

МЕТОДИКА НАСТАВЕ

ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ ЧЛАНАК

БРАНКО М. ГАВРИЛОВИЋ¹

Економска школа, Ужице

UDK: 37.091.3::51

BIBLID: 0353-7129, 28(2023)1, p.79-93

МАТЕМАТИЧКО МОДЕЛОВАЊЕ У НАСТАВИ УПОТРЕБОМ АНАЛИТИКЕ ПОДАТАКА

Резиме: Са развојем информационих технологија, интернета и друштвених мрежа, количина прикупљених података расте из године у годину великом брзином. Обрада и анализа података постаје потреба без које се не могу доносити квалитетне одлуке. Образовање, као важан друштвени сегмент, мора пратити глобалне промене и дати адекватан одговор на нове друштвене потребе. У овом раду биће представљен приступ у настави математике заснован на аналитици података. Циљ рада је да се прикаже могућност употребе техника аналитике података у наставном процесу. Биће креиран модел наставе употребом аналитике података и дата комплетна припрема за реализацију часа употребом ове методе.

Кључне речи: аналитика података, настава математике, мотивисаност, математичко моделовање

Увод

Живимо у времену које са правом можемо назвати време података. Парадигма која описује савремено друштво настала је 2006. године када је британски математичар Клајв Хамби узвикнуо са крова зграде: „Подаци су нова нафта”. Са развојем информационих технологија, интернета и друштвених мрежа количина информација расте из године у годину великом брзином. Процена је да је до 2013. прикупљено 2,7 зетабајта, а претпоставља се да ће 2025. године тај број бити 175 зетабајта података (Dalay, 2022). Обрада таквих података постала је истовремено и изазов и потреба да би се донеле квалитетне пословне и животне одлуке. Питањем обраде тако прикупљених неструктурираних података бави се аналити-

¹ brankokumgavrilovic@gmail.com

ка података. Као интердисциплинарна научна дисциплина аналитика података присутна је у многим другим наукама и доприноси њиховом развоју.

Образовање, као важан друштвени сегмент, мора пратити глобалне промене и дати адекватан одговор на нове околности. Математика, као научна дисциплина, проналази примену у свим научним и практичним активностима. Можемо рећи да је за развој личности неопходно квалитетно математичко образовање. Купари и Нисинен наводе да је будућа економска моћ и конкурентност државе уско везана са нивоом постигнућа ученика у математици (Kuragi & Nissinen, 2013, p. 1). Због тога је разумљиво зашто многе државе света настоје да идентификују и истраже проблеме у реализацији наставе математике као и да идентификују све факторе који на то утичу. Истраживања у области наставе математике у школама показују да ученици у старијим разредима основне школе и кроз целу средњу школу највише потешкоћа имају управо из математике (Vučinić, 2019, str. 239). Галуп је 2005. године објавио истраживање у коме се наводи да је математика ученицима најтежи предмет (Saad, 2005). Многа међународна и национална истраживања и извештаји указују на чињеницу да је мотивација феномен који у великој мери утиче на квалитет основног образовања, посебно математичког (Јекић, 2009, стр. 209). Мотивација је пресудни фактор када је у питању успешност ученика у решавању математичких задатака (Пауновић и Гајтановић, 2020, стр. 328). Због тога многе земље развијају стратегије и доносе мере које активно укључују ученике у наставни процес, развијањем иновативних метода у настави математике.

Истраживање у оквиру међународног TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) тестирања показало је да употреба информационо-комуникационих технологија (ИКТ) може имати позитиван утицај на мотивацију и постигнуће ученика. Показује се да на успех ученика утиче и избор наставне методе као и вештина наставника у коришћењу ИКТ-а. У земљама Европе употреба ИКТ у настави од првог до четвртог разреда креће се од 11% до 81%, а код ученика осмог разреда од 22% до 95% (Тодић, 2012, стр. 6).

PISA (*Programme for International Student Assessment*) је међународни програм тестирања, који се реализује у организацији ОЕЦД-а (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) од 1997. године са циљем праћења и процене степена у ком су ученици који се налазе на крају општег образовања овладали компетенцијама важним за наставак школовања и учешће у друштвеним токовима (Videnović i Čaprić, 2022).

