

Гордана М. Мишчевић Кадидевић<sup>1</sup>  
Данимир П. Мандић<sup>2</sup>  
Универзитет у Београду  
Учитељски факултет  
Београд (Србија)

УДК 371.26-057.874:303.7(497.11)  
371.3::51

*Оригинални научни рад*

Примљен 08/07/2019

Измењен 07/08/2019

Прихваћен 07/08/2019

doi: [10.5937/socpreg53-22577](https://doi.org/10.5937/socpreg53-22577)

## ИСПИТИВАЊЕ ПОВЕЗАНОСТИ ПОСТИГНУЋА УЧЕНИКА У ОБЛАСТИ ПРИРОДНИХ НАУКА И ЊИХОВОГ НАУЧНОГ СЕЛФ-КОНЦЕПТА ПОСРЕДСТВОМ БУТСТРЕП МЕТОДЕ<sup>3</sup>

Сажетак: У раду ће бити приказан специфичан истраживачки приступ који би требало чешће користити у области друштвених наука. Проблем истраживања тичао се повезаности две варијабле када се у анализу укључи трећа варијабла и одстрани њен утицај на полазне варијабле. Предмет истраживања односио се на повезаност постигнућа ученика у области природних наука и њиховог научног селф-концепта када се контролише утицај процене учитеља о нивоу коришћења истраживачког приступа у настави коју реализује. Како би та повезаност била истражена анализирани су подаци недавно реализоване међународне студије TIMSS за четврти разред основне школе на новоу земаља учесница, а у циљу добијања што поузданији резултат, коришћена је бутстреп метода којом су генерисани интервали поверења за разматране корелације. Установљено је да се полазна негативна повезаност анулирала укључивањем треће варијабле. У закључним разматрањима дате су препоруке за унапређивање истраживачке праксе у нашој средини.

Кључне речи: педагошка истраживања, бутстреп метода, постигнуће, селф-концепт, TIMSS

### Увод

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) представља пројекат Међународног удружења за евалуацију образовних постигнућа IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), чија се реализација одвија у четворогодишњим циклусима с циљем провере знања ученика из математике и природних наука у четвртој и осмом разреду основне школе.

<sup>1</sup> gordana.miscevic@uf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> danimir.mandic@uf.bg.ac.rs

<sup>3</sup> Рад је настао у оквиру пројекта Учитељског факултета из Београда: »Концепције и стратегије обезбеђивања квалитета базичног образовања и васпитања« број 179020 (2011-2019), чију реализацију финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Наша земља је до сада учествовала у TIMSS евалуацијама 2003, 2007, 2011 и 2015, а од 2011. године истраживањем су обухваћени ученици четвртог разреда основне школе (Marušić Jablanović, Gutvajn & Jakšić, 2017). Србија је и ове године учествовала у циклусу TIMSS 2019, али ће први резултати свих земаља које су обухваћене тестирањем званично бити објављени тек крајем 2020. године. Ти резултати, поред осталог, указују на повезаност одређених варијабли, попут постигнућа ученика из предмета и његовог предметног селф-концепта, тј. самопроцене о успешности учења тог предмета (Mullis, Martin & Loveless 2016).

Повезаност варијабли истраживачи базирају на статистички значајним корелацијама, али оне не морају бити значајне и на новој популације. С обзиром на то да истраживач не познаје све елементе популације већ само неке од тих елемената који чине коришћени узорак, потребно је користити методу која омогућава извођење позданих закључака на нивоу популације, попут методе бутстреп (енгл. bootstrap).

Упркос својим вредностима, бутстреп метода ретко се користи у истраживањима у друштвеним наукама, посебно у нашој средини. Стога овим прилогом желимо да илуструјемо њену примену. У том циљу разматраћемо једну необичну повезаност установљену у педагошким истраживањима која се тиче постигнућа ученика из природних наука и њиховог научног селф-концепта, која је, како ће бити приказано у овом раду, ипак непостојећа, јер је у ствари последица утицаја треће варијабли.

