



Сања Ж. Балаћ¹, Марија Т. Бошњак Степановић

Универзитет у Новом Саду, Педагошки факултет у Сомбору,
Сомбор, Србија

Оригинални
научни рад

Ивана З. Богдановић

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет,
Нови Сад, Србија

Децје разумевање ѿойлојних феномена у ѿочейној насѿави ѿриродних наука

Резиме: Начин инѿерѿреѿације ѿойлојних феномена у разредној насѿави, којим се издеѿава ѿојашњење ових ѿојава на основу честѿичне ѿрађе суйсѿанце, осѿавља ѿросѿор за формирање алѿтернатѿивних ученичких идеја. Циљ овој рада је да се уѿвргди колико деца разумеју ѿойлојне феномене у разредној насѿави. У ѿу сврху је обликован ѿесѿ знања о ѿојмовима: аѿреѿајна сѿања суйсѿанце, сѿрукѿура суйсѿанце, ѿемѿераѿура, ѿойлоѿа и ѿровођење ѿойлојне. Исѿраживање је сѿроведено у основним школама у Кикинди и Сомбору на узорку од 475 ученика. Анализа резулѿаѿа ѿоказује да је са најнижим ѿосѿѿѿнућима, од 0% до 20% максималној броја бодова, знаѿно више ученика ѿрвој и друѿој разреда неѿо оних из сѿаријих разреда. У свим разредима највише ученика осѿварило је између 20% и 40% максималној броја бодова. Већина ученика ѿређеј и четѿврѿој разреда осѿварила је између 40% и 80% максималној броја бодова. Није било ученика са највишим ѿосѿѿѿнућима. Уѿврђено је да између ученика ѿрвој и друѿој разреда, као и између оних у ѿређеј и четѿврѿом, не ѿосѿѿје сѿаѿѿисѿички значајне разлике у ѿосѿѿѿнућима, док је код осѿалих ѿарова разреда ѿа разлика сѿаѿѿисѿички значајна (у корисѿ сѿаријих разреда). Исѿраживање је ѿѿвргдило да је уѿѿѿај насѿаве на ниво разумевања ѿойлојних феномена код ученика млађеј школској узрасѿа недовољан, ѿѿѿо захѿева налажење нових ѿрисѿуѿа реализацији наведених садржаја.

Кључне речи: ѿочейна насѿава ѿриродних наука, ѿойлојни феномени, ѿосѿѿѿнућа ученика, ѿесѿ знања.

¹ sanjabalac@gmail.com

Copyright © 2022 by the authors, licensee Teacher Education Faculty University of Belgrade, SERBIA.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original paper is accurately cited.

Увод

Садржаји природних наука често се у настави обрађују као скуп неповезаних и апстрактних чињеница које треба запамтити, па се у когнитивној структури ученика не успостављају односи међу појмовима, што надаље онемогућава формирање система појмова. Осим успостављања веза између појмова, битни су и односи између различитих нивоа представљања одређеног појма (макро, микро и симболички ниво) (Milanović-Nahod i sar., 2003). У разредној настави је уобичајено да се топлотни феномени обрађују искључиво кроз њихово описивање на макроскопском нивоу те тако настаје простор за формирање великог броја алтернативних ученичких идеја (Schönborn et al., 2014; Fitzallen et al., 2016; Kampeza & Delsérieys, 2019). На овом узрасту симболички ниво је свакако непримерен, али би комбиновање макро и микроаспекта допринело дубљем разумевању појмова, што потврђују бројна истраживања (Allen, 2010; Ozmen, 2011; Chittleborough & Hubber, 2013; Haeusler & Donovan, 2020). Да би комплексни научни концепти били успешно интерпретирани у почетној настави природних наука, неопходно је, пре свега, стећи увид у алтернативне начине на које их ученици разумеју. Надаље, учитељима ти увиди треба да послуже као основа за креирање методичких поступака за вођење ученика ка новим значењима појмова, не само у школском контексту већ и у свакодневном животу (Blagdanić i sar., 2019). Увид у ученичко знање, односно њихове алтернативне идеје, додатно је потребан да би се могле планирати иновације и тражити одговарајући модели како би се настава унапредила.

Резултати претходних истраживања

У свету постоје бројна истраживања којима се идентификује постојање дечјих алтернативних идеја о топлотним феноменима, као и о

ефектима примене наставних модела којима се ове ненаучне идеје настоје превазићи (Erickson, 1979; Haglund et al., 2012; Kampeza et al., 2016; Gerhátová et al., 2021). Такође, утврђено је да се већина ових идеја трајно задржава у уверењима студената, па чак и самих учитеља (Alwan, 2011; Kartal et al., 2011; Anam et al., 2017; Hermita et al., 2019; Inaltekin & Аксау, 2021).

Приликом тумачења појма материјали и класификовања различитих материјала на основу њихових својстава, пре свега агрегатног стања, ученици наилазе на одређене тешкоће, при чему им је нејасна разлика између материјалних објеката и природних феномена као што су пламен ватре, електрицитет, ветар, мирис, сенка итд. (Stavy, 1991). Запажено је да већина ученика млађег школског узраста, али и ученици старијих разреда (петог и седмог), не препознаје гасове (ваздух) као материјалне објекте (Stavy, 1991; Smolleck & Hershberger, 2011). Надаље, песак и брашно ученици препознају као течности, превиђајући чињеницу да су ове супстанце сачињене од ситних делова који имају чврсту структуру (Allen, 2010).

Група стручњака у области образовања на челу са Вин Харлен формулисала је десет кључних научних идеја (енг. *big ideas*), међу којима је и она која гласи: „Сви материјали у универзуму су сачињени од сићушних честица” (Harlen, 2010: 5). Она истиче да је проучавање структуре материје важно за све ученике основне школе јер им пружа исправно разумевање света са којим свакодневно комуницирају. Честична природа материје је велика идеја коју је потребно усвојити како би ученици боље разумели важне теме попут климатских промена, извора енергије и производње хране (Chittleborough & Hubber, 2013).

Познато је да ученици стекну нека неформална знања о атомима, молекулима и уопште честицама из популарних медија и свакодневице, при чему разумеју да се материја састоји од дискретних честица, али нису у стању да користе

структуру материје да би објаснили уочене природне феномене. Претходно речено потврђује истраживање које је показало да ученици четвртог, петог и шестог разреда недовољно разумеју микроскопска својства материје и имају низ алтернативних идеја о распореду, броју, величини, кретању честица и растојањима међу њима (Ozmen, 2011). Учење о структури супстанце (теорија о атомима и молекулима) реализује се са ученицима старијих разреда када је њихово интересовање за природне науке опало, а многа ненаучна тумачења већ укореењена. Све наведено упућује на потребу за увођењем концепта честичне структуре супстанце при поучавању о топлотним процесима у почетном природно-научном образовању.

