ga u bilo kojem trenutku prekinuti bez posljedica. Ukoliko odlučite sudjelovati u istraživanju, potrebno je potpisati ovu izjavu uz naznaku nadnevk. Izjavu potpisuje i voditeljica istraživanja, a jedan primjerak obrasca možete zadržati.

Molimo Vas, potpišite ovu izjavu o suglasnosti i nemojte se ustručavati postavljati pitanja o istraživanju voditeljici istraživanja Snježani Smerdel (podatci za kontakt: telefon, e-mail).

**Svojim potpisom potvrđujem da sam informiran/a o ciljevima, prednostima i rizicima ovog istraživanja te da sam dobio/la mogućnost postavljanja pitanja u vezi istraživanja. Potvrđujem svoju suglasnost za sudjelovanje u opisanom istraživanju „Implementacija strategije predučenja u srednjoškolskom kemijskom obrazovanju“ te dozvoljavam uporabu rezultata u pedagoške i znanstveno-istraživačke svrhe.**

U \_\_\_\_\_  
(mjesto i nadnevak)

\_\_\_\_\_  
(ime i prezime nastavnika tiskanim slovima)

\_\_\_\_\_  
(vlastoručni potpis nastavnika)

**Ja, voditeljica istraživanja, obvezujem se strogo čuvati dobivene podatke uz pridržavanje Etičkog kodeksa i zaštitu tajnosti podataka. Potvrđujem da sam pružila potrebne informacije o ovom istraživanju i dala primjerak izjave potpisane od strane nastavnika i istraživača.**

Snježana Smerdel, dipl. ing.  
Prirodoslovno-matematički fakultet, Split

\_\_\_\_\_  
(vlastoručni potpis voditeljice istraživanja)

## Prilog 2.

### IZJAVA O SVJESNOJ I SLOBODNOJ SUGLASNOSTI UČENIKA ZA SUDJELOVANJE U ISTRAŽIVANJU

**NAZIV ISTRAŽIVANJA:** Implementacija (provedba) strategije predučenja u srednjoškolskom kemijskom obrazovanju

**IME I PREZIME VODITELJICE ISTRAŽIVANJA:** Snježana Smerdel, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu

Pozvani ste da u svojstvu ispitanika sudjelujete u istraživanju u kojemu se ispituje utjecaj primjene dodatnih nastavnih materijala na kvalitetu praćenja nastave kao i učenja. Istraživanje će se provesti u okviru izrade doktorskog rada doktorandice Snježane Smerdel na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Splitu. Istraživači koji provode ovo istraživanje neće primiti financijsku naknadu.

Molimo vas da pažljivo pročitate ovu izjavu za sudjelovanje u istraživanju u kojoj se objašnjava zašto se i kako provodi istraživanje.

#### PODATCI O ISTRAŽIVANJU

Istraživanje se provodi početkom školske godine 2018./2019. u školama odabranima za eksperimentalnu i kontrolnu skupinu radi usporedbe dva modela poučavanja kemije. Istraživanje će trajati šest školskih sati i neće biti direktnog kontakta ili intervju sa istraživačima.

Cilj istraživanja je poboljšati kvalitetu učenja kemije radi čega će biti izrađeni primjeri optimalnih materijala za predučenje te će se ispitati njihova učinkovitost u školskoj praksi. Nastava kemije redovito će se odvijati, osim dodatnih istraživačkih aktivnosti čiji opseg ovisi o tome jeste li kao ispitanik uključeni u rad eksperimentalne ili kontrolne skupine.

#### Istraživačke aktivnosti:

1. Za eksperimentalnu skupinu predviđena je provedba primjene novih materijala za predučenje. Materijali će biti dostupni poveznicom koju ispitanici dobivaju elektroničkom poštom dan-dva prije nastave. Elektronička komunikacija nije nužno privatna, ali neće uključivati razmjenu osobnih podataka.

Od ispitanika eksperimentalne skupine očekuje se da odvoje do 10 minuta od uobičajenog vremena za učenje kako bi proučili dobivene materijale, riješili kratki kviz te poslali materijale nakon čega se automatski dobiva povratna informacija. Zadatak je potrebno odraditi prije obrade nastavnog gradiva (prethodni dan) kako biste na početku sljedećeg nastavnog sata mogli aktivno sudjelovati u ponavljanju tog istog nastavnog gradiva.

Ispitanicima kontrolne skupine materijali za predučenje bit će dostupni pri kraju istraživanja.

2. Ispitanici eksperimentalne i kontrolne skupine trebaju popuniti dva upitnika, na početku i na kraju istraživanja.

Prvi upitnik se odnosi na iskustva s primjenom aktivnosti predučenja u nastavi kemije dok će se drugim upitnikom moći iskazati mišljenje i stavovi o sudjelovanju u istraživanju.

3. Ispitanici eksperimentalne i kontrolne skupine pisat će tri ispita znanja povezana s nastavnim gradivom, prvi na početku istraživanja, zatim nakon primjene materijala za predučenje te posljednji ispit znanja dva mjeseca kasnije. Upitnici i ispiti znanja bit će potpisani šifrom te je

anonimnost ispitanika potpuno zajamčena. Podatci dobiveni na opisane načine služiti će samo za istraživačke namjene i neće biti ocjenjivani.

Rezultati ispita znanja kao i odluka o nesudjelovanju ne mogu niti na bilo koji način negativno utjecati na ocjenu nastavnog predmeta, ali će dosljedan rad s materijalima za predučenje u eksperimentalnoj skupini moći biti nagrađen poticajnim ocjenama.

Mogući rizici: Ne postoje poznati rizici i/ili nelagode povezane s ovim istraživanjem.

Moguće koristi: Sudjelovanje u istraživanju ne donosi neposredne koristi, osim znanja i iskustva koja se mogu steći u okviru sudjelovanja.

## **POVJERLJIVOST I ZAŠTITA OSOBNIH PODATAKA**

Posebna pažnja bit će posvećena zaštiti vaše privatnosti i povjerljivosti podataka. Pri prikupljanju podataka anonimnost je potpuno zajamčena, a dobiveni podatci će biti strogo čuvani pod istraživačkom šifrom. Javno će biti objavljeni i dostupni isključivo skupni rezultati tako da se neće moći niti indirektno povezati s vašim imenom ili školom. Vrlo rado ćemo s vama podijeliti rezultate istraživanja.

## **DOBROVOLJNO SUDJELOVANJE**

Vaše sudjelovanje u ovom istraživanju je u potpunosti dobrovoljno i možete ga u bilo kojem trenutku prekinuti bez posljedica. Ukoliko odlučite sudjelovati u istraživanju, potrebno je potpisati ovu izjavu uz naznaku nadnevk. Izjavu potpisuje i voditeljica istraživanja, a jedan primjerak obrasca možete zadržati.

Molimo vas, potpišite ovu izjavu o suglasnosti i nemojte se ustručavati postavljati pitanja o istraživanju voditeljici istraživanja Snježani Smerdel (podatci za kontakt: telefon, e-mail).

**Svojim potpisom potvrđujem da sam informiran/a o ciljevima, prednostima i rizicima ovog istraživanja te da sam dobio/la mogućnost postavljanja pitanja u vezi istraživanja. Potvrđujem svoju suglasnost za sudjelovanje u opisanom istraživanju „Implementacija strategije predučenja u srednjoškolskom kemijskom obrazovanju“ te dozvoljavam uporabu rezultata u pedagoške i znanstveno-istraživačke svrhe.**

U \_\_\_\_\_  
(mjesto i nadnevak)

\_\_\_\_\_  
(ime i prezime učenika/ce tiskanim slovima, razred)

\_\_\_\_\_  
(vlastoručni potpis učenika/ce)

**Ja, voditeljica istraživanja, obvezujem se strogo čuvati dobivene podatke uz pridržavanje Etičkog kodeksa i zaštitu tajnosti podataka. Potvrđujem da sam pružila potrebne informacije o ovom istraživanju i dala primjerak izjave potpisane od strane ispitanika i istraživača.**

Snježana Smerdel, dipl. ing.  
Prirodoslovno-matematički fakultet, Split

\_\_\_\_\_  
(vlastoručni potpis voditeljice istraživanja)

### **Prilog 3.**

#### **Upitnik za nastavnike: „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“**

Aktivnosti predučenja su različite kratke aktivnosti koje se provode prije određenog nastavnog sata (dan-dva ranije kod kuće ili rjeđe na početku nastavnog sata). Svrha im je da učenici dobiju temeljna znanja iz novog nastavnog gradiva kako bi se smanjila opterećenost nepoznatim pojmovima tijekom nastave. Istraživanja su pokazala da takve aktivnosti učenicima pomažu aktivirati predznanje, postići dublje razumijevanje nastavnog gradiva i olakšati učenje. Osim toga, pokazalo se da učenici koji su upoznati s nastavnim gradivom aktivnije sudjeluju u nastavi.

#### **Upute za sudionike**

Upitnik koji je pred Vama dio je istraživanja pod nazivom "Implementacija strategije predučenja u srednjoškolskoj nastavi kemije" u okviru izrade doktorskog rada na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Splitu. Svrha ovog istraživanja je ispitati učestalost primjene različitih aktivnosti predučenja u nastavi kemije u hrvatskim srednjim školama.

Upitnik sadrži 26 stavki raspodijeljenih u dvije cjeline. Prva cjelina obuhvaća opće podatke sudionika dok se druga cjelina sastoji od pet skupina stavki s višestrukim izborom odgovora posvećenih tematici istraživanja. Na kraju upitnika nalazi se pitanje otvorenog tipa.

Radi uspješnosti istraživanja, molimo Vas da pažljivo pročitate tvrdnje i na svaku iskreno odgovorite. Klikom u kružić potrebno je označiti samo jedan ponuđeni odgovor. Za tematske stavke ponuđeni su sljedeći odgovori:

1. nikada (niti na jednom nastavnom satu),
2. ponekad (dva puta u polugodištu),
3. obično (jednom mjesečno),
4. često (dva puta mjesečno),
5. vrlo često (jednom tjedno) i
6. uvijek (na svakom nastavnom satu).

Anonimnost sudionika i povjerljivost podataka u potpunosti su zajamčene.

Unaprijed se zahvaljujemo na pomoći koju nam pružate popunjavajući ovaj upitnik!

1. Navedite u kojoj županiji radite. \*

*Mark only one oval.*

- Dubrovačko-neretvanska
- Splitsko-dalmatinska
- Šibensko-kninska
- Zadarska
- Ličko-senjska
- Primorsko-goranska
- Istarska
- Vukovarsko-srijemska
- Osječko-baranjska
- Brodsko-posavska
- Požeško-slavonska
- Virovitičko-podravska
- Karlovačka
- Sisačko-moslavačka
- Bjelovarsko-bilogorska
- Koprivničko-križevačka
- Međimurska
- Varaždinska
- Krapinsko-zagorska
- Zagrebačka
- Grad Zagreb

2. Navedite kojeg ste spola. \*

*Mark only one oval.*

- muški
- ženski

3. Navedite koje ste životne dobi. \*

*Mark only one oval.*

- manje od 30
- 30 do 35
- 36 do 40
- 41 do 45
- 46 do 55
- više od 55

4. Navedite svoje primarno studijsko obrazovanje \*

*Mark only one oval.*

- nastavnik
- inženjer
- ostalo

5. Navedite nastavne predmete koje poučavate.

*Mark only one oval.*

- kemija
- kemija i biologija
- kemija i fizika

6. Navedite vrstu škole u kojoj poučavate.

*Mark only one oval.*

- gimnazija
- strukovna

7. Navedite godine radnog iskustva u nastavi kemije. \*

*Mark only one oval.*

- manje od 1  
 1 do 5  
 6 do 10  
 11 do 15  
 16 do 25  
 više od 25

#### TEMATSKI DIO I. Primjena nastavnih materijala

8. Učenici proučavaju tekstualno-slikovne materijale (Word, PDF, PPT) sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

9. Učenici preslušavaju audiomaterijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek



10. Učenici proučavaju audiovizualne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata. \*

*Mark only one oval.*

- nikad
- ponekad
- obično
- često
- vrlo često
- uvijek

11. Učenici proučavaju digitalne materijale sa sadržajem sljedećeg nastavnog sata. \*

*Mark only one oval.*

- nikad
- ponekad
- obično
- često
- vrlo često
- uvijek

12. Izrađujem vlastite materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijal, digitalni materijal) s ključnim pojmovima iz novog gradiva. \*

*Mark only one oval.*

- nikad
- ponekad
- obično
- često
- vrlo često
- uvijek

## II. Primjena udžbenika

13. Učenici čitaju zadane tekstove u udžbeniku s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

14. Učenici pomoću udžbenika odgovaraju na zadana pitanja vezana uz ključne pojmove koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

15. Učenici pomoću udžbenika rješavaju radne listove s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

16. Učenici pomoću udžbenika rješavaju kviz s ključnim pojmovima koji će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu.

