



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



Ученичко разумијевање графика у математици,
физици и другим контекстима
-мастер рад-

Ментор:

Проф. др Милан Пантић

Кандидат:

Весна Милетић

Нови Сад, 2017

Захваљујем се ментору, проф. др Душану Лазару, на огромном стрпљењу, несебичној помоћи и корисним савјетима током цјелокупног студирања. Захваљујем се члановима Комисије за одбрану мастер рада

Захвалност дугујем професорима и ученицима гимназије средњих школа (СШЦ "Пале", СШЦ "Василије Острошки", СШЦ "27. јануар", СШЦ "28. јуни") који су учествовали у истраживању.

Посебну захвалност дугујем колегама Мињи и Санди на стрпљењу и помоћи током рада..

Овај рад посвећујем својој мами, која ми је увијек безусловна подршка у свему.

Весна Милетић

Садржај

Увод	4
2. Претходна истраживања	5
3. Теоријски оквир	8
3.1 Концептуални тестови	9
3.2 Општи захтјеви концептуалних тестова	10
3.2.1 Ваљаност	11
3.2.2 Поузданост	12
3.2.3 Објективност	13
3.2.4 Осјетљивост	14
4. Анализа	16
4.1 Статистичка анализа података	17
4.1.1 Валидност	22
4.1.2 Поузданост	26
4.1.2 Осјетљивост	26
4.2 Квалитативна анализа ученичких стратегија	29
4.2.1 Употреба формула	29
4.2.2 Погрешно тумачење убрзања	31
4.2.3 Идентификовање нагиба криве у некој тачки са нагибом тангенте у тој тачки	32
5. Поређење са претходним истраживањима	33
6. Закључак	36
Литература	38
Прилог	40
Биографија	55
Кључна документацијска информација	56

Увод

У овом раду биће испитано разумијевање графика код средњошколаца и то у три различите области: у математици, физици и задацима општег типа. Анализа се заснива на тесту који обухвата укупно 24 задатка који су груписани тако да сваком од наведена три домена припада по 8 задатака. Тестом је обухваћено 152 ученика из гимназија у Палама, Источном Сарајеву, Сокоцу и Рогатици. Анализа тестова је урађена у SPSS програму са тежњом да се утврди које групе задатака су ученицима представљале највећи проблем и потешкоће, те гдје су ученици најуспјешније примијенили знање на друге области.

Графици представљају врло битну област у настави физике, важни су и из разлога што знања о графицима ученици могу примијенити из физике на друге сфере живота. Међутим, ученици и студенти имају доста проблема са њиховим разумијевањем. У овом раду од ученика нисмо захтјевали да на основу текста задатка сами направе график, те да ријеше задатак, него смо им дали већ понуђене графике у жељи да утврдимо колико су у могућности да интерпретирају график те могуће проблеме на које могу наилазити током рјешавања задатака. Разумијевање графика је јако битно у математици и физици. Упркос томе, примјена графика у настави ове двије науке се неоправдано запоставља и као посљедицу има слабо разумијевање и интерпретацију графика код ученика. Наравно, то је примјећено од стране аутора који се баве том тематиком. Урађено је свега неколико студија које су истраживале студентско разумијевање графика у различитим областима. Једно такво истраживање урађено је на нашим просторима (Маја Планинић и сарадници, Универзитет у Загребу, 2013) гдје су аутори студија понудили тест који се састоји од 24 задатка груписаних у три области. По узору на ову, сличне студије су урађене и у Црној Гори. Узевши у обзир значај студије преузели смо тест од аутора из Загреба и примијенили. Таква поређења могу дати занимљиве и битне увиде у учење и знање ученика. Дошли смо на идеју да спроведемо истраживање у неколико општина у Републици Српској (БиХ), јер таквих истраживања раније није било на овим просторима. Тиме смо жељели да провјеримо какво је разумијевање графика код ученика те упоредимо резултате истраживања са резултатима из Хрватске и Црне Горе. Овом раду смо приступили са хитпотезом да ученици неће моћи успјешно примјенити знање у сва три домена, што смо анализом и потврдили. Ученици су успјешније урадили задатке из математике него задатке из физике и задатке општег типа. Тиме су потврђени резултати

истраживање са Универзитета у Загребу да студенти нису у могућности да изврше трансфер знања из једне области (у случају овог истраживања, из математике) у друге области. Постоји неколико разлога за то, што смо детаљно приказали у главном дијелу овог рада.