### Повезаност постигнућа и селф-концепта

Иако је у бројним досадашњим студијама утврђена позитивна повезаност између постигнућа ученика у области природних наука и научног селф-концепта (Chang & Cheng, 2008; Jansen, Ulrich & Lüdtke, 2014; Grabau & Ma, 2017), повезаност на коју се фокусирамо у овом раду може да буде негативна када се анализа резултата помери са нивоа ученика ка нивоу школе, или државе. Тако изненађујући резултати откривени су у неким од ранијих истраживања (нпр. Wilkins 2004; Liou, 2014).

Усмеримо пажњу ка анализи TIMSS података на нивоу државе. За земље учеснице студије TIMSS 1995. повезаност просечне вредности научног селф-концепта на нивоу државе и одговарајуће просечне вредности постигнућа у области природних наука на нивоу државе била је негативна (Wilkins, 2004). Могуће је да су ученици који су имали виша постигнућа, у поређењу са ученицима чија су постигнућа била нижа, били строжи у евалуацији успешности свог учења у области природних наука. Таква повезаност могла је да буде узрокована и постојањем културолошких разлика међу државама. На пример, ученици из азијских земаља у којима је присутна конфучијанска оријентација (а које су међу најбоље рангираним земаљама учесницама TIMSS истраживања) обично сматрају да су њихова школска постигнућа првенствено одраз њиховог личног рада и залагања, а не способности које поседују (Stankov, 2010).

Негативна повезаност између постигнућа у природним наукама и научног селф-концепта вероватно би могла да буде анулирана када би се елиминисао утицај треће варијабли којом бисмо мерили утицај овакве и других културолошких разлика. Међутим, операционализација таквог мерења представља тежак задатак, а и немамо знања да је била коришћена у неком од досадашњих истраживања.

Стога би се требало фокусирати на друге варијабле које могу да имају утицаја и на постигнућа и на селф-концепт. Имајући у виду да ефикасна наставна пракса првенствено доприноси квалитету образовања (Stigler & Hiebert 2004), варијабла о којој говоримо би се могла односити на практичан рад наставника. Таква варијабла је доступна у оквиру података TIMSS истраживања; мери ниво коришћења истраживачког приступа у настави, који би, према Moeed (2008), требало да представља стожер активности на часовима природних наука.

У овом раду истражујемо да ли је повезаност постигнућа ученика у области природних наука и њиховог научног селф-концепта заиста негативна, и ако јесте, да ли таква повезаност може да буде анулирана када се контролише утицај нивоа коришћења истраживачког приступа у настави природних наука. Одговори на ова питања дати су за податке студије TIMSS 2015. у четвртог разреда основне школе који су наведени у [табели 1](#). Подаци су преузети са званичног сајта студије доступним на веб адреси <http://timss2015.org><sup>4</sup>, на којој се могу наћи дефиниције упоришних појмова који одговарају тим трима варијаблама, као и начин њиховог мерења. Основни статистички појмови коришћени у овом раду су: *корелација*, којом је испитивана повезаност између две варијабле; *парцијална корелација*, којом је испитивана повезаност између две варијабле када се отклони (контролише) утицај треће варијабле на те две полазне варијабле; и *бујтстреп метод*, којом су одређени интервали поверења за разматране корелације. С обзиром на то да је за разлику од поменутих корелација, бутстреп метода вероватно мање позната неким читаоцима, основни детаљи о тој методи дати су одељку *Метод*.

## Метод

У овом раду коришћен је узорак од 47 земаља учесница студије TIMSS 2015. у четвртог разреда основне школе. Листа земаља наведена је у [Табели 1](#).