Топлота и температура су појмови којима се најчешће описују топлотне појаве, али је врло често разумевање тих појмова у супротности са научно заснованим концептима (Erickson, 1979; Sözbilir, 2003; Kampeza et al., 2016; Kampeza & Delserieys, 2019). Ученици узраста седам и осам година тумаче структуру супстанце и топлотне промене кроз широки спектар идеја, при чему доминира идеја о топлоти као независном ентитету који се налази само у загрејаним телима (Haglund et al., 2012).

Провођење топлоте је један од три начина њеног преношења који је ученицима близак (топла кашичица у шољи врелог чаја, загрејане дршке кухињског посуђа итд.), па је стога разумљиво усмерити њихову пажњу на овај феномен, док су струјање и зрачење сложенији концепти, често неухватљиви у млађем основношколском узрасту. Међутим, ослањајући се на своје представе о провођењу топлоте, ученици често формирају погрешно уверење да топлота има својства флуида и да се као такав ентитет преноси са једног тела на друго или са топлијег ка хладнијем делу тела (Wehnam & Ovens, 2010).

На основу наведених истраживања очигледно је да и даље постоји потреба за иденти-

фикацијом ученичких алтернативних идеја о топлотним процесима, које су последица комплексности самих садржаја, а у извесној мери зависе и од карактеристика наставе. Имајући у виду детектоване алтернативне ученичке идеје, треба тежити побољшању наставног процеса. Ипак, усвајање појмова којима се описују топлотни процеси и њихово разумевање код ученика млађег школског узраста је недовољно проучавана тема у Републици Србији.

Методолошки оквир истраживања

Циљ овог истраживања је утврђивање нивоа постигнућа ученика од првог до четвртог разреда основне школе о следећим појмовима: агрегатна стања супстанце, структура супстанце, температура, топлота, провођење топлоте и глобално загревање Земље. У складу са претходно утврђеним циљем истраживања постављене су следеће хипотезе:

1. Претпоставља се да ученици од првог до четвртог разреда основне школе нису у довољној мери способни да дају научно тачне одговоре о агрегатним стањима супстанце, структури супстанце, температури, топлоти, провођењу топлоте и глобалном загревању Земље.

2. Претпоставља се да постигнућа ученика опадају са порастом когнитивног нивоа задатка.

3. Претпоставља се да постоје статистички значајне разлике у постигнућима ученика различитих узраста.

Применом одговарајућих статистичких тестова (Кронбахова алфа, Колмогоров–Смирнов, Крускал–Волис и Ман–Витни) испитани су поузданост теста знања, нормалност расподеле резултата и разлике у постигнућима ученика различитих разреда. Како би се добили подаци потребни за анализу нивоа ученичких постигнућа о топлотним појмовима и појавама, примењена је техника тестирања. За потребе истраживања обликован је тест знања по ревидираној

Блумовој (Anderson & Krathwohl, 2001) таксономији образовних циљева. Тест се састојао од 12 питања, по два питања са сваког од шест нивоа когнитивних процеса – препознавање, разумевање, примењивање, анализирање, евалуирање и стварање. Укупан број бодова на тесту је био 40 (захтеви су бодовани различито, у складу са тим који ниво знања је потребан за давање тачног одговора на питање). Добијени резултати ће бити категорисани као што је приказано у Табели 1.

Вредност Кронбаховог алфа коефицијента износи 0,67, што је за тестове знања за млађи школски узраст прихватљива вредност (Pallant, 2009), па се коришћени тест може сматрати поузданим. Пре спроведеног истраживања је потврђено да су питања из теста јасна ученицима одабраног узраста (од првог до четвртог разреда) тако што су по два ученика сваког разреда која нису учествовала у истраживању урадила тест и додатно проценила формулације. Валидност теста је процењивао експертски тим (према: Segedinac i sar., 2011), где су два наставника разредне наставе, школски педагог и два универзитетска професора проценили да су захтеви у тесту добро, прецизно и јасно формулисани, прилагођени узрасту ученика, одговарају садржајима чије познавање је испитивано и да су у складу са нивоима знања према ревидираној Блумовој таксономији. Тестом се проверава ниво разумевања следећих појмова и појава:

агрегатна стања супстанце, честична грађа супстанце, температура, топлота, провођење топлоте и глобално загревање. Наведени појмови, осим честичне грађе супстанце (као иновација у обради топлотних феномена), одабрани су на основу анализе програма наставе и учења за први, други, трећи и четврти разред основног образовања и васпитања (*Pravilnik o planu nastave i učenja za prvi ciklus osnovnog obrazovanja i vaspitanja i programu nastave i učenja za prvi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja*, 2017; *Pravilnik o programu nastave i učenja za drugi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja*, 2018; *Pravilnik o programu nastave i učenja za treći razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja*, 2019; *Pravilnik o programu nastave i učenja za četvrti razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja*, 2019).

У Табели 2 је приказан распоред појмова у задацима, когнитивни нивои задатака по Блумовој таксономији и расподела бодова усклађена са когнитивним захтевима.

Табела 1. Категорије резултата према проценима тачних одговора и интервалима бодова на шесту знања

Категорија	Процент тачних одговора [%]	Интервал бодова
1	[0 – 20]	[0 – 8]
2	(20 – 40]	(8 – 16]
3	(40 – 60]	(16 – 24]
4	(60 – 80]	(24 – 32]
5	(80 – 100]	(32 – 40]

Табела 2. Прећлед шћојмова, захћева, нивоа и бодова шћо задацима на шћесћу знања.