Узевши у обзир да није урађено много студија на ову тему на нашим просторима, можемо рећи да је овај рад актуелан. Импликације овог и сличних радова могу бити значајне за наставу физике. Прва импликација је да у настави треба више користити графике, него што је то досадашња пракса. Даље, да би ученици могли користити знање које посједују у другим областима, требало би обнављати знање кроз различите врсте задатака и имати у виду примјену знања из математике али и физике.

2. Претходна истраживања

Студије из психологије и слична истраживања из математике показују да ученици најлошије примјењују знање из физике на друге области. То се објашњава тиме да се ученици највише ослањају на формуле које науче из наставе физике и запостављају друге стратегије разумијевања и рјешавања проблема (Wemyss and van Kampen, 2013). Такође је закључено да је још један од разлога лошег успјеха код ученика неповезивање наставе математике и физике (Michelsen, 2005). Постојећа истраживања показују да је контекст¹² задатка јако битан и да он понекад представља проблем, јер задаци могу бити тако формулисани да их ученици не разумију најбоље. Такође, наводи се да контекст задатка утиче на избор стратегије за рјешавање тог задатка.

Урађена су истраживања која испитују потешкоће студената са графицима који представљају зависност пређеног пута од времена.

(L. C. McDermott, M. L. Rosenquist, E. H. Van Zee, 1987; G. Leinhardt, O. Zaslavsky, M. K. Stein, 1990). Утврђене су најчешће грешке које ученици праве приликом читавања графика (Leinhardt и сар, 1990; Планинић и сар, 2013):

¹ „контекст м лат 1. шири текст, целина којој припада нека реч, реченица и сл. на основу које се одређује тачно значење и смисао дела говора, 2. оно са чим посматрана појава чини целину.“ (Речник српскога језика: 564)

² У овом раду ријеч контекст односи се на врсту задатка, тј. да ли се ради о задатку из математике, физике или из неких других области

- замјена интервала тачком
- схватање графика као слике,
- замјена нагиба графика висином графика.

Замјена интервала тачком. Грешка се јавља када се студенти фокусирају на једну тачку на графику а требало би да користе двије тачке са графика. Примјер овога се може видјети када студенти покушавају да одреде нагиб графика из само једне тачке умјесто да изаберу двије тачке и израчунају $\frac{\Delta y}{\Delta x}$.

Схватање графика као слике. Ова грешка се обично јавља код ученика нижих разреда, мада се примјећује и код студената на факултету. Састоји се у томе да студенти график мијешају са стварном сликом путање кретања тијела, и не увиђају да је график симболичка веза међу неким промјењивим. Студентима је зато тешко да увиде да ће се график промијенити ако се промијене варијабле на осам и обично ће очекивати да график остане исти. Да би се избјегао овај проблем неки аутори (Планинић и сар, 2013) предлажу кориштење детектора кретања у настави или *PheT* симулацију *The moving man* (PheT, 2013).

Замјена нагиба графика висином графика. Ова категорија се односи на графике када студенти замјене нагиб графика координатама. На примјер, студенти понекад прочитају у-координату (која представља висину графика у одређеној тачки). Уколико примијете константно смањивање у-координате графика, обично закључе да се нагиб графика смањује.

Истраживање Вемијса и ван Кампена (Wemyssa и van Kampena, 2013), у којој су студенти прве године факултета рјешавали правац кретања, равномјерну брзину и вриједност брзине тијела у одређеној тачки са графика $s - t$, је показало да су студенти успјешније рјешавали задатке који се тичу графика који испитују промјену нивоа воде у зависности од времена, него задатке у којима је требало да одреде брзину тијела са графика пређеног пута у зависности од времена. Иако студентима задаци првог типа нису били познати из наставе, разлог за њихово успјешније рјешавање се може пронаћи у ослањању студената на већ научене поступке у физици (посебно ослањање на формуле). Аутори ове студије су утврдили да су 2/3 испитаних студената (од укупно 550 испитаника), могли одредити правац кретања у односу на референтну тачку, скоро 80% њих је могло одредити да је брзина константна и нешто мање од 20% испитаних

студената је тачно одредило вриједност брзине. Како аутори наводе, разлог за лоше резултате не лежи у потешкоћама одређивања нагиба линераног графика. Највећу улогу играју формулација задатка као и погрешно предходно знање.

