

Александра М. Михајловић
Универзитет у Крагујевцу
Факултет педагошких наука у Јагодини
Катедра за дидактичко-методичке науке

Владимир Т. Ристић
Катедра за природно-математичке науке и
информатику

Емина М. Копас-Вукашиновић
Катедра за друштвено-хуманистичке науке

УДК 51:37.018.43
DOI 10.46793/Uzdanica20.1.183M
Оригинални научни рад
Примљен: 22. фебруар 2023.
Прихваћен: 19. мај 2023.

СТАВОВИ СТУДЕНАТА О КВАЛИТЕТУ ОНЛАЈН НАСТАВЕ МАТЕМАТИКЕ ТОКОМ ПАНДЕМИЈЕ КОВИДА 19¹

Ајсџракиј: Након избијања пандемије ковида 19 високошколске институције широм света биле су приморане да са наставе уживо пређу на наставу у онлајн и хибридном окружењу. Универзитетима се наметнуло питање квалитета овакве наставе. С обзиром на то да и у уобичајеним условима настава математике представља изазов студентима, желели смо да испитамо ставове и искуство студената о њеној реализацији у онлајн-окружењу. Циљ нашег истраживања био је да утврдимо како студенти нематематичких факултета процењују квалитет организације наставе математике у онлајн-окружењу на високошколским институцијама у Републици Србији током пандемије ковида 19. Узорак истраживања обухватио је 224 студента основних академских студија седам факултета/департамана три државна и једног приватног универзитета. Без обзира што ни наставници ни студенти у време пандемије ковида 19 нису били спремни за организацију онлајн наставе математике, добијени резултати потврђују добар квалитет наставног рада. Студенти препознају квалитет организације онлајн наставе математике у добрим дигиталним материјалима које су наставници припремили и доброј комуникацији и интеракцији са наставницима. Сматрамо да ово истраживање може бити значајно полазиште за нова истраживања којима би се могла испитати повезаност утврђених ставова студената о квалитету наставе математике са њиховим математичким постигнућима током студија. Добијени резултати се, такође, могу искористити у контексту даљег методичког усавршавања наставника и обуке студената, за примену нових технологија у наставном процесу.

Кључне речи: онлајн настава математике, студенти, ставови, квалитет наставе.

¹ Рад је настао као резултат истраживања у оквиру билатералног пројекта „Кризе, изазови и савремени образовни систем” који реализују Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу (Србија) и Филозофски факултет Универзитета Црне Горе (Црна Гора) (2021–2023). Реализацију овог истраживања финансирало је Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (бр. уговора 451-03-47/2023-01/ 200140).

УВОД

Образовни системи широм света сусрели су се са бројним изазовима услед кризе изазване пандемијом ковида 19. Затварањем образовних институција, како би се спречило даље ширење вируса, било је погођено око 90% свих ученика и студената у 185 земаља (Маринони, Вант Ланд, Јенсен 2020; УНЕСКО 2020). Високошколске институције у Републици Србији нису биле изузете од ових мера и рестрикција, тако да се са наставе уживо у учионици прешло на наставу у онлајн или хибридном окружењу и примену разних интернет платформи за учење на даљину (Копас-Вукашиновић, Михајловић, Миљковић 2021; Хоџен и др. 2020). Овакав режим рада задржан је у највећој мери и током 2020/2021. (Батез 2021), а на неким факултетима и у првој половини 2021/2022. године.

Већина високошколских институција није имала раније искуство са онлајн-наставом, па су се наставници и студенти суочили са ситуацијом која је захтевала од њих да у кратком року овладају неопходним вештинама потребним за реализацију наставе на даљину уз помоћ дигиталних алата (Борк-Хуфер и др. 2021; Хендел и др. 2020; Чу и др. 2021). Дигитална писменост наставника и студената постала је важан фактор у процесу образовања (Роскен-Винтер и др. 2021). Новије студије указују да се вештине и фокус наставника у раду уживо у учионици и у онлајн-условима разликују (Чу и др. 2021). Рад у онлајн-окружењу од наставника захтева знања, вештине и способности да управљају процесом наставе и да студенте ангажују кроз виртуелну комуникацију. Аристовник и др. (2020) указују да ефективност наставе и учења у онлајн-окружењу зависи од више фактора, попут материјала за учење који наставник дизајнира и припрема, интеракције (наставник–студент и студент–студент) и ангажовања наставника.

ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ

Од избијања пандемије ковида 19 број истраживања која се баве различитим аспектима е-учења порастао је експоненцијално, на шта указују резултати библиометријске анализе радова у периоду од 1998. до 2020. године (Гао и др. 2022). Када је у питању онлајн настава математике и њени ефекти на учење, успех и мотивацију ученика и студената, резултати студија су разнолики. Хамерштајн и др. (2021) дали су систематски преглед истраживања која су се бавила постигнућима ученика у настави математике пре и после затварања школа услед пандемије. Већина приказаних истраживања указује на негативан утицај пандемије на математичка постигнућа ученика. Овакве резултате пријављују и бројна друга истраживања, која су везана за основно и средњошколско образовање (Контини и др. 2022; Молинер, Алегре 2022; Шулт и др. 2022). Негативне ефекте пријављују и студије које су се бави-

ле испитивањем перцепција и ставова ученика о онлајн настави математике (Алмарашди, Царах 2021; Ариаван 2022).