За потребе циклуса PISA 2012 предложена је и дефиниција математичке писмености (Pavlović-Babić i Vasual, 2013):

Математичка писменост је капацитет појединца да формулише, примени и интерпретира математику у различитим контекстима. Она подразумева математичко резонување и коришћење математичких концепата, процедура, чињеница и алата како би се одређен феномен описао, објаснио и предвидео. Она помаже особама да препознају улогу математике у свету и да доносе добро

засноване судове и одлуке које су потребне конструктивним, заинтересованим и рефлексивним грађанима.

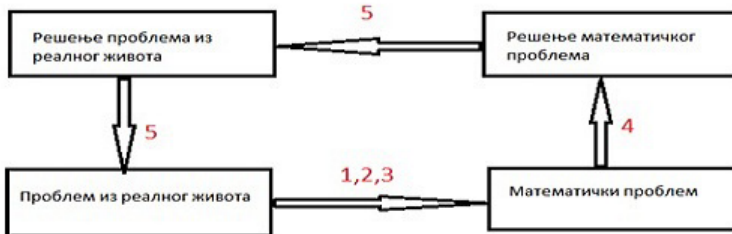
Истраживања из области наставе математике указују да наши ученици имају потешкоће у примени математичких знања и вештина у реалном животу, као и математичком моделовању реалних проблема, што је у корелацији са нивоом постигнућа у PISA истраживању (Павић, 2022, стр. 28). Математичко моделовање је превођење феномена или проблема у математичку форму (Милинковић, 2014, стр. 46). Математички модел је математички опис проблема дат најчешће у облику математичке формуле или једначине.

Дефиниција PISA математичке писмености и оквир тестирања наглашавају примењивост математичког знања у стварним животним ситуацијама. Централно за овај приступ је појам математизирања. Према PISA оквиру, математизација је процес који се одвија у пет фаза, и то (Shiel et al., 2007):

1. Постављање проблема из стварног живота,
2. Претварање проблема у математички облик,
3. Сагледавање карактеристика проблема, извршавање, уопштавање и формализовање проблема,
4. Решавање математичког проблема и
5. Интерпретација решења у контексту проблема из стварног живота.

На слици 1 приказан је круг који описује појам математизације.

Слика 1. Процес математизације



У наставку рада биће представљен иновативни приступ настави математике заснован на обради података. Иновативност се огледа у томе што интегрише методе и технике аналитике података у наставни процес.

Аналитика података

Савремено друштво је друштво великих података. Велике количине података као и пораст примене квантитативних и статистичких техника довели су до стварања нове области – аналитике података. Осим тих техника, аналитика

података обухвата и различите апликације које служе да истраже, анализирају и визуелно представе те податке. Тим апликацијама се могу креирати различити *Business Intelligence* (BI) извештаји. Могу се представити *онлајн* аналитички процеси (OLAP) па све до тога да се могу спроводити различити облици аналитике података (дескриптивна, дијагностичка, предиктивна, прескриптивна аналитика) (Vanthienen & De Witte, 2017).

Задатак аналитике података је да из огромне групе података, рашчлањавањем и утврђивањем законитости између података, генерише математички модел који описује податке. За квалитетну аналитику потребно је прво прикупити одговарајуће податке, затим извршити селекцију како би се добили релевантни резултати. У последњој декади, машинско учење и изградња предиктивних модела на основу аналитике података постали су саставни део доношења одлука. Због тога се намеће потреба да се са едукацијом почне од најранијег узраста.

Аналитика података обухвата многе видове анализе података. Сам процес полази од јасно дефинисаног циља, а завршава се интерпретацијом добијених резултата. Кораци који описују процес аналитике података су постављање циљева, постављање приоритета мерења, прикупљање података, чишћење података, анализа података и јасно тумачење и интерпретација добијених резултата (Мујееб, 2021, стр. 8).

Аналитика података у наставном процесу

Да би се аналитика података директно интегрисала у наставни процес, потребно је ученике упознати са свим корацима истраживања. Приликом увођења неопходно је сагледати различите нивое информатичке писмености ученика и различите нивое математичког знања.