Група аутора из Хрватске, са Универзитета у Загребу, је увидјела проблеме са којима се средњошколци и студенти сусрећу приликом рјешавања задатака који укључују графике. Да би испитали како студенти разумију графике направили су тест који је базиран на три групе задатака из три различите области (математика, физика и области као што су биологија, економија, хемија итд.). Сљедеће студије на ову тему, од којих су најрепрезентативније, *Student reasoning about graphs in different contexts* (L. Ivanjek, A. Susac, M. Planinic, A. Andrasevic), *Comparison of university students' understanding of graphs in different contexts* (M. Planinc, L. Ivanjek, Ana Susac), *Comparasion of student undersanding of line graph slope in physics and mathematics* (M. Planinic, Z. Milin-Sipus, H. Katic, A. Susac, L. Ivanjek) истражују:

- способност студената да интерпретирају графове унутар поменутих области,
- способност студената да интерпретирају нагибе и површину испод графика,
- колико су студенти досљедни у избору стратегије за рјешавање задатака у различитим доменама, те
- које су главне потешкоће са којим се студенти сусрећу.

Од студената је тражено да ријеше задатак и дају образложење. Анализа студентских објашњења показује да је разматрање задатка уско везано за област и конвенције дисциплина унутар којих су усвојили знање. Студије такође показују разлике између разумијевања појма нагиба графика и појма површине испод графика. Иако се показало да студенти на Универзитету у Загребу боље разумију појам нагиба графика, примјећено је да многим студентима није у потпуности јасан концепт нагиба. Испоставило се да је површина испод графика јако захтјевна за студенте, посебно у њима непознатим ситуацијама. Један од могућих разлога ових резултата може лежати у чињеници да наставници физике у средњим школама више наглашавају задатке са нагибом него оне са површином испод графика. Битна импликација ових студија, која се односи на наставу физике, јесте посвећивање више пажње интерпретације површине (која представља интеграл) и охрабривање студената на критичко мишљење умјесто давања готових објашњења за конкретне случајеве у физици. Запажено је да студенти не

савладају добро кинематику у средњој школи. Испоставило се да су студенти давали креативније одговоре и размишљали слободније при рјешавању задатака који, према њиховој процјени, нису припадали домену ни математике ни физике. Задаци из других домена, очигледно, показују већи потенцијал да подстичу студенте на размишљање. Из наведеног разлога, аутори ових студија препоручују да се задаци општег типа више укључе у наставу математике и физике, као и да се прави паралела између различитих предмета или курсева на факултету. Такође, ослањање студената на формуле у физици представља велику препреку за логичко и самостално размишљање.

Утврђено је да када ученици имају потешкоћа у разумијевању графика у физици да наставници физике то приписују лошем знању из математике. Ипак, ове студије јасно износе чињеницу да недостатак математичког знања није главни узрок ученичких проблема са графицима у физици, јер и када је знање из математике добро, студенти не знају да то знање примјене на област физике.

Када су у питању стратегије за које се студенти највише одлучују испоставило се да је то употреба формула, које су често нетачне, посебно у физици. Дакле и када су студенти посједовали довољно знања да ријеше неки задатак из физике, нису користили друге ресурсе које имају јер их настава из физике усмјерава на избор углавном једне стратегије.

3. Теоријски оквир

Како смо навели у уводу овог рада, један од циљева нашег истраживања јесте да утврдимо колико су ученици у могућности да изврше трансфер знања. Трансфер се дефинише као способност да се знања, која се усвоје у једном контексту, примјене на други контекст (Bransford, 2000). Концепт трансфера знања јако је битан у настави и у животу, те често можемо видјети да се сматра једним од циљева образовања. С почетком 20. вијека трансфер постаје занимање научника који се занимају за учење и подучавање и тада настају тестови који мјере степен трансфера знања. Показало се да је способност трансфера знања била далеко мања од способности репродукције запамћених информација. Нажалост, можемо констатовати да се до данас не види пуно помака када је настава у питању, упркос значајним теоријским разматрањима на ову тему. Брансфорд

и сар. (Bransford et al, 2000) разматрају кључне импликације за наставу када је трансфер у питању:

- претходно знање је неопходно за трансфер,
- знање које је превише контекстуализовано смањује могућност трансфера,
- трансфер треба посматрати као динамичан процес,
- свако ново учење подразумјева трансфер који се заснива на оном што је претходно научено.

Питање трансфера знања јако је значајно за наше истраживање јер је један од узрока потешкоћа ученика у физици и тај што нису у могућности да искористе и упосле знање из математике. Да бисмо одговорили на наше истраживачко питање, користили смо концептуални тест чије одлике наводимо у наставку овог одјељка.