У истраживању је коришћен корелативни дизајн. Варијабле су биле *Постигнуће* (просечна вредност постигнућа ученика из области природних наука на нивоу државе), *Селф-концепт* (просечна вредност ученичког научног селф-концепта на нивоу државе) и *Истраживање* (просечна вредност, на нивоу државе, учитељеве процене нивоа коришћења истраживачког приступа у настави природних наука коју реализује). Начин мерења тих варијабли објашњен је на званичном сајту студије TIMSS 2015.<sup>5</sup>

Подаци су анализирани у програму SPSS. Поред корелационе анализе, у којој су коришћени нормализовани подаци за све три варијабле, коришћена је и бутстреп метода како би се добили поузданији закључци о разматраној парцијалној корелацији. Ова метода даје податке о популацији коришћењем поновљеног узорковања (на пример, понавља се узорковање велики број пута, барем 1 000 пута) уз претпоставку да подаци из узорка потичу из популације са независном и иден-

<sup>4</sup> Извор <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Science-Grade-4.pdf>, табеле Exhibit 1.1, Exhibit 10.5 и Exhibit 9.5

<sup>5</sup> За варијабле *Селф-концепт* и *Истраживање*, видети објашњења у саставу табела Exhibit 10.5 и Exhibit 9.5, респективно, користећи веб адресу поменути у претходној фусноти.

тичном расподелом (Efron & Tibshirani, 1998).<sup>6</sup> За сваки бутстреп узорак рачуна се бутстреп оцена параметра (на пример, парцијалне корелације), на бази чега се изводе интервали поверења који су обично асимптотски прецизнији од оних добијених под претпоставком нормалне расподеле. То се може учинити на више начина, од којих је најробуснији тзв. ВСа (Bias-Corrected & Accelerated) приступ (Banjanovic & Osborne 2016) који смо користили у овом раду.

## Резултати

Како је у раду коришћена Пирсонова корелација и Пирсонова парцијална корелација, које се заснивају на претпоставци о нормалности расподела разматраних варијабли, вредности коришћених варијабли су најпре нормализоване, јер је утврђено да расподела варијабле *Посијинуће* значајно одступа од нормалне расподеле (Shapiro-Wilk statistic: 0.879;  $df = 47$ ,  $p = 0.000$ ). Расподела нормализованих варијабли није значајно одступала од нормалне ( $p > 0.860$ ), нити је било аутлејера (енгл. outliers), тј. података који битно одударају од осталих података (коришћен је тест за детекцију аутлејера доступан на веб адреси <https://www.graphpad.com/quickcalcs/grubbs2/>). Затим су, применом бутстреп методе са 5000 узорковања, одређени интервали поверења за корелације између нормализованих варијабли, као и за парцијалну корелацију између нормализованих варијабли *Посијинуће* и *Селф-концејџи* када је контролисан утицај нормализоване варијабле *Испираживање*. Добијени су следећи интервали поверења (типа ВСа) са 95% нивоом поузданости<sup>7</sup>:

[−0.639, −0.087] – корелације *Посијинуће* и *Селф-концејџи*

[−0.554, −0.011] – корелације *Посијинуће* и *Испираживање*

[−0.182, 0.434] – корелације *Селф-концејџи* и *Испираживање*

[−0.654, 0.051] – парцијална корелација *Посијинуће* и *Селф-концејџи* када се контролише варијабла *Испираживање*.

Како је интервал поверења за парцијалну корелацију садржавао нулу, парцијална корелација није била значајна. Да бисмо били сигурнији у вези са овим исходом, ова анализа је поновљена двадесет пута и сваки пут интервал поузданости за парцијалну корелацију садржавао је нулу (интервал поверења за прву корелацију ниједном није садржавао нулу, док је интервал поверења за другу корелацију садржавао нулу у пет од тих двадесет понављања).

## Закључна разматрања

Богатство сакупљених података земаља учесница, њихова доступност и упоредљивост омогућавају комплексније анализе истраживачима који не желе само да

<sup>6</sup> Сваки бутстреп узорак се узима из разматраног узорка (обично је исте величине као тај узорак) коришћењем узорковања са заменом, што значи да неки подаци у бутстреп узорку могу бити идентични ако су узорковани више пута. На пример, бутстреп узорак из узорка {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} може бити {1, 1, 2, 3, 4, 6, 6, 7, 9, 10}.

<sup>7</sup> Ако бисмо генерисали већи број интервала поверења, рецимо 100, тада би 95% тих интервала требало да садржи тачну вредност разматраног популацијског параметра (Hoekstra, Morey, Rouder & Wagenmakers, 2014).