Редни број задатка	Појам	Захтев	Когнитивни процес (ниво задатка)	Број бодова
1.	Агрегатна стања супстанце	Прећознати и заокружити материјале у течном стању, при чему су понућене илустрације објеката и материјала (минћуше, кафа у шољи, цем у тегли, прашак за прање веша у кеси, песак у пешчаном сату, млеко у бочици, новчић, шећер у посуди, лимунада у чаши и детерћент за прање посућа).	Прећознавање	1
2.	Топлота, извори топлоте	У понућеном низу (капут, Сунце, ватра, топла вода, упаљач, рингла на шћорету, пламен свеће, звезде) прећознати и заокружити природне изворе топлоте.	Прећознавање	1
3.	Агрегатна стања супстанце, фазни прелази	У кружиће испред реченица („загревање воде”, „испараванье воде”, „топљење леда” и „загревање леда”) уписати бројеве 1, 2, 3 и 4 тако да редослед тих реченица описује како од леда можемо добити водену пару.	Разумевање	2
4.	Температура, термометар	На левој страни су приказане илустрације термометара са јасно видљивим нивоом течности, а на десној илустрације облака са снежним падавинама и Сунца изнад сунцобрана. Приказ временских прилика повезати са одговарајућим термометром.	Разумевање	2
5.	Топлота, топлотни изолатори	Описана је ситуација у којој су три коцкице леда умотане у три различита материјала (вунена тканина, алуминијумска фолија и папир). Предвидети која коцкица леда ће се отопити прва, а која последња.	Примењивање	3
6.	Топлота, топлотни изолатори	Цртежом је представљена стаклена посуда са топлим чајем где је дршка посуде од неког другог материјала. Предложити од ког материјала направити дршку посуде и образложити предлог.	Примењивање	3
7.	Температура, промена димензија тела при загревању	Прећознати, упоредити и анализирати изглед жица на сликама далековода током лета и зиме.	Анализирање	4
8.	Агрегатна стања супстанце, својства супстанце у чврстом, течном и гасовитом стању	Прећознати наведена својства („има облик суда у којем се налази”, „лако се шири”, „лако се разлива”, „има сталан облик”) за свако од три агрегатна стања воде. У табелу унети знак „+” ако је у наведеном агрегатном стању присутно то својство.	Анализирање	4

9.	Топлота, промена запремине и густине гаса при загревању	Цртежом је представљен папирни балон са отвором надоле у којем се налази упаљена свећица. Предвидети и образложити шта ће се догодити са балоном када буде пуштен из руку.	Евалуирање	5
10.	Честична грађа супстанце, испаравање течности	Објаснити како се може осетити мирис парфема особе која пролази поред нас.	Евалуирање	5
11.	Топлота, температура, принцип рада термометра	Осмислити, описати и скицирати модел термометра од понуђеног материјала (пластична боца, пластелин, алкохол, сламчица и боја за колаче).	Стварање	5
12.	Топлота, температура, глобално загревање	Предложити пожељне видове понашања и акције којима се може ублажити процес глобалног загревања Земље (описати и скицирати).	Стварање	5

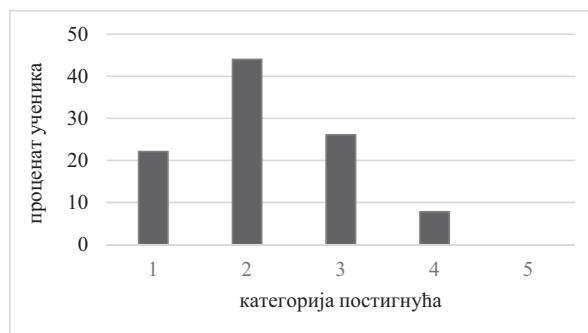
Узорак испитаника је пригодан и чини га 475 ученика (254 девојчице и 221 дечак) од првог до четвртог разреда основне школе. У граду Сомбору су тестирана 264 (55,6%) ученика, а у општини Кикинда 211 (44,4%). У оквиру укупног узорка тестирана су 134 (28,2%) ученика првог разреда, 127 (26,7%) ученика другог разреда, 99 (20,8%) ученика трећег разреда и 115 (24,2%) ученика четвртог разреда. Истраживање је спроведено у априлу 2021. године. Ученици су решавали тест током једног школског часа, тј. 45 минута.

Резултати истраживања са дискусијом

Постигнућа ученика на тесту о топлотним феноменима најпре ће бити представљена кроз дескриптивну анализу на целом узорку и по свим питањима (Табела 3). Колмогоров–Смирновљевим тестом утврђено је да не постоји нормална расподела резултата теста знања, како на целом узорку, тако и по свим питањима.

Анализа постигнућа на целом узорку ученика по категоријама (према Табели 1) предста-

вљена је на Графикону 1, где се може уочити да је њих 22,1% у категорији 1, односно да су ови ученици тачно решили између 0 и 20% теста. Највећи проценат ученика (44%) јесте у категорији 2, односно тачно су решили између 20% и 40% теста, а њих 26,1% је тачно решило између 40% и 60% теста (категирија 3). Само 7,8% ученика је тачно решило између 60% и 80% теста (категирија 4), док ниједан ученик није у категорији 5, што би значило да није било оних који су тачно решили преко 80% теста.



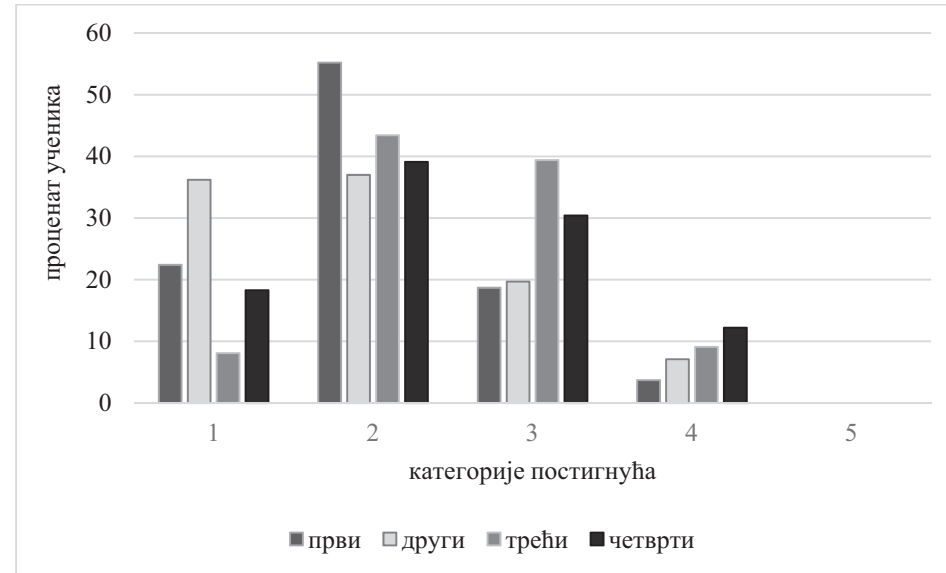
Графикон 1. Постигнућа ученика на тесту знања за цео узорак.

Табела 3. Дескриптивни статистички параметри за цео узорак.