Када су у питању истраживања која се баве испитивањем ефеката онлајн наставе математике на високошколским институцијама, поједини аутори указују на позитивне (Босангве, Клинкаберд 2021; Гонзалес и др. 2020; Жнидаршич и др. 2022; Поцсова и др. 2021), а други на негативне ефекте (Брингула и др. 2021; Набајра 2022). У истраживању које је спроведено међу студентима математике на државном универзитету у Калифорнији, испитиван је утицај онлајн-наставе на исходе предмета, укључујући пролазност на испитима и оцене студената (Босангве, Клинкаберд 2021). Упоредивањем просечних оцена студената, као и стопе успеха у јесењем семестру 2019. и 2020. године, утврђено је да су готово идентични, односно да настава у онлајн-окружењу није имала утицај на њих. Студенти су чак проценили да је комуникација са наставницима била боља у виртуелном окружењу него током наставе лицем-у-лице. Без обзира на ово, студенти су, као и њихови наставници, исказали преференције ка настави уживо. Поцсова и др. (2021) упоређивали су резултате евалуације рада студената на математичком курсу на Техничком факултету у Кошицама школске 2020/2021. године са просечним успехом током претходних шест година. Резултати истраживања показали су да се настава на даљину није одразила негативно на успех студената. Иако није уочена промена у успеху бољих студената, приликом евалуације се показало да су слабији студенти постигли напредак у нивоу математичких знања и вештина и остварили боље оцене. Штавише, број студената који није положио испит смањило се у односу на претходне године. Аутори су утврдили да су студенти као позитиван аспект нарочито истицали добру интеракцију са наставником за време часа реализованог путем алата за видео-конференцију и коришћење онлајн табле за писање. Жнидаршич и др. (2022) испитивали су утицај пандемије ковида 19 на математичка постигнућа студената друштвених наука. Аутори су утврдили да није било разлике у постигнућима студената пре и током пандемије, те да се математички курсеви, уз одговарајуће планирање и припрему, на универзитетском нивоу могу успешно реализовати у онлајн-формату. Овакве резултате приписују чињеници да су и наставници и студенти уложили додатне напоре како би се онлајн настава математике што успешније реализовала. Такође, не треба занемарити ни чињеницу да су наставници овог факултета имали претходно искуство са применом Мудл платформе за учење. Студенти су као најпозитивнији аспект онлајн-наставе навели снимке часова и могућност поновног гледања, као и добру комуникацију са наставницима. До сличних резултата долазе и Гонзалес и др. (2020), који су утврдили да су студенти током пандемије ковида 19 остварили боље резултате на предмету Примењени рачун од студената претходне две генерације.

Са друге стране, не би требало занемарити ни то да је неколико студија утврдило да већина студената наставу математике у онлајн-окружењу доживљава као тешку и изазовну (Брингула и др. 2021; Набајра 2022). Брингула и др. (2021) утврдили су да студенти изражавају забринутост када су у питању њихове оцене на крају семестра. Ипак, аутори сматрају да се ово може повезати са тим што студенти нису били у довољној мери припремљени за онлајн-учење, као и са тим да нису сви студенти имали лични простор за учење код својих кућа. Набајра (2022) сматра да се негативни ставови према онлајн настави математике могу објаснити тиме да су неки студенти и пре пандемије манифестовали одређену анксиозност према математици која се пренела и у онлајн-окружење. Мамоло (2022) је утврдио да је код студената током похађања онлајн наставе математике дошло до значајног пада у мотивацији и осећају самоефикасности, док је задржан високи ниво анксиозности. Повећање математичке анксиозности пријавиле су и неке друге студије (Ланиус и др. 2022; Мендоза и др. 2021).

Сматрамо да постоји више разлога који могу објаснити мањи негативан ефекат пандемије на наставу математике на факултетима у односу на основно и средњошколско образовање. Један од њих је то што студенти већ имају одређени ниво математичких знања који су стекли приликом претходног школовања. Упознати су са различитим моделима учења у настави математике и спремнији за кооперативно учење, што подразумева међусобно упућивање, помагање и подршку у учењу. Такође, поседују више искуства и вештина за прилагођавање новим околностима у односу на ученике. За разлику од ученика, студенти се сматрају аутономном групом оних који уче и одговорни су за избор сопствених техника учења и праћење прогреса у учењу (Жнидаршич и др. 2022). Од њих се очекује да буду способни да се изборе са стресним ситуацијама, а ове вештине се сматрају кључним за суочавање са различитим изазовима.

Ипак, и у периоду пре пандемије утврђено је да реализација курсева у потпуно онлајн-формату доноси већи број тешкоћа када је у питању настава математике него када се ради о неким другим предметима (Жнидаршич и др. 2022; Тренхолм, Пешке, Чинапан 2019). У уобичајеним наставним условима, математика се сматра предметом који је за ученике и студенте тежи и носи више изазова у односу на друге (Алмарашди, Царах 2021; Фриц, Хасе, Расанен 2019), тако да се онлајн-окружење наметнуло као додатни проблем. Међународне студије као што је ПИСА показују да велики број ученика широм света наилази на потешкоће у учењу математике (ОЕЦД 2019). Све ово донело је додатне изазове и проблеме наставницима математике (Касиба и др. 2021; Ни Флоин, Фицморис 2021). Од наставника се очекивало да се брзо прилагоде новим начинима подучавања. Неки од наставника били су недовољно обучени и било им је тешко да процес подучавања и поучавања остваре путем виртуелних платформи (Касинило и др. 2022). Још један про-

блем представљао је недостатак материјала за учење у електронском облику. Важност невербалних аспеката комуникације указује на још један изазов са којим се среће онлајн настава математике (Бреда, Фарсани, Миарка 2020). Нека истраживања указују да на ученике и студенте позитивно утиче могућност да виде гестове и изразе лица својих наставника (Бусто, Думбсер, Габуро 2021). Са друге стране, наставник на основу невербалних сигнала може добити повратну информацију да ли су ученици и студенти схватили математичко градиво и на основу тога даље усмеравају свој педагошки рад. Као што смо већ поменули, један од значајних проблема који је везан за онлајн наставу математике јесте мотивација студената. Раза и Реди (2021) указују да су степен укључености студената у сам процес наставе и већа интеракција са наставником позитивно повезани са квалитетом онлајн-наставе као и са постигнућима студената. Коришћење дигиталне оловке или графичке табле у онлајн-настави може допринети бољој комуникацији и интеракцији студената са наставником и већем учешћу студената (Карал и др. 2015). При томе, ови алати омогућавају наставницима да записују битне кораке у процесу решавања математичких задатака и проблема и да одмах одговоре на евентуална питања ученика и студената. Уместо да се студентима или ученицима у виду финалног производа прикаже целокупан поступак решавања неког задатка или извођења неког правила или формуле, применом дигиталних алата и виртуелне табле пружа им се могућност да корак по корак прате процес, активно учествују у њему предлажући наредне кораке или другачије приступе. Додатно, могућност да ученици или студенти такође користе ове алате доприноси двосмерној комуникацији и већем степену њихове укључености у наставни процес. Коришћење графичких табли и осталих дигиталних алата, који су данас углавном широко доступни наставницима и студентима, може унапредити онлајн наставу математике и ублажити недостатке у односу на наставу уживо у учионици.

