

Рад примљен: 21. 12. 2020.

Рад прихваћен: 7. 5. 2021.

Оригинални
научни рад**Драгана Д. Станојевић, Елизабета М. Каралић**Завод за вредновање квалитета образовања и
васпитања Републике Србије, Београд**Бранислав М. Ранђеловић¹**Универзитет у Приштини,
Учитељски факултет у Призрену – Лепосавићу

Функционалности, селективности и психометријске карактеристике задатака са пријемној испитима за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство

Резиме: Предмет овој испитивања је квалитет задатака на испиту за пријемни испит за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство. Циљ испитивања је да се на основу метријских карактеристика (поузданости, информативности, дискриминативности и тежина задатака) утврди квалитет задатака и испита, поготово у домену функционалности и селективности. У узорку овој испитивања било је укупно 1926 испитаника, а при анализи је коришћена дескриптивна статистика и теорија ставској одговора (ТСО). Закључци овој испитивања послужили су за унапређивање квалитета испита за пријемни испит за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство, а, самим тим, и помоћи успешној селекцији кандидата за образовање у једном од најперспективнијих и најактивнијих сектора данас – у сектору информacionих технологија.

Кључне речи: функционалности задатака, селективности задатака, метријске карактеристике, пријемни испит, математика.

¹ branislav.randjelovic@ceo.gov.rs

² Ово истраживање подржано је кроз пројекат „Аналитичко-истраживачке активности у функцији развоја и осигурања квалитета образовања и васпитања“, који финансира Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, као и кроз пројекат ИМП-002, који финансира Учитељски факултет у Лепосавићу.

Copyright © 2021 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

Третирање даровитости у образовном процесу представља важно педагошко питање јер су даровити појединци најважнији ресурс једног друштва и стуб његовог прогреса. Опште је позната чињеница да су способним појединцима потребна изазовна и богата искуства како би остварили своје потенцијале (George, 2004). Образовна подршка даровитим и талентованим ученицима и подстицање креативности ученика појавили су се у образовном систему Србије седамдесетих година двадесетог века (Robinson & Clinkenbeard, 2008). Тада су уведени посебни облици рада: додатни рад, ваннаставне и ваншколске активности, као и могућност бржег школовања и ранијег уписа у наредни ниво образовања. Један од системских начина којима се подстиче развој даровитих ученика је формирање специјализованих одељења и школа у којима даровити ученици имају прилику да напредују у складу са својим способностима. Године 1966. отворена је прва специјализована школа за даровите ученике у области математике – Математичка гимназија (Protić i sar., 2009), а 1991. године почела је са радом и специјализована Филолошка гимназија. Посебним наставним плановима и програмима уређени су садржаји које изучавају даровити ученици у специјализованим школама, тј. одељењима.

Изменама у законској регулативи у Републици Србији (*Zakon o osnovama sistema obrazovanja i vaspitanja*, 2009) отворена су врата инклузивном образовању – образовању по мери детета. Овај закон, између осталог, предвиђа и да лица са изузетним способностима имају право на образовање и васпитање које уважава њихове посебне образовне и васпитне потребе, у редовном систему, у посебним одељењима или у посебној школи, у складу са овим и посебним законом.

На националном нивоу идентификована је потреба за систематском подршком и оним

ученицима који могу да достигну највише нивое постигнућа у области информатике и рачунарства. Од 2017. године у Републици Србији постоје специјализована одељења за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство; ова одељења смештена су у гимназијама широм Србије, а креирани су и посебни наставни планови и програми за ученике. На тај начин ученицима се пружа посебна образовна подршка која би требало да одговори на различите потребе ученика који имају исте склоности, као и да се припреме за каријеру у једном од најатрактивнијих и најперспективнијих сектора светске привреде – у ИКТ индустрији.

За упис у одељења која остварују наставни план и програм за гимназију за ученике са посебним способностима за рачунарство и информатику, кандидат полаже пријемни испит на коме решава тест из математике. Максимални број бодова на тесту је 240 (*Pravilnik o upisu učenika u srednju školu*, 2019). Први услов који ученик треба да испуни да би се уписао у одељење за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство је да положи пријемни испит, тј. да освоји више од 120 бодова. Осим пријемног испита, ученик полаже са свим својим вршњацима завршни испит на крају основног образовања и васпитања као обавезан део основног образовања. Укупан број бодова са којима ученик конкурише за упис у специјализовано одељење јесте збир бодова које је освојио на основу општег успеха из школе, затим бодова које је остварио на завршном испиту, као и бодова које је освојио на пријемном испиту за специјализовано одељење.

Пријемни испит из математике заснива се на образовним стандардима постигнућа за крај основног образовања и васпитања (*Obrazovni standardi za kraj obaveznog obrazovanja*, 2010). У Србији су стандарди постављени на три нивоа постигнућа, приказана у Табели 1.

Табела 1. Нивои образовних стандарда постојећих.