Цео тест и број задатка	Средња вредност	Стандардна грешка	Минимум	Максимум	Коефицијент асиметрије	Сплештеност
цео тест	13,53	0,30	0,75	32	0,48	-0,47
1.	0,89	0,01	0	1	-2,43	6,05
2.	0,72	0,01	0	1	-0,49	-0,66
3.	1,22	0,04	0	2	-0,31	-1,54
4.	1,86	0,02	0	2	-3,40	9,58
5.	0,15	0,02	0	3	3,93	15,77
6.	1,23	0,05	0	3	0,63	-1,02
7.	1,13	0,06	0	4	1,05	-0,30
8.	2,47	0,07	0	4	-0,54	-1,04
9.	1,49	0,83	0	5	1,21	-0,14
10.	0,61	0,06	0	5	2,45	4,84
11.	0,64	0,05	0	4	1,47	0,43
12.	1,10	0,08	0	5	1,37	0,24

Упоредни приказ постигнућа ученика на тесту према разредима, а по категоријама, дат је на Графикону 2. У категорији 1, односно са најнижим постигнућима је знатно већи број ученика првог и другог разреда него оних из трећег

и четвртог. Међутим, супротно очекивањима, знатно је више ученика другог разреда у овој категорији у односу на први разред, као и ученика четвртог разреда у односу на трећи разред, што би се донекле могло довести у везу са програмом наставе и учења о топлотним феноменима у овим разредима.



Графикон 2. Постигнућа ученика на тесту знања по разредима.

Преко 50% ученика првог разреда има постигнућа у категорији 2, као и око 40% ученика осталих разреда, што је уједно категорија у којој има највише ученика свих разреда. Може се закључити да је највећи број ученика свих разреда тачно решио између 20% и 40% теста. У категорији 3, осим ученика трећег разреда, уочава се сразмерно повећање броја

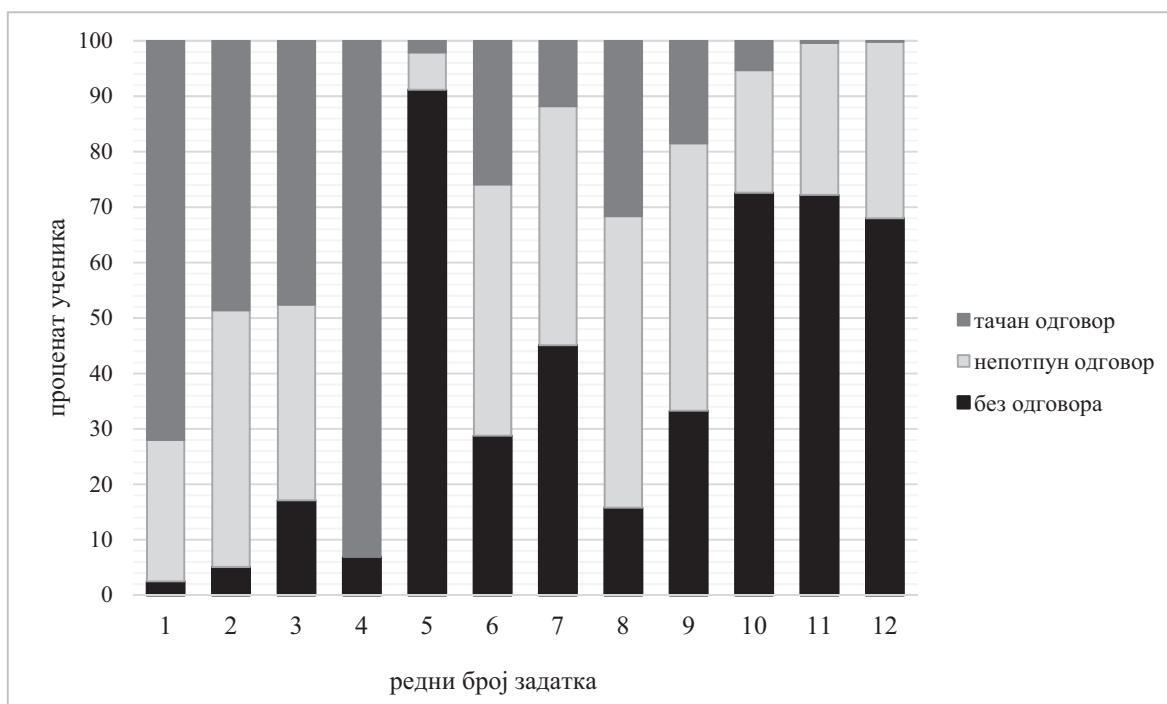
ученика у зависности од разреда, што у потпуности важи за категорију 4. Изражено већи проценат ученика трећег разреда у категорији 3 могао би се објаснити највећим уделом садржаја о топлотним феноменима у програму наставе и учења за овај разред.

Незадовољавајућа постигнућа ученика на тестовима знања о топлотним феноменима (Haeusler & Donovan, 2017) потврдило је и ово истраживање, где је просечан број бодова на целом узорку био 13,53 од максималних 40. Анализа постигнућа ученика на целом узорку по категоријама показује да су две петине ученика у категорији 2, док је приближно једнак број ученика (око једне четвртине) у категоријама 1 и 3. Испод 10% ученика је у категорији 4, док у категорији 5 нема ученика (Графикон 1). Очигледно да је више од 90% испитаника решило тест на нивоу прве три категорије (максимално 60% задатака на тесту). Овим је потврђена прва хипоте-

за, по којој ученици од првог до четвртог разреда основне школе нису способни да дају научно тачне одговоре о агрегатним стањима супстанце, структури супстанце, температури, топлоти, провођењу топлоте и глобалном загревању Земље.

Упоредни приказ расподеле постигнућа ученика по задацима и категоријама одговора (тачан, непотпун и без одговора) за цео узорак дат је на Графикону 3.

Код првог задатка коефицијент асиметрије указује да је расподела ученичких одговора померена десно од средње вредности према већим вредностима, што значи да је већина ученика дала тачне одговоре (Табела 3, Графикон 3). Расподела постигнућа по разредима (Графикон 4) показује да постоје незнатне разлике у сразмери тачних и непотпуних одговора између млађих (први и други) и старијих (трећи и четврти) разреда. За разлику од ученика на по-



Графикон 3. Тачности одговора на појединачним задацима на тесту за цео узорак.