региструју рангирање своје земље у одређеној области у односу на остале учеснице, већ и да испитају повезаност коришћених варијабли, као што су *Посџиџинуће* (просечна вредност постигнућа ученика из области природних наука на нивоу државе), *Селф-концеџиџи* (просечна вредност ученичког научног селф-концепта на нивоу државе) и *Исџираживање* (просечна вредност, на нивоу државе, учитељеџе процене нивоа коришћења истраживачког приступа у настави природних наука коју реализује).<sup>8</sup> У овом раду испитивано је да ли је повезаност *Посџиџинућа* и *Селф-концеџиџи* негативна и, ако јесте, да ли таква повезаност и даље постоји када се као контролна варијабла уведе *Исџираживање*. Та повезаност била је заиста негативна, као што је нађено у другим истраживањима (Wilkins, 2004), али се таква повезаност анулирала уз контролну варијаблу *Исџираживање*, што према нашим сазнањима није утврђено у досадашњим истраживањима базираним на подацима студије TIMSS. Ипак, учитељи ученика са високим постигнућима су, као и њихови ученици, могли да буду строжи у процени нивоа коришћења истраживачког приступа у настави природних наука коју реализују, у поређењу са учитељима чији су ученици имали нижа постигнућа, што нас опет упућује ка културолошким разликама међу државама, које није једноставно мерити. Не занемарујући кључне елементе ефикасне школе (Николић, Мандић & Костадиновић 2018), наредна истраживања би, стога, могла да буду усмерена ка откривању друге (културолошки мање засноване) варијабле која би анулирала разматрану негативну повезаност, повезану, рецимо, са дигиталним компетенцијама наставника (Ристић & Мандић 2018). У том циљу, а у складу са приступом коришћеном у овом раду, истраживачи би требало да користе више од 1 000 узорковања и ВСа (Bias-Corrected & Accelerated) приступ одређивању интервала поверења (Banjanovic & Osborne 2016), при чему би реализовану анализу требало поновити више десетина пута како би се утврдила стабилност добијених налаза. Наравно, у циљу заобилажења услова о нормалности расподеле, уместо Пирсонових корелационих мера, требало би користити Спирманове корелационе мере, али то нисмо учинили у овом раду, јер у коришћеној верзији програма SPSS бутстреп метода није била доступна за Спирманове парцијалне корелације. Надамо се да ће коришћени приступ и те препоруке бити од користи истраживачима у друштвеним наукама у Србији у циљу унапређивања постојеће истраживачке праксе, која, за сада у иностраним оквирима, укључује навођење интервала поверења и величине утврђених ефеката (Giofrè, Cumming, Fresc, Boedker & Tressoldi, 2017).

<sup>8</sup> Базе података TIMSS студија могу се слободно и бесплатно користити од стране свих истраживача у свету уз коректно позивање на извор података.

Gordana M. Mišćević Kadijević<sup>1</sup>

Danimir P. Mandić<sup>2</sup>

University of Belgrade

Teacher Education Faculty

Belgrade (Serbia)

## EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENTS AND THEIR SCIENTIFIC SELF-CONCEPT BY USING THE BOOTSTRAP METHOD<sup>3</sup>

*(Translation In Extenso)*

**Abstract:** this paper presents a specific research approach that should be used more frequently in the social sciences. The research problem concerned the relationship between two variables when a third one was included in the analysis and its influence on the initial variables removed. The subject of this research dealt with the relationship between students' science achievements and their scientific self-concept when controlling the influence of the teachers' assessment of the level of the research approach applied in their teaching. In order to examine this relationship, the research used country level data from a recently realized international study TIMSS in the fourth grade, and with the aim of obtaining the most reliable results, the bootstrap method was applied to generate confidence intervals for the correlations in question. It was found that the initial negative relationship was annulled by the inclusion of the third variable. The concluding remarks contain recommendations for improving domestic research practice.