Мада се велики број студија реализованих од почетка пандемије бавио испитивањем ставова и искустава студената о онлајн-настави уопште (Асиф, Кан, Хабиб 2022; Дину и др. 2022; Копас-Вукашиновић, Михајловић, Миљковић 2021; Курелару, Курелару, Кристеа 2022), број оних које су се бавиле онлајн наставом математике је ипак нешто мањи (Босангве, Клинкаенберд 2021; Бусто, Думбсер, Габуро 2021; Жнидаршич и др. 2022; Касинило и др. 2022; Мамоло 2022; Набајра 2022). У Републици Србији, по нашим досадашњим сазнањима, није било истраживања овог типа, те је ово разлог због чега смо се одлучили да испитамо ставове студената о онлајн настави математике током пандемије.

С обзиром на то да је већи број студија указао да на квалитет онлајн наставе математике утичу бројни фактори као што су материјали за учење у дигиталном формату које припрема и креира наставник (Аристовник и др. 2020), комуникација и интеракција са наставником (Аристовник и др.

2020; Поцсова и др. 2021; Чу и др. 2021), степен укључености студената кроз активно учешће и ангажовање у процесу решавања математичких проблема (Раза, Реди 2021), одлучили смо да квалитет организације онлајн наставе математике процењујемо у односу на ове одреднице, које су утврђене и *Правилником о стандардима компетенција за професију наставника и њиховој професионалној развоја*. Према овим стандардима, наставник треба да примењује информационо-комуникационе технологије и усклађује своју праксу са иновацијама у образовању и васпитању, да поседује знања о различитим стилевима и стратегијама учења, примењује их и подржава, да ангажује ученике у различитим активностима, уважавајући њихове индивидуалне разлике и др. (Правилник 2011).

МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Циљ нашег истраживања био је да утврдимо како студенти нематематичких факултета процењују квалитет организације наставе математике у онлајн-окружењу на високошколским институцијама у Републици Србији током пандемије ковида 19. На основу циља постављени су следећи истраживачки задаци.

1. Утврдити ставове студената о могућностима за њихово ангажовање у онлајн настави математике које одређују квалитет организације наставног рада;
2. Испитати да ли су ставови студената о квалитету организације наставе математике у онлајн-окружењу одређени образовно-научним пољем студијског програма који студенти похађају и нивоом самопроцењених математичких знања.

За потребе истраживања креиран је упитник који се састојао из два дела. У првом делу упитника прикупљени су подаци о студентима, који упућују на основне информације о факултету и студијском програму који похађају, начину реализације наставе математике у онлајн-окружењу, као и на самопроцену тренутног нивоа математичких знања. Осим тога, први део садржао је и кратак опис и циљ истраживања. Сви студенти су учествовали добровољно у истраживању, а од њих се тражило да пре попуњавања упитника назначе да ли су сагласни да се сви добијени подаци могу анонимно обрадити и презентовати у облику научноистраживачког рада. Други део упитника садржао је Ликертову скалу ставова, којом је представљено пет тврдњи о квалитету организације наставе математике у онлајн-окружењу (Табела 1). Тврдње су се односиле на оне одреднице реализације онлајн наставе математике које утичу на њен квалитет и доприносе бољим постигнућима студената (Аристовник и др. 2020; Карал и др. 2015; Поцсова и др. 2021; Раза, Реди

2021). Студенти су изражавали свој став, односно степен слагања за сваку од датих тврдњи на петостепеној скали (1 = уопште се не слажем, 5 = потпуно се слажем). Могући распон скорова на скали ставова износио је од 5 до 25.

Табела 1. Тврдње којима су студенти износили своје ставове о квалитету организације наставе математике у онлајн-окурењу

Ознака	Тврдња
T1	Дигитални материјал који нам је обезбедио наставник је од велике користи.
T2	Наставник нам пружа могућност да током онлајн наставе математике постављамо питања уколико нам нешто није јасно.
T3	Наставник нам пружа могућност да током онлајн наставе математике активно учествујемо у решавању математичких задатака (наставник пита, ми одговарамо).
T4	Током онлајн наставе математике имамо могућност да решавамо задатке пишући на виртуелној белој табли тако да други студенти могу да прате поступак решавања на екрану.
T5	Комуникација студената са наставником током онлајн часова математике је добра и на оптималном нивоу.

Подаци добијени истраживањем анализирани су статистичким паке-том SPSS, верзија 23.0. Приликом анализе општих карактеристика испитаника примењене су дескриптивне статистичке методе. Нормалност расподеле скорова добијених на скали ставова проверена је Колмогоров–Смирновим и Шапиро–Вилковим тестом нормалности расподеле. За проверу статистичке значајности разлика у скоровима на скали ставова примењен је Крускал–Валис тест независних узорака. Приликом провере поузданости скале коришћена је мера интерне конзистенције изражена Кронбаховим алфа коефицијентом. Резултат Кронбаховог α коефицијента унутрашње конзистентности (Cronbach's α) скале је поуздан и износи 0,743.