Срикант и Агарвал (Srikant & Aggarwal, 2017) описују резултат експерименталног увођења аналитике података за децу од 5. до 9. разреда (10–15 година), у коме су деца била изложена пуном циклусу учења под надзором – од прикупљања података до прављења и тестирања модела. Циљ је био да се направе едукативни садржаји који описују процес, а који од ученика траже само основно предзнање, и то знање бројања, сабирања, процента, поређења и основног рада на рачунару. Модел за вежбање аналитике података дат је у табели 1.

Табела 1. Шема за изградњу вежбе из области аналитике података са ученицима (Srikant & Aggarwal, 2017)

Делови вежбе	Кратак опис	Објашњење
Опис проблема	Избор скупа података	Мора бити прилагодљив средњошколцима.
	Прибављање скупа података	Ученици морају сами да прикупе податке како би увидели како то функционише у стварним системима.
	Предвиђање (енг. Prediction)	Коначно предвиђање би требало да има аха-момент, а не нешто што је очигледно.
Скуп података	Тип података	Најбоље да буду дискретног типа јер је рад лакши.
	Независне променљиве	Најбоље ја да их има највише 3 до 4.
	Избалансиран подаци	Свака карактеристика је представљена подједнако да би инжењеринг био интуитиван.
Модел	Изградња модела	Ученици су у стању да дизајнирају једноставан модел.
	Укључена аритметика	Математика укључена у дизајнирање таквог модела треба да обухвата претходно знање.
	Дизајн модела	Прилагођен је средњошколцима и довољно интуитиван.
Платформа	Лака за руковање	Софтвер за табеларне прорачуне и као напредни ниво програмски језици R и Python
	Ручно преклапање	Вежбе треба да буду осмишљене тако да се не ослањају само на формуле. Филтрирање, бројање и остале операције требало би да буду такве да се може доказати и ручним извођењем ових радњи.

Употреба аналитике захтева организовање обуке ученика за употребу софтвера за аналитичку обраду података. Наставни план и програм обуке као и неопходни ресурси за учење морају бити прилагођени и онима који раније нису имали искуства са програмирањем или који немају одговарајуће информатичко предзнање. Циљеви које треба постићи су:

- разумети концепте кодирања, уколико се ради у неком програмском језику
- применити технике анализе података
- креирати информативни резиме статистике и визуелизације (Walker et al., 2021).

Визуелизација је превођења информација у визуелни контекст како би људски мозак лакше разумео податке и из њих извукао прави увид. Визуелизацијом података олакшава се утврђивање правилности, трендова као и одступања у скуповима података. Визуелизација је једна од најзначајних дидактичких компоненти која омогућава визуелизацију проблема и избегавање алгебарских препрека, што позитивно утиче на решавање проблема (Миликић и др., 2022).

Настава употребом аналитике података може бити истраживачког типа. Анализирањем података, који могу бити добијени на различите начине, ученици сами долазе до сазнања. Улога наставника у том случају је да надгледа активности и пружа смернице у истраживању. Разлике између традиционалних лабораторијских активности ученика и оних заснованих на истраживању података добијених сопственим истраживањем дате су у Табели 2 (Bowen & Bartley, 2014).

Табела 2. Поређење између традиционалних лабораторијских и истраживањима заснованих на испитивању сопствених података студента

	Традиционална лабораторијска истраживања	Истраживања заснована на испитивању сопствених података добијених као резултат експеримента
Учење	Учење по моделу	Конструктивно
Циљеви и исходи	Оријентисани ка резултатима (сви добијају исте рачунице на истим подацима)	Процесно оријентисани са неким сопственим мерљивим резултатима
Улога ученика	Прати упутства и долази до решења.	Сам решава проблем.
Учешће ученика	Пасивно	Активно
Улога наставника	Преносилац знања	Водич до знања

Аналитика података је интердисциплинарна наука која у себи интегрише статистику, математику и информатику како би обезбедила разумевање података и утврдила законитости међу њима. Са елементима аналитике података потребно је кренути већ у нижим разредима основне школе, када ученици треба да науче како да бележе податке и уочавају правилности као и да знају да тумаче податке представљене преко табела и графова, и да сопствене резултате представе на тај начин. Обрада података захтева знања математичке статистике, па са наставом статистике треба кренути од најнижег узраста како би она могла бити примењива у осталим наукама (Morris, 1989).