Основни ниво	Ученик влада појмовима бар у смислу њиховог разликовања на класи одговарајућих примера и распознаје и користи одговарајуће термине и ознаке. Помоћу интерпретација (сликом, узорним примерима и сл.) способан је за основно оперисање. Очекује се да ће сви ученици, а најмање 80% њих, постићи овај ниво.
Средњи ниво	Ученик влада појмовима тако што је оспособљен да сам издваја одговарајуће примере и уме да истиче њихова карактеристична својства. Оперире њиховим знацима по правилима која процедурално изражава (тачно рачуна, правилно иконички, тј. путем слике их представља и сл.) и притом има виши степен рачунске увежбаности. Очекује се да ће око 50% ученика постићи овај ниво.
Напредни ниво	Ученик потпуно влада појмовима, оперире њима по прихваћеним правилима која уме да исказује вербално (тј. путем природног језика) и симболички. Разуме хијерархију која успоставља односе међу појмовима по степену њихове апстрактности, уме да закључује на основу претпоставки које су формално исказане (разуме и сам изводи неке једноставније доказе) и достиже високи степен аутоматског извођења операција. Очекује се да ће око 25% ученика постићи овај ниво.

Циљ истраживања је да се на основу метријских карактеристика (поузданост, информативност, дискриминативност и тежина задатака) утврди квалитет задатака и теста, поготово у домену функционалности и селективности (најбоље решен задатак, задаци са најнижим постигнућима и задаци који нису довољно информативни). Истраживање се ослања на традицију скалирања која се заснива на идеји да се испитаници поређају по степену присуства особине на основу које им се додељује број. Процес додељивања бројева назива се скалирање. Рад полази од теорије ставског одговора (енг. *IRT – Item Response Theory*), која има широку примену у образовању, нарочито ради развоја и усавршавања тестирања (Baker, 2001). Методом теорије ставског одговора одредили смо тежину и дискриминативност задатака. Једна од предности овог модела, приказана у раду, јесте и обједињавање података о задацима на тесту и способностима испитаника на једној заједничкој скали.

Предмет истраживања је испитивање метријских карактеристика теста који су ученици полагали на пријемном испиту за информатич-

ка одељења 2019. године. У складу са предметом истраживања постављене су хипотезе истраживања: 1) задаци су адекватни показатељи образовних постигнућа ученика, тј. у складу су са образовним стандардима; 2) задаци у тесту су информативни и дискриминативни; 3) тест је функционалан.

Крајњи циљ рада и истраживања је да се на основу закључака унапреди квалитет теста за пријемни испит за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство, а самим тим и да се омогући успешнија селекција кандидата за образовање у овом сектору.

Методолошки приступ

Узорак. У 2019. години 1926 ученика основних школа је конкурисало на укупно 1200 места у одељењима са посебним способностима за информатику и рачунарство. Узорак чине сви кандидати (1926) који су приступили полагању пријемног испита. У 2019. години 49 гимназија у Србији је понудило места у специјализованим одељењима за информатику и рачунарство. Упоредјујући број места и број пријављених канди-

дата, може се закључити да је највећи број пријављених кандидата у Београду (529) и они су конкурисали за упис у 12 одељења у 10 београдских школа. Најмање заинтересованих ученика било је у Јагодини, где се пријавило свега 8 ученика. У Сенти, где се пријемни испит полагао на мађарском језику, аплицирало је 37 ученика.

Инструмент. Инструмент истраживања је тест са 12 питања/задатака из математике који су ученици решавали на пријемном испиту за упис у специјализовано одељење за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство. Питања/задаци су креирани на националном нивоу, а креирала их је централизована комисија у Заводу за вредновање квалитета образовања и васпитања. Тестом се испитују математичке компетенције са средњег и напредног нивоа образовних стандарда постигнућа за предмет математика за крај основног образовања и васпитања. У тесту је било 12 задатака, а предвиђено време за решавање је било 120 минута. Тест се састојао од задатака затвореног типа и задатака отвореног типа. У неколико задатака се пред ученика поставља више захтева на које је потребно да пружи одговоре. Захтеви су у задацима поређани од једноставнијих ка сложенијим, а број бодова зависи од тога како је ученик решио задатак. Максималан број бодова по задатку је 20 и не постоје негативни бодови у тесту. Тест је стандардизован, дефинисан је начин задавања теста, оцењивања активности ученика на тесту и тумачења коначних резултата тестирања.

Начин обраде података. У овом истраживању врше се две анализе: квалитативна анализа података (анализа садржаја) и квантитативна статистичка анализа (дескриптивна статистичка анализа и IRT анализа). Методом анализе садржаја испитан је инструмент истраживања, тест са 12 питања/задатака из математике који су ученици решавали на пријемном испиту за упис у специјализовано одељење за ученике са посеб-

ним способностима за информатику и рачунарство. У узорку анализе ајтема налазе се одговори свих 1926 ученика који су приступили решавању тестова. Питања у тесту анализирана су у односу на очекивани ниво постигнућа из образовних стандарда, а тест у целини на основу карактеристика добијених статистичким анализама.

Будући да је тест за пријемни испит стандардизован, могуће је испитати утврђене метријске карактеристике теста (поузданост, информативност, тежина задатака, дискриминативност задатака). Да би се проценио квалитет теста и задатака, осим дескриптивне статистике, примењена је теорија ставског одговора, једнопараметарски модел, WINSTEPS 3.65. Наиме, IRT анализа пружа могућност провере квалитета теста у целини (да ли сви задаци заједно мере исти предмет мерења, колика је поузданост скопова испитаника и колика је поузданост тежине задатака) и квалитета сваког задатка.