3.1 Концептуални тестови

Концептуални тестови имају циљ да провјере како и у којој мјери ученици усвајају поједине концепте из области која се изучава. Тестом се успјешно могу поредити ученици и утврдити индивидуалне разлике међу њима. Тест у методици наставе може мјерити (Halloun & Hestenes, 1985):

[1] *Најчешћа предубјеђења.* Анализом концептуалних тестова може се открити које су ученичке заблуде и предубјеђења. За успјешно и засновано тумачење резултата потребан је довољан број испитаника. Концептуалним тестовима се ученичка предубјеђења могу мјерити квантитативно и квалитативно, односно могуће је утврдити које заблуде су присутне као и колико ученика их заступа. Најбољи увид у ученичка предубјеђења пружају објашњења за одговоре у тесту, која најбоље указују како је ученик дошао до датог одговора и у ком правцу је размишљао. Импликације резултата у великој мјери могу допринијети успјешнијој настави физике уколико се те заблуде отклоне.

[2] *Успјешност извођења наставе.* Концептуални тестови су посебно корисни када се ученици тестирају на почетку и на крају полугодишта или школске године у којој се изучава дати наставни предмет. Користећи исти концептуални тест може се утврдити у којој мјери су ученици задржали или одбацили предубјеђења. Уколико је наставник извршио експеримент, те у експерименталној групи увео одређене наставне новине, може

процијенити колико је та новина била успјешна у експериментаној групи у односу на контролну гдје се одређена педагошка реформа није примјењивала. Аутори савјетују да се питања из концептуалног теста не дискутују директно на настави из разлога што ученици могу напамет научити тачне одговоре, не разумјевши основне физичке принципе, што може угрозити интерпретацију резултата теста. Повољни резултати пост-теста (теста након извођења наставе или увођења дате новине) могу се приписати квалитету наставе и/или изабраном наставном моделу.

[3] *Предзнање ученика.* Тестирањем концептуалним тестом може се процијенити какво предзнање ученици посједују те уочити који ученици могу имати потешкоћа са наставним програмом. Таквим ученицима наставник може пружити помоћ у виду додатних објашњења или вјежбања. Наглашавамо да концептуални тест не тестира интелигенцију нити академске вјештине, већ познавање концепта у оквиру датог наставног предмета.

Да би концептуални тестови указали на ученичко знање и предубјеђења, те на успјешност наставе потребно је да задовољавају услове поузданости и ваљаности.

3.2 Општи захтјеви концептуалних тестова

Свако мјерње захтјева неопходно постојање сљедећих елемената:

- величине које мјеримо
- инструмента за мјерење
- очитача мјерења.

По својој метријској структури, сваки се мјерни инструмент састоји из два дијела:

- мјерног механизма
- мјерне скале.

Да би се тестови успјешно користили за процјену обиљежја односно способности и особина испитаника, мјерни инструменти морају задовољавати одређене предуслове и стандарде. Ови стандарди називају се метријске карактеристике. Само тестови који задовољавају ове стандарде обезбјеђују квалитет мјерења. Стандардизација мјерног инструмента обезбјеђује изједначавање свих услова мјерења за све испитанике и

подразумјева опис поступака и услова у којима се проводи мјерење, затим начина бодовања и вриједновање добијених резултата.

Метријским карактеристикама називају се стандарди које мјерни инструмент треба да задовољи. Постоје четири основне метријске карактеристике: ваљаност, поузданост, објективност и осјетљивост (дискриминативност). Поред основних карактеристика постоји и баждарење те практичност и економичност, међутим оне су све заступљене у четири основне карактеристике.

3.2.1 Ваљаност

Ваљаност се, према неким ауторима, сматра најбитнијом од свих карактеристика мјерења. Ријеч валидност долази од енглеске ријечи *validity*, што у преводу значи заснован, исправан, тачан, важећи, док се у нашем језику своди на појам ваљаности. Фајгел (2005) примјећује да се овај термин користи и у колоквијалној употреби, чак и у теорији тестова, гдје аутори, наводећи да је неки тест или мјерење валидно, сматрају да је оно без већих недостатака. За тест се може рећи да је ваљан уколико мјери оно за шта је предвиђен. Ваљаност није одлика за коју би вриједио закон „све или ништа“, већ је за ваљаност важан степен, тј. количина ваљаности. Да би тест био ваљан треба да одговара захтјевима програма. Постоји више врста ваљаности, а у пракси се највише користе следеће три (Фајгел, 2005: 276):

- *Садржинска валидност* се односи на то да ли тест садржи узорак понашања, знања, мисли и осећања који је репрезентативан за домен особине која се мери.
- *Критеријумска валидност* се односи на повезаност (корелацију) теста са неком екстерном варијаблом – критеријумом.
- *Конструктивна валидност* се односи на то шта тест мери и да ли мери оно за шта је намењен.