Истраживање је обављено школске 2021/2022. године, у оквиру билатералног пројекта „Кризе, изазови и савремени образовни систем” који реализују наставници и сарадници Факултета педагошких наука у Јагодини Универзитета у Крагујевцу (Србија) и Филозофског факултета Универзитета Црне Горе (Црна Гора). Узорак истраживања обухватио је 224 студента основних академских студија седам факултета/департамана три државна и једног приватног универзитета у Републици Србији (Универзитет у Крагујевцу, Универзитет у Новом Саду, Државни универзитет у Новом Пазару и Универзитет Метрополитан). Ниједан од факултета/департамана који су учествовали у истраживању не образује студенте математике, али математика представља обавезан студијски предмет на свим студијским програмима. Све студенте узорка разврстали смо у 3 категорије на основу доминантног образовно-научног поља за науке које студенти изучавају у оквиру одговарајућег студијског програма (Табела 2): поље друштвено-хуманистичких наука (ДХ), поље техничко-технолошких наука (ТТ) и поље природно-математичких на-

ука (ПМ). Приликом категоризације коришћена је класификација утврђена *Правилником о лисџи стџиручних, академских и научних назива* (Национални савет за високо образовање 2017). Пре реализације истраживања, извршена је компарација садржаја математичких предмета студијских програма свих факултета које су похађали студенти који су учествовали у истраживању. Утврђено је да су студијски програми који су припадали истом образовно-научном пољу обухватили сличне математичке садржаје. При томе, студијски програми факултета ТТ и ПМ категорије обухватили су значајно комплексније математичке садржаје (математичка логика, линеарна алгебра, аналитичка геометрија, математичка анализа, диференцијални и интегрални рачун, диференцијалне једначине, вероватноћа и статистика) у односу на оне предвиђене студијским програмом на факултетима ДХ категорије (елементи математичке логике, алгебарске структуре, матрице, детерминанте, системи линеарних једначина, теорија бројева и Еуклидска геометрија). Такође, уочена је разлика и у дубини и сложености математичких садржаја који се изучавају у оквиру студијских програма факултета ТТ и ПМ поља у корист ТТ поља.

Табела 2. Структура узорка у односу на образовно-научно поље

	ДХ	ТТ	ПМ
f	87	68	69
%	38,8	30,4	30,8

Од студената се тражило да процене тренутни ниво математичког знања на тростепеној скали (*лоше, средње, добро*). Структура узорка у односу на самопроцењено математичко знање дата је у Табели 3.

Табела 3. Структура узорка у односу на самопроцењени ниво математичког знања

	Лоше	Средње	Добро
f	37	118	69
%	16,5	52,7	30,8

Када је у питању начин реализације наставе математике у онлајн-окружењу, највећи проценат студената је истакао да су наставници користили видеоконференцијске алате (79,00%), док је мањи проценат наставника користио Мудл (28,60%), Гугл учионицу (7,10%) или имејл комуникацију (4,00%). Ови подаци иду у прилог изнетој констатацији да већина високошколских институција није имала раније искуство са онлајн-наставом, да наставници нису у довољној мери овладали вештинама потребним за рад у настави на даљину и нису најбоље оспособљени за реализацију онлајн-наставе. Зато су, у датим условима, углавном пренели традиционални начин рада у онлајн-окружење.

АНАЛИЗА И ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Првим истраживачким задатком желели смо да испитамо ставове студената о могућностима за њихово ангажовање у онлајн настави математике које одређују квалитет организације наставног рада. Студенти су своје ставове износили у односу на тврдње о комуникацији и интеракцији са наставником у онлајн-окружењу, дигиталним материјалима за учење које је припремао наставник, активном учешћу и ангажовању у процесу решавања математичких задатака.

Добијени распон резултата кретао се од 5 до 25, док је аритметичка средина износила 18,41 ($SD = 3,89$). Пондерисана аритметичка средина је 3,68 ($SD = 0,78$).

Табела 4. Групне граничне вредности петостепене Ликертове скале

Граничне вредности интервала	1,00–1,80	1,81–2,60	2,61–3,40	3,41–4,20	4,21–5,00
Групе	Уопште се не слажем	Не слажем се	Нити се слажем, нити се не слажем	Слажем се	Потпуно се слажем

Како би се одредиле групне граничне вредности неопходне у дискусији резултата, израчуната је величина интервала петостепене Ликертове скале (Нарли 2010). На основу ових вредности (Табела 4) и добијених резултата (Табела 5) можемо констатовати да испитани студенти у глобалу позитивно процењују квалитет организације наставе математике у онлајн-окружењу. Израчуната вредност коефицијента варијације ($C_v = 21,12$) упућује да су ставови студената у глобалу хомогени. Када су у питању појединачне тврдње, студенти изражавају позитиван став према тврдњама Т2, Т1, Т3 и Т5, које се односе на интеракцију на релацији наставник–студент, квалитет дигиталних материјала за учење, активно учешће у процесу решавања математичких задатака и комуникацију са наставником. Коефицијенти варијације показују да је узорак студената хомоген по питању наведених тврдњи. Ови резултати додатно добијају на значају ако узмемо у обзир да су материјали за учење и интеракција важни предуслови ефективне наставе и учења у онлајн-окружењу (Аристовник и др. 2020). Активно учешће студената током онлајн-наставе и већа интеракција са наставником у позитивној су вези са квалитетом наставе и постигнућима студената (Раза, Реди 2021). Сматрамо да се позитивни ставови студената можда могу образложити тиме што су наставници уложили додатни напор да прелазак на „нову нормалност” буде што блажи за студенте (Жнидаршич и др. 2022). Добру комуникацију и интеракцију са наставницима током онлајн наставе математике пријављују и студенти у неким другим студијама (Босангве, Клинкаенберд 2021; Поцсова и др. 2021).

Једино када је у питању тврдња Т4, која се односи на могућност студената да током наставе учествују у решавању математичких задатака коришћењем виртуелне беле табле, студенти исказују неутралан став. Ово је разумљиво, ако се осврнемо на чињеницу да ни наставници ни студенти нису имали скоро никакво искуство са онлајн-наставом пре избијања пандемије (Михајловић, Вуловић, Маричић 2021) и да нису били упознати са свим могућностима коришћења дигиталних и видеоконференцијских алата, па ни виртуелне беле табле. Коришћење виртуелне беле табле подразумева да су наставници и студенти опремљени одговарајућим уређајима попут графичке табле. Мада су ови алати данас широко доступни, не треба занемарити ни чињеницу да траже додатна финансијска улагања, не само од високошколских институција, већ и од наставника и студената, као и обуку за њихову примену.