**Keywords:** pedagogical research, bootstrap method, achievement, self-concept, TIMSS

### Introduction

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) is the project of the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), which is being realized in four-year cycles and is aimed at examining students' knowledge of mathematic and natural sciences in the fourth and eight grades of primary school. Our

---

<sup>1</sup> gordana.miscevic@uf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> danimir.mandic@uf.bg.ac.rs

<sup>3</sup> The paper was produced within the project of the Teacher Education Faculty in Belgrade, "Concepts and strategies of ensuring the quality of basic education and upbringing", No. 179020 (2011-2019), whose realization is financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia

country participated in TIMSS evaluations in 2003, 2007, 2011 and 2015, and since 2011 the research has included the students of the fourth grade of primary school (Marušić Jablanović, Gutvajn & Jakšić, 2017). Serbia has participated in this-year's cycle of TIMSS 2019, but the first results from all the countries included in testing will not be officially published until the end of 2020. Those results, among other things, indicate the connection of certain variables, such as students' achievements in the relevant subject and their subject self-concept, i.e. self-assessment of the learning success in the relevant subject (Mullis, Martin & Loveless, 2016).

The researchers base the connection of variables on statistically significant correlations, but they are not necessarily significant at the population level too. Since the researcher does not know all the population elements, but only some of those elements that constitute the sample used, it is necessary to use a method that enables deriving reliable conclusions at the population level, such as the bootstrap method.

Despite its advantages, the bootstrap method is rarely used in social science studies, particularly in our country. Therefore we would like to use this contribution to illustrate its application. In that respect, we will consider the unusual connection established in pedagogical research, concerning students' achievements in natural sciences and their scientific self-concept, which, as this paper will show, is still non-existent because it is actually the consequence of the influence of the third variable.

### Connection of achievements and self-concept

Although numerous studies so far have established the positive connection between students achievements in natural sciences and the scientific self-concept (Chang & Cheng, 2008; Jansen, Ulrich & Lüdtke, 2014; Grabau & Ma, 2017), the connection we focus on in this paper may be negative when the result analysis is shifted from the student level to the school or country level. Such surprising results were revealed in several earlier studies (e.g. Wilkins 2004; Liou, 2014).

We will direct our attention towards the analysis of TIMSS data at the country level. For the countries participating in the study TIMSS 1995, there was negative connection between the average value of the scientific self-concept at the country level and the pertaining average value of achievement in natural sciences at the country level (Wilkins, 2004). It is possible that the students with higher achievements, in comparison to the students with lower achievements, were stricter in the evaluation of their learning success in natural sciences. Such connection may also have been caused by the existing cultural differences among the countries. For example, the students from Asian countries with Confucian orientation (which are among the highest-ranking countries participating in TIMSS studies) usually think that their school achievements are primarily the reflection of their personal work and devotion, and not of their own abilities (Stankov, 2010).

Negative connection between achievements in natural sciences and the scientific self-concept may probably be annulled if the influence was eliminated of the third variable, used to measure the influence of these and other cultural differences. However, the operationalization of such measurement constitutes a difficult task and we do not know whether it has been used in any studies so far. Therefore we should focus on other variables that may influence both achievements and the self-concept. Having in mind that effi-

cient teaching practice primarily contributes to the quality of education (Stigler & Hiebert 2004), the variable we speak about may refer to the teachers' practical work. That variable is available within the data of TIMSS studies; it measures the level of application of the research method in teaching which, according to Moeed (2008), should represent the pivot of activities in natural science classes.

This paper investigates whether connection between students' achievements in natural sciences and the scientific self-concept is really negative and, in case it is, whether such connection may be annulled when controlling the influence of the level of application of the research method in natural science teaching. The answers to these questions are given for the data of the study TIMSS 2015 in the fourth grade of primary school shown in [Table 1](#). The data have been taken from the official website of the study and are available at <http://timss2015.org><sup>4</sup>, where definitions can be found for the anchor terms suitable for those three variables, as well as the method of their measurement. Basic statistical terms used in this paper are: *correlation*, which examines the connection between two variables; *partial correlation*, which examines the connection between two variables after removing (controlling) the influence of the third variable on the two initial variables; and the bootstrap method, which determines confidence intervals for the correlations in question. Since, unlike the above-mentioned correlations, the bootstrap method is probably less known to some readers, the basic details about the method are presented in the section *Method*.