Први начин израчунавања ваљаности теста јесте израчунавање линеарне корелације (Пирсонов коефицијент корелације) која означава повезаност између двије варијабле. Ваљаност се такође може израчунати помоћу бисеријалне корелације, поинт-бисеријалне корелације и ϕ (*phi*) коефицијента корелације. Ваљаност може бити дијагностичка (способност мјерног инструмента да добро измјери садашње стање између мјерних појава) и прогностичка (када мјерним инструментом успјешно предвиђа стање у будућности).

Када су у питању мјерења у физици ваљаност не представља озбиљан проблем. Тако ће нам вага измјерити масу, а не дужину или вријеме, сат мјери вријеме а не притисак итд. Међутим, ваљаност је јако битан фактор када говоримо о тестовима знања. Ваљаност не зависи само од метријске структуре инструмента, већ и од других чинилаца као што су: мотивација испитаника, њиховог психофизичког стања у тренутку мјерења (умор, концентрација, температура просторије у којој се мјерење врши, глад) као и многих других. На крају можемо закључити да је ваљаност инструмента за мјерења у физици задовољавајућа, док код тестова на њу морамо обратити велику пажњу, како би резултати мјерења и касније анализе били поуздани.

3.2.2 Поузданост

Како би мјерење било квалитетно, тестови морају бити поуздани. Поузданост је метријска карактеристика теста која упућује на то колико су резултати са једног теста досљедни, стабилни, конзистентни, односно слободни од неконтролисаног варирања.

Тест којем можемо вјеровати да ће сваки пут када је употребљен с истим испитаником дати исте или врло сличне резултате и на које се можемо ослонити приликом закључивања представља поуздан тест. Поузданост теста је једна од основних метричких карактеристика које описују конзистентност и прецизност резултата процеса мјерења. Да бисмо могли да поверимо резултате теста, морамо бити уверени да ће испитаници, ако их тестирамо неколико пута, постићи сличне или исте резултате. Недостатак поузданости значи непрецизност и недостатак конзистентности, или грешка у мјерењу. Грешка у мјерењу је дефинисана као промјена у резултату који је произведен под утицајем фактора који су повезани са процесом мјерења, али ирелевантни за оно што се мјери. Сходно томе, поузданост као метричка карактеристика указује на то колико су конзистентни резултати и нису измерени грешкама мерења (Urbina, 2004). Ако би се поузданост поредила са валидношћу, веома видљиво би било то да је код валидности нагласак стављен на слагање теста с циљњм, док је код поузданости битно слагање теста са самим собом. Синоним за поузданост је релијабилност.

Методe за одређивање поузданости могу се подијелити према томе како се третира поузданост, иако су сви начини одређивања поузданости засновани на претпоставкама о паралелности мјерења (Furr i Bacharach, 2013). Постоје два основна

концепта поузданости разумевања и, сходно томе, утврђене су и методе којима се поузданост одређује (Husremović, 2016):

- *Поузданост као стабилност карактеристике у времену.* Према овом концепту, претпостављамо да је карактеристика коју мјеримо стабилна у времену, односно да није под утјецајем различитих фактора као што су сазревање, учење, социјалне ситуације и слично. Имамо најмање двије методе за одређивање коефицијента поузданости као мјеру стабилности карактеристике у времену (тест-ретест коефицијент поузданости и алтернативне методе)

- *Поузданост као унутрашња конзистенција.* Овај начин процјењивања поузданости заснива се на анализи својстава и односу тестног питања и захтева *само једну примену теста*. Коефицијент поузданости за унутрашњу конзистентност говори о томе колико питања у тесту слично мери одређену карактеристику. Из перспективе унутрашње конзистенције, два су кључна фактори који утичу на поузданост теста. Први фактор је (очигледно) конзистентност проблема. Ако су питања повезана, онда ће тест бити поуздан, то јест, ако су разлике између резултата на питањима конзистентна, онда можемо закључити да имамо грубе резултате у складу са правим резултатима. Други фактор је дужина теста. Што дужи тест, то је већа његова поузданост, с тим дужина теста подразумева да имамо квалитетна питања. Постоје двије методе како се одређује коефицијент поузданости конзистенције: Split-half коефицијент или преполовљени коефицијент поузданости и Кронбах (*Cronbach*) α коефицијент поузданости.