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

17. Učenici se uključuju u mrežnu diskusiju radi poticanja čitanja udžbenika prije sljedećeg nastavnog sata. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

### III. Primjena usmenog ponavljanja

18. Prije samog predavanja, učenicima postavljam pitanja koja aktiviraju njihovo predznanje. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

19. Prije samog predavanja, s učenicima ponavljam ključne pojmove korisne za novo nastavno gradivo. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

#### IV. Predlaboratorijske aktivnosti bez IKT-a

20. Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju čitanjem laboratorijskog priručnika. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

21. Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

22. Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem radnih listova. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

23. Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju rješavanjem teorijskih problema \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

#### V. Predlaboratorijske aktivnosti s IKT-om

24. Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju primjenom audiovizualnih materijala. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

25. Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju zadanim mrežnim vježbama (tekst, videomaterijal, kviz). \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

26. Za eksperimentalni rad učenici se pripremaju računalnim simulacijama. \*

*Mark only one oval.*

- nikad  
 ponekad  
 obično  
 često  
 vrlo često  
 uvijek

#### Dodatno pitanje

27. "Ako koristite aktivnosti predučenja koje nisu navedene u ovom upitniku, molimo vas da ih kratko opišete."

---

---

---

---

---

## Prilog 4.

### Upitnik za učenike 1: „Primjena aktivnosti predučenja u nastavi kemije“

#### Upute za popunjavanje upitnika

Svrha ovog anketnog upitnika je istražiti koliko se često primjenjuju različite aktivnosti predučenja u nastavi kemije u hrvatskim srednjim školama.

**Aktivnosti predučenja su različite kratke aktivnosti koje se provode prije određenog nastavnog sata (dan-dva ranije kod kuće ili rjeđe na početku nastavnog sata). Svrha im je da učenici dobiju temeljna znanja iz novog nastavnog gradiva kako bi se smanjila opterećenost nepoznatim pojmovima tijekom nastave. Istraživanja su pokazala da takve aktivnosti učenicima pomažu aktivirati predznanje, postići dublje razumijevanje nastavnog gradiva i olakšati učenje. Osim toga, pokazalo se da učenici koji su upoznati s nastavnim gradivom aktivnije sudjeluju u nastavi.**

Prva tri anketna pitanja se odnose na vaše opće podatke. Preostalih 19 pitanja s višestrukim izborom odgovora podijeljeno je u pet skupina prema oblicima aktivnosti predučenja. Potrebno je procijeniti koliko se često primjenjuju određene aktivnosti predučenja u nastavi kemije i to odabirom jednog od ponuđenih odgovora. Na kraju upitnika nalazi se pitanje na koje možete odgovoriti vlastitim riječima.

Radi uspješnosti istraživanja, molimo vas da pitanja pažljivo pročitate i da na svako iskreno odgovorite. Za popunjavanje upitnika predviđeno je 10 minuta.

Anonimnost sudionika i povjerljivost podataka u potpunosti su zajamčene.

Unaprijed zahvaljujemo na sudjelovanju!

#### OPĆI PODACI

1. Navedite kojeg ste spola. (*zaokruži točan odgovor*)

- a. muški
- b. ženski

2. Navedite koliko imate godina. \_\_\_\_\_

3. Navedite svoje gimnazijsko usmjerenje. \_\_\_\_\_

#### TEMATSKI DIO (*Zaokružite slovo ispred jednog ponuđenog odgovora.*)

##### I. Primjena nastavnih materijala

1. Koliko često proučavate tekstualno/slikovne materijale (Word, PDF, PPT) s nastavnim gradivom sljedećeg nastavnog sata?

- a. niti na jednom nastavnom satu
- b. dva puta u polugodištu
- c. jednom mjesečno
- d. dva puta mjesečno
- e. jednom tjedno
- f. na svakom nastavnom satu

2. Koliko često preslušavate audiomaterijale (zvučne) s nastavnim gradivom sljedećeg nastavnog sata?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu
3. Koliko često proučavate audiovizualne materijale (film) s nastavnim gradivom sljedećeg nastavnog sata?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu
4. Koliko često proučavate digitalne (multimedijske) materijale s nastavnim gradivom sljedećeg nastavnog sata?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu
5. Izrađuju li nastavnici materijale (Word, PPT, kviz, videomaterijali, digitalni materijali) s nastavnim gradivom koje će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu

## **II. Primjena udžbenika**

6. Koliko često čitate zadane tekstove u udžbeniku s nastavnim gradivom koje će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu



7. Koliko često pomoću udžbenika odgovarate na zadana pitanja vezana uz nastavno gradivo koje će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu
8. Koliko često pomoću udžbenika rješavate radne listove s nastavnim gradivom koje će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu
9. Koliko često pomoću udžbenika rješavate kviz s nastavnim gradivom koje će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu
10. Koliko često se uključujete u mrežnu raspravu nakon čitanja zadanih tekstova u udžbeniku s nastavnim gradivom koje će se obrađivati na sljedećem nastavnom satu?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu

### **III. Primjena usmenog ponavljanja**

11. Na početku nastavnog sata, postavljaju li vam nastavnici pitanja za prisjećanje ranije stečenog znanja?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu

*Okreni stranicu* →

12. Na početku nastavnog sata, ponavljaju li nastavnici s vama ključne pojmove korisne za obradu novog nastavnog gradiva?
- niti na jednom nastavnom satu
  - dva puta u polugodištu
  - jednom mjesečno
  - dva puta mjesečno
  - jednom tjedno
  - na svakom nastavnom satu

#### IV. Predlaboratorijske aktivnosti bez informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT-a)

Za svako pitanje u ovoj skupini odaberi jedan odgovor stavljanjem znaka (+) u odgovarajući kvadratić.

| Za eksperimentalni rad se pripremam...                       |             |                        |                 |                   |               |                          |
|--|-------------|------------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------------------|
|  | niti jednom | dva puta u polugodištu | jednom mjesečno | dva puta mjesečno | jednom tjedno | na svakom nastavnom satu |
| 13. čitanjem laboratorijskog priručnika                      |             |                        |                 |                   |               |                          |
| 14. kratkim razgovorom o eksperimentu u prvih pola sata rada |             |                        |                 |                   |               |                          |
| 15. rješavanjem radnih listova                               |             |                        |                 |                   |               |                          |
| 16. rješavanjem teorijskih problema                          |             |                        |                 |                   |               |                          |

#### V. Predlaboratorijske aktivnosti s informacijsko-komunikacijskom tehnologijom (IKT-om)

Za svako pitanje u ovoj skupini odaberi jedan odgovor stavljanjem znaka (+) u odgovarajući kvadratić.

| Za eksperimentalni rad se pripremam...                          |             |                        |                 |                   |               |                          |
|---|-------------|------------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------------------|
|   | niti jednom | dva puta u polugodištu | jednom mjesečno | dva puta mjesečno | jednom tjedno | na svakom nastavnom satu |
| 17. primjenom audiovizualnih materijala                         |             |                        |                 |                   |               |                          |
| 18. primjenom mrežnih materijala (tekst, kviz, videomaterijali) |             |                        |                 |                   |               |                          |
| 19. računalnim simulacijama                                     |             |                        |                 |                   |               |                          |

20. Ako primjenjujete aktivnosti pomoću kojih se pripremate za sljedeći nastavni sat, a koje nisu navedene u ovom upitniku, molimo vas da ih ovdje kratko opišete.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**To je sve. Hvala na sudjelovanju!**

**Prilog 5.** Preliminarni ispit znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine:  
„Pisana provjera usvojenosti obrađenih sadržaja kemije“

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu  
Ruđera Boškovića 33  
21000 Split

**PRELIMINARNI ISPIT ZNANJA IZ KEMIJE**

rujan, 2018

\_\_\_\_\_ (lozinka učenika)

spol: M    Ž    (zaokruži točan odgovor)

životna dob: \_\_\_\_\_ gimnazijski smjer: \_\_\_\_\_

Ovaj preliminarni ispit znanja iz kemije sadrži 16 zadataka višestrukog izbora. Molimo te da pažljivo čitaš zadatke te da odgovoriš na svako pitanje bez obzira na razinu uvjerenosti u točnost svoga odgovora. U svakom zadatku izaberi jedan odgovor zaokruživanjem slova (a, b, c ili d). Pri rješavanju zadataka obvezno koristi kemijsku olovku plave ili crne boje, a možeš si pomoći džepnim kalkulatorom i priloženim periodnim sustavom elemenata. Vrijeme rješavanja ispita znanja je 20 minuta.

Želimo ti puno uspjeha!

|                   |                   |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     |                     |
|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 1                 | 2                 | 3                   | 4                  | 5                  | 6                  | 7                  | 8                  | 9                  | 10                 | 11                 | 12                 | 13                  | 14                 | 15                  | 16                 | 17                  | 18                  |
| 1<br>H<br>1,008   |                   |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                     |                    |                     |                    |                     | 2<br>He<br>4,003    |
| 3<br>Li<br>6,941  | 4<br>Be<br>9,012  |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 5<br>B<br>10,81     | 6<br>C<br>12,01    | 7<br>N<br>14,01     | 8<br>O<br>16,00    | 9<br>F<br>19,00     | 10<br>Ne<br>20,18   |
| 11<br>Na<br>22,99 | 12<br>Mg<br>24,31 |                     |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 13<br>Al<br>26,98   | 14<br>Si<br>28,09  | 15<br>P<br>30,97    | 16<br>S<br>32,07   | 17<br>Cl<br>35,45   | 18<br>Ar<br>39,95   |
| 19<br>K<br>39,10  | 20<br>Ca<br>40,08 | 21<br>Sc<br>44,96   | 22<br>Ti<br>47,87  | 23<br>V<br>50,94   | 24<br>Cr<br>52,00  | 25<br>Mn<br>54,94  | 26<br>Fe<br>55,85  | 27<br>Co<br>58,93  | 28<br>Ni<br>58,69  | 29<br>Cu<br>63,55  | 30<br>Zn<br>65,38  | 31<br>Ga<br>69,72   | 32<br>Ge<br>72,63  | 33<br>As<br>74,92   | 34<br>Se<br>78,98  | 35<br>Br<br>79,90   | 36<br>Kr<br>83,80   |
| 37<br>Rb<br>85,47 | 38<br>Sr<br>87,62 | 39<br>Y<br>88,91    | 40<br>Zr<br>91,22  | 41<br>Nb<br>92,91  | 42<br>Mo<br>95,95  | 43<br>Tc<br>[98]   | 44<br>Ru<br>101,1  | 45<br>Rh<br>102,9  | 46<br>Pd<br>106,4  | 47<br>Ag<br>107,9  | 48<br>Cd<br>112,4  | 49<br>In<br>114,8   | 50<br>Sn<br>118,7  | 51<br>Sb<br>121,8   | 52<br>Te<br>127,6  | 53<br>I<br>126,9    | 54<br>Xe<br>131,3   |
| 55<br>Cs<br>132,9 | 56<br>Ba<br>137,3 | 57-71<br>lanthanidi | 72<br>Hf<br>178,5  | 73<br>Ta<br>180,9  | 74<br>W<br>183,8   | 75<br>Re<br>186,2  | 76<br>Os<br>190,2  | 77<br>Ir<br>192,2  | 78<br>Pt<br>195,1  | 79<br>Au<br>197,0  | 80<br>Hg<br>200,6  | 81<br>Tl<br>204,4   | 82<br>Pb<br>207,2  | 83<br>Bi<br>209,0   | 84<br>Po<br>[209]  | 85<br>At<br>[210]   | 86<br>Rn<br>[222]   |
| 87<br>Fr<br>[223] | 88<br>Ra<br>[226] | 89-103<br>aktinidi  | 104<br>Rf<br>[267] | 105<br>Db<br>[268] | 106<br>Sg<br>[271] | 107<br>Bh<br>[270] | 108<br>Hs<br>[277] | 109<br>Mt<br>[276] | 110<br>Ds<br>[281] | 111<br>Rg<br>[282] | 112<br>Cn<br>[285] | 113<br>Uut<br>[285] | 114<br>Fl<br>[289] | 115<br>Uup<br>[289] | 116<br>Lv<br>[293] | 117<br>Uus<br>[294] | 118<br>Uuo<br>[294] |
|                   |                   |                     | 57<br>La<br>138,9  | 58<br>Ce<br>140,1  | 59<br>Pr<br>140,9  | 60<br>Nd<br>144,2  | 61<br>Pm<br>[145]  | 62<br>Sm<br>150,4  | 63<br>Eu<br>152,0  | 64<br>Gd<br>157,3  | 65<br>Tb<br>158,9  | 66<br>Dy<br>162,5   | 67<br>Ho<br>164,9  | 68<br>Er<br>167,3   | 69<br>Tm<br>168,9  | 70<br>Yb<br>173,1   | 71<br>Lu<br>175,0   |
|                   |                   |                     | 89<br>Ac<br>[227]  | 90<br>Th<br>232,0  | 91<br>Pa<br>231,0  | 92<br>U<br>238,0   | 93<br>Np<br>[237]  | 94<br>Pu<br>[244]  | 95<br>Am<br>[243]  | 96<br>Cm<br>[247]  | 97<br>Bk<br>[247]  | 98<br>Cf<br>[251]   | 99<br>Es<br>[252]  | 100<br>Fm<br>[257]  | 101<br>Md<br>[258] | 102<br>No<br>[259]  | 103<br>Lr<br>[262]  |