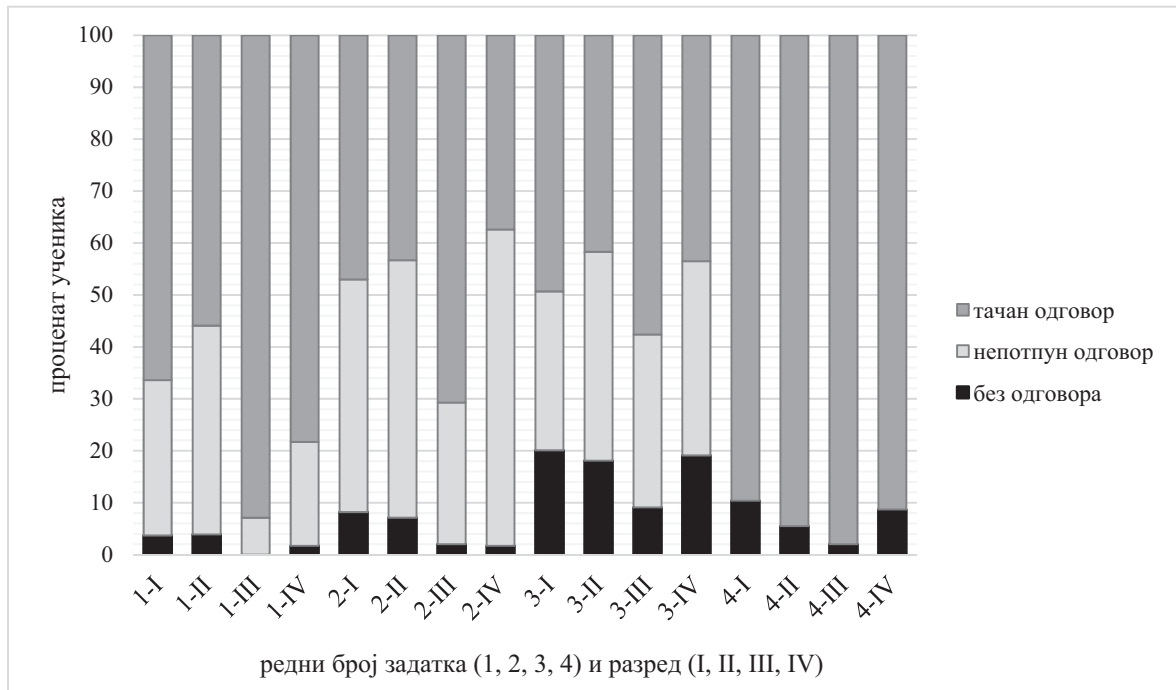
четку првог разреда (Blagdanić i sar., 2019), очигледно да старији ученици разумеју да су прашкасте и ситнозрнасте супстанце у чврстом агрегатном стању.

Код другог задатка коефицијент асиметрије указује да је расподела померена десно од средње вредности према већим вредностима, што се може уочити и на Графикону 3, где видимо да је већина ученика задатак урадила потпуно или делимично тачно. Увидом у расподелу постигнућа по разредима (Графикон 4) уочено је да је код ученика првог и другог разреда удео тачних и делимично тачних одговара приближно једнак. Надаље, код ученика трећег разреда удео тачних одговора је двоструко већи од удела делимично тачних, а код четвртог разреда је тај однос обрнут. Из тестова се видело да су ученици имали највише потешкоћа при препознавању звезда као природних извора светлости, што је разумљиво за ученике првог и другог разреда,

али је збуњујуће када је реч о ученицима четвртог разреда.

У трећем задатку је расподела померена десно од средње вредности према већим вредностима. Расподела одговора је слична онима у претходном задатку, али са нешто већим уделом ученика који нису дали тачан одговор на задато питање (Графикон 3), што се може тумачити вишим когнитивним нивоом задатка.

У четвртом задатку коефицијент асиметрије указује да је расподела померена десно од средње вредности према већим вредностима. Овакав резултат јасно је уочљив на Графикону 3, где видимо да је преко 90% ученика дало тачан одговор, а расподела по разредима (Графикон 4) указује да су ученици свих разреда подједнако добро урадили задатак. Очигледно је да већина ученика, без обзира на разред, има у свом спонтаном искуству спознају о повезаности висине стуба течности у термометру и спољашње температуре.



Графикон 4. Тачност одговора на задацима 1, 2, 3 и 4 по разредима.

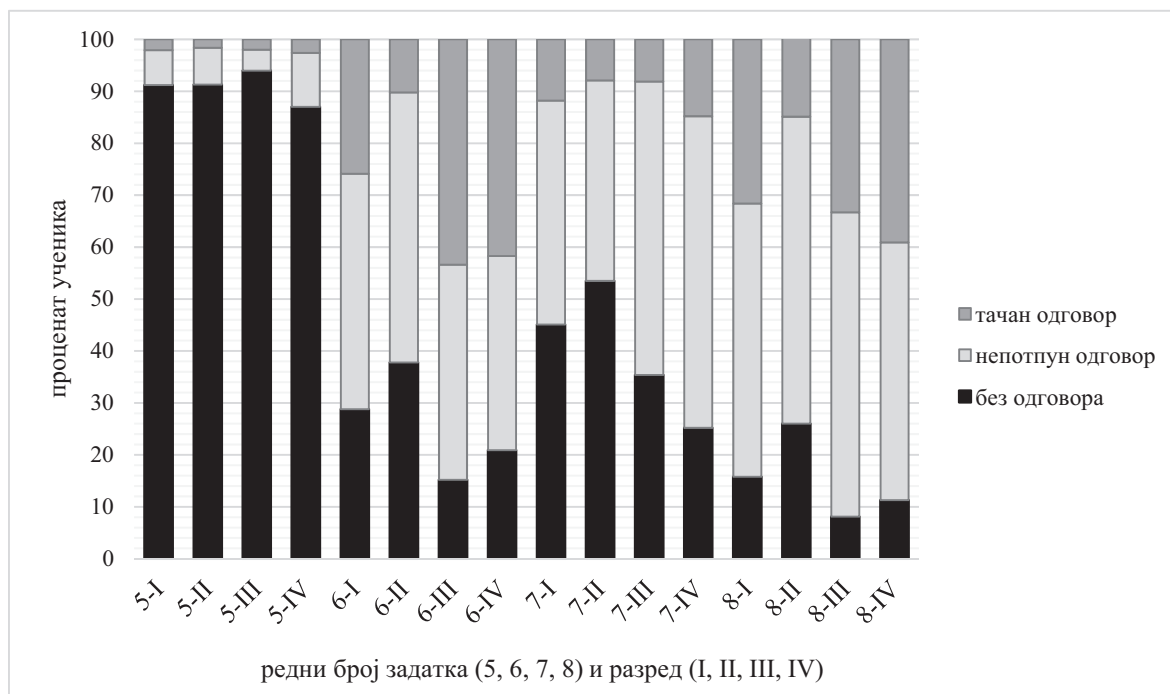
Код петог задатка је расподела померена значајно улево од средње вредности према мањим вредностима. Овакав резултат се јасно уочава на Графикону 3, где видимо да преко 90% ученика није тачно одговорило на ово питање, док расподела по разредима (Графикон 5) указује да узраст није утицао на разлике у резултатима. Видимо да термичка изолациона својства вуне и топлотна проводљивост алуминијумске фолије (метала) нису део свакодневног искуства ученика нити су усвојена током наставе.