У вишим разредима основне школе ученици треба да науче технике за прикупљање, анализу и тумачење података, као што је презентовање података различитим облицима графова, уочавање изузетака у скуповима података као и мерење података на прави начин како би се избегле грешке. У средњој школи са

повећањем захтевности експеримената потребно је још више усавршити технике за анализу и визуелизацију података и оспособити ученике да испитују односе између две варијабле коришћењем дијаграма расејавања и унакрсних табела.

Модел наставе применом аналитике података

У досадашњим испитивањима од три типа наставе – предавачког, објашњавачког и истраживачког – најбоље резултате у општем развоју ученика дао је истраживачки тип. Савремена дидактика као тренд развоја намеће становиште да настава треба да буде истраживачког типа како би се код ученика развила примењива знања на реалне животне ситуације (Stojaković, 2005, str. 72).

Наставне методе можемо поделити на традиционалне (вербално-текстуална, илустративно-демонстративна и лабораторијско-експериментална) и савремене (методе засноване на активирању мисаоних процеса и проблемска настава).

Развој стваралачког мишљења је један од постулата дидактике математичког образовања (Šrićunović, 2005). Проблемска настава има за циљ развој стваралачког мишљења код ученика кроз самостално истраживање и решавање проблема. Две основне компоненте проблемске наставе су проблем и проблемска ситуација. Терминолошки врло често се појам проблема и задатка меша, а у суштини постоје битне разлике. Проблем је комплексан задатак у коме треба открити све податке неопходне у његовом решавању, са више потенцијалних начина рада. Проблемска ситуација је почетно психичко стање изненађења, упитности, велике заинтересованости и високе умне и емоционалне напетости појединца да се реши проблем (Stojaković, 2005, str. 74). Хеуристичка настава је модификација проблемске наставе, која је понекада врло тешка за спровођење у пракси, и одликује се тиме што мисаоним процесом ученика управља наставник постављањем одговарајућих питања. Метода аналитике података је по структури организације наставе комбинација проблемске и хеуристичке наставе. Обухвата модификовање и комбинацију модела наставе науке о подацима у основној школи (Grantham & Waite, 2019) и Slater-Hill-овог модела заснованог на питањима (Херцег-Мандић, 2013, стр. 62).

Основни елементи модела наставе употребом аналитике података су:

- постављање проблемске ситуације,
- одабир и прикупљање података,
- трансформација и чишћење података,
- анализа података,
- израда модела,
- уопштење модела и извлачење знања и
- тестирање модела и употреба знања.

У првој фази наставник ствара проблемску ситуацију која ће код ученика произвести активирање мисаоних процеса са циљем проналажења стратегија за решење проблема. Кроз питања у овој фази професор подиже знатижељност и љубопитљивост ученика (Херцег-Мандић, 2013, стр. 230).

Постављање питања која провоцирају мишљење одлична је техника за стварање проблемске ситуације. Када се направи проблемска ситуација, важно је да је ученици у потпуности разумеју и у том смислу улога наставника је да на почетку разјасни све недоумице које ученици имају. У оквиру ове фазе ученици могу да формирају хипотезе о томе шта ће бити решење проблема.

У другој фази ученици трагају за адекватним подацима. Могу лично прикупљати податке или користити податке са интернета. Уколико је извор података интернет, ученицима треба скренути пажњу на веродостојност и тачност одабраних података. Као једна могућност је употреба отворених података – јавно објављени подаци прикупљени у различите сврхе, који се могу користити за даља истраживања. Осим прикупљања готових података могуће је и програмски генерисати податке уз помоћ одговарајућих софтверских алата. У том случају, ученици сами израђују апликацију за генерисање података. Улога наставника је надгледање поступка и, уколико је то неопходно, пружање одговарајуће помоћи оним ученицима којима је то потребно. Као помоћ ученицима наставници могу припремити податке или представити готово софтверско решење за генерисање одговарајућих података.

Трећа фаза подразумева модификовање добијених података. Потребно је да ученици изврше анализу скупа података са циљем одбацивања непотпуних и непотребних података, као и корекцију података неопходних за даљи ток истраживачког процеса (промена назива и својстава атрибута, сређивање индекса и друго).