Табела 5. Дескриптивна статистика

Ајтем	М	SD	C_v
T1	3,96	0,89	22,60
T2	4,19	0,99	23,73
T3	3,92	1,08	27,55
T4	2,92	1,38	47,25
T5	3,43	1,13	32,93
TU	3,68	0,78	21,12

Представљени резултати упућују на неколико значајних закључака.

1. Колико год да истраживања и наставна пракса потврђују да ни наставници ни студенти у време пандемије ковида 19 нису били спремни за организацију онлајн наставе математике, ставови студената у нашем узорку упућују на добру организацију ове наставе. Сматрамо да се ови резултати можда могу објаснити тиме да су и наставници и студенти били заинтересовани за рад у онлајн-окружењу, те да су показали способност благовремене и ефикасне припреме за овакав рад.

2. Квалитет организације онлајн наставе математике студенти препознају у добрим дигиталним материјалима које су наставници припремали за студенте, доброј комуникацији студената и наставника, која је подразумевала обострану иницијативност и сарадњу, у ситуацијама када је студентима било потребно додатно појашњење или док су решавали задатке.

3. Мотивисаност и наставника и студената за учење у онлајн-окружењу и способност сналажења у новонасталој ситуацији значајне су одреднице квалитета наставног процеса и не мање добрих постигнућа студената на испитима. Ову чињеницу би требало искористити у контексту даљег методичког усавршавања наставника и обуке студената за примену нових технологија

у наставном процесу, чиме би се он учинио не само ефикаснијим, него би подразумевао ново подстицајно окружење за учење.

4. На основу ових закључака потврђена је наша истраживачка претпоставка, да студенти препознају могућности сопственог ангажовања у онлајн настави математике и тиме потврђују квалитет организације наставног рада.

У склопу другог истраживачког задатка желели смо да испитамо да ли постоје разлике у ставовима студената у односу на образовно-научно поље студијског програма који похађају, као и у односу на ниво самопроцењеног математичког знања. Резултати Крускал–Валис теста показују да постоји статистички значајна разлика у ставовима студената у глобалу у односу на образовно-научно поље студијског програма ($\chi^2 = 18,578$; $df = 2$, $p = 0,000$). Како бисмо испитали између којих категорија испитаника постоји статистички значајна разлика, примењен је Данов пост хок тест. Студенти који похађају студијске програме у оквиру ТТ поља изражавају негативније ставове о квалитету онлајн наставе математике у односу на студенте ПМ ($p = 0,001$) и ДХ ($p = 0,000$) поља.

Табела 6. Разлике у ставовима студената у односу на образовно-научно поље

		Колмогоров–Смирнов тест		Средња вредност рангова	Крускал–Валис тест		
		W	p		χ^2	df	p
T1	ДХ	0,245	0,000	120,20	4,911	2	0,086
	ТТ	0,291	0,000	99,26			
	ПМ	0,283	0,000	115,84			
T2	ДХ	0,337	0,000	123,21	14,524	2	0,001
	ТТ	0,229	0,000	89,43			
	ПМ	0,324	0,000	121,73			
T3	ДХ	0,231	0,000	118,99	16,237	2	0,000
	ТТ	0,229	0,000	88,05			
	ПМ	0,269	0,000	128,41			
T4	ДХ	0,181	0,000	120,19	8,499	2	0,014
	ТТ	0,186	0,000	93,80			
	ПМ	0,170	0,000	121,23			
T5	ДХ	0,269	0,000	120,27	5,654	2	0,059
	ТТ	0,195	0,000	97,59			
	ПМ	0,241	0,000	117,40			
TU	ДХ	0,089	0,087	124,30	18,578	2	0,000
	ТТ	0,097	0,190	84,33			
	ПМ	0,109	0,040	125,38			

Студенти ПМ и ДХ поља изражавају позитивнији став од студената ТТ поља када су у питању све појединачне тврдње. Ипак, утврђено је да статистички значајна разлика у ставовима студената постоји само по питању тврдњи Т2, Т3 и Т4. Дановим пост хок тестом утврђено је да у односу на студенте ТТ поља позитивнији став изражавају и студенти ДХ (Т2: $p = 0,001$; Т3: $p = 0,006$; Т4: $p = 0,030$) и студенти ПМ поља (Т2: $p = 0,005$; Т3: $p = 0,000$; Т4: $p = 0,034$). Односно, студенти ДХ и ПМ поља оцењују већом оценом своју интеракцију са наставницима, као и залагање наставника да им омогуће активније учешће током онлајн-часова и у процесу решавања математичких задатака.

Можемо претпоставити зашто су се појавиле разлике у ставовима студената у различитим образовно-научним пољима у односу на дате тврдње о квалитету онлајн наставе математике. Пре свега, ове разлике могу бити одређене различитим програмским садржајима, уз претпоставку да су наставни садржаји у ТТ пољу обимнији и сложенији од садржаја на факултетима ДХ поља и ПМ поља (с обзиром на то да су у питању нематематички факултети), те су студентима потребни сложенији дигитални материјали, за чију припре-

Табела 7. Разлике у ставовима студената у односу на самопроцењени ниво математичког знања

		Шапиро–Вилк тест		Средња вредност рангова	Крускал–Валис тест		
		W	p		χ^2	df	p
T1	Лоше	0,878	0,001	97,05	2,915	2	0,233
	Средње	0,838	0,000	115,37			
	Добро	0,757	0,000	115,88			
T2	Лоше	0,781	0,000	111,31	2,915	2	0,233
	Средње	0,773	0,000	111,71			
	Добро	0,768	0,000	114,49			
T3	Лоше	0,836	0,000	115,91	0,286	2	0,867
	Средње	0,843	0,000	110,49			
	Добро	0,818	0,000	114,12			
T4	Лоше	0,886	0,001	111,43	0,881	2	0,644
	Средње	0,898	0,000	116,02			
	Добро	0,877	0,000	107,06			
T5	Лоше	0,899	0,003	108,19	0,279	2	0,870
	Средње	0,896	0,000	112,44			
	Добро	0,885	0,000	114,91			
TU	Лоше	0,112	0,200	110,36	0,049	2	0,976
	Средње	0,099	0,007	112,89			
	Добро	0,095	0,200	112,89			

му је наставницима потребно више времена. У таквим околностима, студентима је потребна и већа подршка од стране наставника (чешћа комуникација и сарадња). Такође, можемо претпоставити да студенти у ТТ пољу знатно више примењују дигиталне алате у наставном раду, да су током студија и раније користили разне интернет платформе за учење на даљину, тако да су њихова очекивања од наставника у новонасталој ситуацији пандемије могла бити знатно већа у односу на студенте у другим пољима.