1. Elektronegativnost:

- raste unutar pojedine skupine od prve do sedme periode
- relativna je mjera sposobnosti jezgre atoma da privlači elektrone iz zajedničkog elektronskog para
- u periodnom sustavu elemenata opada od 1. do 17. skupine
- ne ovisi o energiji ionizacije i afinitetu prema elektronima

2. Vodikova veza može se opisati kao tip međudjelovanja čestica:
- ion-ion
  - ion-dipol
  - dipol-dipol
  - inducirani dipol-inducirani dipol
3. Na temelju elementarne analize u nekom spoju utvrđen je sljedeći maseni udio elemenata: ugljik 54,5 %, kisik 36,4 % i vodik 9,1 %. Empirijska formula spoja je:
- $C_2H_6O$
  - $C_2H_4O$
  - $C_3H_6O_2$
  - $C_4H_8O$
4. Ispravno poredani atomi prema porastu energije ionizacije su:
- Ca, S, Zn, Se
  - Ca, S, Se, Zn
  - Ca, Zn, S, Se
  - Ca, Zn, Se, S
5. Van der Waalsove sile:
- uzrokuju nisko talište i vrelište
  - ne ovise o udaljenosti čestica
  - uzrokuju visoko talište i vrelište
  - postoje u kristalu NaCl
6. Maseni udio sumpora u sumpornoj kiselinu je:
- 0,335
  - 0,345
  - 0,326
  - 0,313
7. Elektrolizu vode pravilno prikazuje kemijska jednačba:
- $2H_2O(l) \rightarrow 2H(g) + O_2(g)$
  - $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$
  - $2H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + 2O_2(g)$
  - $2H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + O_2(g)$
8. Pomiješamo li živo vapno i vodu doći će do kemijske reakcije. Prije i nakon reakcije smo izmjerili temperaturu i utvrdili da se temperatura povećala. Koja tvrdnja je točna?
- energija se oslobađa, reakcija je egzotermna
  - energija se veže, reakcija je endotermna
  - u svakoj kemijskoj reakciji temperatura raste
  - energija se oslobađa, reakcija je endotermna

9. Protonski (atomski) broj elementa kojemu je elektronska konfiguracija valentne ljuske  $4s^24p^4$  iznosi:

- a. 35
- b. 29
- c. 34
- d. 33

10. Od navedenih atoma najveći kovalentni polumjer ima:

- a. klor
- b. rubidij
- c. kalij
- d. kalcij

11. Najprikladniji postupci za odjeljivanje sastojaka smjese željeza, joda i kuhinjske soli su:

- a. odvajanje magnetom i sublimacija
- b. odvajanje magnetom i filtracija
- c. sublimacija i filtracija
- d. filtracija i odlijevanje

12. Vodikova veza:

- a. postoji samo kod vode u kristalnom stanju
- b. ne utječe na gustoću vode
- c. jača je od Van der Waalsovih sila
- d. ne postoji između molekula amonijaka

13. Kemijska svojstva tvari su:

- a. boja i gustoća
- b. talište i vrelište
- c. magnetičnost i gustoća
- d. reaktivnost i kiselost

14. Organski spojevi su:

- a. čilska salitra i kremen
- b. vapnenac i gips
- c. alkohol i šećer
- d. ugljična i dušična kiselina

15. Za potpunu neutralizaciju 2 mola dušične kiseline potrebno je:

- a. 4 mola natrijevog hidroksida
- b. 2 mola natrijevog hidroksida
- c. 3 mola natrijevog hidroksida
- d. 1 mol natrijevog hidroksida

16. U tablici su prikazane vrijednosti tališta i vrelišta za pet metala. Koja tvrdnja je točna?

| <b>Metal</b> | <b>Talište/<sup>0</sup>C</b> | <b>Vrelište/<sup>0</sup>C</b> |
|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| natrij       | 98                           | 883                           |
| litij        | 180,54                       | 1342                          |
| kalij        | 63,4                         | 759                           |
| galij        | 29,8                         | 2204                          |
| živa         | -38,8                        | 356,7                         |

- a. živa i kalij su u tekućem stanju pri sobnoj temperaturi
- b. litij i natrij su u čvrstom stanju pri 100 °C
- c. galij je u tekućem stanju pri tjelesnoj temperaturi 36,5 °C
- d. kalij se skrućuje pri višoj temperaturi nego natrij

**To je sve. Zahvaljujemo na sudjelovanju!**

## PRILOG 6.

**Tablica P1.** Povezanost zadataka preliminarnog ispita znanja s dimenzijama znanja i dimenzijama kognitivnih procesa

| Zadatak | Nastavni sadržaj  | Dimenzija znanja    | Dimenzija kognitivnog procesa | Ishod učenja  |
|---------|---|---------------------|-------------------------------|---|
| 1.      | Elektronegativnost i kovalentne veze                      | činjenično znanje   | pamćenje                      | Definirati pojam elektronegativnosti.   |
| 2.      | Vodikova veza   | činjenično znanje   | pamćenje                      | Definirati svojstva vodikove veze.  |
| 3.      | Određivanje empirijske i molekulske formule               | proceduralno znanje | primjena                      | Izračunati empirijsku i molekulsku formulu spoja na temelju kemijske analize.   |
| 4.      | Periodičnost svojstava elemenata                          | konceptualno znanje | razumijevanje                 | Povezati energiju ionizacije s elektronskom strukturom atoma elementa i njegovim položajem u periodnom sustavu elemenata.     |
| 5.      | Van der Waalove sile                                      | konceptualno znanje | razumijevanje                 | Predvidjeti fizikalna svojstva tvari prema vrsti međumolekulskih interakcija.   |
| 6.      | Maseni udio elementa u spoju                              | proceduralno znanje | primjena                      | Izračunati maseni udio elemenata u spoju.   |
| 7.      | Raznolikost kemijskih promjena                            | konceptualno znanje | primjena                      | Prikazati kemijsku reakciju elektrolize vode pomoću kemijske jednadžbe.   |
| 8.      | Kemijska reakcija, kemijske veze i energija               | činjenično znanje   | razumijevanje                 | Razlikovati egzotermne od endotermnih procesa na temelju promjene temperature sustava i okoline tijekom kemijske reakcije.    |
| 9.      | Položaj elemenata u periodnom sustavu ovisi o građi atoma | konceptualno znanje | razumijevanje                 | Predvidjeti položaj elementa u periodnom sustavu elemenata na temelju građe njegovih atoma.                                   |
| 10.     | Periodičnost svojstava elemenata                          | konceptualno znanje | razumijevanje                 | Povezati polumjer atoma s elektronskom strukturom atomske vrste i položajem u periodnom sustavu elemenata.                    |
| 11.     | Metode razdvajanja smjese                                 | konceptualno znanje | razumijevanje                 | Predvidjeti postupke izdvajanja tvari iz smjese na temelju poznavanja kemijskoga sastava smjese i svojstava sastojaka smjese. |
| 12.     | Vodikova veza   | konceptualno znanje | razumijevanje                 | Usporediti vrste međumolekulskih interakcija.   |



| Zadatak | Nastavni sadržaj         | Dimenzija znanja    | Dimenzija kognitivnog procesa | Ishod učenja  |
|---------|--------------------------|---------------------|-------------------------------|---|
| 13.     | Znakovita svojstva tvari | činjenično znanje   | razumijevanje                 | Razlikovati fizikalna i kemijska svojstva tvari.                        |
| 14.     | Izvori tvari             | činjenično znanje   | razumijevanje                 | Razlikovati organske i anorganske spojeve.                              |
| 15.     | Neutralizacija           | konceptualno znanje | primjena                      | Predvidjeti stehiometrijski odnos reaktanata u reakciji neutralizacije. |
| 16.     | Tališta i vrelišta tvari | konceptualno znanje | primjena                      | Interpretirati podatke iz tabličnog prikaza.                            |

**Prilog 7.** Završni i retencijski ispit znanja za učenike eksperimentalne i kontrolne skupine: „Pisana provjera usvojenosti sadržaja alkana i cikloalkana“

Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Splitu  
Ruđera Boškovića 33  
21000 Split

**ZAVRŠNI ISPIT ZNANJA IZ KEMIJE**

studeni, 2018

\_\_\_\_\_  
(lozinka učenika)

spol: M    Ž    (zaokruži točan odgovor)

životna dob: \_\_\_\_\_                      gimnazijski smjer: \_\_\_\_\_

Ovaj završni ispit znanja iz kemije sadrži 12 zadataka. Molimo te da pažljivo čitaš zadatke i da se potrudiš iskreno pokazati svoju usvojenost obrađenog nastavnog gradiva. Pri rješavanju zadataka obvezno koristi kemijsku olovku plave ili crne boje. Vrijeme rješavanja ispita je 30 minuta.

Želimo ti puno uspjeha!

1. Koja tvrdnja o freonima je **netočna**? (zaokruži slovo isključivo ispred **JEDNOG** odgovora)

- a. Freoni su korišteni u rashladnim uređajima i aerosolima.
- b. Freoni su fluorovi i klorovi derivati metana i etana.
- c. Zbog upotrebe freona smanjila se količina ozona u stratosferi.
- d. Uporaba freona je prestala zbog nedostatka sirovina za njihovu proizvodnju.

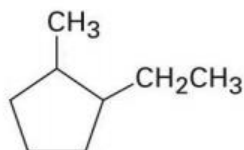
2. Koja tvrdnja o konstitucijskim (strukturnim) izomerima je **netočna**? (zaokruži slovo isključivo ispred **JEDNOG** odgovora)

- a. Imaju istu molekulsku formulu.
- b. Što je veći broj ugljikovih atoma u molekuli, veći je broj izomera.
- c. Fizikalna i kemijska svojstva im se ne razlikuju.
- d. Imaju različit način povezivanja ugljikovih atoma u molekuli.

3. Ugljikovodike poveži s predloženim uporabama tako da upišeš odgovarajuće slovo u kvadratić. Jedan ugljikovodik je suvišan.

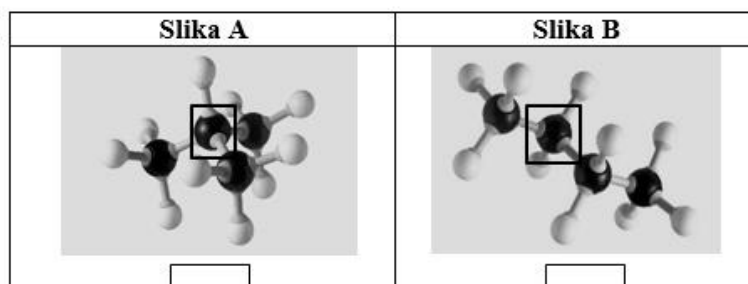
- |                 |                         |                          |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| a. metan        | otapalo za masti i ulja | <input type="checkbox"/> |
| b. triklormetan | bioplin                 | <input type="checkbox"/> |
| c. parafin      | proizvodnja svijeća     | <input type="checkbox"/> |
| d. diklormetan  | gorivo u domaćinstvima  | <input type="checkbox"/> |
| e. propan       |                         |                          |

4. Koje je pravilno sustavno ime prikazanog spoja? (*zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora*)



- a. 2-etil-1-metilciklopentan
- b. 1-etil-2-metilciklopentan
- c. 1-etil-2-metilcikloheksan
- d. 2-etil-1-metilcikloheksan

5. Na slikama<sup>11</sup> A i B razmotri **načine povezivanja ugljikovih atoma** te u prazne kvadratiće upiši slovo (a, b, c ili d) koje opisuje označeni ugljikov atom.