Анализа података је четврта фаза и подразумева одређивање потребних дескриптивних статистика података, визуелизацију података, откривање изузетака (*outlier*) и правилности међу подацима као и одговарајућих корелационих односа. Након ове фазе могуће је уопштено одговорити на почетни проблем и закључити истраживање уколико се анализом података добије одговор на почетни проблем, али и наставити даље истраживачке кораке. Уколико ово није случај, неопходно је вратити се на трећу фазу како би додатно модификовали податке.

Пета фаза је фаза изградње модела којим реалну ситуацију претварамо у математички модел. У ту сврху користи се регресиона анализа. Крајњи исход ове фазе је моделиран почетни проблем. Ученици у овом кораку виде практичну примену математичких функција у опису реалног проблема. У овом кораку могу се радити различите предикције које додатно подижу интересовање ученика и уједно код ученика увежбавају рад са моделима.

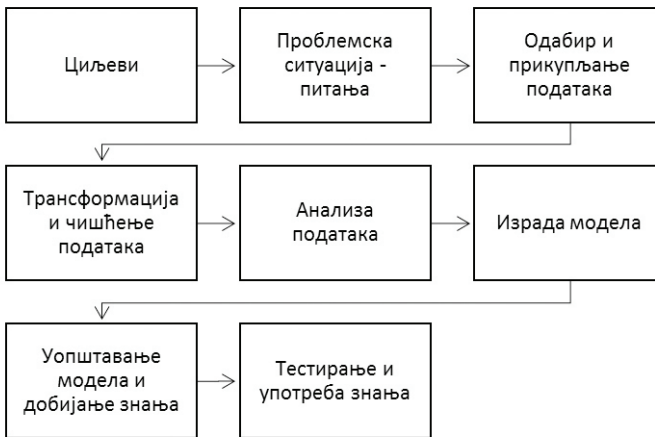
Шеста фаза је уопштавање проблема и извлачење одговарајућих сазнања и формула. У петој фази резултат који се добија везан је за конкретан скуп података који се обрађује. Уочавањем релација између коефицијената модела и кон-

кретних података ученици долазе до уопштења и математичких формула. Уколико ученици нису у стању да сами уопште резултат, наставник усмерава мисаони процес ученика постављањем питања која усмеравају мисаони процес ученика ка коначном решењу.

Након што се изврши генерализација закључка, потребно је извршити проверу добијеног резултата. Одабиром другог скупа података проверава се валиност формуле.

Шема 1 представља модел наставе употребом аналитике података.

Шема 1. Модел наставе употребом аналитике података



Припрема часа за реализацију методом аналитике података

На основу претходно изложеног модела наставе применом аналитике података, у овом поглављу биће презентована припрема за реализацију часа методом аналитике података. Изабрана наставна јединица се обрађује у првој години средње школе. Да би се користила метода аналитике, ученици морају проћи неопходну обуку за аналитичку обраду података, кроз коју се проширује знање математичке статистике неопходно за опис података. Обука се може реализовати непосредно кроз додатну наставу или путем онлајн туторијала.

График линеарне функције

Ова наставна јединица обрађује се у првој години средње економске школе у оквиру области Линеарна функција. Претходно су ученици научили појам

линеарне функције и њене основне елементе као и везу између знака коефицијента правца и монотоности функције. Проширили су знања из основне школе неопходна за цртање графика линеарне функције на основу задатих вредности. Припрема је урађена по берлинском моделу, који је највише окренут ка ученицима (Ђурчић и Маринков, 2021).

У табели 3 дата је комплетна припрема за час вежбања.

Табела 3. Општи део припреме часа прве године

Припрема за час	
Назив школе	Назив школе
Врста школе	Гимназија / Средња стручна школа
Назив наставне јединице	График линеарне функције
Редни број часа	Унети редни број часа
Тип часа	Вежбање
Циљ часа	Примена софтверских алата за моделовање података линеарном функцијом као и извођење предикција
Задаци часа	Материјални циљ: Проширивање знања о графику линеарне функције и упознавање са практичном применом у моделовању Функционални циљ: Практична примена математичких знања Васпитни циљ: Мотивисање ученика за рад, развијање љубави према математици
Медији и материјали	Рачунари са инсталираним одговарајућим софтвером

Ток часа је дат у прилогу у табели 4.