Код шестог задатка је расподела померена лево од средње вредности према мањим вредностима. На Графикону 3 се може видети да преко 70% ученика није тачно одговорило или је делимично тачно одговорило на ово питање, а увидом у тестове уочено је да су ти ученици пропустили да образложе свој предлог материјала за дршку посуде. Расподела резултата по разредима (Графикон 5) показује да постоје развојне

разлике, јер је више тачних одговора код ученика трећег и четвртог разреда у односу на оне из првог и другог.

Коефицијент асиметрије указује да је расподела ученичких одговора на седмом задатку померена лево од средње вредности према мањим вредностима. На Графикону 3 може се уочити да је мало више од 10% ученика дало тачан одговор, док је удео ученика који су делимично тачно одговорили или нису дали тачан одговор подједнак. Увидом у расподелу резултата по разредима (Графикон 5) уочљива је незнатна директна сразмера успешности у решавању овог задатка и узраста ученика, односно утицаја развојног фактора.

Расподела ученичких одговора на осмом задатку је померена десно од средње вредности према већим вредностима. То потврђује и Графикон 3, где се може уочити да је преко 80% ученика дало тачан или делимично тачан одговор.



Графикон 5. Тачности одговора на задацима 5, 6, 7 и 8 по разредима.

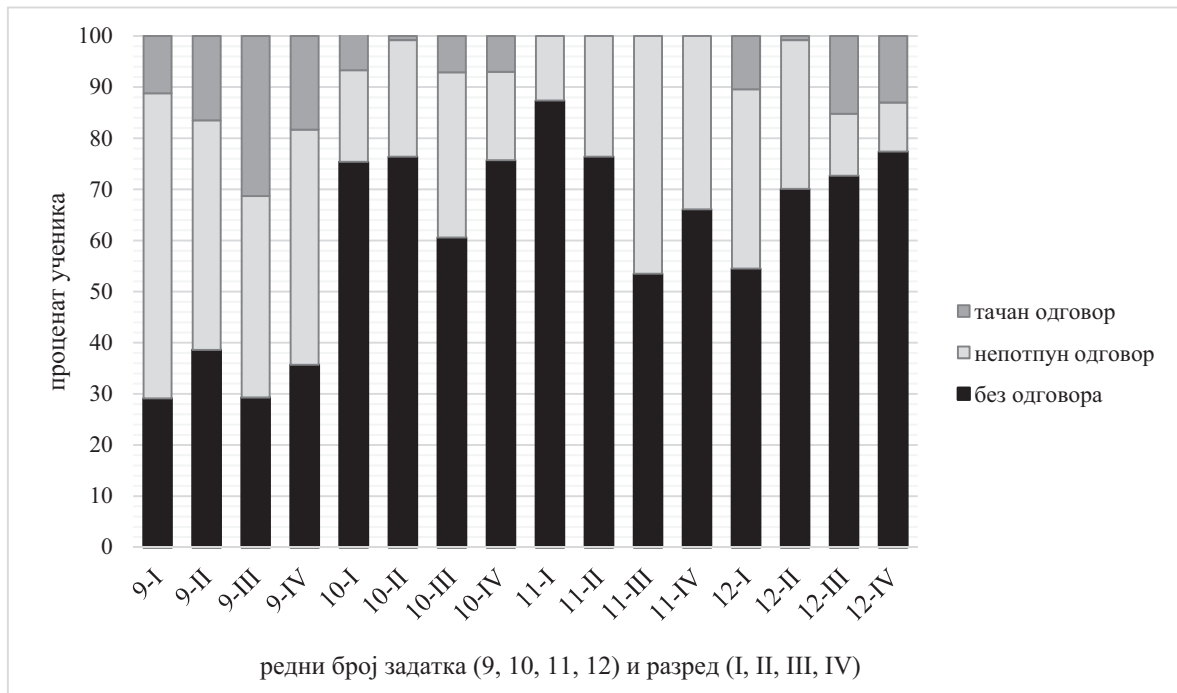
Добијени резултати су неочекивано добри с обзиром на когнитивни ниво задатка, при чему су ученици трећег и четвртог разреда остварили нешто боља постигнућа од ученика првог и другог (Графикон 5), што се може тумачити двојачко, као утицај понављања и проширивања знања о својствима агрегатних стања у трећем разреду, али и развојним фактором.

Код деветог задатка коефицијент асиметрије указује на то да је расподела померена лево од средње вредности према мањим вредностима. Наиме, скоро половина ученика је правилно предвидела понашање балона (да ће се кретати навише), али је објашњење код већине изостало или било непотпуно. Увидом у расподелу постигнућа по разредима (Графикон 6) уочено је да од првог до трећег разреда расте проценат ученика који су тачно образложили своје предвиђање, док је успех ученика четвртог разреда на нивоу оних из другог, што указује на проблем у

вези са трајности стечених знања о променама тела (супстанце) при загревању и хлађењу.

У десетом питању је расподела померена значајно лево од средње вредности према мањим вредностима. Према расподели постигнућа по разредима (Графикон 6) може се уочити подједнако неразумевање провераваног феномена (уз тек незнатно боље резултате ученика трећег разреда), што указује да је утицај – како развојног фактора, тако и наставе – занемарљив. Можемо закључити да су феномени повезани са гасовитим агрегатним стањем ученицима тешко разумљиви, што потврђују и нека од претходних истраживања (Stavy, 1991; Allen, 2010; Smolleck & Hershberger, 2011).

На Графикону 3 се види да око 70% ученика није дало одговоре на једанаесто и дванаесто питање, а да је проценат оних који су дали тачне одговоре занемарљиво мали. Расподела постигнућа по разредима (Графикон 6) за једанаест



Графикон 6. Тачности одговора на задацима 9, 10, 11 и 12 по разредима.

сти задатак показује да од првог до трећег разреда расте удео делимично тачних одговора, док се истовремено удео нетачних смањује. Неочекивано, у дванаестом задатку уочава се благ пораст процента нетачних одговора од првог до четвртог разреда, што би се могло објаснити опадањем мотивације ученика старијих разреда за осмишљавање и изношење креативних предлога. Можемо закључити да су постигнућа ученика у задацима на нивоу стварања веома ниска, што потврђује да се у наставној пракси не посвећује довољна пажња развоју виших когнитивних способности.