- a. primarni ugljikov atom
- b. sekundarni ugljikov atom
- c. tercijarni ugljikov atom
- d. kvarterni ugljikov atom

6. U tablici su prikazane strukture **konstitucijskih (strukturnih) izomera** zadanog alkana.

6.1. Na odgovarajuća mjesta napiši njihova pravilna **sustavna imena**.

|                 | Formula | Sustavno ime |
|-----------------|---------|--------------|
| <b>Izomer A</b> |         |              |
| <b>Izomer B</b> |         |              |
| <b>Izomer C</b> |         |              |

6.2. Poredaj **konstitucijske (strukturne) izomere** navedene pod 6.1. prema povećanju vrelišta.

\_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_

<sup>11</sup> izvor: <https://edutorij.e-skole.hr/>

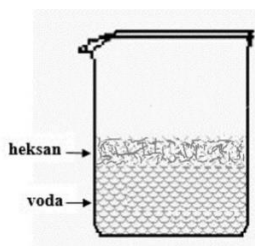
7. Sustavno ime zadanog spoja je **5-izopropil-2-metiloktan**.

|   |  |
|---|--|
| 7.1. Prikaži strukturu zadanog spoja koristeći formulu s <b>veznim crticama</b> .   |  |
| 7.2. Koje je pravilno sustavno ime <b>alkilne skupine</b> iz zadatka 7.1. koja se može prikazati kondenziranom (sažetom) formulom $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ -?<br>( <i>zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora</i> ) | a. 1-metilpropil<br>b. 2-metilpropil<br>c. 1-metiletil<br>d. 2-metiletil |

8. Spoj je zasićeni ugljikovodik s pet ugljikovih atoma od kojih je jedan kvarterni ugljikov atom.

|  |  |
|--|--|
| 8.1. Napiši <b>kondenziranu (sažetu)</b> formulu opisanog spoja. |  |
| 8.2. Odredi pravilno <b>sustavno ime</b> spoja iz zadatka 8.1.   |  |

9. Na temelju slike<sup>12</sup> odgovori na sljedeća pitanja koja se odnose na fizikalna svojstva alkana.



9.1. Zaokruži točan odgovor: a. heksan se miješa s vodom

b. heksan se ne miješa s vodom

9.2. Objasni odabrani odgovor pod 9.1. na temelju poznavanja strukture molekule heksana i molekule vode.

---

---

9.3. Zaokruži točan odgovor: a. gustoća heksana je veća od gustoće vode

b. gustoća heksana je manja od gustoće vode

9.4. Objasni odabrani odgovor pod 9.3. na temelju poznavanja međumolekulskih privlačnih sila između molekula heksana i između molekula vode.

---

---

10. Za alkane je karakteristična reakcija supstitucije s halogenim elementima.

10.1. Napiši uređenu jednadžbu kemijske reakcije jedne molekule butana s dvije molekule klora uz navedene uvjete za kemijsku reakciju (organske molekule prikaži kondenziranim ili sažetim formulama).

Jednadžba kemijske reakcije: \_\_\_\_\_

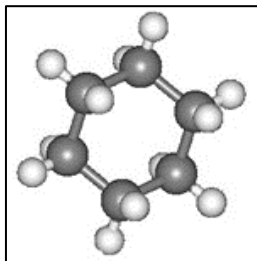
10.2. Na prazne crte napiši **sustavna imena** produkata kemijske reakcije pod 10.1.:

Produkt 1 \_\_\_\_\_      Produkt 2 \_\_\_\_\_

---

<sup>12</sup> izvor: <http://sarajadeschemistryblog.blogspot.com/2015/11/water-vs-hexane-part-1-lab-activity.html>

11. Na slici<sup>13</sup> je zadani ugljikovodik predstavljen modelom. Tamnosive kuglice predstavljaju ugljik, a bijele kuglice vodik.



|  |  |
|--|--|
| 11.1. Napiši <b>strukturnu</b> formulu ugljikovodika.  |  |
| 11.2. Koja tvrdnja je <b>točna</b> za ugljikovodik pod 11.1.? <i>(zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora)</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>e. Dolazi do vrtnje dijelova molekule oko jednostrukih C-H veza.</li> <li>f. Pri promjeni prostornih oblika kidaju se veze između C-C atoma.</li> <li>g. Spada u najstabilnije cikličke strukture.</li> <li>h. Najmanje stabilan prostorni oblik mu je stolac (sedlo).</li> </ul> |
| 11.3. Objasni odabrani odgovor pod 11.2. na temelju poznavanja kemijskih svojstava zadanog ugljikovodika.                      |  |

12. Pri gorenju 1 mola nekog alkana uz dovoljan pristup zraka nastane 10 molova vodene pare.

|  |   |
|--|---|
| 12.1. Napiši uređenu jednadžbu kemijske reakcije sa označenim agregacijskim stanjima tvari.                          |   |
| 12.2. Koja tvrdnja je <b>točna</b> za zadani alkan? <i>(zaokruži slovo isključivo ispred JEDNOG točnog odgovora)</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pri sobnoj temperaturi je u plinovitom stanju.</li> <li>b. Alkan ima osam sekundarnih ugljikovih atoma.</li> <li>c. Vrelište mu je više od vrelišta propana i pentana.</li> <li>d. Alkan ima tri strukturna izomera.</li> </ul> |

*To je sve. Hvala na sudjelovanju!*

<sup>13</sup> izvor: <https://employees.csbsju.edu/cschaller/Principles%20Chem/conformation/conf%20cyclicA.htm>

## Prilog 8.

**Tablica P2.** Povezanost čestica zadataka završnog ispita znanja s dimenzijama znanja i dimenzijama kognitivnih procesa

| Redni broj | Redni broj čestice u ispitu | Bodovi  | Dimenzija znanja | Dimenzija kognitivnog procesa | Ishod učenja   |
|------------|-----------------------------|---------|------------------|-------------------------------|--|
| 1.         | 1.                          | 1       | činjenično       | pamćenje                      | Prepoznati sastav freona.  |
| 2.         | 2.                          | 1       | činjenično       | pamćenje                      | Definirati pojam strukturnih izomera.  |
| 3.         | 3.                          | 4x0,5=2 | činjenično       | razumijevanje                 | Razlikovati uporabu važnih alkana i halogenalkana.                                   |
| 4.         | 4.                          | 1       | proceduralno     | primjena                      | Primijeniti IUPAC* pravila za imenovanje cikloalkana.                                |
| 5.         | 5.                          | 2x0,5=1 | konceptualno     | razumijevanje                 | Razlikovati načine međusobnog povezivanja atoma ugljika.                             |
| 6.         | 6.1.                        | 3x1=3   | konceptualno     | razumijevanje                 | Razlikovati strukturne izomere alkana.   |
| 7.         | 6.2.                        | 1       | činjenično       | razumijevanje                 | Previdjeti vrelišta izomera alkana prema razgranatosti ugljikovodičnog lanca.        |
| 8.         | 7.1.                        | 1       | proceduralno     | primjena                      | Primijeniti IUPAC* pravila za imenovanje alkana.                                     |
| 9.         | 7.2.                        | 1       | konceptualno     | pamćenje                      | Opisati alkilne skupine pravilnim sustavnim imenom.                                  |
| 10.        | 8.1.                        | 1       | proceduralno     | analiza                       | Razlikovati kondenzirane formule alkana.   |
| 11.        | 8.2.                        | 1       | proceduralno     | primjena                      | Primijeniti IUPAC* pravila za imenovanje alkana.                                     |
| 12.        | 9.1.                        | 1       | činjenično       | pamćenje                      | Navesti fizikalna svojstva alkana.   |
| 13.        | 9.2.                        | 1       | konceptualno     | analiza                       | Objasniti povezanost fizikalnih svojstava i strukture molekula alkana.               |
| 14.        | 9.3.                        | 1       | činjenično       | pamćenje                      | Navesti fizikalna svojstva alkana.   |
| 15.        | 9.4.                        | 1       | konceptualno     | analiza                       | Objasniti povezanost fizikalnih svojstava alkana i međumolekulskih privlačnih sila.  |
| 16.        | 10.1.                       | 1       | proceduralno     | primjena                      | Prikazati kemijsku reakciju supstitucije pomoću kemijske jednadžbe.                  |
| 17.        | 10.2.                       | 2x1=2   | proceduralno     | primjena                      | Primijeniti IUPAC* pravila za imenovanje jednostavnih halogenalkana i halogenovodika |

| Redni broj | Redni broj čestice u ispitu | Bodovi | Dimenzija znanja | Dimenzija kognitivnog procesa | Ishod učenja   |
|------------|-----------------------------|--------|------------------|-------------------------------|--|
| 18.        | 11.1.                       | 1      | proceduralno     | primjena                      | Prikazati građu molekula cikloalkana strukturnom formulom.   |
| 19.        | 11.2.                       | 1      | konceptualno     | razumijevanje                 | Povezati promjene prostornih oblika cikloalkana s njihovom strukturom.   |
| 20.        | 11.3.                       | 1      | konceptualno     | analiza                       | Objasniti povezanost promjena prostornih oblika cikloalkana s njihovim kemijskim svojstvima.   |
| 21.        | 12.1.                       | 1      | proceduralno     | analiza                       | Predvidjeti kemijsku jednadžbu reakcije gorenja ugljikovodika nepoznate formule prema zadanim množinama tvari uz navođenje agregacijskih stanja tvari. |
| 22.        | 12.2.                       | 1      | konceptualno     | primjena                      | Primijeniti znanje o fizikalnim svojstvima alkana.   |
| Ukupno     |                             | 26     |                  |                               |  |

\* Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju (engl. *International Union of Pure and Applied Chemistry*)



## Probni materijal: Upute za rad s materijalima za predučenje

\*Obavezno

### 1. E-pošta \*

---

Dragi učenici!

2. Htjeli bismo da među prvima upoznate naše materijale za predučenje izrađene posebno za učenike četvrtih razreda gimnazijskih usmjerenja. Materijali su osmišljeni kako bi se učenici izvan učionice mogli bolje pripremiti za aktivno sudjelovanje u predavanjima i raspravama. Na taj način se nastoji smanjiti opterećenje tijekom nastave i povećati učinkovitost učenja. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

3. Vrlo smo zahvalni što ste pristali biti dio našeg projekta i pomoći nam da ispitamo primjenu novih materijala u redovitom nastavnom procesu. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

4. Primjena pet materijala za predučenje se provodi tijekom obrade nastavnog gradiva alkani i cikloalkani u nastavnoj cjelini „Ugljikovodici“. Prvi dio svakog materijala se sastoji od tekstualno/slikovnog dijela s nekoliko novih informacija kojima se kratko objašnjavaju ključni pojmovi za sljedeći nastavni sat. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

5. Materijale možete pregledavati onoliko puta koliko je potrebno za kvalitetno usvajanje i razumijevanje predstavljenog sadržaja. Drugi dio materijala je kratki kviz pomoću kojeg možete provjeriti svoje znanje i razumijevanje proučenog gradiva. Odgovori kviza se boduju o čemu se povratna informacija dobiva nakon slanja materijala. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

6. Jedan do dva dana prije određenog nastavnog sata ćete elektroničkom poštom dobiti poveznicu za određeni materijal. Vaš zadatak je da ga prije nastave proučite, riješite kviz i pošaljete elektroničkim putem za što će biti potrebno pet do deset minuta. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

7. Na početku nastavnog sata od vas se očekuje davanje istinskog napora za aktivno sudjelovanje u ponavljanju sadržaja iz materijala. Nastavnik će vas pozivati na davanje odgovora i početak rasprave. Dakle, povratnu informaciju o razumijevanju gradiva ćete dobivati na dva načina: (1) u sustavu nakon popunjavanja kviza te (2) ponavljanjem na početku nastavnog sata. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

8. Osim povratnih informacija, za rad s materijalima možete dobiti poticajne ocjene prema sljedećim kriterijima: (1) pravodobnost slanja materijala što podrazumijeva do početka nastave (2) bodovi dobiveni kvizovima te (3) aktivno sudjelovanje u ponavljanju na početku nastavnog sata. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

9. Molimo vas da uložite sve napore u kvalitetnu obradu materijala za predučenje i da s jednakom upornošću odradite svih pet materijala. Ovo je za vas važna praksa, a nama daje povratne informacije o tome kako pomoći učenicima u savladavanju nastavnog gradiva. Osim toga, ovo je jednostavan način da zaradite ocjene i dobro uložite vaše vrijeme. Srdačan pozdrav i puno uspjeha u radu s materijalima za predučenje" \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

pročitano

---

Hvala na pažnji!

# Predpredavanje 1: Homologni niz i nomenklatura alkana

Dobro došli u nove materijale za predučenje!

Nadamo se da ćete biti zadovoljni ovim nastavnim materijalima i da će njihova primjena biti učinkovita za poboljšanje učenja. Važno je da uložite određeni napor u kvalitetno proučavanje sadržaja materijala.

Kako biste mogli prelaziti na sljedeću stranicu, samo označite kvačicu pored riječi razumijem. Razumijevanje prezentiranog gradiva možete prije slanja materijala provjeriti kratkim kvizom.

Želimo vam puno uspjeha!