Детаљан опис часа следи у наставку. У уводном делу наставник представља проблемску ситуацију у виду дела текста преузетог са интернет странице фирме² која се бави откупом половних аутомобила (слика 2).

Слика 2. Део текста о одређивању цене половних аутомобила

Koliko вреди moj polovni automobil?

Vrednost polovnog automobila је посебно проблематично питање ukoliko се dogodio sudar, или је automobil oštećen на неки други начин. Upravo zato треба да нас pozovete и уверите се да ли вреди prodavati polovnjak. Ipak, треба да znate да ми otkupljujemo automobile svih vrsta, godišta, voznog stanja и stepena oštećenja!

Наставник поставља питања која ученике уводе у проблем и даље истраживање:
Које је годиште аутомобил који возе ваши родитељи?
Како сваки од горе наведених фактора утиче на цену?

2 <https://otkuppulovnihautomobila.com/besplatna-procena-automobila/>

Претпоставка је да ће већина ученика дати тачну хипотезу о томе како појединачни фактори утичу на цену аутомобила. Главни део часа започиње дељењем документа у којем су унапред дати подаци и цена за виртуелни модел аутомобила (слика 3).

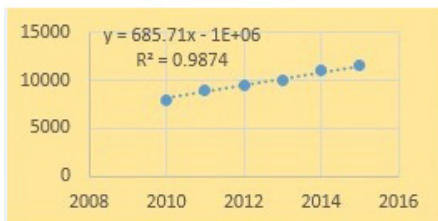
Слика 3. Подаци о виртуелном моделу аутомобила

Godina	cena
2010	8000
2011	9000
2012	9500
2013	10000
2014	11000
2015	11500

Након тога поставља се радни задатак. Од ученика се тражи да одреде цену аутомобила произведеног 2018. године на основу датих података. Ученици засебно записују резултат, а ономе ко буде најближи следи награда. Овим ће ученици бити додатно мотивисани за даље истраживање. Наставник упућује ученике да је потребно представити податке на визуелни начин користећи одговарајући тип визуелизације. Кроз обуку ученици су научили да дијаграм распршенсти најбоље даје слику о корелацији међу подацима. Када заврше са графичким представљањем, наставник усмерава даљи ток часа питањем да ли ученици уочавају која би то функција могла на најбољи начин обухватити све податке. Након што уоче да је у питању линеарна функција, следеће питање би било да ли је функција растућа или опадајућа и, на основу тога, какав ће бити знак коефицијента правца. На овом месту се проверава колико су ученици савладали обуку за аналитику података и колико могу да уоче позитивну корелацију међу подацима. У наставку ученицима се даје задатак да моделују податке одговарајућом функцијом и да израчунају корелацију између колона година и цена (слика 4).

Слика 4. Цена модела у зависности од године производње

Цена модела у зависности од године производње



Како ученицима није најјаснији аналитички облик функције, тражи се да израчунају параметре модела коришћењем функција SLOPE и INTERCEPT у програму Excel, које су такође рађене на обуци. Након формирања модела, ручним израчунавањем, ученици проверавају своје почетне претпоставке о цени модела. Препознају се они ученици који су добили најближи резултат. У наставку, наставник поставља задатке којима се увежбава област линеарне функције, а који се тичу самог модела који су ученици креирали.

Колико кошта аутомобил овог модела произведен 2020. године ако узмемо у обзир уочени тренд?

Које годиште би био половњак чија би цена била 12.919,05 новчаних јединица?

Уколико је цена аутомобила произведеног 2019. године 17.000 новчаних јединица, да ли је тај аутомобил наше виртуелне марке? (Да би аутомобил био наше виртуелне марке, мора да задовољава функцију модела која је креирана.)

Наставник инсистира на ручном решавању проблема како би ученици увежбали дату лекцију. У завршном делу часа наставник анализира час и даје домаћи задатак у виду самосталног пројекта. Ученици имају задатак да пронађу и обраде податке који обухватају сферу демографије, економије или екологије користећи интернет као ресурс. Како су ученици на обуци научили технике визуелизације, инсистира се на визуелном садржају пројекта, опису основних статистичких параметара и изградњи модела. На основу математичког модела ученици изводе занимљиве закључке и дају предикције.