Кронбах (1951) је дефинисао један од најважнијих коефицијената поузданости у класичној тестној теорији. Split-half коефицијент поузданости третира два дијела теста као двије паралелне форме, док Кронбах иде даље и користи приступ на нивоу питања, односно логику конзистенције два дијела теста спушта на ниво конзистенције између самих питања. Сада посматрамо свако питање као једну паралелну мјеру и у једном тесту имамо онолико мјера колико има питања. Повезаност између питања ће бити мјера унутарње конзистенције (Husremović, 2016: 62).

3.2.3 Објективност

Објективност је метријска карактеристика која показује у којој мјери резултати мјерења зависе од предмета мјерења, а не од субјективних процјена и судова

истраживача. Објективност зависи од истраживача као и од испитаника. Када су у питању испитивачи, уколико је задовољена ова метријска карактеристика, код различитих осјећивача једна иста појава која је је предметом мјерења не би требала да добије другачији резултат. С тога се у изради мјерног инструмента унапријед припремају норме и кључ за осјећивање тачности одговора. Објективност, такође, зависи и од спремности испитаника да објективно и искрено попуне тест.

Мјерни инструмент, односно тест, је објективан када резултати мерења зависе само од онога што се мјери, а не и од оног ко мјери. Резултат испитивања не утиче на субјективност испитаника у тестирању или исправљању. Тестови знања мјере знање и, у овом случају, предмет мјерења. У том смислу, резултат добијен на тесту треба да зависи само од знања испитаника, и без обзира на субјективни третман оног ко га примјењује. Нажалост, из живота, има много примера како и колико мјерења зависе од оног који их обавља. Процена школе је један од најочигледнијих примјера утицаја "метрике" на резултате мјерења. Сваки ученик на његовој кожи био је врло свјестан степена до којег је оцјена (усмени испит) била стварно одраз знања - незнања, наставника (личности, ставова, расположења) или неких других фактора. При самој конструкцији теста треба водити рачуна, да тест буде објективан. Битан фактор је и то да се узме у обзир исцрпност упуштава и њихова прецизност за мјерење теста.

Као што видимо објективност зависи од два елемента: од самог инструмента и од самог истраживача. Ако мјеримо вријеме, штоперица ће показати вријеме t , то исто вријеме мора показати и свака друга штоперица, која има метријску структуру (исправан мјерни механизам). Исправност код физичких инструмената се контролише упоређивањем резултата које они дају са резултатима иделаних инструмената исте врсте. Дакле, при таквом мјерењу, резултати неће зависити од тога ко читава.

3.2.4 Осјетљивост

Мјерни инструмент сматрамо осјетљивим онда када може измјерити најмање разлике у мјерењу. Ако постоји нека разлика у некој карактеристици између два испитаника, а ми не можемо да тестом пронађемо разлику, онда тај тест нема своју функцију јер ће та два испитаника бити третирана као да су једнаки, баш као и нека друга два испитаника која заиста јесу једнаки.

Осјетљивост или дискриминативност теста односи се на потенцијал теста да разликује испитанике по одређеној карактеристици. Може се рећи да је тест осјетљивији када је способан да региструје и мале разлике које постоје у карактеристици међу испитаницима. Ако се тестом могу разликовати испитаници према знањима, односно према оном што представља предмет мјерења, онда је он осјетљив. Осјетљивост теста зависи од (Husremović, 2016):

- *Тежинске примјерености задатка.* Прва одредница тежине теста је тежина самих задатака. Уколико су задаци у тесту лагани за популацију на којој је рађено тестирање, тест ће имати негативну асиметрију и слабије ће разликовати испитанике у подручју нижих вриједности. Исто тако, ако су задаци били тешки, онда ће испитаници слабије радити тест, он ће имати позитивну асиметричну дистрибуцију и слабије ће разликовати испитаник у подручју виших вриједности. У тестовима требамо задатке који су и тежи и лакши, то значи да морамо балансирати у припреми задатака, а критериј тежинске примјерености задатка не смије бити једини критериј.
- *Број задатака у тесту.* Што је већи број задатака, то је осјетљивост теста већа, међутим број задатака на тесту не утиче директно на повећање осјетљивости, већ повећање зависи од осјетљивости сваке ставке посебно. Тест ће бити осјетљивији ако су и сами задаци на тесту осјетљиви.
- *Корелације у тесту.* Што су корелације међу задацима веће, то ће и варијанса бити већа. Укупна варијанса ће бити највећа када су задаци у потпуној корелацији и када су просјечне тежине. Међутим долазимо до парадокса, ако имамо корелацију међу задацима, то значи да ће испитаник који уради први задатак урадити и све остале задатке. Ако није урадио први задатак неће урадити ниједан други. Ако такав тест има 10 задатака, онда ћемо имати испитанике који су остварили резултате 0 или 10. Упркос максималној варијанси, осјетљивост овог теста је готово никаква. У пракси, водимо рачуна да корелације међу задацима имамо у прихватљивој зони и да нису превисоке. Рјешење је да тест садржи задатке неједнаке тежине, али да буду у „пристојним корелацијама“.