\*Obavezno

## 1. E-pošta \*

---

Alkani (parafini)

## 2. Opća formula alkana



---

3. Etan \*

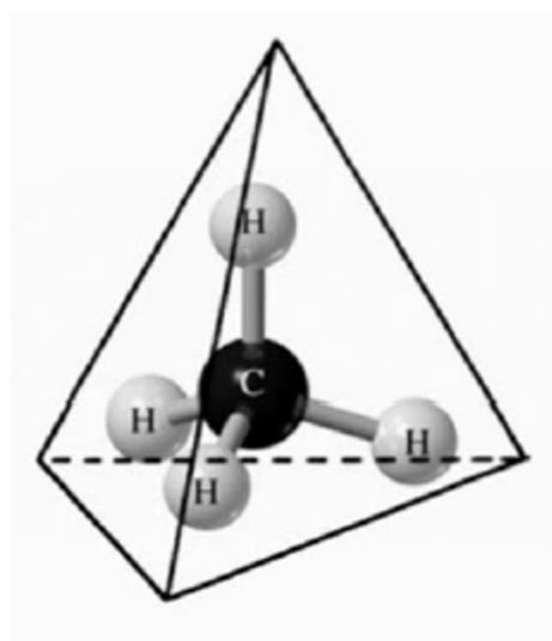


Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

U organskim spojevima ugljik je četverovalentan.

4. Metan - tetraedarski razmještaj vodikovih atoma oko atoma ugljika (energ najpovoljniji razmještaj) \*



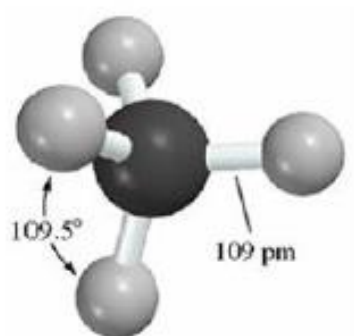
tetraedarski vezni kut  $109,5^\circ$

Odaberite sve točne odgovore.

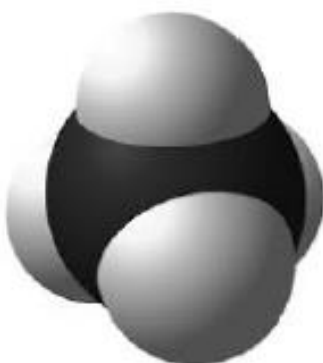
razumijem

Prostorni prikaz strukture molekule metana

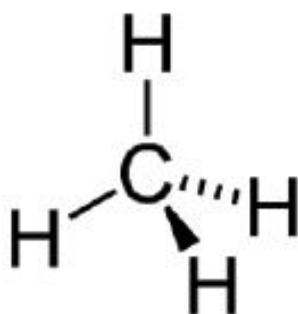
5. Model od kuglica i štapića



6. Kalotni model



7. Klinasta formula \*



*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

## Homologni niz alkana

### 8. Homologni niz alkana do 10 C-atoma \*

|               |   |
|---------------|---|
| Metan         | $\text{CH}_4$   |
| Etan          | $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ( $\text{CH}_3\text{—CH}_3$ )  |
| Propan        | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$   |
| Butan         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  |
| Pentan        | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   |
| <u>Heksan</u> | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  |
| <u>Heptan</u> | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   |
| Oktan         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  |
| <u>Nonan</u>  | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   |
| Dekan         | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$<br>kraći oblik $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$ |

alkani se razlikuju za metilensku skupinu  $\text{—CH}_2\text{—}$

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem





11. Alkili imaju strukturu odgovarajućeg alkana, ali jedan atom vodika manje. \*

metil       $\text{CH}_3-$

etil       $\text{CH}_3\text{CH}_2-$

propil       $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$

izopropil       $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$   
(1-metiletil)

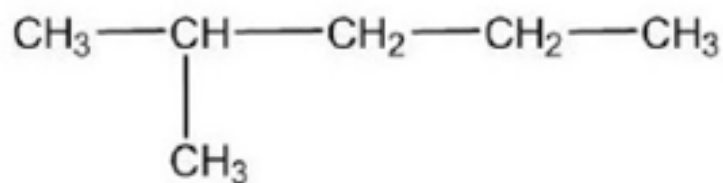
Alkilne skupine su najčešći supstituenti  
organskih spojeva.

Odaberite sve točne odgovore.

Razumijem

Pravila nomenklature (određivanje imena) alkana

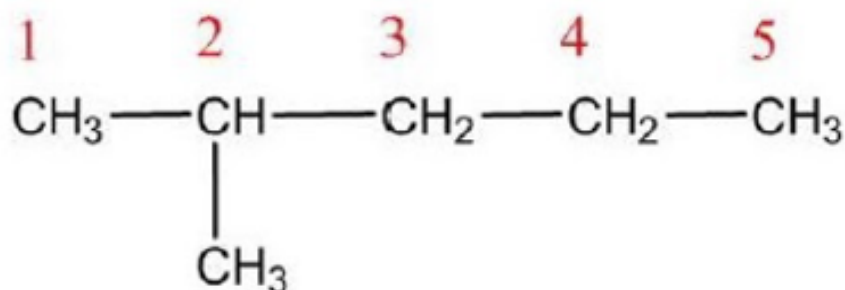
12. 1. Odrediti najdulji lanac i dati osnovu imena prema homolognom nizu s nastavkom -an.



5 ugljikovih atoma: PENT + -an

---

13. 2. Numerirati ugljikove atome glavnog lanca tako da supstituenti imaju što manji broj.



Imenovati alkilnu skupinu: METIL na 2. ugljikovom atomu

\_\_\_\_\_

14. 3. Ako su supstituenti raznovrsni, navesti ih abecednim redom.

\_\_\_\_\_

15. 4. Ako je više istovrsnih supstituenata, koristiti umnožni prefiks di-, tri-, tetra-. \*

Odaberite sve točne odgovore.

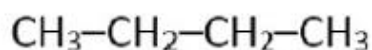
Razumijem

Kviz -  
Zadatak  
1

U sljedećih pet zadataka provjeri svoje razumijevanje gradiva odabirom odgovora za koji smatraš da je točan. Nakon slanja materijala moći ćeš provjeriti točnost odgovora.

16. Način prikazivanja struktura organskih molekula na slici naziva se: \*

1 bod



Označite samo jedan oval.

- kondenzirana (sažeta) formula
- empirijska formula
- klinasta formula
- strukturna formula

Kviz - Zadatak 2

17. U molekuli metana: \*

1 bod

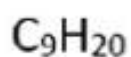
Označite samo jedan oval.

- atomi ugljika su usmjereni prema vrhovima pravilnog tetraedra
- vezni kut je tetraedarski od  $104,5^\circ$
- razmještaj atoma nije energetski najpovoljniji
- atomi vodika su usmjereni prema vrhovima pravilnog tetraedra

Kviz - Zadatak 3

18. Alkan prikazan sljedećom molekulskom formulom je: \*

1 bod

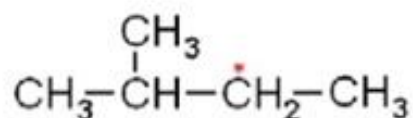


Označite samo jedan oval.

- heptan
- oktan
- nonan
- dekan

## Kviz - Zadatak 4

19. Prema načinu međusobnog povezivanja, atom ugljika označen zvjezdicom (\*) naziva se: \*



Označite samo jedan oval.

- primarni ugljikov atom  
 sekundarni ugljikov atom  
 tercijarni ugljikov atom  
 kvarterni ugljikov atom

## Kviz - Zadatak 5

20. Što je zajedničko alkilnim skupinama? \* 1 bod

Označite samo jedan oval.

- Imaju nastavak -al.  
 Imaju jedan atom vodika manje od odgovarajućeg alkana.  
 Imaju jedan atom ugljika manje od odgovarajućeg alkana.  
 Ne mogu imati manje od dva atoma ugljika.

Čestitamo na marljivo  
odrađenom zadatku.

Aktivnim ponavljanjem na početku sljedećeg sata kao i sudjelovanjem u nastavi pokaži svoje razumijevanje ovog sadržaja.

## Predpredavanje 2: Konstitucijska izomerija kod alkana

Dragi učenici,

i nadalje je važno da se trudite kvalitetno proučiti sadržaj ovih materijala. Kako biste mogli prelaziti na sljedeću stranicu, samo označite kvačicu pored riječi razumijem.

Razumijevanje prezentiranog gradiva možete prije slanja materijala provjeriti kratkim kvizom.

Želimo vam puno uspjeha!

**\*Obavezno**

1. E-pošta \*

---

Konstitucijski (strukturni) izomeri

2. Strukturni izomeri imaju istu molekulsku formulu. \*

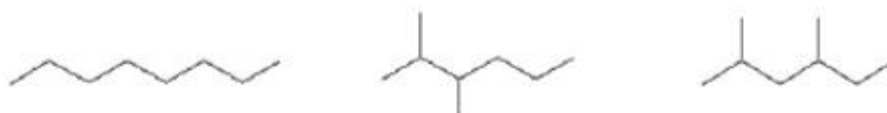


*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

Konstitucijski (strukturni) izomeri

3. Strukturni izomeri imaju različite načine međusobnog povezivanja ugljikovih atoma u molekuli. \*



*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

### Konstitucijski (strukturni) izomeri

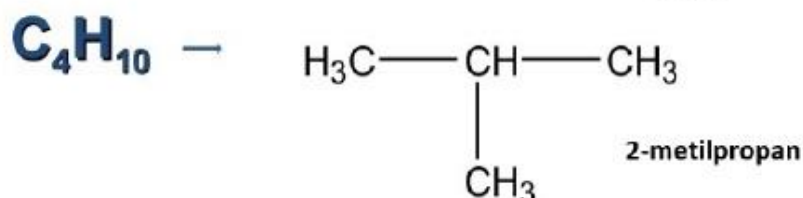
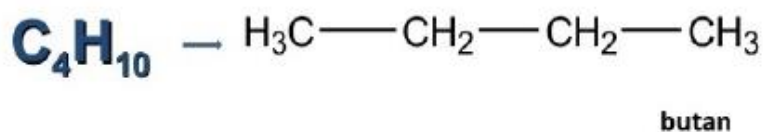
4. Što je veći broj ugljikovih atoma u molekuli, veći je broj mogućih strukturnih izomera.

| Broj C-atoma u <u>alkanu</u> | Broj <u>izomera</u> |
|------------------------------|---------------------|
| 4                            | 2                   |
| 7                            | 9                   |
| 10                           | 75                  |

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

5. Različiti spojevi - različita kemijska svojstva \*

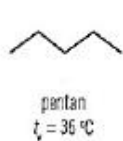


Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

### Konstitucijski (strukturni) izomeri

6. Izomeri imaju različita fizikalna svojstva. \*



Sniženje vrelišta izomera s povećanjem razgranatosti ugljikovog lanca.

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

Kviz -  
Zadatak  
1

U sljedećih pet zadataka provjeri svoje razumijevanje gradiva odabirom odgovora za koji smatraš da je točan. Nakon slanja materijala moći ćeš provjeriti točnost odgovora.

7. Konstitucijski izomeri alkana se razlikuju po: \*

1 bod

Označite samo jedan oval.

- molekulskoj formuli
- načinu povezivanja ugljikovih atoma
- načinu povezivanja vodikovih atoma
- broju ugljikovih atoma

Kviz - Zadatak 2

8. Broj mogućih konstitucijskih izomera ovisi o: \*

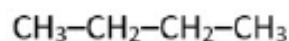
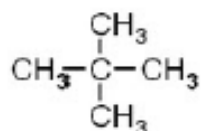
1 bod

Označite samo jedan oval.

- broju vodikovih atoma u molekuli
- razgranatosti ugljikovog lanca
- broju ugljikovih atoma u molekuli
- fizikalnim svojstvima alkana

Kviz - Zadatak 3

9. Odredi točnost tvrdnje: Dva spoja na slici prikazana kondenziranim (sažetim) formulama su konstitucijski izomeri. \*



Odaberite sve točne odgovore.

- točno
- netočno

#### Kviz - Zadatak 4

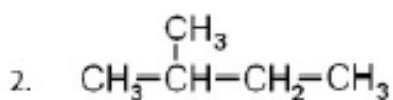
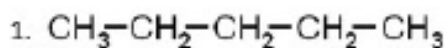
10. Odredi točnost tvrdnje: Butan i 2-metilpropan su konstitucijski izomeri. \* 1 bod

*Odaberite sve točne odgovore.*

- točno  
 netočno

#### Kviz - Zadatak 5

11. Koji konstitucijski izomer ima više vrelište? \* 1 bod



*Odaberite sve točne odgovore.*

- izomer broj 1  
 izomer broj 2

Čestitamo na marljivo  
odrađenom zadatku.