Закључак

У раду је предложен приступ настави математике који се заснива на обради података. Предложени модел наставе је прилагодљив и за остале предмете код којих је могуће интегрисати учење употребом података. У настави економских предмета могуће је моделовати функције прихода и расхода на основу података, у настави географије податке о кретању броја становника, док се у настави биологије аналитиком података може утврдити зависност различитих фактора ризика за здравље људи. Истраживања су показала да ученици имају проблем у спровођењу поступка математичког моделовања реалних животних ситуација и да нису способни да препознају употребу математике у реалном животу. Велики проблем у учењу представља недостатак мотивације ученика па се међу најзначајније проблеме у настави сврстава питање како мотивисати немотивисане и/или недовољно мотивисане ученике за учење. Да би ученици били мотивисани, морају непрекидно трагати за новим сазнањима, а приступ настави интеграцијом аналитике података у сам процес то и омогућава.

Литература

- Гемовић, М. и Девић, Б. (2017). Методе у настави и како одржати добар час. ПШХ Сремска Митровица. <http://psh-skola.edu.rs/wp-content/uploads/2017/02/METODE-U-NASTAVI-i-kako-odrzati-dobar-cas.pdf>
- Јекић, М. (2009). Мотивација у основном математичком образовању. *Норма*, 14(2), 201-210.
- Миликић, М., Маричић, С. и Вуловић, Н. (2022). The GeoGebra software application in the perimeter concept formation in lower grades of elementary school. *Зборник радова Педагошкој факултету у Ужицу*, 25(24), 127-140. doi: 10.5937/ZRPFU2224127M.
- Милинковић, Ј. (2014). Математичко моделовање у наставним системима. *Иновације у настави-часопис за савремену наставу*, XXVII (2), 45-55. doi: 10.5937/inovacije1402045M.
- Павић, Ј. (2022). *Реалан и квазиреалан контекст у настави математике у основној школи* [Непубликован мастер рад]. Нови Сад: Природно-математички факултет. <https://matematika.pmf.uns.ac.rs/wp-content/uploads/2022/03/JelenaPavic.pdf>
- Пауновић, Љ. и Гајтановић, З. (2020). Повећање мотивације ученика у настави математике применом занимљивих задатака у нижим разредима основне школе. *Зборник радова Училијској факултету у Призрену – Лепосавићу*, (14), 327-336. doi:10.5937/zrufpl2014327P
- Рајчевић, П. (2015). Мотивација ученика основне школе за рад и васпитно-образовни успех. *Зборник радова Училијској факултету у Призрену – Лепосавићу*, 9, 51-63. Призрен – Лепосавић: Учитељски факултет у Призрену. <http://uf-pz.net/wp-content/uploads/2011/12/ZBORNIK-9-2015-KONACNO.pdf>
- Тодић, М. (2012). *Математичко моделовање у доуниверзитетском образовању* [Непубликован мастер рад]. Нови Сад: Природно-математички факултет. https://matematika.pmf.uns.ac.rs/wp-content/uploads/zavrzni-radovi/primenjena_matematika/MarijanaTodic.pdf
- Ђурчић, Д. и Маринков, В. (2021). *Активно оријентисана настава математике*. ОКС.
- Херцег Мандић, В. (2013). *Моделирање проблемског учења у настави географије* [Докторска дисертација, Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду]. Национални репозиторијум дисертација у Србији. <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/17204>.
- Boaler, J. (2020) *Bringing math class into the data age*. Stanford University. <https://ed.stanford.edu/news/bringing-math-class-data-age>.
- Bowen, G. M., & Bartley, A. (2014). *The Basics of Data Literacy: Helping your students (and you!) make sense of data*. Arlington, Virginia: NSTAPress.
- Dalay, S. (2022). *Data Science What is Data Science? A Complete Guide*, BuiltIn.