Упоредна анализа постигнућа ученика по задацима и категоријама одговора за цео узорак показује да, уз нека одступања, са повећањем когнитивног нивоа захтева у задацима расте проценат ученика који нису дали тачан одговор на питање, док се истовремено смањује проценат ученика који су дали потпуно тачне одговоре, што се потврдило и у неким другим истраживањима (Fardin & Radmehr, 2013; Cvjetičanin et al., 2015). Процент ученика који су дали делимично тачне одговоре варира без веће правилности од 10% до 55%. Одступања су уочена у четвртом, осмом и деветом задатку, где су резултати бољи од очекиваних, као и у петом, где су ученици показали неочекивано ниска постигнућа. Потпунија анализа ових одступања захтевала би дубље сагледавање начина и обима на који су проучавани садржаји обрађивани у оквиру наставе. На основу претходно реченог може се делимично потврдити друга хипотеза да постигнућа ученика опадају са порастом когнитивног нивоа задатка.

Разлике у постигнућима ученика различитих разреда

С обзиром на то да је Колмогоров–Смирновљевим тестом утврђено да укупан број бодова на тесту и по сваком појединачном питању не задовољава нормалну расподелу, за испитивање

разлика између постигнућа ученика различитих разреда коришћен је Крускал–Волисов тест. Овај тест показује статистички значајну разлику у постигнућу ученика различитих разреда (ниво значајности $p < .001$), при чему је вредност хи-квадрата 38.53 са три степена слободе. Највећу средњу вредност ранга (што одговара вредности непрекидне променљиве) имају ученици трећег разреда (299.72), потом следе ученици четвртог (260.15) и првог (209.11), а најмању ученици другог разреда (200.31). Вредности медијане прате исти редослед као и рангови, при чему она за ученике трећег разреда износи 16, четвртог 14.50, првог 11 и за ученике другог разреда 10.25. Претходни резултати говоре да су ученици трећег разреда остварили највиша постигнућа на тесту знања, што се донекле може тумачити чињеницом да се у овом разреду у оквиру предмета Природа и друштво обрађује највише наставних садржаја везаних за топлотне феномене. Ученици првог и другог разреда још увек се нису упознали са тим садржајима у оквиру наставе, а ученици четвртог разреда вероватно нису још усвојили знања.

Да би се утврдило које групе се међусобно разликују, урађен је Ман–Витнијев тест и упоређивани су сви разреди међусобно. Тест је показао да не постоји статистички значајна разлика између постигнућа ученика првог и другог разреда ($p = .42$), односно трећег и четвртог ($p = .05$), док је код осталих парова та разлика статистички значајна ($p < .001$), при чему су просечна постигнућа већа у старијим разредима. На основу коефицијента r , који је показатељ величине утицаја, видимо да је утицај између првог и трећег, односно другог и трећег разреда средње величине ($r = 0.3$), док је између првог и четвртог, односно другог и четвртог мали ($r = 0.1$) (Cohen, 1988). Представљени резултати делимично потврђују трећу хипотезу да постоје статистички значајне разлике у постигнућима ученика према узрасту, односно разреду.

Закључак

Начини на које ученици у почетном природно-научном образовању, и поред утицаја наставе, тумаче и разумеју појмове о топлотним феноменима често су у супротности са научно заснованим концептима. Овим истраживањем је провераван ниво разумевања одабраних појмова о топлоти код ученика млађег школског узраста. Добијени резултати наводе на закључак да ученици од првог до четвртог разреда нису у довољној мери способни да пруже научно тачне одговоре о одабраним топлотним појавама и процесима, при чему се уочавају разлике у постигнућима код ученика различитог узраста, као и на задацима различитих когнитивних нивоа. Анализа постигнућа ученика по питањима је потврдила да ученици нису у стању да одговоре захтевима задатака на вишим когнитивним нивоима као што су евалуирање и стварање, а узрок томе може бити то што се са таквим захтевима ретко срећу у наставној пракси. Резултати упућују на потребу за увођењем иновативних наставних стратегија (Gagić et al., 2019), које би, према досадашњим истраживањима (Allen, 2010; Ozmen, 2011; Chittleborough & Hubber,

2013; Haeusler & Donovan, 2020), требало да обухвате тумачење топлотних појава и процеса кроз разумевање честичне структуре супстанце. Друге импликације које следе на основу добијених резултата односе се на будућа истраживања у вези са овим проблемом. Слично истраживање могло би се поновити на случајном узорку, чиме би се потврдили претходни резултати и њихов значај. Додатно, како би се препознали пожељни правци иновирања наставе који би допринели бољем разумевању топлотних појава и процеса, било би корисно испитати да ли постоји веза између неких психолошких особина ученика и њихових постигнућа у овој области. Такође, требало би испитати да ли неки иновативни наставни модели који би се применили могу допринети унапређењу постигнућа ученика. Док будућа истраживања не одреде јасан правац деловања у наставној пракси, потребно је указати учитељима да проблем у разумевању одређених појмова постоји.

Захвалница. Дугујемо захвалност Милани Шербедији, која је у оквиру мастер рада спровела тестирање ученика у општини Кикинда.

Литература

- Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. New York: Open University Press.
- Alwan, A. A. (2011). Misconception of heat and temperature Among physics students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 12, 600–614. <http://www.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.02.074>
- Anam, R. S., Widodo, A. & Sopandi, W. (2017). Representation of Elementary School Teachers on Concept of Heat Transfer. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 895 012159. <http://www.doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012159>.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Blagdanić, S., Radovanović, I. i Bošnjak Stepanović, M. (2019). Predubedenja učenika o prirodnim fenomenima na početku osnovnog obrazovanja – okov i/ili mogućnost. *Inovacije u nastavi*, 32 (1), 16-29. <http://www.doi.org/10.5937/inovacije1901016B>