Aktivnim ponavljanjem na početku sljedećeg sata kao i sudjelovanjem u nastavi pokaži svoje razumijevanje ovog sadržaja.



# Predpredavanje 3: Fizikalna i kemijska svojstva alkana

Dragi učenici,

hvala što ste uložili vrijeme i napor za obradu prva dva materijala za predučenje i molimo vas da s jednakom upornošću nastavite raditi i s preostala tri materijala.

Kako biste mogli prelaziti na sljedeću stranicu, samo označite kvačicu pored riječi razumijem. Razumijevanje prezentiranog gradiva možete prije slanja materijala provjeriti kratkim kvizom.

Želimo vam puno uspjeha!

**\*Obavezno**

## 1. E-pošta \*

---

Fizikalna svojstva alkana

## 2. 1. Fizikalna svojstva alkana ovise o strukturi molekula i relativnoj molekularnoj masi (Mr). \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

Fizikalna svojstva alkana

## 3. 2. Zbog nepolarnosti molekula, alkani nisu topljivi u vodi već u organskim otapalima. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

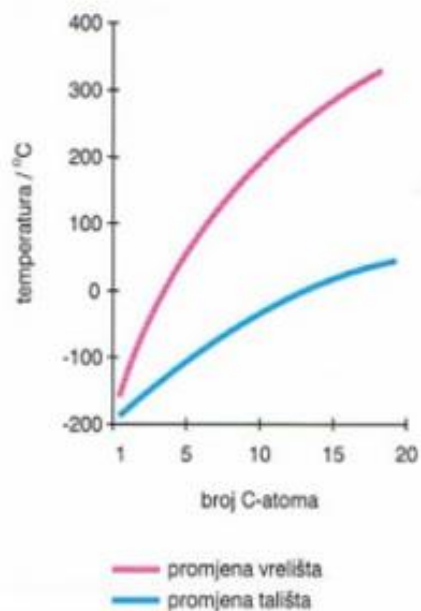
4. 3. Molekule alkana su povezane slabim van der Waalsovima zbog čega imaju niska tališta i vrelišta. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

#### Fizikalna svojstva alkana

5. 4. Tališta i vrelišta nerazgranatih alkana rastu s porastom relativne molekulske mase ( $M_r$ ) odnosno s povećanjem broja ugljikovih atoma u lancu. \*



*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

#### Kemijska svojstva alkana

6. 1. Funkcionalne (funkcijske) skupine su atomi ili atomske skupine na kojima se zbivaju kemijske promjene. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

### Kemijska svojstva alkana

7. 2. Alkani nemaju reaktivnih funkcionalnih skupina zbog čega su slabo kemijski reaktivni. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

### Kemijska svojstva alkana

8. 3. Za alkane su karakteristične kemijske reakcije gorenja i supstitucije (zamjene). \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

### Kemijska svojstva alkana

9. 4. Svi ugljikovodici gorenjem daju iste produkte - ugljikov dioksid (uz dovoljan pristup zraka) i vodu. \*



*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

10. 5. Reakcija supstitucije (zamjene) alkana s halogenim elementima odvija se uz ultraljubičasto zračenje ili zagrijavanjem na 300 °C. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

Kviz -  
Zadatak  
1

U sljedećih pet zadataka provjeri svoje razumijevanje gradiva odabirom odgovora za koji smatraš da je točan. Nakon slanja kviza moći ćeš provjeriti točnost odgovora.

11. Alkani su: \*

1 bod

*Označite samo jedan oval.*

- nepolarne molekule topljive u vodi  
 nepolarne molekule netopljive u vodi  
 polarne molekule netopljive u vodi  
 polarne molekule topljive u vodi

Kviz - Zadatak 2

12. Niska tališta i vrelišta alkana posljedica su: \*

1 bod

*Označite samo jedan oval.*

- vodikovih veza između molekula  
 kovalentnih veza u molekuli  
 van der Waalsovih sila između molekula

### Kviz - Zadatak 3

13. Tališta i vrelišta nerazgranatih alkana: \*

1 bod

*Označite samo jedan oval.*

- rastu s porastom broja ugljikovih atoma
- smanjuju se s porastom broja ugljikovih atoma
- smanjuju se s porastom relativne molekulske mase
- rastu s povećanjem razgranatosti lanca ugljikovih atoma

### Kviz - Zadatak 4

14. Dva produkta gorenja ugljikovodika su: \*

1 bod

*Označite samo jedan oval.*

- sumporov dioksid i voda
- dušikov dioksid i voda
- ugljikov dioksid i voda
- sumporov trioksid i voda

### Kviz - Zadatak 5

15. Karakteristična reakcija za alkane je: \*

1 bod

*Označite samo jedan oval.*

- supstitucija s halogenim elementima uz metalni katalizator
- supstitucija s halkogenim elementima uz zagrijavanje na 300 °C
- supstitucija s halkogenim elementima uz ultraljubičasto zračenje
- supstitucija s halogenim elementima uz ultraljubičasto zračenje

Čestitamo na još jednom  
marljivo odrađenom  
zadatku.

Aktivnim ponavljanjem na početku sljedećeg sata kao i  
sudjelovanjem u nastavi pokaži svoje razumijevanje ovog  
sadržaja.

# Predpredavanje 4: Dobivanje i uporaba alkana

Dragi učenici,

hvala za vrijeme i napor koje ste do sada uložili u obradu materijala za predučenje. S ovim materijalom ćemo nastojati osvijestiti prisutnost i važnost alkana u svakodnevnom životu. Preostaje nam još materijal za predučenje cikloalkana.

Upute za primjenu su i dalje jednake. Kako biste mogli prelaziti na sljedeću stranicu, samo označite kvačicu pored riječi razumijem. Razumijevanje prezentiranog gradiva možete prije slanja materijala provjeriti kratkim kvizom.

Želimo vam puno uspjeha!

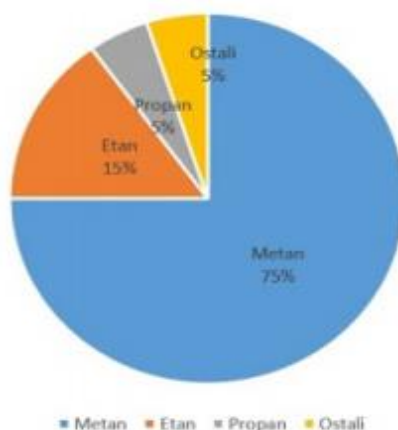
**\*Obavezno**

## 1. E-pošta \*

---

## Uporaba alkana

### 2. Alkani su najvažniji sastojci zemnog plina (gradski plin) i nafte. \*



Sastav zemnog plina u volumnim udjelima

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

## Metan

3. 5-13 % metan + zrak = eksplozivna smjesa \*



Eksplorzija plina u rudniku na jugozapadu Kine (2012.)

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

4. Močvarni plin - nastaje anaerobnim truljenjem organskih tvari \*

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

## Gorenje plina nakupljenog ispod leda



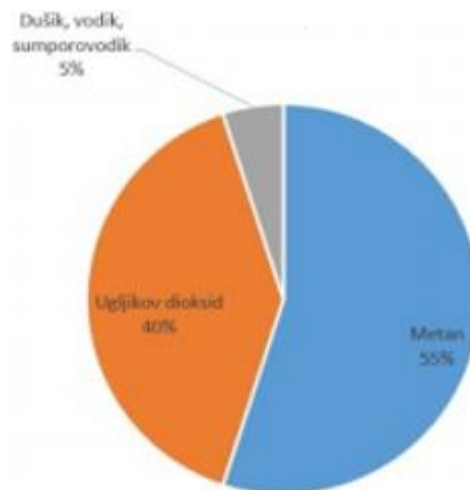
[v=iJQzyBqZeZc](https://www.youtube.com/watch?v=iJQzyBqZeZc)

<http://youtube.com/watch?>



## Metan

5. Bioplin - dobivanje iz organskog otpada (mulj, gnoj), izvor energije u kućanstvu \*



Sastav bioplina u volumnim udjelima

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

6. Spaljivanje metana uz nedovoljan pristup zraka - za dobivanje čađe potrebne za proizvodnju automobilskih guma. \*



Odaberite sve točne odgovore.

razumijem



## Uporaba alkana

### 7. Ostali alkani i halogenalkani \*

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| <b>Propan + butan</b>                         | <b>plin u bocama za domaćinstvo</b> |
| <b>Parafin (smjesa čvrstih <u>alkana</u>)</b> | proizvodnja svijeća                 |
| <b><u>Klormetan</u></b>                       | sredstvo za hlađenje                |
| <b><u>Diklormetan</u></b>                     | otapalo za masti i ulja             |
| <b><u>Triklormetan (kloroform)</u></b>        | nekada sredstvo za narkozu          |
| <b><u>Tetraklormetan</u></b>                  | nekada sredstvo za čišćenje         |

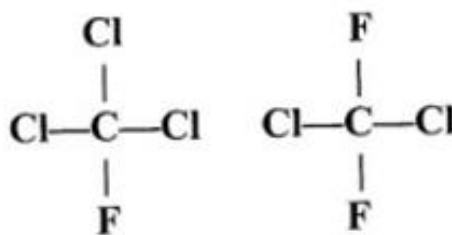
Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

## Freoni

### 8. Različiti fluorovi i klorovi derivati metana i etana. \*

#### FREONI



Freon-11

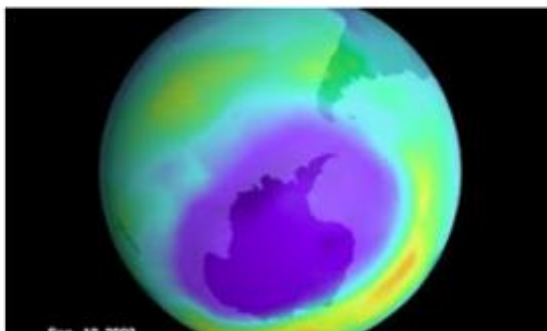
Freon-12

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

## Freoni

9. Nekada: prijenosnici topline u rashladnim uređajima, potisni plinovi u aerosolovima DANAS ZABRANJENI! \*



Freoni razaraju ozonski sloj stvarajući "ozonske rupe".

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

Kviz -  
Zadatak  
1

U sljedećih pet zadataka provjeri svoje razumijevanje gradiva odabirom odgovora za koji smatraš da je točan. Nakon slanja kviza moći ćeš provjeriti točnost odgovora.

10. Koja smjesa plinova čini 95 % sastava zemnog plina? \*

1 bod

Označite samo jedan oval.

- metan, propan i butan  
 metan, etan i butan  
 metan, etan i pentan  
 metan, etan i propan

### Kviz - Zadatak 2

11. Odredi točnost tvrdnje: Ekološko gorivo BIOPLIN dobiva se iz organskog otpada. \* 1 bod

*Odaberite sve točne odgovore.*

- točno  
 netočno

### Kviz - Zadatak 3

12. Odredi točnost tvrdnje: Smjesom plinova etana i propana napunjene su boce za domaćinstva. \* 1 bod

*Odaberite sve točne odgovore.*

- točno  
 netočno

### Kviz - Zadatak 4

13. Što su freoni po kemijskom sastavu? \* 1 bod

*Označite samo jedan oval.*

- fluorovi i klorovi derivati propana  
 fluorovi i klorovi derivati metana i etana  
 fluorovi i klorovi derivati halogenalkana  
 fluorovi i klorovi derivati butana

## Kviz - Zadatak 5

14. Odredi točnost tvrdnje: Uporaba freona je zabranjena jer razaraju ozonski sloj. \* 1 bod

*Odaberite sve točne odgovore.*

- točno  
 netočno

Čestitamo na marljivo  
odrađenom zadatku.

Aktivnim ponavljanjem na početku sljedećeg sata kao i sudjelovanjem u nastavi pokaži svoje razumijevanje ovog sadržaja.

# Predpredavanje 5: Cikloalkani

Dragi učenici,

stigli smo do primjene materijala za predučenje sa sadržajem cikloalkana. Nadamo se da vam se svidio ovakav način pripreme za nastavu i da ga smatrate korisno utrošenim vremenom.

Zahvaljujemo vam što ste bili strpljivi i uporni u proučavanju materijala čime ste značajno doprinijeli uspješnosti ovog istraživačkog projekta.

Upute za ovaj materijal su identične prethodnim. Kako biste mogli prelaziti na sljedeću stranicu, samo označite kvačicu pored riječi razumijem. Razumijevanje prezentiranog gradiva možete prije slanja materijala provjeriti kratkim kvizom.

Želimo vam puno uspjeha!