## Method

This paper used the sample of 47 countries participating in the study TIMSS 2015 in the fourth grade of primary school. The list of these countries is given in [Table 1](#)

The research used the correlative design. The variables were as follows: *Achievement* (the average value of students' achievements in the field of natural sciences at the country level), *Self-concept* (the average value of students' scientific self-concept at the country level) and *Research* (the average value of the teachers' assessment of the level of the application of the research approach in the natural science teaching realized, at the country level). The method of measuring those variables is explained on the official website of the study TIMSS 2015.<sup>5</sup>

The data were analyzed in the SPSS program. Apart from the correlation analysis, which used the normalized data for all three variables, the bootstrap method was also used in order to obtain the most reliable conclusions about partial correlation in question. This method provides data about population by resampling (for example, the sampling is repeated many times, at least 1 000 times), with the assumption that the sample data originate from the population with independent and identical distribution (Efron & Tibshirani, 1998).<sup>6</sup> For each bootstrap sample, the bootstrap assessment of a parameter is cal-

---

<sup>4</sup> Source <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Science-Grade-4.pdf>, Tables Exhibit 1.1, Exhibit 10.5 and Exhibit 9.5

<sup>5</sup> For the variables *Self-concept* and *Research*, see the explanations within Tables Exhibit 10.5 and Exhibit 9.5, respectively, on the website mentioned in the previous footnote.

<sup>6</sup> Each bootstrap sample is taken from the sample in question (it is usually of the same size as that

culated (for example, of partial correlation) on the basis of which confidence intervals are derived – usually asymptotically more accurate than those obtained under the assumption of normal distribution. This may be done in several ways, the most robust of which is so-called BCa (Bias-Corrected & Accelerated) approach (Banjanovic & Osborne 2016) that we used in this paper.

## Results

Since the paper used Pearson correlation and Pearson partial correlation which are based on the assumption of normal distributions of the variables in question, the values of used variables were first normalized because it was found that the distribution of the variable *Achievement* substantially deviates from the normal distribution (Shapiro-Wilk statistic: 0.879;  $df = 47$ ,  $p = 0.000$ ). The distribution of normalized variables did not substantially deviate from the normal distribution ( $p > 0.860$ ), and there were no outliers, i.e. data that substantially deviate from other data (the outlier detection test was used, available at <https://www.graphpad.com/quickcalcs/grubbs2/>). Then, by applying the bootstrap method with 5,000 samplings, the confidence intervals were determined for correlations between the normalized variables, as well as for partial correlation between the normalized variables *Achievement* and *Self-concept* when controlling the influence of the normalized variable *Research*. The following confidence intervals were obtained (of BCa type) with 95% reliability level<sup>7</sup>:

[-0.639, -0.087] – correlations *Achievement* and *Self-concept*

[-0.554, -0.011] – correlations *Achievement* and *Research*

[-0.182, 0.434] – correlations *Self-concept* and *Research*

[-0.654, 0.051] – partial correlation *Achievement* and *Self-concept* when controlling the variable *Research*.

Since the confidence interval for partial correlation contained zero, partial correlation was not significant. In order to be more certain regarding this outcome, the analysis was repeated twenty times and every time the confidence interval for partial correlation contained zero (the confidence interval for the first correlation never contained zero, while the confidence interval for the second correlation contained zero in five out of twenty repetitions).

## Concluding remarks

The wealth of the collected data from the participating countries, their availability and comparability ensure more complex analyses to researchers who do not want only to register the ranking of their respective countries in a certain field in relation to other participants, but also to examine the connection of the used variables, such as *Achievement*

---

sample) by using the substitution sampling, which means that some data in the bootstrap sample may be identical if sampled multiple times. For example, the bootstrap sample from the sample {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10} may be {1, 1, 2, 3, 4, 6, 6, 7, 9, 10}.