4. Анализа

Анализа се заснива на тесту који је преузет од групе аутора са Универзитета у Загребу (Планинић и сар. 2013, 2016). Тест се може преузети на сљедећем линку

https://journals.aps.org/prper/supplemental/10.1103/PhysRevSTPER.9.020103/Planinic_TES_T_PRST_PER.pdf. Тест се састоји од осам група паралелних питања из математике, физике и задатака општег типа (економија, право, хемија, итд.). Пет група питања односи се на концепт нагиба графика, а три на концепт површине испод графика. Четири групе питања су били у формату понуђених одговора, а четири питања отвореног типа. Поред заокруживања тачног одговора у питањима са понуђеним одговорима или сопственог одговора у питањима отвореног типа, сваки задатак је захтјевао објашњења од стране испитаника. Аутори су питања означили шифрама које су дате у сљедећој табели:

Табела 1. Ознаке питања у тесту

	Нагиб	Површина
Математика	MS1 до MS5	MA1 до MA3
Физика	PS1 до PS5	PA1 до PA3
Задаци општег типа	CS1 до CS5	CA1 до CA3

Питања чије су двије последње ознаке исте су истог типа (MS1-PS1-CS1; MA1-PA1-CA1, итд.). Свака група питања се односи на исти концепт и захтјева исти математички поступак у различитим областима. Једно питање је било директно математичко, једно је било из области физике (кинематике) а једно је било у неких других области. Задаци из физике су захтјевали основна знања из физике (кинематике), као што је удаљеност, брзина, убрзање, равномерно убрзање, као и способност ученика да интерпретирају њихове графичке приказе. За задатке општег типа није било потребно стручно знање из датих области. Цијела анализа је заснована на групама задатака из табеле 1.

Тестом је обухваћено 152 ученика из гимназија у Палама, Источном Сарајеву, Сокоцу и Рогатици Тест је дат ученицима првих разреда средње школе (општа гимназија) у четири општине у Републици Српској (БиХ) – Пале, Лукавица, Соколац и Рогатица.

Узорак чини укупно 152 ученичка рада. Ученици су тестирани на крају првог разреда. Речено им је да резултати теста неће утицати на њихов успјех али да ће резултате добити на крају школске године. Прије приступања тесту, ученици нису били обавијештени да су идентична питања дата из различитих области. Битно је напоменути да су ученици предходно стекли знања из кинематике и линеарних функција, како у основној тако и у средњој школи. Израда теста била је предвиђена у временском року од 60 минута.

4.1 Статистичка анализа података

Да бисмо у ученичким одговорима повезали ниво асоцијације у различитим доменама најприје смо израчунали *phi* коефицијент за различите парове ученичких одговор на задатке из исте групе. *Phi* коефицијент је био прикладан за нашу анализу да бисмо утврдили корелацију између ученичких одговора у два дихотомна задатка. Израчунавши *phi* коефицијент испитали смо његову ваљаност. Палант (Pallant, 2009) наводи вриједности за коефицијент корелације, које се простиру од -1 до +1. Њиме се утврђује јачина везе између двије промјењиве. Вриједност 0 говори да веза између промјењивих не постоји, док вриједност 1 показује потпуну корелацију. Коен (Cohen, 1988) даје тумачење вриједности у интервалу од 0 до 1:

- мала колерација – 0,1 до 0,29
- средња корелација – 0,3 до 0,49
- велика корелација – 0,5 до 1.

Палант наглашава да дате вриједности важе и за позитивни и негативни предзнак, а предзнаком се утврђује смијер везе (тј. постојање негативне корелације).

Задаци су оцјењени као тачни и нетачни. Тачним одговорима су сматрани само они који су у потпуности исправно одговорени. Након прегледања радова, подаци су анализирани SPSS³ софтвером за статистичку анализу података. За потребе анализе трансфера знања из математике на област физике и задатка општег типа у наставку је дата анализа основних статистичких показатеља по групама задатака приказаних у табели 2.