\*Obavezno

## 1. E-pošta \*

---

Cikloalkani

## 2. Što znamo o cikloalkanima?



---

3. Opća formula cikloalkana \*

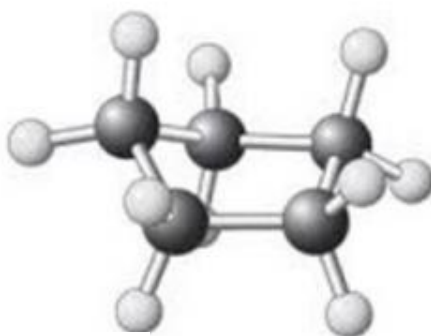
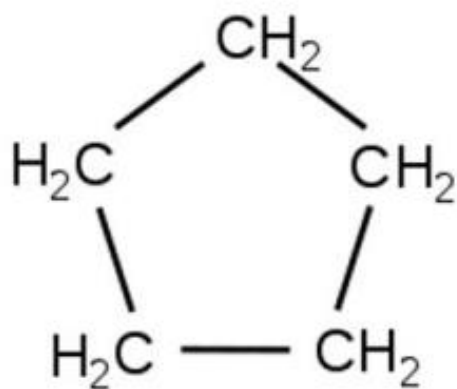


*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

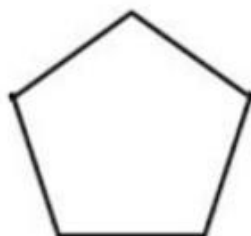
Prikaz strukture molekule ciklopentana

4. Kondenzirana (sažeta) formula



5. Model od kuglica i štapića

6. Formula s veznim crticama \*

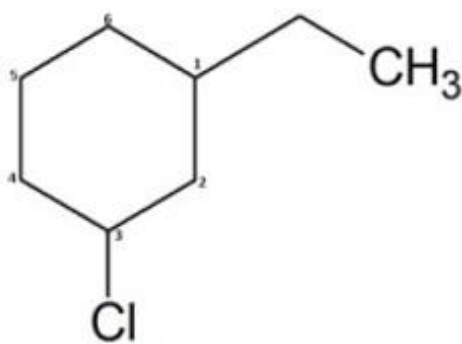


Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

Nomenklatura supstituiranih cikloalkana

7. PRAVILO: Što manji redni brojevi supstituenata vezanih na prsten (poredak po abecedi). \*



1-etil-3-klorcikloheksan

Odaberite sve točne odgovore.

razumijem

### Prostorni oblici molekula cikloalkana

8. Dolazi do vrtnje dijelova molekule oko jednostrukih C-C veza (bez kidanja veza među atomima u molekuli). \*

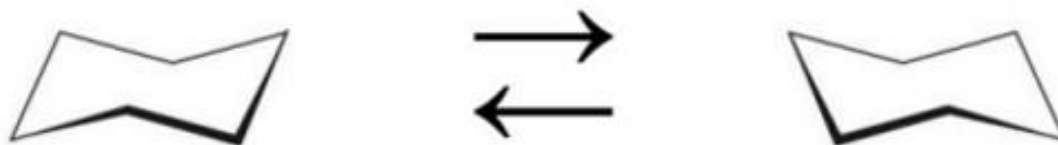
## Najstabilnije cikličke strukture – ciklopentan i cikloheksan

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

### Prostorni oblici molekule cikloalkana

9. Izvrtanje prstena cikloheksana pri sobnoj temperaturi. \*



Najstabilniji prostorni oblik cikloheksana je stolac (sedlo).

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem

### Fizikalna svojstva cikloalkana

10. Vrelišta im rastu s povećanjem  $M_r$ . Na tališta utječu  $M_r$  i oblik molekule. \*

*Odaberite sve točne odgovore.*

razumijem



## Kemijska svojstva cikloalkana

11. Slaba reaktivnost pri blagim uvjetima. \*

Jako su reaktivni samo ciklopropan i ciklobutan.



ciklopropan

ciklobutan

Razlog je kutna napetost - veliko odstupanje veznog kuta od tetraedarskog kuta.

Cikloalkani ulaze u reakcije gorenja i supstitucije.

Odaberite sve točne odgovore.

Razumijem

Kviz -  
Zadatak  
1

U sljedećih pet zadataka provjeri svoje razumijevanje gradiva odabirom odgovora za koji smatraš da je točan. Nakon slanja materijala moći ćeš provjeriti točnost odgovora.

12. Molekulska formula ciklononana je: \*

1 bod

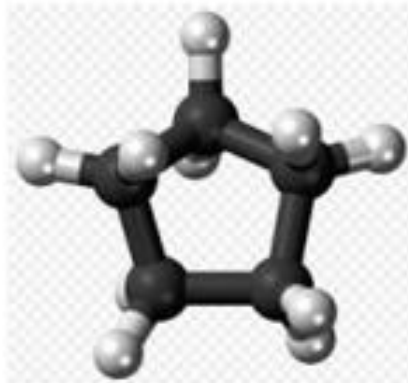
Označite samo jedan oval.

- C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>  
 C<sub>9</sub>H<sub>20</sub>  
 C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>  
 C<sub>9</sub>H<sub>17</sub>

### Kviz - Zadatak 2

13. Što prikazuje sljedeća slika: \*

1 bod



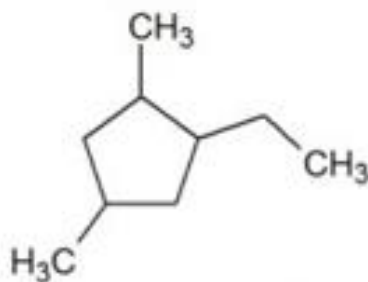
Označite samo jedan oval.

- kondenziranu formulu ciklopentana
- kalotni model ciklopentana
- model od kuglica i štapića cikloheksana
- model od kuglica i štapića ciklopentana

### Kviz - Zadatak 3

14. Koje je pravilno sustavno ime spoja prikazanog na slici: \*

1 bod



Označite samo jedan oval.

- 1-etil-2,4-dimetilciklopentan
- 2-etil-1,4-dimetilciklopentan
- 1-etil-2,4-metilciklopentan
- 1-etil-2,4-dimetilpentan

#### Kviz - Zadatak 4

15. Odredi točnost tvrdnje: Cikloheksan ima stabilnu cikličku strukturu, pogotovo njegov prostorni oblik stolac (sedlo). \*

1 bod

*Odaberite sve točne odgovore.*

- Točno  
 Netočno

#### Kviz - Zadatak 5

16. Koja je tvrdnja o svojstvima cikloalkana točna? \*

1 bod

*Označite samo jedan oval.*

- Vrelište ciklopropana je više od vrelišta cikloheptana.  
 Tališta cikloalkana ne ovise o obliku molekule.  
 Ciklobutan je reaktivniji od ciklopentana.  
 U prstenu cikloheksana postoji velika kutna napetost.

**Prilog 10.**

**UPITNIK 2 ZA UČENIKE: EVALUACIJA PRIMJENE MATERIJALA ZA  
PREDUČENJE**

spol: M    Ž (zaokruži točan odgovor)

životna dob: \_\_\_\_\_ gimnazijski smjer: \_\_\_\_\_

**Molimo te da pažljivo pročitaš anketna pitanja te da na svako od njih iskreno i u potpunosti odgovoriš. Točnih i netočnih odgovora nema. Upitnik se sastoji od 34 pitanja, a predviđeno vrijeme za odgovaranje je 15 minuta.**

1. Koja je tvoja prosječna ocjena iz kemije u prva tri razreda srednje škole?

\_\_\_\_\_

2. Koliko si materijala za predučenje obradio/la? \_\_\_\_\_

3. Navedi svoj(e) razlog(e) nekorištenja materijala za predučenje (ako postoje):

- a. Istraživanje me ne zanima.
- b. Smatrao/la sam da to nema koristi.
- c. Problemi tehničke prirode.
- d. Nije mi se dalo raditi s materijalima za predučenje.
- e. Ostalo (napiši):

\_\_\_\_\_

4. Što točnije procijeni koliko ti je prosječno vremena u minutama bilo potrebno za obradu jednog materijala za predučenje. \_\_\_\_\_

5. Što točnije procijeni koliko si puta pregledao/la jedan materijal. \_\_\_\_\_

**Kod pitanja 6.-7. zaokruživanjem slova možeš odabrati više od jednog odgovora.**

6. Koji je tvoj razlog za rad s materijalima za predučenje?

- a. Želim dobiti dobru ocjenu.
  - b. Pretpostavljam da će materijali biti korisni.
  - c. Veselim se upotrebi materijala.
  - d. Rado sudjelujem u istraživanju.
  - e. Ostalo (napiši):
- 

7. Kviz predučenja sam rješavao/la:

- a. traženjem odgovora u tekstualnom sadržaju materijala
  - b. traženjem odgovora u udžbeniku
  - c. nagađanjem odgovora
  - d. prepisivanjem odgovora od prijatelja iz razreda
  - e. nakon dobro proučenog tekstualnog dijela materijala
  - f. ostalo (napiši):
- 

**Zaokruživanjem jednog broja u rasponu 1 – 5 procijeni svoj stupanj slaganja s predloženim tvrdnjama.**

| <b>Primjena materijala za predučenje</b>  |                    |              |         |           |                   |
|---|--------------------|--------------|---------|-----------|-------------------|
|   | Uopće se ne slažem | Ne slažem se | Ne znam | Slažem se | Potpuno se slažem |
| 8. Pristup do materijala je jednostavan.  | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 9. Tijekom primjene materijala nije bilo tehničkih poteškoća.                   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 10. Upute o primjeni i ocjenjivanju materijala pažljivo pročitam.               | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 11. Sadržaj materijala pažljivo proučavam nastojeći ga razumjeti.               | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 12. Trudim se točno odgovoriti na pitanja u kvizu.                              | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 13. Sviđa mi se priprema za nastavu u virtualnom okruženju za učenje.           | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 14. Priprema za nastavu s materijalima za predučenje zahtijeva previše vremena. | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 15. Nastavnik/ca kemije potiče me na primjenu materijala.                       | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |

| <b>Učinkovitost materijala za predučenje</b>   |                    |              |         |           |                   |
|--|--------------------|--------------|---------|-----------|-------------------|
|  | Uopće se ne slažem | Ne slažem se | Ne znam | Slažem se | Potpuno se slažem |
| 16. Materijali su korisni u pripremi za sljedeći nastavni sat.   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 17. Nakon primjene materijala:   |                    |              |         |           |                   |
| a. lakše pratim nastavu  | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| b. aktivnije sudjelujem u nastavi  | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| c. aktivnije sudjelujem u procesu učenja   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| d. osjećam se spremniji/a za nove informacije  | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| e. povećalo mi se razumijevanje novog nastavnog gradiva  | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| f. povećalo mi se samopouzdanje u učenju   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| g. povećala mi se motivacija za učenje i rad   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 18. Ponavljanjem sadržaja predučenja na početku nastavnog sata povećava se učinkovitost primjene materijala. | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |

| <b>Povratne informacije nakon predučenja</b>   |                    |              |         |           |                   |
|--|--------------------|--------------|---------|-----------|-------------------|
|  | Uopće se ne slažem | Ne slažem se | Ne znam | Slažem se | Potpuno se slažem |
| 19. Zadovoljan/a sam načinom dobivanja povratnih informacija nakon slanja materijala.                | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 20. Zadovoljan/a sam načinom dobivanja povratnih informacija ponavljanjem na početku nastavnog sata. | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 21. Povratne informacije olakšavaju mi učenje.   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 22. Povratne informacije omogućuju mi bolje razumijevanje nastavnog gradiva.                         | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 23. Povratne informacije su mi dodatna motivacija za učenje.   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 24. Zadovoljan/a sam načinom vrjednovanja mog rada s materijalima za predučenje.                     | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |

| <b>Preporuke za primjenu materijala za predučenje</b>  |                    |              |         |           |                   |
|--|--------------------|--------------|---------|-----------|-------------------|
|  | Uopće se ne slažem | Ne slažem se | Ne znam | Slažem se | Potpuno se slažem |
| 25. Svidjelo bi mi se da je u materijalima više multimedijских sadržaja.                         | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 26. Primjenu ovih materijala preporučio/la bih svojim prijateljima.                              | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 27. Želio/željela bih učiti s materijalima za predučenje i kada završi istraživanje.             | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| 28. Materijale za predučenje bih želio/željela upotrebljavati i u nastavi nekih drugih predmeta. | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |
| Ako se slažete s prethodnom tvrdnjom, navedite koji su to predmeti.                              |                    |              |         |           |                   |
| 29. Dugotrajnija primjena ovakvih materijala imala bi pozitivan utjecaj na moj školski uspjeh.   | 1                  | 2            | 3       | 4         | 5                 |

*Na sljedećih pet pitanja odgovori vlastitim riječima.*

30. S čime si imao/la najviše poteškoća pri primjeni materijala za predučenje?

---



---



---



---

31. Koje su po tvome mišljenju prednosti primjene materijala za predučenje?

---



---



---



---

32. Koji su po tvome mišljenju nedostaci primjene materijala za predučenje?

---



---



---



---

33. Napiši svoje prijedloge za daljnje poboljšanje izrade i primjene materijala za predučenje

---

---

---

---

34. Napiši komentar o cjelokupnom istraživanju.

---

---

---

---

**To je sve. Hvala na sudjelovanju!**



## **Prilog 11.** Protokol strukturiranog intervjua s nastavnicima

Nastavnicama je istim redoslijedom postavljeno šest potpuno jednakih, unaprijed utvrđenih pitanja. Odgovori su snimani uz njihovu prethodnu suglasnost uz ponuđenu mogućnost zaustavljanja snimanja tijekom intervjua.