Резултати и анализа

Резултати квалитативне анализе. Теоријски гледано, тест за пријемни испит је тест постигнућа (енг. *achievement test*) оријентисан на наставни садржај математике и њиме се одређује поседовање минималног потребног знања из математике. Код оваквих тестова акценат је на усвојеној количини знања и ономе шта особа актуелно може и остварује. Због тога се често за ове тестове каже да „гледају у прошлост и садашњост“ (Fajgelj, 2020; Dinić, 2019: 88). Тестови свих ученика у Србији се, након прегледања и објављивања резултата, достављају Заводу за вредновање квалитета образовања и васпитања како би се утврдио квалитет задатака, као и квалитет оцењивања (*Analiza kvaliteta zadataka i testova: Prijemni ispit iz matematike 2019 – informatička odeljenja, Prijemni ispit iz srpskog jezika 2019 – filološka odeljenja (interni dokument)*, 2019). Тест из математике који су ученици реша-

вали 2019. године имао је 12 задатака, груписаних у пет области: Геометрија, Бројеви и операције, Обрада података, Алгебра и Функције. Сви задаци у тесту су проблемски оријентисани и у складу са стандардима постигнућа за крај основног образовања и васпитања. Од укупно 12 задатака, пет задатака је имало по три захтева, шест задатака је имало два захтева, док је само један задатак имао један захтев. У задацима отвореног типа ученици су били у обавези да наведу поступак решавања.

У Табели 2 приказани су област стандарда, тип задатка и ниво постигнућа. Образовни стандарди су формулисани на три нивоа постигнућа (основни, средњи и напредни ниво). Ниво стандарда описују захтеве различите тежине, когнитивне комплексности и обима знања, од једноставнијих ка сложеним. Треба имати на уму да су образовни стандарди конципирани према просечним постигнућима целокупне популације, а да су овај тест решавали ученици који су високо мотивисани за упис у одељења

Табела 2. Опис задатака према области стандарда, типу задатка и нивоу постигнућа на пријемном испитију из математике.

Редни број задатка	Образовни стандард	Тип задатка	Ниво постигнућа
1	А) МА.2.5.2.	Отворени одговор	Средњи
	Б) МА.3.5.3.	Отворени одговор	Напредни
2.	МА.2.2.5.	Вишеструки избор	Средњи
3.	А) МА.3.5.1.	Отворени одговор	Напредни
	Б) МА.3.3.2.	Отворени одговор	Напредни
4.	А) МА.3.1.2.	Вишеструки избор	Напредни
	Б) МА.3.1.3.	Вишеструки избор	Напредни
5.	А) МА.3.1.2.	Вишеструки избор	Напредни
	Б) МА.3.1.2.	Вишеструки избор	Напредни
	В) МА.3.1.3.	Вишеструки избор	Напредни
6.	А) МА.2.3.5.	Отворени одговор	Средњи
	Б) МА.2.2.4	Отворени одговор	Средњи
7.	А) МА.2.1.4.	Вишеструки избор	Средњи
	Б) МА.2.1.4.	Кратак одговор	Средњи
	В) МА.3.5.4.	Отворени одговор	Напредни
8.	А) МА.3.3.2.	Отворени одговор	Напредни
	Б) МА.3.3.2.	Отворени одговор	Напредни
9.	А) МА.3.1.4.	Вишеструки избор	Напредни
	Б) МА.3.1.1.	Вишеструки избор	Напредни
	В) МА.3.2.5.	Отворени одговор	Напредни
10.	А) МА.2.3.6.	Вишеструки избор	Средњи
	Б) МА.2.3.6.	Кратак одговор	Средњи
	В) МА.3.1.3.	Вишеструки избор	Напредни
11.	А) МА.2.1.4.	Отворени одговор	Средњи
	Б) МА.3.1.3.	Отворени одговор	Напредни
12.	А) МА.2.3.4.	Вишеструки избор	Средњи
	Б) МА.3.3.4.	Отворени одговор	Напредни
	В) МА.3.3.4.	Отворени одговор	Напредни

за посебне способност и да већина тих ученика има висока постигнућа из математике у основном образовању.

**Резултати квантитативне
квалитативне анализе**

Резултати дескриптивне квалитативне анализе. Задаци у инструменту истраживања су на средњем и напредном нивоу образовних постигнућа. Очекује се да ће око 50% ученика/уче-

ница постићи или превазићи средњи ниво стандарда, док задатке напредног нивоа треба да уради око 25% ученика/ученица. Анализа процента решености по задатку (Табела 3) показује да поједини задаци одговарају нивоу образовних стандарда, а да код појединих задатака постоје одступања у већој или мањој мери. Имајући ове чињенице у виду, може се закључити да је део задатака са средњег нивоа који су решавали за ове ученике једноставан.

Табела 3. Процент решености задатака на пријемном испитију из математике.

Редни број задатка	Тачан одговор (%)	Без одговора (%)
1	95,7	0,20
	74,6	
2.	91,8	0,00
3.	54,2	17,7
	58,2	
4.	87,0	0,5
	17,3	4,2
5.	95,4	0,2
	72,2	0,4
	52,3	2,1
6.	39,3	6,9
	28,7	25,2
7.	92,2	0,5
	26,3	11,7
	50,3	12,7
8.	52,7	13,8
	35,3	13,8
9.	96,2	0,1
	90,6	0,2
	37,2	25,0
10.	47,8	1,9
	80,8	4,0
	6,0	4,5
11.	26,9	13,4
	12,2	13,4
12.	75,0	1,4
	61,5	11,8
	29,1	18,2

Најбоље решен задатак у тесту је девети задатак под а), у коме је било потребно да ученици користе бројеве и бројевне изразе у реалним ситуацијама, тј. да реше логичко комбинаторни проблем у скупу са малим бројем члано-

ва, стандард МА.3.1.4. (*Образовни стандарди за крај обавезног образовања*, 2010). Овај задатак садржи и основне елементе математичке логике и комбинаторике.

9. У игрици „Влад Д’Билдер” Иван је сакупио 30 златника и 5 600 дрва. За 500 дрва и 3 златника може да се изгради један хотел, а за 200 дрва и 1 златник може да се направи једна кућа.

А) Колико највише кућа може да направи од дрва и златника које има?
Заокружи слово испред тачног одговора.

а) 27 кућа б) 28 кућа в) 29 кућа г) 30 кућа

Слика 1. Загађајак 9а.

Задатак у коме су ученици имали најнижа постигнуће је десети задатак, део под в), у коме се испитивао стандард напредног нивоа, у коме се очекује од ученика да користи броје-


ве и бројевне изразе у реалним ситуацијама, стандард МА.3.1.3. (*Образовни стандарди за крај обавезног образовања*, 2010).

10. На дигиталном сату време се исписује комбинацијама следећих цифара:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

при чему су сати и минути одвојени симболом две тачке (:).

На слици је приказан дигитални сат и његов одраз у вертикалном огледалу.



В) Колико има различитих приказа времена која се у вертикалном огледалу огледају опет у то исто време?
Заокружи слово испред тачног одговора.

а) Таквих приказа има 2.
б) Таквих приказа има 3.
в) Таквих приказа има 4.
г) Таквих приказа има 8.
д) Таквих приказа има 9.
ђ) Таквих приказа има 11.
е) Таквих приказа има 12.

Одговор: _____

Слика 2. Загађајак 10в.

Овај захтев је специфичан по томе што је било потребно да ученици одреде број приказа дигиталног времена у огледалу. Начин на који ученик приступа решавању овог задатка је вишеструко сложен јер је потребно да повеже осну симетрију, математичку логику и једнозначност решења. Процент решености овог задатка је веома занимљив, јер је свега 6% ученика тачно решило задатак вишеструког избора који је имао 7 понуђених одговора.

Још један од задатака који су приказани у табели о коме ћемо нешто више рећи је једанести задатак под б), који је решило свега 12,2% ученика. Овај задатак отвореног типа односи се

на стандард у коме се очекује од ученика да користи бројеве и бројевне изразе у реалним ситуацијама, стандард МА.3.1.3. (*Obrazovni standardi za kraj obaveznog obrazovanja*, 2010). У овом задатку ученици су у непознатом контексту решавали проблем у коме је потребно да моделују математички проблем на основу датих параметара. На основу истраживања Националне процене образовног напретка још давне 1975. године у Сједињеним Америчким Државама утврђено је да је један од највећих проблема у постизању виших нивоа решавање контекстуалних задатака (Lopes, 1990).

11. Када возач притисне кочницу, аутомобил се неће одмах зауставити. Зауствани пут представља пут који аутомобил пређе од тренутка када возач притисне кочницу до тренутка заустављања. Формула којом се одређује дужина зауставног пута је:

$$d = \frac{v^2}{2\mu g},$$

при чему је:

d – дужина зауставног пута у метрима v – брзина непосредно пре кочења у m/s

μ – коефицијент трења g – гравитациона константа $\left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

Б) Дужина зауставног пута једног аутомобила при брзини од 60 km/h, када је асфалт сув, једнака је 20 m, а коефицијент трења је 0,7. Када је асфалт мокар, коефицијент трења је мањи и износи 0,5. Којом брзином у km/h би аутомобил требало да се креће по киши како би му зауставни пут остао исти као при кочењу на сувом асфалту?
Прикажи поступак.

Слика 3. Задатак 11б.

Пети задатак под а) је решило чак 95,4% ученика. Овај задатак затвореног типа односи се на стандард у коме се очекује од ученика да оперише појмом дељивости у проблемским ситуацијама, стандард МА.3.1.2. (*Obrazovni standardi za kraj obaveznog obrazovanja*, 2010). У овом за-

датку требало је да ученици примене једноставну операцију множења или дељења целих бројева. Стога не изненађује висок проценат успешног решавања овог задатка. У питању је задатак типа вишеструког избора, и то на напредном нивоу.

5. Петар је направио програм у коме се реч ИНФОРМАТИКА исписује 2019 пута без размака.
- А) Колико слова је на овај начин исписано?
Заокружи слово испред тачног одговора.
- а) 20 109
б) 20 190
в) 22 109
г) 22 209
д) 22 290

Слика 4. Загађајак 5а.

Девети задатак под б) је решило 90,6% ученика. Овај задатак затвореног типа односи се на стандард у коме се очекује од ученика да одреди вредност сложенијег бројевног израза, стандард МА.3.1.1. (*Образовни стандарди за крај обавезног образовања*, 2010). У питању је такође задатак типа вишеструког избора, и то на напредном

нивоу. Требало је да ученици користе бројеве и бројевне изразе у реалним ситуацијама, тј. да реше логичко-комбинаторни проблем у скупу са малим бројем чланова. Овај задатак садржи и основне елементе математичке логике и комбинаторике.

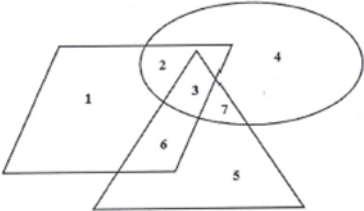
9. У игрици „Влад Д’Билдер” Иван је сакупио 30 златника и 5 600 дрва. За 500 дрва и 3 златника може да се изгради један хотел, а за 200 дрва и 1 златник може да се направи једна кућа.
- Б) Колико највише хотела може да направи од дрва и златника које има?
Заокружи слово испред тачног одговора.
- а) 9 хотела б) 10 хотела в) 11 хотела г) 12 хотела

Слика 5. Загађајак 9б.

Други задатак по реду у тесту решило је 91,8% ученика. Овај задатак је затвореног типа и односи се на стандард у коме се очекује од ученика да користе једначине у једноставним текстуалним задацима, стандард МА 2.2.5. (*Образовни стандарди за крај обавезног образовања*, 2010).

Ученици имају на располагању вишеструки избор одговора, на средњем нивоу. Ученици су са приложеног дијаграма препознавали могућности за одређивање тачног одговора, користећи основне елементе математичке логике и комбинаторике.

2. Овални облик представља скуп особа које програмирају, паралелограм представља скуп жена, а троугао представља скуп особа са зеленим очима.



Којим бројем је означен део у коме се налазе жене програмери са зеленим очима?
Заокружи слово испред тачног одговора.

- a) 1
- b) 2
- v) 3
- г) 4
- д) 5
- ђ) 6
- е) 7
- ж) нема тог дела на слици

Слика 6. Задатак 2.

Седми задатак под а) је решило 92,2% ученика. Овај задатак затвореног типа односи се на стандард у коме се очекује од ученика да користи бројеве и бројевне изразе у једноставним реалним ситуацијама, стандард МА 2.1.4. (*Образовни*

standardi za kraj obaveznog obrazovanja, 2010). Ово је задатак типа вишеструког избора, и то на средњем нивоу. Требало је да ученици користе податке из табеле и да коришћењем једноставних рачунских операција дођу до решења.

7. У Нинином компилуку је апотека у којој се продају раствори хидрогена од 3%, 6% и 12%. У табели су приказане цене хидрогена и дестиловане воде у тој апотеци.

Производ	Количина	Цена (у динарима)
Хидроген 3%	150 ml	59,99
Хидроген 6%	120 ml	69,99
Хидроген 12%	120 ml	69,99
Дестилована вода	1 000 ml	39,99

А) Нини је било потребно 300 ml хидрогена јачине 6%. Колико је најмање бочица хидрогена од 6% купила?

Заокружи слово испред тачног одговора.

- а) 1 бочицу
- б) 2 бочице
- в) 3 бочице
- г) 4 бочице

Слика 7. Загађањак 7а.

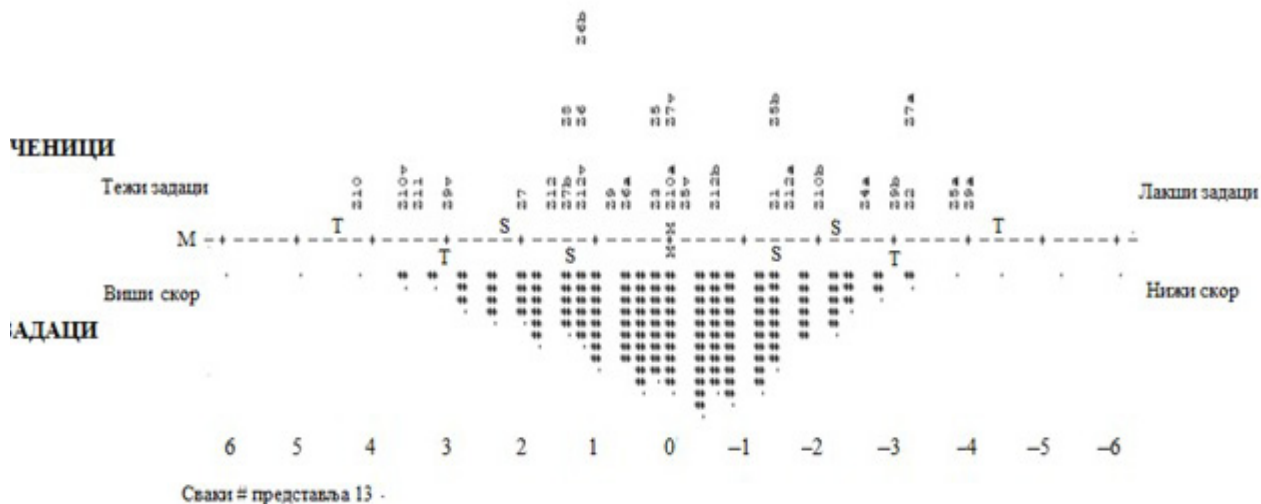
Сви ови налази и емпиријски добијени резултати могу послужити ревизији наставних планова и програма, јер би се користили као смернице за унапређење учења.

Приликом тумачења процента ученика који су одустали од решавања појединих задатка треба имати у виду више разлога због којих ученици одустају од решавања задатка. У појединим задацима ученици су одустајали од решавања због нивоа сложености задатка. Ако је задатак вишег когнитивног нивоа, ученици који немају потребно знање често бирају да „прескоче задатак“ јер желе да време преусмере на решавање задатака које могу лакше и брже да реше. Ова стратегија је добра, јер на овај начин ученици правилно располажу временом које им је ограничено. Предиктивни капацитет вештине управљања временом за академска постигнућа веома је важан, посебно у погледу планирања (García-Ros, et al., 2004).

Резултати ИРТ анализе. На Слици 8 приказан је на скали (од -6 до 6) положај ученика и свих задатака које су ученици решавали на тесту из математике. Задаци који се налазе на горњем делу скале су сложенији, и то су они задаци које

решава мањи број ученика, док су задаци на доњем делу скале једноставнији и те задатке је решио већи број ученика. Задаци који се налазе на истом нивоу скале имају исту тежину, тј. они постављају сличне захтеве пред ученике, тако да већина ученика која може да реши један задатак са тог нивоа највероватније решава и остале задатке са тог нивоа. Ученици који су решили задатке са виших нивоа могу да реше и задатке са нижих нивоа, док обрнуто не важи. На десној страни приказана је позиција задатка, а на левој страни приказани су подаци о дистрибуцији ученика.

Вредност „0“ на левој страни скале и слово „М“, а на десној страни скале означавају место на скали испод и изнад којег се налази по 50% ученика. То је истовремено и просечно постигнуће ученика. То значи да ученик са просечним постигнућем на овом тесту може да реши све задатке чија тежина је око нултог подеока и задатке који су лакши од њих, тј. оне који се налазе испод нултог подеока. Слово „С“ означава удаљеност за једну стандардну девијацију од аритметичке средине, а слово „Т“ означава удаљеност две стандардне девијације.



Слика 8. Положај ученика и задатака на скали на шесћу из маћематшшке.

Са десне стране скале је приказана и информација о просечној тежини свих задатака. Слово „М“ са десне стране скале означава просечну тежину задатака. Ако је просечна тежина задатака (означена словом „М“ са десне стране) на сличном нивоу као просечно постигнуће ученика (означена словом „М“ са леве стране), онда је тежина задатака била на нивоу могућности просечног ученика. Ако је просечна тежина задатака изнад, односно испод просечног постигнућа ученика, то значи да су задаци из датог предмета били тешки, односно лаки за ученике. У овом случају лева и десна страна се поклапају, што значи да је тест умерене тежине за просечног ученика који је решавао овај тест.

На скали се може уочити да су задаци 5а и 9а, 9б, 2 и 7а једноставни за ученике и да не пружају довољно информација о ученицима, док су остали задаци добро распоређени на скали.

На основу података приказаних у Табели 4 може се видети да је грешка у мерењу која потиче од задатака била углавном мала, изузев када се ради о неколико најлакших и једном најтежем задатку, што је и очекивано (јер су у питању

задаци које решава незнатно мало ученика, односно решавају готово сви ученици). Другим речима, позиција задатака на скали је прецизно процењена.

Подаци о инфит параметру указују да су задаци добро функционисали. Међутим, за тринаест питања би вредност аутфит параметра требало да буде боља. Код ових задатака је нерегуларност у одговорима ученика нешто виша. Због тога треба додатно анализирати садржај задатка, поставку, инструкцију, начин давања одговора, као и кључ за оцењивање.

Корелација већине задатака са укупним скором је на добром нивоу (> 0.2), што указује да задаци имају исти предмет мерења као и тест у целини (Табела 4). Уједно, то значи да задаци добро разликују испитанике који имају способност за њихово решавање од оних који ту способност немају, те можемо рећи да су задаци дискриминативни. Ипак, у два задатка се бележи корелација < 0.2 , и то су задаци које су испитаници најбоље решавали: 5а и 9а, за које корелација износи 0.18.

Табела 4. Основни параметри за сваки задатак.

Редни број	IRT мера тежине	Грешка	Infit	Outfit	Корелација
1	-1.43	0.06	1.20	1.41	0.33
2	-3.14	0.09	1.02	1.39	0.27
3	0.13	0.05	0.99	1.02	0.52
4a	-2.53	0.07	1.11	1.70	0.27
5a	-3.83	0.11	1.06	1.78	0.18
5b	-1.32	0.06	0.92	0.81	0.51
5v	-0.16	0.05	0.90	0.86	0.57
5	0.19	0.05	0.82	0.71	0.63
6a	0.58	0.05	0.97	0.89	0.54
6b	1.24	0.06	0.84	0.69	0.60
6	1.25	0.06	0.83	0.69	0.60
7a	-3.21	0.09	0.97	3.17	0.31
7b	1.40	0.06	1.08	1.18	0.44
7v	-0.04	0.05	1.20	1.26	0.40
7	2.02	0.07	0.99	0.84	0.47
8	1.37	0.06	0.90	0.78	0.56
9a	-4.07	0.12	1.05	1.58	0.18
9b	-2.96	0.08	1.00	1.42	0.30
9v	3.10	0.09	0.98	0.80	0.39
9	0.79	0.06	1.09	1.08	0.47
10a	0.09	0.05	1.11	1.16	0.45
10b	-1.95	0.06	1.04	1.41	0.36
10v	3.62	0.10	1.12	1.96	0.23
10	4.16	0.13	0.99	0.80	0.29
11	3.43	0.10	1.12	1.02	0.30
12a	-1.52	0.06	1.13	1.29	0.37
12b	-0.67	0.05	0.89	0.82	0.56
12v	1.21	0.06	0.87	0.71	0.59
12	1.52	0.06	0.84	0.61	0.60

Метријске карактеристике теста. Основне метријске карактеристике тестова су: ваљаност или валидност, тј. да инструмент заиста мери оно чему је намењен, поузданост или релијабилност (да поновљено мерење даје сличне резултате), осетљивост или дискриминативност (колико добро дискриминише разлике у интензитету варијабле) и објективност (независност резултата од субјективних фактора при мерењу). Ваљаност или валидност теста не испитујемо засебно, будући да је тест креирала експертска група на основу образовних стандар-

да за крај основног образовања из математике. Процес конструкције теста често се означава као итеративан процес или процес у коме се више пута понављају одређени кораци како би се остварио постављени циљ (Fajgelj, 2020). Објективност теста уређена је Правилником о упису ученика у средњу школу (*Pravilnik o upisu učenika u srednju školu*, 2020) којим се утврђују мерила и поступак за утврђивање редоследа кандидата за упис у средњу школу, садржина, време, место и начин полагања пријемног испита, вредновање учешћа кандидата на такмичењима у основној

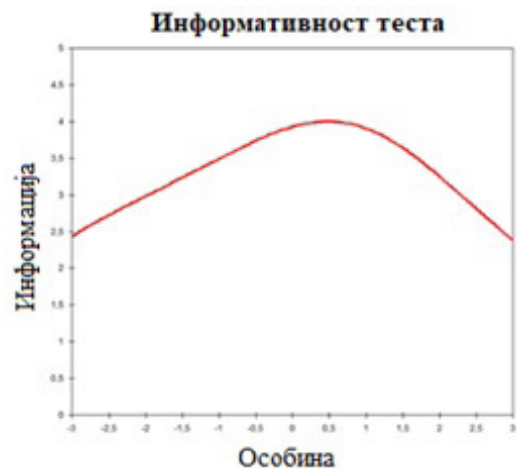
школи и врсте такмичења у основној школи чија се места вреднују, упис у школу под повољнијим условима ради постизања пуне равноправности и друга питања везана за упис у школу.

Поузданост шестиа. Поузданост се дефинише као „степен у којем су тестовни резултати за групу испитаника доследни у поновљеним применама мерног поступка и тиме веродостојни и поновљиви за појединог испитаника, тј. степен у којем су резултати независни од деловања грешке мерења за дату групу“ (AERA, 2006). Гледано у целини, поузданост којом је процењена позиција ученика на скали је 0,86, док је поузданост позиције задатка на скали максималних 1.00. Инфит параметар за скалу у целини је на пожељном нивоу – око 1.00, док је аутфит нешто виши (Табела 5).

Табела 5. Поузданост процене испитаника и задатака.

	Испитаници	Задаци
Поузданост процене	0.86	1.00
Инфит (просечни)	0.98	1.00
Аутфит (просечни)	1.09	1.17
Просечна способност/тежина	0.00	-0.02

Ови подаци указују да је тест у целини добар и функционалан. Скуп задатака који је коришћен мери један предмет мерења и на основу њега је могуће разврставати испитанике на једној скали. Осим тога, просечна тежина задатака је на нивоу просечне способности испитаника (-0,02), што указује да је тест био средње тежине за ову популацију ученика.



Слика 9. Функција информативности шестиа.

Информативност шестиа. Графички приказ ТСО³ је у виду графикона. На истој оси графикона представљена је тежина сваког задатка у функцији постигнућа ученика. Судећи по облику криве информативности, може се закључити да је тест нешто информативнији и поузданији на средњем него на горњем и доњем делу скале (Слика 9). Самим тим, тест је најпрецизнији у мерењу постигнућа ученика са просечним знањем из математике.

Закључци

Пријемни испит за упис кандидата у одељења за ученике са посебним способностима за информатику и рачунарство заснован је на образовним стандардима средњег и напредног нивоа. Формулације стандарда су конкретне, оперативне и дате у исказима шта ученик зна, може и уме и могуће их је проверити тестирањем. Тест за проверу кандидата садржи елементе којима се испитују знања кандидата која су важна за наставак школовања. Провера спе-

3 Код нас уобичајене скраћенице ТСО (теорија ставског одговора) и ТАО (теорија ајтемског одговора), док је на енглеском говорном подручју скраћеница IRT (Item Response Theory).

цифичних компетенција кандидата неопходна је због селекције, јер се за полагање овог пријемног испита пријављује велики број кандидата. Анализа података је показала да је тест из математике у целини имао добре психометријске карактеристике и омогућио релативно поуздану процену образовних постигнућа ученика. Ипак, два ајтема нису дискриминативна, па би их требало искључити из теста. Осим тога, тест садржи неколико изузетно лаких задатака, који не пружају довољно информација о ученицима. Резултати овог истраживања могу да обезбеде да се предупреде недостаци у конструкцији задатака, тј. тестова у целини. Тест би требало да садржи задатке које ће дати више информација о постигнућима ученика. Писци задатака могу да анализом задатака из овог теста предупреду могуће грешке у будућим тестовима, и на тај начин обезбеде боље тестове. Ово истраживање као и друга (Wu & Adams, 2006) показују да је теорија ставског одговора моћан алат за добијање значајних информација из ограниченог скупа података.

Имајући у виду да број кандидата за упис у специјализована ИТ одељења расте сваке године, потребно би било да се појача дискриминативност теста, нарочито код задатака са напредног нивоа.

Литература

- AERA, APA & NCME (2006). *Standardi za pedagoško i psihološko testiranje*. Jastrebarsko, Hrvatska: Naklada Slap (prevod na hrvatski).
- *Analiza kvaliteta zadataka i testova: Prijemni ispit iz matematike 2019 – informatička odeljenja, Prijemni ispit iz srpskog jezika 2019 – filološka odeljenja (interni dokument)* (2019). Beograd: Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja.
- Baker, F. B. (2001). *The Basics of Item Response Theory*. University of Wisconsin USA.
- Dinić, B. (2019). *Principi psihološkog testiranja*. Univerzitet u Novom Sadu, Filozofski fakultet Novi Sad.
- Fajgelj, S. (2020). *Psihometrija – metod i teorija psihološkog merenja*. Beograd: Centar za primenjenu psihologiju.
- George, D. (2004). *Obrazovanje darovitih*. Zagreb: Eduka.

Квалитет је примарни развојни циљ у српском образовању, а стратегија развоја образовања у Србији истиче да је тежња образовног система да директно допринесе економском развоју земље кроз повећавање и побољшавање компетенција ученика и кроз трансфер технологије и знања из образовног система ка привреди и друштву. Поред економских циљева и друштвеног напретка, посебан аспект квалитета образовања је развој индивидуалних потенцијала кроз принцип једнакости и доступности образовања за све (*Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine*, 2012). Примена образовних стандарда омогућава да образовни рад буде ефикаснији и квалитетнији, а вредновање резултата објективније и поузданије.

Информатичко образовање треба да буде усмерено на стицање способности за модеран приступ решавању проблема, где се претпоставља коришћење технологије која омогућава другачије методе и начине рада. Такво образовање је добра заједничка основа и за оне који ће професионално развијати информатичка решења, јер ће боље разумети њихову примену, као и за оне који професионално неће бити оријентисани према технологији, јер ће технологију свакако користити у свом послу (Ožegović, 2019).

- García-Ros, R., Pérez-González, F. & Hinojosa, E. (2004). Assessing time management skills as an important aspect of student learning: The construction and evaluation of a time management scale with Spanish high school students. *School Psychology International*, 25 (2), 167-183.
- Lopez, C. L. (1989). Personalizing Math Word Problems. In: *Proceedings of selected papers and presentations* (535-582).
- *Образовни стандарди за крај обавезног образовања* (2010). Beograd: Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja.
- Ožegović, J. (2019). *Izveštaj o digitalnoj uključenosti u Republici Srbiji za period od 2014. do 2018. godine*. Beograd: Vlada Republike Srbije, Tim za socijalno uključivanje i smanjenje siromaštva.
- *Pravilnik o upisu učenika u srednju školu*. Službeni glasnik RS, br.23/18, 30/19, 20/20.
- Protić, J., Tatić Janevski, S. i Đurić Z. (2009). *Образovanje darovitih u zemljama Evropske unije i Srbiji*. Beograd: Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja.
- Robinson A. & Clinkenbeard P. R. (2008). History of Giftedness: Perspectives from the Past Presage Modern Scholarship. In: Pfeiffer, S. I. (Ed.) *Handbook of Giftedness in Children* (13-31). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74401-8_2
- *Strategija razvoja obrazovanja u Srbiji do 2020. godine* (2012). Službeni glasnik RS, br. 107.
- Wu, M. & Adams, R. (2006). Modelling mathematics problem solving item responses using a multidimensional IRT model. *Mathematics education research journal*, 18 (2), 93-113.
- *Zakon o osnovama sistema obrazovanja i vaspitanja* (2017). Službeni glasnik RS, br. 88.

Summary

The subject of this research is the quality of items on the entrance exam for students with special abilities for informatics and computer science. The aim of the research is to determine the quality of the items and the whole test, based on metric characteristics (reliability, informativity, discrimination, and difficulty of items). There was a total of 1926 participants in the sample of this research, while descriptive statistics and the item response theory (IRT) were used in the analysis. The conclusions of this research will be useful for improving the quality of the items on the entrance exam for students with special abilities for informatics and computer science, and will therefore enable the successful selection of candidates for education in one of the most promising and attractive sectors today, the sector of information technologies.

Keywords: *functionality of items, selectivity of items, metric characteristics, entrance exam, mathematics.*