<sup>7</sup> If we generated a larger number of confidence intervals, for example 100, then 95% of those intervals should contain the accurate value of the population parameter in question (Hoekstra, Morey, Rouder & Wagenmakers, 2014).

(the average value of students' achievements in the field of natural sciences at the country level), *Self-concept* (the average value of students' scientific self-concept at the country level) and *Research* (the average value of the teachers' assessment of the level of the application of the research approach in the natural science teaching realized, at the country level).<sup>8</sup> This paper examined whether the connection between *Achievement* and *Self-concept* was negative, and in case it was, whether such connection still existed when introducing *Research* as the control variable. That connection was really negative, as established in other studies as well (Wilkins, 2004), but such connection was annulled with the control variable *Research*, which, according to our findings, has not been established so far in the research based on the data of the study TIMSS. Nevertheless, the teachers of the students with high achievements may have been, just as their students, stricter in the assessment of the level of application of the research approach in natural science teaching realized by them, in comparison to the teachers whose students had lower achievements. Once again this indicates cultural differences among the countries, which are difficult to measure. Without neglecting the key elements of efficient school (Nikolić, Mandić & Kostadinović, 2018), the following studies might therefore be directed at revealing another (culturally less based) variable that would annul the above-mentioned negative connection referring, for example, to teachers' digital competences (Ristić & Mandić, 2018). With that aim, and in line with the approach applied in this paper, researchers should use more than 1 000 samplings and BCa (Bias-Corrected & Accelerated) approach in determining confidence intervals (Banjanovic & Osborne, 2016), whereas the realized analysis should be repeated several dozen times in order to establish the stability of obtained findings. Of course, in order to avoid the conditions of distribution normality, Spearman correlation measures should be used instead of Pearson correlation measures, but we did not do it in this paper because the bootstrap method was not available for Spearman partial correlations in the used version of the SPSS. We hope that the applied approach and those recommendations will be of use to social science researchers in Serbia with the aim of improving the existing research practice which, currently within foreign frameworks, includes the listing of confidence intervals and the magnitude of identified effects (Giofrè, Cumming, Fresc, Boedker & Tressoldi, 2017).

#### REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Banjanovic, E., & Osborne, J. (2016). Confidence intervals for effect sizes: Applying bootstrap resampling. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 21 (5).
- Chang, C.Y., & Cheng, W.Y. (2008) Science achievement and students' self-confidence and interest in science: a Taiwanese representative sample study. *International Journal of Science Education*, 30 (9), 1183–1200.
- Efron, B., & Tibshirani, R. (1998). *An introduction to the bootstrap*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.

---

<sup>8</sup> Data bases of TIMSS studies may be used free of charge by all the researchers in the world who will cite correctly the source of the data.

- Giofrè, D., Cumming, G., Fresc, L., Boedker, I., & Tressoldi, P. (2017). The influence of journal submission guidelines on authors' reporting of statistics and use of open research practices. *PLoS ONE*, 12 (4), e0175583.
- Grabau, L.J., & Ma, X. (2017). Science engagement and science achievement in the context of science instruction: a multilevel analysis of U.S. students and schools. *International Journal of Science Education*, 39 (8), 1045–1068.
- Hoekstra, R., Morey, R., Rouder, J., & Wagenmakers, E. J. (2014). Robust misinterpretation of confidence intervals. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21 (5), 1157–1164.
- Jansen, M., Ulrich, S., & Lüdtke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11–21.
- Liou, P.Y. (2014). Investigation of the big-fish-little-pond effect on students' self-concept of learning mathematics and science in Taiwan: results from TIMSS 2011. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 23 (3), 769–778.
- Marušić Jablanović, M., Gutvajn, N., & Jakšić, I. /ur./ (2017). *TIMSS 2015 in Serbia: the results of the international survey of student achievement in 4th grade in mathematics and science*. Beograd: Institut za pedagoška istraživanja [In Serbian]
- Moeed, A. (2008). Science investigation that best supports student learning: teachers' understanding of science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3 (3), 537–559.
- Mullis, I. V. S., Martin, M., & Loveless, T. (2016). *20 years of TIMSS: international trends in mathematics and science achievement, curriculum, and instruction*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College
- Nikolić, I. A., Mandić, D. P., & Kostadinović, I. S. (2017). The opinion of teachers towards the educational concept of efficient school. *Sociološki pregled*, LI (4), 547–577. [doi:10.5937/socpreg51-16200](https://doi.org/10.5937/socpreg51-16200)
- Ristić, M. R., & Mandić, D. P. (2018). Readiness of the education system for mobile learning. *Sociološki pregled*, LII (3), 1044–1071. [doi:10.5937/socpreg52-18707](https://doi.org/10.5937/socpreg52-18707)
- Stankov, L. (2010). Unforgiving Confucian culture: a breeding ground for high academic achievement, test anxiety and self-doubt? *Learning and Individual Differences*, 20 (6), 555–563.
- Stigler, J., & Hiebert, J. (2004). Improving mathematics teaching. *Educational Leadership*, 61 (5), 12–17.
- Wilkins, J. (2004). Mathematics and science self-concept: an international investigation. *The Journal of Experimental Education*, 72 (4), 331–346.