Студенти који су своја математичка знања проценили као добра и осредња исказују нешто позитивније ставове према квалитету онлајн наставе математике од оних који своја знања процењују као слаба (Табела 7).

Међутим, без обзира на то што резултати Крускал–Валис теста показују да постоји статистички значајна разлика у односу на самопроцењени ниво математичког знања ($\chi^2 = 0,976$; $df = 2$, $p = 0,049$), накнадни Данов пост хок тест показао је да нема статистички значајне разлике у ставовима студената између ове три категорије студената. Статистички значајна разлика није утврђена ни по питању појединачних тврдњи.

Истраживачки резултати упућују на закључак да су ставови студената о квалитету организације наставе математике у онлајн-окружењу одређени образовно-научним пољем студијског програма који студенти похађају, али нису одређени нивоом самопроцењених математичких знања.

ЗАКЉУЧАК

Изненадни прелаз наставног процеса у онлајн и хибридно окружење услед избијања пандемије ковида 19 наметнуо је нова питања факултетима као што је квалитет наставе у измењеним условима. С обзиром на то да и у уобичајеним условима настава математике представља изазов студентима, желели смо да испитамо ставове и искуство студената о њеној реализацији у онлајн-окружењу. Резултати истраживања упућују на то да студенти препознају могућности сопственог ангажовања у онлајн настави математике, што указује на добар квалитет овако организованог наставног рада. Њихови ставови нису одређени нивоом самопроцењених математичких знања, али постоје разлике у односу на образовно-научно поље студијског програма. Мада добијени резултати потврђују добар квалитет организације онлајн наставе математике на универзитетима у Републици Србији, постоје и сегменти који указују на могућности њеног унапређења. Наставници би требало да раде на стварању позитивног окружења током онлајн-часова, стварајући позитивну и охрабрујућу комуникацију са студентима и подстичући дискусију и сарадњу међу студентима како би се створио осећај подршке заједнице и тимског духа. Коришћење интерактивних алата, учење кроз игру, организација квизова и других активности за укључивање што већег броја студената у

процес учења доприноси динамичнијем и интересантнијем приступу настави. Пружање конструктивне повратне информације студентима о њиховом напретку у учењу доприноси јачању иницијативности и сарадње у наставним активностима.

Сматрамо да резултати нашег истраживања могу служити као полазна основа за усавршавање и унапређивање постојећих наставних модела, а у циљу припреме високошколских институција за могуће изазове у будућности. Ово истраживање, такође, може бити значајно полазиште за нова истраживања којима би се могла испитати повезаност утврђених ставова студената о квалитету организације наставе математике са њиховим математичким постигнућима током студија.

ЛИТЕРАТУРА

Алмарашди, Царах (2021): Н. Almarashdi, А. М. Jarrah, Mathematics distance learning amid the COVID-10 pandemic in UAE: High School students' perspectives, *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 20(1), 292–307, <https://doi.org/10.26803/ijlter.20.1.16>.

Ариаван (2022): I. P. W. Ariawan, The academic impact of online mathematics learning during COVID-19 for junior high school students, *Jurnal Elemen*, 8(1), 131–143, <https://doi.org/10.29408/jel.v8i1.4517>.

Аристовник, Кержич, Равшељ, Томажевич, Умек (2020): А. Aristovnik, D. Keržič, D. Ravšelj, N. Tomažević, L. Umek, Impacts of the COVID-19 pandemic on life of higher education students: A global perspective, *Sustainability*, 12(20), 1–34, <https://doi.org/10.3390/su12208438>.

Асиф, Кан, Хабиб (2022): М. Asif, М. А. Khan, S. Habib, Students' Perception towards New Face of Education during This Unprecedented Phase of COVID-19 Outbreak: An Empirical Study of Higher Educational Institutions in Saudi Arabia, *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(7), 835–853, <https://doi.org/10.3390/ejihpe12070061>.

Батез (2021): М. Batez, ICT Skills of University Students from the Faculty of Sport and Physical Education during the COVID-19 Pandemic, *Sustainability*, 13 (4), Article 1711, <https://doi.org/10.3390/su13041711>.

Босангве, Клинкаенберд (2021): М. V. Bonsangue, J. E. Clinkenbeard, A Comparison of American student and faculty experiences in mathematics courses during the COVID-19 pandemic, *International Journal of Educational Research Open*, 2, Article 100075, <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2021.100075>.

Борк-Хуффер, Кулкар, Брилмаир, Маркл, Имер, Јуен, Валтер, Кауфман (2021): T. Bork-Hüffer, V. Kulcar, F. Brielmair, A. Markl, D. M. Immer, B. Juen, M. H. Walter, K. Kaufmann, University Students' Perception, Evaluation, and Spaces of Distance Learning during the COVID-19 Pandemic in Austria: What Can We Learn for Post-Pandemic Educational Futures?, *Sustainability*, 13(14), Article 7595, <https://doi.org/10.3390/su13147595>.

Бреда, Фарсани, Миарка (2020): A. Breda, D. Farsani, R. Miarka, Political, technical and pedagogical effects of the COVID-19 Pandemic in Mathematics Education: an overview of Brazil, Chile and Spain, *INTERMATHS*, 1(1), 3–19, <https://doi.org/10.22481/intermaths.v1i1.7400>.

Брингула, Регујал, Тан, Улфа (2021): R. Bringula, J. J. Reguyal, D. D. Tan, S. Ulfa, Mathematics self-concept and challenges of learners in an online learning environment during COVID-19 pandemic, *Smart Learning Environment*, 8, Article 22, <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00168-5>.

Бусто, Думбсер, Габуро (2021): S. Busto, M. Dumbser, E. A. Gaburro, Simple but Efficient Concept of Blended Teaching of Mathematics for Engineering Students during the COVID-19 Pandemic, *Education Sciences*, 11(2), Article 56, <https://doi.org/10.3390/educsci11020056>.

Гао, Вонг, Камбари, Нордин (2022): Y. Gao, S. L. Wong, M. N. Khambari, N. Noordin, A Bibliometric analysis of the scientific production of e-learning in higher education (1998–2020), *International Journal of Information and Education Technology*, 12, 390–399, doi: 10.18178/ijiet.2022.12.5.1632.

Гонзалес, Де ла Рубиа, Хинц, Комас-Лопес, Субиратс, Форт, Саша (2020): T. Gonzalez, M. A. de la Rubia, K. P. Hincz, M. Comas-Lopez, Laia Subirats, Santi Fort, G. M. Sacha, Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education, *PLOS ONE*, 15(10), Article e0239490, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239490>.

Дину, Бејкока, Домет, Мехта, Еверет, Фостер, Бајром (2022): L. M. Dinu, A. Baykoca, E. J. Dommett, K. J. Mehta, S. Everett, J. L. H. Foster, N. C. Byrom, Student Perceptions of Online Education during COVID-19 Lockdowns: Direct and Indirect Effects on Learning, *Education Sciences*, 12(11), Article 813, <https://doi.org/10.3390/educsci12110813>.

Жнидаршич, Брезавшек, Рус, Јеребиц (2022): A. Žnidaršič, A. Brezavšek, G. Rus, J. Jerebic, Has the COVID-19 Pandemic Affected Mathematics Achievement? A Case Study of University Students in Social Sciences, *Mathematics*, 10(13), Article 2314, <https://doi.org/10.3390/math10132314>.

Касиба, Ферарело, Мамана, Мусо, Пенизи, Таранто (2021): R. Cassibba, D. Ferrarello, M. F. Mammaia, P. Musso, M. Pennisi, E. Taranto, Teaching mathematics at distance: A challenge for universities, *Education Sciences*, 11(1), Article 1, <https://dx.doi.org/10.3390/educsci11010001>.

Касинило, Касинило, Валензона, Алмоните, Валензона (2022): L. F. Casinillo, E. L. Casinilo, J. V. Valenzona, M. R. C. Almonite, D. L. Valenzona, How challenging it is to learn mathematics online, *Philippine Social Science Journal*, 5(1), 80–89.

Контини, Ди Томасо, Муратори, Пјацалунга, Скиваон (2022): D. Contini, M. Di Tommaso, C. Muratori, D. Piazzalunga, L. Schiavon, Who Lost the Most? Mathematics Achievement during the COVID-19 Pandemic, *The B. E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 22(2), 399–408, <https://doi.org/10.1515/bejeap-2021-0447>.

Курелару, Курелару, Кристеа (2022): M. Curelaru, V. Curelaru, M. Cristea, Students' Perceptions of Online Learning during COVID-19 Pandemic: A Qualitative Approach, *Sustainability*, 14(13), Article 8138, <https://doi.org/10.3390/su14138138>.

Карал, Кокоч, Чолак, Јалчин (2015): Н. Karal, М. Kokoc, С. Colak, Y. Yalcin, A case study on online mathematics teaching with pen-based technology: Experiences of two instructors, *Contemporary Educational Technology*, 6(4), 319–337.

Копас-Вукашиновић, Михајловић, Миљковић (2021): Е. Копас-Вукашиновић, А. Михајловић, А. Миљковић, Ставови студената о квалитету наставе на даљину, *Узганица*, XVIII/2, 19–33.

Ланиус, Џонс, Као, Лазарус, Фарел (2022): М. Lanius, Т. F. Jones, S. Kao, Т. Lazarus, А. Farrell, Unmotivated, depressed, anxious: Impact of the COVID-19 emergency transition to remote learning on undergraduates' math anxiety, *Journal of Humanistic Mathematics*, 12(1), 148–171, doi: 10.5642/jhummath.202201.11.

Мамоло (2022): L. Mamolo, Online Learning and Students' Mathematics Motivation, SelfEfficacy, and Anxiety in the "New Normal", *Education Research International*, 2022, Article 9439634, <https://doi.org/10.1155/2022/9439634>.

Маринони, Вант Ланд, Јенсен (2020): G. Marinoni, Н. van't Land, Т. Jensen, *The Impact of COVID-19 on Higher Education around The World: IAU Global Survey Report*, Paris: International Association of Universities.

Мендоза, Сехас, Ривас, Варгиљас (2021): D. Mendoza, М. Cejas, G. Rivas, С. Varguillas, Anxiety as a prevailing factor of performance of university mathematics students during the COVID-19 pandemic, *The Education and Science Journal*, 23(2), 94–113, <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-2-94-113>.

Михајловић, Вуловић, Маричић (2021): А. Mihajlović, N. Vulović, S. Maričić, Teaching Mathematics during the Covid-19 pandemic – examining the perceptions of class teachers and Mathematics teachers, In: S. Marinković (Ed.), *Proceeding of International Conference "Science, teaching, learning in a changed social context"*, Užice: Faculty of Education in Užice, University of Kragujevac, 501–518.

Молинер, Алгре (2022): L. Moliner, F. Alegre, COVID-19 Restrictions and Its Influence on Students' Mathematics Achievement in Spain, *Education Sciences*, 12(2), Article 105, <https://doi.org/10.3390/educsci12020105>.

Набајра (2022): J. N. Nabayra, Least Mastered Topics in Mathematics and Freshmen Students' Perception of Mathematics Learning in the New Normal from a State University in the Philippines, *Journal of Positive School Psychology*, 6(6), 280–289.

Нарли (2010): S. Narli, An alternative evaluation method for Likert type attitude scales: rough set data analysis, *Scientific Research Essays*, 5(6), 519–528.

Национални савет за високо образовање (2017): Правилник о листи стручних, академских и научних назива, *Службени гласник РС*, 114/2017, <https://www.pravno-informacioni-sistem.rs/SlGlasnikPortal/eli/rep/sgrs/drugidrzavniorganiororganizacije/pravilnik/2017/53/1/reg>.

Ни Флоин, Фицморис (2021): Е. Ní Fhloinn, О. Fitzmaurice, Challenges and Opportunities: Experiences of Mathematics Lecturers Engaged in Emergency Remote Teaching during the COVID-19 Pandemic, *Mathematics*, 9(18), Article 2303, <https://doi.org/10.3390/math9182303>.

ОЕЦД (2019): OECD, *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*, Paris: OECD, <http://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.

Поцсова, Мојжишова, Такач, Клајн (2021): J. Pócsová, А. Mojžišová, М. Takáč, D. Klein, The Impact of the COVID-19 Pandemic on Teaching Mathematics and Stu-

dents' Knowledge, Skills, and Grades, *Education Sciences*, 11(5), Article 225. <https://doi.org/10.3390/educsci11050225>.

Правилник (2011): Правилник о стандардима компетенција за професију наставника и њиховог професионалног развоја, *Службени гласник РС – Просветни гласник*, бр. 5/2011.

Раза, Реди (2021): S. H. Raza, E. Reddy, Intentionality and Players of Effective Online Courses in Mathematics, *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 7, Article 612327, doi: 10.3389/fams.2021.612327.

Роскен-Винтер, Станке, Предигер, Гастејгер (2021): B. Roesken-Winter, R. Stahnke, S. Prediger, H. Gasteiger, Towards a research base for implementation strategies addressing mathematics teachers and facilitators, *ZDM – Mathematics Education*, 53, 1007–1019.

Тренхолм, Пешке, Чинапан (2019): S. Trenholm, J. Peschke, M. Chinnappan, A review of fully online undergraduate mathematics instruction through the lens of large-scale research (2000–2015), *PRIMUS 2019*, 29, 1080–1100, <https://doi.org/10.1080/10511970.2018.1472685>.

УНЕСКО (2020): UNESCO, *Global Monitoring of School Closures Caused by COVID-19*. Retrieved July 3, 2021 from <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>.

Фриц, Хасе, Расанен (2019): A. Fritz, V. G. Haase, P. Räsänen, *International handbook of mathematical learning difficulties: From the laboratory to the classroom*, Cham: Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3>.

Хамерштајн, Кониг, Драјзернер, Фреј (2021): S. Hammerstein, C. König, T. Dreisörner, A. Frey, Effects of COVID-19-related school closures on student achievement – A systematic review, *Frontiers in Psychology*, 12, Article 746289, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.746289>.

Хендел, Беденлир, Глесер-Зикуда, Камерл, Коп, Зиглер (2020): M. Händel, S. Bedenlier, M. Gläser-Zikuda, R. Kammerl, B. Kopp, A. Ziegler, *Do Students have the Means to Learn During the Coronavirus Pandemic? Student Demands for Distance Learning in a Suddenly Digital Landscape*, PsyArXiv, <https://doi.org/10.31234/osf.io/5ngm9>.

Хоцен, Тејлор, Жак, Терешенко, Квок, Кокерил (2020): J. Hodgen, B. Taylor, L. Jacques, A. Tereshchenko, R. Kwok, M. Cockerill, *Remote Mathematics Teaching during COVID-19: Intentions, Practices and Equity*, London: UCL Institute of Education.

Чу, Лиу, Со, Лам (2021): A. M. Y. Chu, C. K. W. Liu, M. K. P. So, B. S. Y. Lam, Factors for Sustainable Online Learning in Higher Education during the COVID-19 Pandemic, *Sustainability*, 13(9), Article 5038, doi: 10.3390/su13095038.

Шулт, Малер, Фаут, Линднер (2022): J. Schult, N. Mahler, B. Fauth, M. A. Lindner, Did Students Learn Less During the COVID-19 Pandemic? Reading and Mathematics Competencies Before and After the First Pandemic Wave, *An International Journal of Research, Policy and Practice*, 33(4), 544–563, <https://doi.org/10.1080/09243453.2022.2061014>.

Aleksandra M. Mihajlović

University of Kragujevac
Faculty of Education in Jagodina
Department of Didactics and Methodology

Vladimir T. Ristić

Department of Natural Sciences, Mathematics and Informatics

Emina M. Kopas-Vukašinović

Department of Humanities and Social Sciences

STUDENTS' ATTITUDES ON THE QUALITY OF ONLINE MATHEMATICS TEACHING DURING THE COVID-19 PANDEMIC

Summary: After the outbreak of the COVID-19 pandemic, higher education institutions all around the world were forced to switch from face-to-face to online and hybrid model of teaching. The issue of the quality of such teaching arose at universities. Given that, even under normal conditions, learning mathematics represents a challenge for students, we wanted to examine the attitudes and experience of students regarding teaching mathematics in an online environment. The aim of the research was to determine how students of non-mathematical faculties evaluate the quality of mathematics teaching in an online environment at higher education institutions in the Republic of Serbia during the COVID-19 pandemic. The research sample included 224 undergraduate students of seven faculties/departments of three state and one private university. Regardless of the fact that neither teachers nor students were prepared for the organization of online mathematics classes at the time of the COVID-19 pandemic outbreak, the obtained research results confirm the good quality of teaching. Students recognize the quality of the organization of online mathematics classes in terms of well-prepared teaching materials in digital forms, as well as of good communication and interaction with teachers. We believe that this research can be a significant starting point for some further studies that could examine the connection between attitudes of students about the quality of mathematics teaching and their mathematical achievements. The obtained results can also be used in the context of preparing and planning training of both teachers and students, for the application of new technologies in the teaching process.

Keywords: online mathematics teaching, university students, attitudes, quality of teaching.