- Chittleborough, G. & Hubber, P. (2013). *Material world: learning and teaching chemistry, in Learning and teaching primary science*. Melbourne: Cambridge University Press. Posećeno 23. februara 2021. na [www: http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30054636](http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30054636).
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edn). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cvjetićanin, S., Obadović, D. & Rančić, I. (2015). The Efficiency of Student-led and Demonstration Experiments in Initial Physics-Chemistry Education in Primary School. *Croatian Journal of Education*, 17, 11–39.
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63 (2), 221–230.
- Fardin, D & Radmehr, F. (2013). A Study on K5 students' mathematical problem solving based on Revised Bloom Taxonomy and psychological factors contribute to it. *European Journal of Child development*, 1, 97–123.
- Fitzallen, N., Wright, S., Watson, J. & Duncan, B. (2016). Year 3 students' conceptions of heat transfer. In: *Proceedings of the 2016 Australian Association for Research in Education (AARE) Conference* (1–12). 27 November - 1 December 2016, Melbourne, Victoria, Australia.
- Gagić, Z. Z., Skuban, S. J., Radulović, B. N., Stojanović, M. M. & Gajić, O. (2019). The implementation of mind maps in teaching physics: Educational efficiency and students' involvement. *Journal of Baltic Science Education*, 18 (1), 117–131. <http://www.doi.org/10.33225/jbse/19.18.117>
- Gerhátová, Ž., Perichta, P., Drienovský, M. & Palcut, M. (2021). Temperature Measurement - Inquiry Based Learning Activities for Third Graders. *Educ. Sci.*, 11 (9), 506. <http://www.doi.org/10.3390/educsci11090506>.
- Haeusler, C. & Donovan, J. (2017). Challenging the Science Curriculum Paradigm: Teaching Primary Children Atomic-Molecular Theory. *Res Sci Educ*, 50 (1), 23–52. <http://www.doi.org/10.1007/s11165-017-9679-2>.
- Haglund, J., Jeppsson, F. & Andersson, J. (2012). Young children's analogical reasoning in science domains. *Science Education*, 96 (4), 725–756. <http://www.doi.org/10.1002/sce.21009>.
- Haglund, J. Jeppsson, F. & Andersson, J. (2014). Primary school children's ideas of mixing and of heat as expressed in a classroom setting. *Journal of Baltic Science Education*, 13 (5), 726–739. Posećeno 14. maja 2020. na [www: http://oaji.net/articles/2015/987-1450981715.pdf](http://oaji.net/articles/2015/987-1450981715.pdf).
- Harlen, W. (2010). *Principi i velike ideje naučnog obrazovanja*. Beograd: Prosvetni pregled.
- Hermita, N., Alpusari, M., Noviana, E., Kurniaman, O., Widyanthi, A. & Suhandi, A. (2019). A Study of Prospective Primary School Teachers' Alternatif Conception in Heat and Temperature. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351 012072. <http://www.doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012072>.
- Inaltekin, T. & Akcay, H. (2021). Examination the knowledge of student understanding of pre-service science teachers on heat and temperature. *International Journal of Research in Education and Science*, 7 (2), 445–478. <http://www.doi.org/10.46328/ijres.1805>.
- Kampeza, M., Vellopoulou, A., Fragkiadaki, G. & Ravanis, K. (2016). The expansion thermometer in pre-schoolers' thinking. *Journal of Baltic Science Education*, 15 (2), 185–193. <http://www.doi.org/10.33225/jbse/16.15.185>.
- Kampeza, M. & Delsérieys, A. (2019). Approaching change of state in early childhood education: the design of a teaching intervention based on storytelling. *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 6 (1), 89–98.

- Kartal, T., Öztürk, N. & Yalvaç, H. (2011). Misconceptions of science teacher candidates about heat and temperature. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 2758–2763. <http://www.doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.184>
- Milanović-Nahod, S., Šaranović-Božanović, N. i Šišović, D. (2003). Uloga pojmova u nastavi prirodnih nauka. *Zbornik Instituta za pedagoška istraživanja*, 35, 111–130. Posećeno 20. jula 2016. na <https://www.ipisr.org.rs/images/arhiva-zbornika/35/Uloga-pojmova.pdf>.
- Ozmen, H. (2011). Turkish primary students' conceptions about the particulate nature of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6 (1), 99–121.
- Pallant, J. (2010). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using the SPSS program* (4th Edition). New York: Mc Graw Hill.
- *Pravilnik o planu nastave i učenja za prvi ciklus osnovnog obrazovanja i vaspitanja i programu nastave i učenja za prvi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja* (2017). Službeni glasnik RS, Prosvetni glasnik, br. 10.
- *Pravilnik o programu nastave i učenja za drugi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja* (2018). Službeni glasnik RS, Prosvetni glasnik, br. 16.
- *Pravilnik o programu nastave i učenja za treći razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja* (2019). Službeni glasnik RS, Prosvetni glasnik, br. 6.
- *Pravilnik o programu nastave i učenja za četvrti razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja* (2019). Službeni glasnik RS, Prosvetni glasnik, br. 11.
- Schönborn, K., Haglund, J. & Xie, C. (2014). Pupils' early explorations of thermoimaging to interpret heat and temperature. *Journal of Baltic Science Education*, 13 (1), 118–132. <http://www.doi.org/10.33225/jbse/14.13.118>.
- Segedinac, M., Segedinac, M., Konjović, Z. & Savić, G. (2011). A formal approach to organization of educational objectives. *Psihologija*, 44 (4), 307–323.
- Smolleck, L. & Hershberger, V. (2011). Playing with Science: An Investigation of Young Children's Science Conceptions and Misconceptions. *Current Issues in Education*, 14 (1), <http://cie.asu.edu/ojs/index.php/cieatasu/article/view/>
- Sözbilir, M. (2003). A Review of Selected Literature on Students' Misconceptions of Heat and Temperature. *Boğaziçi University Journal of Education*, 20 (1), 25–41.
- Stavy, R. (1991). Children's Ideas About Matter. *School Science and Mathematics*, 91 (6), 240–244. <http://www.doi.org/10.1111/j.1949-8594.1991.tb12090.x>
- Wehnam, M. & Ovens, P. (2010). *Understanding Primary Science*. London: SAGE.

Summary

The method of interpreting thermal phenomena in the lower grades of primary school, which avoids explaining these phenomena based on the particle structure of a substance, gives room for pupils' alternative ideas. The aim of this paper is to determine the level of pupils' understanding of thermal phenomena in the lower grades of primary school. For this purpose we developed a test of knowledge of the following concepts: aggregate states of a substance, substance structure, temperature, heat, and heat conduction. The research was carried out in primary schools in the towns of Sombor and Kikinda and the sample consisted of 475 pupils. According to the obtained results, the lowest achievement, between 0% and 20% of the maximum points, is observed much more among the pupils of the first and second grades of primary school than among the pupils of the higher grades. In all grades the majority of the pupils had between 20% and 40% of the maximum number of points. There were no pupils with the highest scores. There was no significant statistical difference in terms of achievement between the first and second grade pupils, nor between the third and fourth grade pupils, whereas this difference is statistically significant in other, higher pairs of grades (the final two grades had the highest level of achievement). The research confirmed that there is an insufficient impact of instruction on the level of understanding thermal phenomena among the pupils of the lower grades, which requires finding new approaches to teaching this type of content.

Keywords: *initial science instruction, thermal phenomena, pupils' achievement, test of knowledge*