- Grantham, S., & Waite, J. (2019). *Data science and data skills in the primary school classroom*. National Center for Computing Education.
- K. L., Walker, L. A., Diao, R., Oneka, M., Drotos, A. C., Woloshin, A., Dotson, G. A., Kriebel, A., Meng, L., Thiede, S. N., Lapp, Z., & Wolford, B. N. (2021). Teaching Python for Data Science: Collaborative development of a modular & interactive curriculum. *The Journal of open source education*, 4(46), 138. <https://doi.org/10.21105/jose.00138>.
- Kupari, P., & Nissinen, K. (2013). *Background factors behind mathematics achievement in Finnish education context: Explanatory models based on TIMSS 1999 and TIMSS 2011 data*.
- Morris, R. (1989). Studies in mathematics education. *The teaching of statistics*, International Conference on Teaching Statistics, 2nd, Victoria, Canada.
- Mujeeb, S. (2021). *Data Analytics Introduction*. Comsats University Islamabad.
- Pavlović-Babić, D. i Baucal, A. (2013). *Inspiriši me, podrži me, PISA 2012 u Srbiji: prvi rezultati*. Beograd: Institut za psihologiju, PISA Srbija.
- Saad, L. (2005, 17. May). Math Problematic for U.S. teens. *GALLUP*. <https://news.gallup.com/poll/16360/math-problematic-us-teens.aspx>.
- Shiel, G., Perkins, R., Close S., & Oldham E. (2007). *PISA Mathematics: A Teacher's Guide*. Prepared for the Department of Education and Science by the Educational Research Centre.
- Srikant, H., & Aggarwal, V. (2017). Introducing Data Science to School Kids. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '17)* (pp. 561-566). New York, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3017680.3017717>.
- Stojaković, O. (2005). Problemska nastava. *Образовна технологија*, (3-4), 72-89.
- Špijunović, K. (2005). Developing creative pupil thinking as the goal and the task of mathematical education. *Zbornik radova Učiteljskog fakulteta u Užicu*, 6, 221-230.
- Vanthienen, J., & De Witte, K. (Eds.). (2017). *Data Analytics Applications in Education* (1st ed.). *Auerbach Publications*. <https://doi.org/10.4324/9781315154145>.
- Videnović, M. i Čaprić, G. (2020). *PISA 2018 izveštaj za Republiku Srbiju*. Beograd: MPNTR.
- Vučinić, D. (2019). Issues in learning mathematics in senior grades of elementary school and possible solutions in the context of didactic-methodical procedures. *Зборник радова Филозофског факултета у Приштини*, 49(2), 239-261. [doi:10.5937/ZRFFP49-21594](https://doi.org/10.5937/ZRFFP49-21594)
-

MATHEMATICAL MODELING IN TEACHING USING DATA ANALYTICS

Summary: With the development of information technologies, the Internet and social networks, the amount of collected data grows year by year at a high speed. Data processing and analysis becomes a necessity without which quality decisions cannot be made. Education, as an important social seg-

ment, must follow global changes and provide an adequate response to new social needs. In this paper, an innovative approach to teaching mathematics based on data analytics will be presented. The aim of the paper is to demonstrate the possibility of using data analysis techniques in the teaching process. A teaching model will be created using data analytics, as well as complete preparation for the implementation of the lesson.

Keywords: Data analytics, mathematics teaching, motivation, mathematical modeling

Прилоі

Табела 4. Ток часа у првој години применом методе аналитике података

Фаза/Време	Активност наставника	Активност ученика	Методе рада	Исходи	Напомена
Уводни део часа, 5 минута	Поставља проблемску ситуацију.	Кроз питања анализирају ситуацију и постављају хипотезе.	Групни рад	Ученици су у стању да дефинишу почетне хипотезе и ураде анализу датих података које ће користити за даљи рад.	Мотивисати ученике за даље истраживање
Главни део часа, 35 минута	Поставља задатак ученицима и кроз одговарајућа питања и одговоре води ученике ка решењу. По потреби помаже ђацима у изради решења.	Активно учествују у решавању задатка (дискутују, упоређују, постављају питања). Уочавају законитости међу подацима и изводе модел.	Индивидуални/групни рад	Ученици повезују и проширују претходна знања. Израђују софтверско решење задатог проблема. Представљају податке дијаграмом распршености и уочавају линеарну везу међу подацима.	Ученици треба да надограде постојеће знање о линеарним функцијама.
Завршни део часа, 5 минута	Поставља задатке за утврђивање градива.	Решавају задатке и дискутују о решењима.	Индивидуални рад	Ученици дају повратну информацију о усвојености математичких знања.	Сагледати ситуацију о усвојености исхода.