## APPENDIX / ПРИЛОЗИ

Табела 1: Анализирани подаци  
Table 1: Анализирани подаци / Analyzed data

<b>Земља/Country</b>	<b>Постигнуће/ Achievement</b>	<b>Self-concept/ Self-concept</b>	<b>Истраживање/ Research</b>
Аустралија/Australia	524	9,7	9,9
Бахреин//Bahrain	459	10,3	10,7
Белгија (Фламмански део)/ Belgium (Flemish part)	512	9,8	8,3
Бугарска/Bulgaria	536	10,8	9,3
Грузија/Georgia	451	10,1	9,8
Данска/Denmark	527	9,8	9,2
Енглеска/England	536	9,5	10,1
Индонезија/Indonesia	397	9,8	10,6
Иран/Iran	421	10,7	12,1
Ирска/Ireland	529	9,8	10,0
Италија/Italy	516	9,9	10,0
Јапан/Japan	569	9,3	11,3
Јужна Кореја/South Korea	589	9,1	11,4
Казахстан/Kazakhstan	550	10,5	10,9
Канада/Canada	525	9,8	9,7
Катар/Qatar	436	10,2	11,1
Кипар/Cyprus	481	9,7	11,9
Кувајт/Kuwait	337	10,4	11,2
Литванија/Lithuania	528	10,0	8,8
Мађарска/Hungary	542	10,1	9,1
Мароко/Morocco	352	10,0	11,1
Немачка/Germany	528	10,1	8,9
Нови Зеланд/ New Zealand	506	9,3	9,5

← НАЗАД

← БАСК

Норвешка/Norway	538	10,3	8,4
Оман/Oman	431	10,4	12,1
Пољска/Poland	547	9,9	9,6
Португалија/Portugal	508	10,2	9,2
Руска Федерација/ Russian Federation	567	9,9	9,2
Саудијска Арабија/ Saudi Arabia	390	10,0	11,1
Северна Ирска/ Northern Ireland	520	9,7	8,5
Сингапур/Singapore	590	9,2	10,7
Сједињене Америчке Државе/ United States of America	546	10,0	9,9
Словачка/Slovakia	520	9,8	10,2
Словенија/Slovenia	543	9,7	9,4
Србија/Serbia	525	10,5	9,8
Тајван/Taiwan	555	9,8	10,6
Турска/Turkey	483	10,8	11,0
Уједињени Арапски Емирати/ United Arab Emirates	451	10,1	11,3
Финска/Finland	554	9,7	8,7
Француска/France	487	9,4	9,7
Холандија/Netherlands	517	9,8	8,3
Хонг Конг/Hong Kong	557	9,3	9,0
Хрватска/Croatia	533	10,4	10,1
Чешка/Czech Republic	534	9,6	9,0
Чиле/Chile	478	9,3	9,9
Шведска/Sweden	540	10,0	9,1
Шпанија/Spain	518	10,0	9,1