### **Pitanja:**

1. Jeste li imali poteškoće pri primjeni materijala za predučenje?
2. Koje su po Vašem mišljenju prednosti primjene materijala za predučenje?
3. Koji su po Vašem mišljenju nedostaci primjene materijala za predučenje?
4. Koji su Vaši prijedlozi za daljnje poboljšanje izrade materijala za predučenje?
5. Koji su Vaši prijedlozi za daljnje poboljšanje primjene materijala za predučenje?
6. Koji je Vaš opći komentar o cjelokupnom istraživanju?

## Prilog 12.

**Tablica P4.** Predviđena pitanja za ponavljanje sadržaja iz MMP-materijala u početnom dijelu nastavnog sata kod eksperimentalne skupine

| Nastavna jedinica                    | Pitanja za ponavljanje   |
|--------------------------------------|--|
| Homologni niz i nomenklatura alkana  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Odrediti molekulsku formulu alkana barem na dva primjera npr. C<sub>5</sub> i C<sub>8</sub>.</li><li>• Koje su valencije prisutne kod atoma ugljika, a koja je valencija ugljika u organskim spojevima?</li><li>• Koji razmještaj zauzimaju četiri veze oko atoma ugljika i zašto?</li><li>• Koji je vezni kut u molekuli metana?</li><li>• Koji je najjednostavniji način prikazivanja strukture molekule alkana?</li><li>• Nabrojati alkane homolognog niza do C<sub>10</sub>.</li><li>• Po čemu se međusobno razlikuju članovi homolognog niza?</li><li>• Kakvi mogu biti atomi ugljika prema načinu međusobnog povezivanja?</li><li>• Što se podrazumijeva pod pojmom nomenklature alkana?</li></ul> |
| Konstitucijska izomerija kod alkana  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Po čemu se izomeri razlikuju, a po čemu se ne razlikuju?</li><li>• O čemu ovisi broj mogućih konstitucijskih izomera?</li><li>• Razlikuju li se izomerima kemijska svojstva i zašto?</li><li>• Razlikuju li se izomerima fizikalna svojstva i primjer takvog svojstva?</li><li>• Kako vrelišta izomera ovise o razgranatosti ugljikovog lanca u molekuli?</li></ul>  |
| Fizikalna i kemijska svojstva alkana | <ul style="list-style-type: none"><li>• O čemu ovise fizikalna svojstva alkana?</li><li>• Kako se objašnjava topljivost alkana?</li><li>• Zbog čega alkani imaju niska tališta i vrelišta?</li><li>• O čemu i kako ovise tališta i vrelišta nerazgranatih alkana?</li><li>• Što su funkcionalne skupine?</li><li>• Kakva je kemijska reaktivnost alkana i koji je razlog?</li><li>• Koje su kemijske reakcije karakteristične za alkane?</li><li>• Koji su produkti gorenja alkana uz dovoljan pristup zraka?</li><li>• S kojim tvarima alkani ulaze u reakcije supstitucije?</li><li>• Pod kojim uvjetima se odvijaju reakcije supstitucije kod alkana?</li></ul>   |

| Nastavna jedinica          | Pitanja za ponavljanje   |
|----------------------------|--|
| Dobivanje i uporaba alkana | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koja su dva najvažnija prirodna izvora alkana?</li> <li>• Koja tri alkana čine najveći udio zemnog plina?</li> <li>• U kojim uvjetima metan može stvarati eksplozivnu smjesu?</li> <li>• Zbog čega se metan naziva močvarni plin?</li> <li>• Iz čega se dobiva bioplin kao ekološko gorivo?</li> <li>• Koja dva plina čine najveći udio u bioplinu?</li> <li>• Kojim su plinovima napunjene boce za domaćinstva?</li> <li>• Za što se upotrebljava klormetan, a za što diklormetan?</li> <li>• Gdje su se freoni nekada upotrebljavali?</li> <li>• Zbog čega su freoni danas zabranjeni?</li> </ul> |
| Cikloalkani                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zašto kažemo da su cikloalkani zasićeni spojevi?</li> <li>• Po čemu im se struktura razlikuje od alkana?</li> <li>• Koja je opća formula cikloalkana, barem jedan primjer?</li> <li>• Koje su najstabilnije cikličke strukture?</li> <li>• O čemu ovise vrelišta i tališta cikloalkana?</li> <li>• Koji su cikloalkani jako reaktivni i zašto?</li> <li>• Zbog čega se javlja kutna napetost kod cikloalkana?</li> <li>• U koje kemijske reakcije ulaze cikloalkani?</li> </ul>   |

### Prilog 13.

**Tablica P4.** Odgojno-obrazovni ishodi važni za usvajanje znanja o alkanima i cikloalkanima po nastavnim jedinicama

| Nastavna jedinica                    | Odgojno-obrazovni ishodi  |
|--------------------------------------|---|
| Homologni niz i nomenklatura alkana  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Razlikovati molekulske formule alkana.</li><li>• Napisati homologni niz alkana do 10 C-atoma pomoću različitih oblika formula.</li><li>• Razlikovati načine međusobnog povezivanja atoma ugljika.</li><li>• Primijeniti IUPAC* pravila za imenovanje alkana.</li><li>• Opisati alkilne skupine sustavnim imenima.</li></ul>   |
| Konstitucijska izomerija kod alkana  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Definirati pojam konstitucijskih (strukturnih) izomera.</li><li>• Razlikovati konstitucijske izomere pojedinih alkana.</li><li>• Previdjeti vrelišta izomera alkana na temelju građe njihovih molekula.</li></ul>   |
| Fizikalna i kemijska svojstva alkana | <ul style="list-style-type: none"><li>• Objasniti fizikalna svojstva alkana.</li><li>• Predvidjeti utjecaj relativne molekulske mase i strukture alkana na fizikalna svojstva.</li><li>• Prikazati kemijske reakcije alkana pomoću kemijskih jednadžbi.</li><li>• Primijeniti IUPAC* pravila za imenovanje jednostavnih halogenalkana.</li></ul>  |
| Dobivanje i uporaba alkana           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Navesti primjere alkana u prirodi.</li><li>• Prepoznati sastav freona.</li><li>• Razlikovati primjenu važnih alkana i halogenalkana.</li></ul>  |
| Cikloalkani                          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Navesti opću formulu cikloalkana.</li><li>• Primijeniti IUPAC* pravila za imenovanje cikloalkana.</li><li>• Objasniti kemijska svojstva cikloalkana.</li><li>• Povezati promjene prostornih oblika sa strukturom molekula cikloalkana.</li><li>• Objasniti povezanost promjena prostornih oblika cikloalkana s njihovim kemijskim svojstvima.</li><li>• Predvidjeti tijek kemijske reakcije supstitucije cikloalkana.</li></ul> |

\* Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju (engl. *International Union of Pure and Applied Chemistry*)

## 8. ŽIVOTOPIS AUTORICE S POPISOM OBJAVLJENIH RADOVA

### Snježana Smerdel

Studij kemije završila je na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu i stekla zvanje diplomirani inženjer kemije, a pedagoško-psihološku izobrazbu na Filozofskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od završetka studija radi u odgojno-obrazovnom sustavu, najvećim dijelom u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi. Poslijediplomski sveučilišni studij *Istraživanje u edukaciji u području prirodnih i tehničkih znanosti* – usmjerenje kemija na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Splitu upisala je 2014. godine.

#### Članstva u znanstvenim organizacijama:

1. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE):  
Waynesville, NC, USA
2. European Science Education Research Association (ESERA):  
Nicosia, Cyprus

#### Znanstveni radovi u časopisima

Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2020). Demographic Characteristics of Chemistry Teachers in Croatia Affecting the Use of Pre-laboratory Activities in the Classroom. *Acta Chimica Slovenica*, 67(2), 435-444.

Smerdel, S. (2018). Od vizualizacije do eliminacije miskoncepata. *Život i škola: časopis za teoriju i praksu odgoja i obrazovanja*, 64(1), 187-195.

Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2018). The use of chemistry learning materials within the pre-learning strategy: findings from a teachers' survey. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 51, 19-23.

Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2017). The pre-learning strategy in science using a textbook: A case of Croatia. *Gamtamokslinis ugdymas/Natural Science Education*, 14(2), 90-96.

Smerdel, S. (2016). Strategije bazirane na mozgu u obrazovnom okružju. *Suvremena pitanja*, 21, 55-69.

## Izlaganja

International Conference Periodic Table of Elements – yesterday, today and tomorrow, Ljubljana, Slovenia, 2019. Croatian Secondary School Students' Perceptions of the Virtual Chemistry Laboratory Use.

13th International Conference ESERA 2019, Bologna, Italy. Implementation of the Pre-learning Strategy in Chemistry Education.

Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (listopad, 2018). Pristup nastavnika kemije primjeni predlaboratorijskih aktivnosti. U Knjizi sažetaka 4. Dana obrazovnih znanosti: Odgojno-obrazovni sustav: ograničavajuće i/ili poticajno okruženje (str. 91). Zagreb, Hrvatska: Institut za društvena istraživanja u Zagrebu.

3rd International Congress of Chemists and Chemical Engineers of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, BiH, 2018. The pre-learning strategy using chemistry learning materials: teachers' approach.

Smerdel, S. (prosinac, 2017). Učinak simulacija na razumijevanje kemijske ravnoteže kod srednjoškolskih učenika. U M. Orel (ur.), Book of Proceedings of the EDUvision 2017: Modern Approaches to Teaching Coming Generation (pp. 420-432). Polhov Gradec, Slovenija: EDUvision.

Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (studeni, 2017). Primjena predlaboratorijskih aktivnosti u prirodnoznanstvenom obrazovanju. *Zbornik II. međunarodne znanstvene konferencije studenata pedagogije PON* (str. 7-8). Mostar, Bosna i Hercegovina: Fakultet prirodoslovno-matematičkih i odgojnih znanosti.

Smerdel, S. (July 2017). Implementation of the pre-learning strategy in chemistry education. In L. Rokos, J. Petr & I. Stuchlíková (Eds.), Book of Synopses ESERA Summer School 2017 (pp. 70-73). České Budějovice, Czech Republic: University of South Bohemia.

Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (June 2017). Pre-learning activities using a textbook: a Croatian view. In V. Lamanuskas (Ed.). Book of Proceedings of 2nd International Baltic Symposium on Science and Technology Education (BALTICSTE 2017) "*Science and Technology Education: Engaging the New Generation*" (pp. 125-128). Šiauliai, Lithuania: Scientia Socialis.

Smerdel, S. (prosinac, 2016). Primjena audiovizualnih materijala u strukovnom obrazovanju. U M. Orel (ur.), Book of Proceedings of the EDUvision 2016: Modern Approaches to Teaching Coming Generation (pp. 537-546). Polhov Gradec, Slovenija: EDUvision.

Treća međunarodna znanstvena konferencija „Pedagogija, obrazovanje i nastava“, Mostar, Bosna i Hercegovina, 2016. Motivacijski aspekti kod srednjoškolskih učenika.

Međunarodna znanstvena konferencija: 23rd Symposium on Chemistry and Science Education "Science Education Research and Practical Work", Dortmund, Germany, 2016. The impact of research-based laboratory activities on the students' affective experience.

Smerdel, S., & Zejnilagić-Hajrić, M. (2016). The impact of research-based laboratory activities on the students' affective experience. In I. Eilks, S. Markic & B. Ralle (Eds.), *Science Education Research and Practical Work* (pp. 221-226), Aachen, Germany: Shaker Verlag.

Smerdel, S. (prosinac, 2015). Percepcije učenika o uporabi virtualnog laboratorija u nastavi kemije. U M. Orel (ur.), *Book of Proceedings of the EDUvision 2015: Modern Approaches to Teaching Coming Generation* (pp. 848-855). Polhov Gradec, Slovenija: EDUvision.

Smerdel, S. (travanj, 2015). Prednosti vizualizacije u poučavanju znanstvenog sadržaja. U Š. Ukić i T. Bolanča (ur.), *Knjiga sažetaka 24. hrvatskog skupa kemičara i kemijskih inženjera* (str. 238). Zagreb, Hrvatska: Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa.