

Мр Хелен Јанц Мелоун

СТАНДАРДИ И МАТЕМАТИЧКО ОБРАЗОВАЊЕ АМЕРИЧКИХ УЧЕНИКА

Дискусије у просвети Сједињених Америчких Држава су се у последњих десет година концентрисале на припрему ученика за глобалну економију у 21. веку. У 2010. очекује се да ће САД обновити главни национални закон о образовању – Elementary and Secondary Education Act (ESEA) – први пут донешен 1965.¹ и предвиђене промене у закону су довеле до великих дискусија у вези националних стандарда за главне предмете, система одговорности за резултате ученика на националним тестовима, смањења броја ученика исписаних из средњих школа због слабог успеха до припрема за факултет и специфичне струке. Мада се још не зна шта ће нови закон донети, из данашњих дискусија се види да ће математика да буде главни део припреме ученика за факултет. Овај чланак даје преглед америчких стандарда за наставу математике, основних података о успеху ученика на националним и интернационалним тестовима из математике, историје реформи наставе математике у последњих 50 година и завршава се погледом на тренутне дебате о образовању америчких ученика у домену математике.

Успех ученика на тестовима из математике

Подаци са националних и интернационалних тестова указују да ученици поправљају успех из математике још од 1970-их, мада је тренутни ранг и даље испод интернационалног просека. Гледајући успех ученика на главном националном тесту – National Assessment of Educational Progress (NAEP)² – између 1973. и 2009, види се да су просечни резултати из математике порасли за 24 поена међу ђацима од 9 година и за 15 поена међу ученицима од 13 година. Године 2009,

¹ ESEA се обнавља сваких пет или више година. Последњи пут је био обновљен 2001. као No Child Left Behind Act који је довео до великих промена у систему одговорности школа за успех ученика на националним тестовима. За додатне информације погледати <http://www.ed.gov/policy/elsec/leg/esea02/index.html>

² NAEP је главни национални тест из енглеског (матерњег језика), математике, природних и друштвених наука и уметности, развијен почетком 1970-их. NAEP се даје репрезентативном скупу ученика широм САД који похађају четврти и осми разред основне школе и четврту годину средње школе/гимназије. Године 2007, 153.000 ученика у 6910 школа је радило NAEP тест. Резултати ученика се деле у четири категорије: испод основног знања, на нивоу основног знања, више основно знање и највиши ниво знања. У 2002, NAEP је основао нови програм који се зове Trial Urban District Assessment (TUDA), где се тест даје репрезентативном скупу ученика у 29 највећих градова Америке да би се виделе разлике у просеку ученика у градовима и на периферији. За додатне информације погледати <http://nces.ed.gov/nationsreportcard/>

35% ученика који су радили NAEP су се пласирали на тесту са „вишим знањем“ а 70% су стигли до „основног знања“.³ Нажалост, побољшање у просечном успеху из математике не говори о постојећим проблемима о нижем успеху ученица, сиромашних ученика, као и међу сиромашнијим афроамеричким и латиноамеричким ученицима, групама које се у већини случајева пласирају испод просека и испод основног знања у главним предметима, што наравно укључује математику. Детроит, велики и сада сиромашан град у Мичигену, на пример, има NAEP просек из математике од 238 поена (од 500 максимално могућих поена). 77% ђака 8. разреда у Детроиту се пласирају испод основног знања из математике, понекада заостајући неколико разреда испод националног просека.

PISA је други тест који нам даје бољу слику како амерички ученици стоје из математике.⁴ Према PISA подацима из 2006. (са распоном од 0 до 1000 поена) показује се да су амерички ученици боље прошли него ученици из 22 друге земље на целом тесту и да су изнад 20 земаља у математици (од 57 земаља укупно које учествују у PISA-и) (Baldi et al., 2007). Међутим, просечни амерички скор од 474 из математике је и даље испод просека од 498 поена, изнад којег су Русија, Кина, Сингапур, Јужна Кореја и неке друге земље. Чак и амерички ученици који су достигли највиши пласман на тесту од 593 поена су испод просека за највиши пласман од 615 поена.⁵

TIMSS⁶ је трећи тест који нам даје преглед америчких успеха у настави математике. Успех ђака 8. разреда основне школе који су радили TIMSS између 1995. и 2006. је порастао у просеку за 16 поена (од 492 до 508 поена). За разлику од NAEP и PISA, амерички ученици су изнад просека (500 поена) и боље пролазе на тесту него ученици из 37 других земаља (од укупно 48 које учествују на овом интернационалном тесту).⁷ Међутим, само 6% америчких ученика који су радили TIMSS су се пласирали до највишег нивоа, испод седам других земаља.

Ова три теста указују на релативно побољшање знања математике међу ученицима основних школа (у односу на пре десет или двадесет година). Побољшање је индиректно повезано са вишим стандардом у САД, бољим системом образовања, редовним тестирањем ученика из математике, вишим захтевима за математику у средњим школама/гимназијама као и са бољим приступом ваншколским активностима и подучавању ученика у природним наукама. Мада тестови говоре

³ Број ученика који су стигли до највишег нивоа знања на тесту је био испод 10%.

⁴ PISA потиче из Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). PISA је репрезентативан тест у коме учествује 57 земаља, укључујући САД и Србију. Тест се даје ученицима од 15 година и мери се способност ученика да реше проблеме из математике, природних наука, писања и читања који потичу из реалних ситуација. Године 2006, 5.600 америчких ученика из 170 школа је учествовало у PISA тесту. За додатне информације погледати <http://www.pisa.oecd.org>

⁵ Србија је на 2006. PISA достигла просечан скор из математике од 435 поена, за два поена нижи у односу на 2003, када је просек био 437 и испод интернационалног просека од 498 поена.

⁶ TIMSS, или Трендови у математици и природним наукама, је интернационални тест који се концентрише искључиво на природне науке и даје се ученицима четвртог и осмог разреда основне школе. У 2007, 7.400 америчких ученика 8. разреда у 240 школа је радило TIMSS. У TIMSS-у учествује 48 земаља укључујући и Србију. За додатне информације погледати <http://nces.ed.gov/timss/results07.asp>

⁷ Србија је у 2006. имала TIMSS скор из математике од 486 поена, испод интернационалног просека од 500 поена.

о способности ученика да добро одговоре на постављена тест питања, тестови сами не могу да обухвате укупно знање ученика у академским предметима. Разлике међу стандардима образовања у свакој америчкој држави, политика и финансирање округа (school district), квалитет школа, учитеља и наставника, као и приступ педагогији доводе до разлика у образовању које ученици стичу у школи. Стога, закључак о успеху и знању ученика у америчким школама не може да се изведе искључиво гледајући у резултате ова три теста.

Један од главних разлога што многи у образовању одбијају ове тестове као основу према којој се формирају национални закони у просвети се може видети из PISA теста. PISA се даје ученицима од 15 година (10. разред у САД). Међутим, свака земља има свој јединствени систем образовања (када дете треба да крене у школу, шта у ком разреду треба да савлада, када се креће у средњу школу, итд.) у коме постоји могућност да ученици из једне земље нису подједнаки знању других ученика из друге земље истог узраста. Друго, неке земље гледају на PISA као тест који говори о способности и успеху саме земље и спремају децу целе године да успешно прођу тест (нпр. Сингапур или Јужна Кореја) док са друге стране, скандинавске земље не дају исти значај тесту. Као што професор Јонг Жао са мичигенског универзитета наглашава, одлични просеци у азијским земљама нам и даље не говоре много о спремности ученика за факултет и каријеру (Richardson, 2009). У Америци, претерано концентрисање на овакве тестове, у већини случајева у сиромашнијим крајевима, довело је до смањења пажње према предметима који се не тестирају док је повећан интензитет припреме за тест (von Zastrow & Janc, 2004). Ако се очекује да сви ученици буду спремни за више школе или факултете после средњег образовања, начин на који се ђаци спремају мора да обухвати различите дисциплине, а не само делове које ће евентуално да се нађу на националним и државним тестовима.

Математички циклуси – концентрација на основе или више од основе

Улога математике у образовању ученика је постала главна тема у политичким дискусијама о едукацији у САД. С једне стране су просветни радници који верују да предавање математике треба да се концентрише на фундаменталне основе знања „назад на основно“ (“back to basics”) док друга група просветних радника верује да ученици морају да знају како да примене математику у свом животу и да помоћу ње решавају комплексне проблеме, „више од основног“ (“beyond the basics”). Две стране и даље покушавају да нађу компромис, мада су обе ове стране и довеле до поларизације математике у основним и средњим школама, у неким декадама је превагнуло ка једној, а у другим декадама према другој страни.

Када је Совјетски Савез лансирао сателит Спутњик 1957, САД су по први пут имале дебату на националном нивоу о улози природних наука у општем образовању ученика. Да би победиле у хладном рату, САД су инвестирале у математику и природне науке у оквиру општег образовања и тиме омогућиле већем броју ученика да студирају математику и физику на факултету (Schnoefeld, 2004; Stanic, 1987). Међутим, од 1970-их до средине 1980-их, због буџета, политике

и других националних приоритета, већина интелектуалне дискусије се охладила и дебате у просвети су се вратиле „назад на основно“ (Johanningmeier, 2009). Са малим бројем студената у природном смеру, просветни радници су се бунили да су промене 1950-их само довеле до елитизма, где је концентрација наставника била на малом броју ђака, уместо да буде на целокупној популацији ученика у школама и њиховом основном знању и усавшавању.

Други талас „више од основног“ је дошао средином 1980-их, после објављивања два важна извештаја – први у 1980. од стране удружења наставника математике (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM), који се звао Програм за Акцију (An Agenda for Action) и други, 1983. од стране Националне Комисије за Изузетност (National Commission for Excellence), скупа најутицајнијих декана, просветних радника и представника владе и пословног сектора, који се звао Нација у Опасности (A Nation at Risk). Оба извештаја су описала лоше стање у основним и средњим школама САД, низак успех ученика на националном тесту као и утицај нижег успеха ученика на економско стање саме земље. Као одговор на њих је дошло до установљавања стандарда за сваку савезну државу, критеријума по којим би сваки округ и школа били одговорни за успех ученика. Уз државне промене, Фондација за Математичке Науке (Mathematical Science Foundation Board) је издала два приручника – „Сваки ученик је важан“ (Everybody Counts) и „Изазов бројева“ (A Challenge of Numbers), које су довеле до формирања првих стандарда из математике у САД (1989. уз партнерство са NCTM).

Нови стандарди за наставу математике су наглашавали математичку писменост, разумевање вредности, примењивање математике за решавање проблема, резонување и комуникацију кроз математику (McKnight et al., 1987). Редослед математичких области у већини средњих школа се свео на следеће: прва година – алгебра; друга година – геометрија; трећа година – тригонометрија; четврта година – увод у калкулус (диференцијални и интегрални рачун). Ученици који су савладали алгебру пре средње школе могли су да помере редослед математичких предмета и додају још један курс калкулуса у последњој години.

Међутим, нови стандарди су пробудили дебате између традиционалне групе „назад на основно“ и прогресивне групе „више од основног“. Као компромис између двеју група, NCTM је публиковала нове стандарде 2000. Принципи и Стандарди за Школску Математику (Principles and Standards for School Mathematics), годину дана пред нови национални закон Не запоставимо ни једно дете (No Child Left Behind Act 2001, такође познат под скраћеницом NCLB). NCLB, за разлику од ранијих националних закона у образовању, захтевао је да свака савезна држава у САД има високе стандарде из математике, да сваке године тестира децу из математике и енглеског и публикује добијене резултате по школама и по расним групама. Транспарентност ђачког успеха из математике је указала да без обзира на стандарде из 1980-их, већина сиромашне деце, као и мањине, и даље су испод просека у главним предметима. Да би коначно дошло до промена у успеху ученика широм САД, федерална влада је завела казне школама где су деца била хронично испод просека. Захваљујући новом закону, 39 држава Америке је израдило стандарде за математику по разредном нивоу и по садржају: 19

држава је издало стандарде за алгебру, 20 за геометрију, 18 за тригонометрију, 13 за статистику, 10 за калкулус и шест за неопходне предмете из математике које ученици морају да прођу пре завршетка средњег образовања (Reys, Dingman, Nevels, & Teuscher, 2007). Све заједно, 24 савезне државе су инсистирале да ученици морају да имају бар три године математике у средњем образовању, 11 држава је захтевало све четири године, а седам држава само две године математике у средњем нивоу образовања (Reys et al).

Све заједно, последње три деценије су донеле велике промене у предавању математике – постављени су национални стандарди из одговарајућих предмета, припрема ученика за националне и интернационалне тестове се поправила и више ученика је сада спремно за факултет и бољи успех у математици. Међутим, промене, колико год да су помогле ђачком успеху, такође су показале да је пут ка бољем успеху ученика у математици дуг и трновит. Бивши председник САД, Џорџ Буш, формирао је Националну Саветодавну Комисију за Математику (National Mathematics Advisory Panel) која је 2008. дала своје препоруке како да се реформише приступ математици у образовању. Као прво, Комисија је нагласила да је знање математике питање националне безбедности и да са глобализацијом послова, сва деца морају да разумеју фундаменталну математику. Као друго, Комисија је објавила да сви ученици морају да савладају елементарне функције, трансформације, експоненте, комутативна и дистрибутивна својства у основној школи и да савладају алгебру на почетку средње школе јер алгебра отвара пут за каснија достигнућа у образовању. Знајући за борбу између ове две групе – назад на основно и више од основног – Комисија је укомбиновала захтеве обе групе у нове препоруке, укључујући да је циљ наставе математике да ученици развију разумевање за основе математике, основне теоријске поставке и способност да решавају проблеме. Уз те препоруке се очекује да ће наставници да примене адекватне поступке у пракси и да охрабрују ученике да постижу боље резултате у математици. Комисија очекује да школе повежу педагогију и наставу са окружним и националним стандардима, да чешће испитују ученике и да благовремено дијагностирају ученике којима треба додатна помоћ као и да открију оне који треба да иду у програме за талентовану децу. Препоруке Комисије нису биле део новог закона а и са новом Обаином администрацијом се очекује да ће само део ових идеја бити обухваћен у новом закону који треба да ступи на снагу 2010.⁸

Развој нових стандарда

Знајући да ће федерална влада вероватно да поново испита и промени ESEA у 2010, NCTM је 2009. објавила нове стандарде за математику, Концентрација на математику у средњошколском образовању (Focus on High School Mathematics), не би ли они постали закон за наредних пет година. NCTM позива на одређени

⁸ О детаљима у вези америчког школства и резултатима на националним тестовима видети сајт Националног центра за статистику у образовању, National Center for Education Statistics (<http://nces.ed.gov/fastfacts/>), и Министарство за образовање, U.S. Department of Education (<http://ed.gov> и <http://nationsreportcard.gov>).

редослед предмета из математике и међусобну повезаност између алгебре, геометрије и тригонометрије. NCTM верује да је математика низ појмова који треба да се савладају одређеним редом, додајући сложеније појмове како ученици напредују кроз разреде не би ли они стекли основно знање из математике, могли да решавају једноставне проблеме, доказују и комуницирају у математичком смислу. Надграђујући претходне иницијативе организације и општих реформи у образовању САД, NCTM се нада да ће уместо 50 различитих стандарда (за сваку државу САД), Америка направити федералне стандарде по којима ће све државе да се равнају. Стандарди би обухватили основе из математике, алгебре, геометрије и статистике који би били директно повезани са очекивањима у настави као и округа.

Уз NCTM, две велике и важне организације, Удружење Гувернера Држава (National Governors Association) и Савет Начелника Државних Школа (Council of Chief State School Officers), поставиле су своје захтеве за националне стандарде, позивајући да:

1. стандарди свих 50 држава буду високог квалитета и у складу са стандардима најуспешнијих земаља (према PISA и TIMSS тестовима),
2. наставни планови потичу из праксе која је статистички доказана да доводи до позитивног успеха,
3. користе различита мерења ученичког успеха,
4. стандарди не управљају наставним плановима,
5. посвете пажњу мањинама и
6. обухвате знање и вештине потребне у 21. веку.

Уз ове захтеве, ова два саветодавна тела су такође издала и стандарде за математичку праксу која се састоји од неколико циљева, укључујући да ће ученици да савладају бројеве, функције, алгебарске формуле, геометрију и статистику. То би се базирало прво на основном знању, а онда на усавршавању изнад основног знања, не би ли ученици били спремни да решавају комплексне математичке проблеме при крају средње школе у припреми за факултет.

Да би помогли ученицима да савладају математику према новим стандардима, Америчко министарство образовања на националном нивоу је још од 2001. почело да подржава разне програме, као Upward Bound Math-Science, који омогућују сиромашним ученицима да имају поправне часове и ваншколске програме из природних наука. Уз националне програме постоје и приватни програми који помажу деци из сиромашнијих слојева и мањинама, нпр. Rainier Scholars, Say Yes to Education, Bottom Line, Math and Science Camp for Girls, и Girls in Science and Engineering на мичигенском универзитету. Ови ригорозни ваншколски програми су конципирани тако да се изводе после редовне наставе или током летњег распуста, те на тај начин постају приступачни што већем броју ученика који могу да се добро припреме за упис на факултет. Талентованим ђацима се омогућава да у средњој школи имају курсеве на факултетском нивоу, што им се касније на универзитету признаје као положен испит из тог предмета. Затим, постоје алтернативне средње школе (као математичке гимназије), такође и ваншколшки и

летњи кампови за талентоване ученике.

Развој промена у настави математике, укључујући захтеве за установљавање националних стандарда, доводе до нових недоумица:

- Да ли ће нови закон 2010. да усвоји националне стандарде или ће свака држава да преради своје постојеће стандарде (укупно 50 стандарда за образовање)?
- С обзиром на децентрализоване односе између федералне владе и 50 савезних држава, да ли ће федерална влада моћи да наметне националне униформне стандарде?
- Које структуре и хијерархија одговорности ће морати да се установе да би школски окрузи и школе били у складу са новим законом и стандардима?
- Каква подршка ће се пружити наставницима у лошим школама да би они могли да помогну ученицима да савладају ново градиво и испуне очекивања?
- Какву подршку ће сиромашна деца и мањине добити да и они могу да буду изнад просека у математици и другим областима?
- Коју улогу ће породица имати у подршци деци да постигну бољи успех у школи?

Мада САД још нема одговоре на ова питања, јасно је из предлога из просвете да се очекује да ће математика да остане један од главних предмета у школама, да ће се стандарди подићи за све ученике, како и очекивања о предметима и појмовима које деца треба да савладају пре краја средњег образовања. Уз алгебру, за коју се очекује да је сви ученици савладају до друге године средњег образовања, статистика и анализа података постају саставни делови наставе математике који ће се третирати као основе за већину послова у 21. веку. У идеалној ситуацији, ученици који крећу на факултет ће имати иза себе завршене пуне четири године математике на средњошколском нивоу, добро ће знати елементарне математичке појмове, моћи ће да решавају сложеније проблеме и биће упознати са статистиком. Ти ученици ће такође имати приступ ваншколским активностима из математике, летњим камповима где би усавршавали знање математике и имали приступ наставницима за помоћ кад год им је она потребна. Такви ученици, у складу са мишљењем водећих комисија за наставу математике, биће спремни да се такмиче са другим земљама, не само на међународним тестовима, него и у својим каријерама.

Најважније америчке институције за математичке науке и наставу математике

Америчко удружење математичара из виших школа (American Mathematical Association of Two-Year Colleges), формирано 1974. године, служи као национални форум за побољшање наставе математике у вишим школама: <http://www.amatyc.org>

Америчко математичко друштво (American Mathematical Society), формирано 1888, заступа интересе математичара и математичких истраживања: <http://www.ams.org>

Удружење наставника математике (Association of Mathematics Teacher Educators), формирано 1992. године, заступа наставнике и професоре математике у средњем и вишем образовању: <http://www.amte.net>

Удружење жена математичара (Association for Women in Mathematics), основано 1971. године, подржава жене да студирају математику и да се опредељују за каријере у математици: <http://www.awm-math.org>

Институт за операциона истраживања и менаџерске науке (Institute for Operations Research and the Management Sciences), основано 1952. године (под овим именом од 1995. године), јесте међународна организација посвећена примени математичких метода у операционим истраживањима, менаџменту и сличним применама: <http://www.informs.org>

Одбор за математичке науке (Conference Board of the Mathematical Sciences) је скуп 17 професионалних организација које подржавају истраживања у области математике: <http://www.cbmsweb.org>

Америчко математичко удружење (Mathematical Association of America) је највећи скуп професора математике који се бави подршком и усавршавањем математичара, пре свега у настави: <http://www.maa.org>

Национална коалиција за образовање девојака (National Coalition of Girls' Schools) је главни заступник образовања девојака и подржава ангажовање девојака у природним наукама: <http://www.ncgs.org>

Национални савет директора и декана у математичким наукама (National Council of Supervisors of Mathematics), основан 1969. године, бави се повезивањем и побољшавањем постигнућа учитеља математике: <http://www.mathedleadership.org>

Национални савет наставника математике (National Council of Teachers of Mathematics), формиран 1920, бави се повећавањем квалитета математичке наставе, стандарда и педагошких мера: <http://www.nctm.org>

Национални управни одбор за праћење резултата образовања (National Assessment Governing Board), формиран 1969, једина је институција која оцењује стање образовања у САД и публикује информације о академском успеху ученика: <http://nagb.org>

Истраживачки институт за математичке науке (Mathematical Sciences Research Institute) је посвећен унапређењу комуникација и основног знања из математике и природних наука: <http://www.msri.org>

ЛИТЕРАТУРА

Baldi, S., Jin, Y., Skemer, M., Green, P. J., Herget, D. & Xie, H. (2007, December). *Highlights from PISA 2006: Performance of U.S. 15-year-old students in science and mathematics literacy in an international context*. Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. <http://nces.ed.gov/pubs2008/2008016.pdf>

College and Career Readiness Standards for Mathematics. (2009, September). College and career readiness standards for mathematics. <http://www.corestandards.org/Files/MathStandardsSources.pdf>

- Ruppert, S. S. (2003). *Closing the college participation gap*. Denver, CO: Education Commission of the States. http://www.eric.ed.gov:80/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1b/60/9c.pdf
- Johanningmeier, E. V. (2009). *Equity of educational opportunity and knowledgeable human capital: From the Cold War and Sputnik to the global economy and No Child Left Behind*. Information Age Publishing, Inc.
- Kober, N. (2006). *A public education primer: Basic (and sometimes surprising) facts about the U.S. education system*. Washington, DC: Center on Education Policy.
- McKnight, C., Crosswhite, J., Dossey, J., Kifer, E., Swafford, J., Travers, K., et al. (1987). *The underachieving curriculum: Assessing U.S. mathematics from an international perspective*. Champaign, IL: Stipes.
- National Center for Education Statistics. (2009). *The nations report card: NAEP 2008 trends in academic progress*. Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2009). *Guiding principles for mathematics curriculum and assessment*. <http://www.nctm.org/uploadedFiles/MathStandards/NCTM%20Guiding%20Principles%206209.pdf>
- National Mathematics Advisory Panel. (2008). *Foundations of success: Final report*. Washington, DC: U.S. Department of Education. <http://www.ed.gov/about/bdscomm/list/mathpanel/report/final-report.pdf>
- Reys, B. J., Dingman, S., Nevels, N., & Teuscher, D. (2007, April). *High school mathematics: State-level curriculum standards and graduation requirements*. Center for the Study of Mathematics Curriculum.
- Richardson, J. (2009/2010, December/January). *Playing 'catch-up' with developing nations makes no sense for U.S.: An interview with Yong Zhao*. *Phi Delta Kappan*, 91(4), 15–20.
- Schoenfeld, A. H. (2004). *The math wars*. *Education Policy*, 18(1), 253–286.
- Stanic, G. M. A. (1987). *Mathematics education in the United States at the beginning of the twentieth century*. In: T. S. Popkewitz (Ed.), *The formation of school subjects: The struggle for creating an American institution* (pp. 147–183). New York: Falmer.
- Von Zastrow, C., & Janc, H. (2004, March). *Academic atrophy: The condition of the liberal arts in America's public schools*. Washington, DC: Council for Basic Education.
- Wirt, J., Choy, S., Rooney, P., Provasnik, S., Sen, A., & Tobin, R. (2004). *Remedial coursetaking. The condition of education 2004*. Washington, DC: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics.
- Wu, H. (2001). *How to prepare students for algebra*. *American Educator*, 25(2), 10–17.

Helen Janc Malone, Harvard Graduate School of Education