³IBM SPSS Statistics, Version 20, IBM Corporation 2011

Табела 2. Број тачних и нетачних одговора, аритметичка средина, стандардна девијација

шифре задатака	укупан број	број тачних одговора	број нетачних одговора	аритметичка средина		стд. девијација
				М	стд. грешка	
MS1	152	65	87	0.43	0.04	0.50
MS2	152	92	60	0.61	0.04	0.49
MS3	152	100	52	0.66	0.04	0.47
MS4	152	41	111	0.34	0.04	0.48
MS5	152	51	101	0.38	0.04	0.49
MA1	152	109	43	0.72	0.04	0.45
MA2	152	94	58	0.64	0.04	0.48
MA3	152	94	58	0.62	0.04	0.49
PS1	152	29	123	0.19	0.03	0.39
PS2	152	67	85	0.44	0.04	0.50
PS3	152	64	88	0.42	0.04	0.50
PS4	152	34	118	0.22	0.03	0.42
PS5	152	14	138	0.09	0.02	0.29
PA1	152	41	111	0.28	0.04	0.45
PA2	152	21	131	0.14	0.03	0.35
PA3	152	17	135	0.11	0.03	0.32
CS1	152	20	132	0.13	0.03	0.34
CS2	152	94	58	0.62	0.04	0.49
CS3	152	82	70	0.54	0.04	0.50
CS4	152	44	108	0.29	0.04	0.46
CS5	152	10	142	0.07	0.02	0.25
CA1	152	16	136	0.11	0.02	0.31
CA2	152	13	139	0.09	0.02	0.28
CA3	152	25	127	0.16	0.03	0.37

Табела 2 приказује суму тачних, суму нетачних одговора, средњу вриједност, стандардну девијацију и стандардну грешку. Аритметичка средина тачних одговора за сваки задатак варира од 0.07 до 0.72. Уочавамо да највећу вриједност аритметичке средине имају задаци из математике, у интервалу од 0.34 до 0.72. Аритметичка средина тачних одговора задатака из физике је нешто лошија. Креће се од 0.09 до 0.44, а најслабија је за задатке из других контекста, 0.07 до 0.62. Задаци од MA1 до MA3 (задаци у вези са површином испод графика) имају већу аритметичку средину од задатака MS1 до MS5. У групи задатака из физике и задатака општег типа је уочен супротан тренд.

Аритметичка вриједност је већа за задатке у вези са нагибом PS1 – PS5; CS1 – CS5, него за задатке у вези са површином PA1 – PA3; CA1 – CA3.

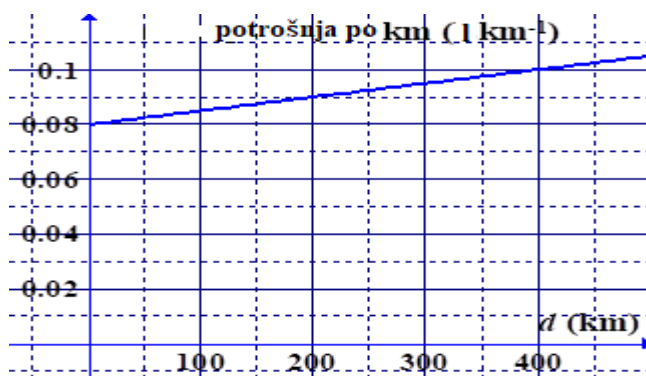
Забилежена стандардна девијација за задатке из математике је од 0.45 до 0.5, из физике у интервалу од 0.29 до 0.5, а из посљедње групе задатака се креће од 0.25 до 0.5.



Графикон 1. Проценат реализације задатака у тесту

График процентуалне реализације показује успјешност рјешених задатака од 1 до 24, по редослиједу како су дати у тесту. Из графика је уочљиво да су најуспјешније ријешени задатаци MA1 и MS3. Не изненађује чињеница да су најуспјешније ријешени задаци из области математике. Са графика видимо да је најмањи проценат реализације забилежен код задатака CA2 и CS5, који ће бити детаљно ријешени у наредној анализи.

14. (C – A2) *Grafik prikazuje kako se potrošnja goriva po kilometru za dato vozilo mijenjala sa promjenom pređenog puta. Koliko litara goriva je utrošeno tokom prvih 400 km puta?*



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

Слика 1. Графички приказ задатка CA2

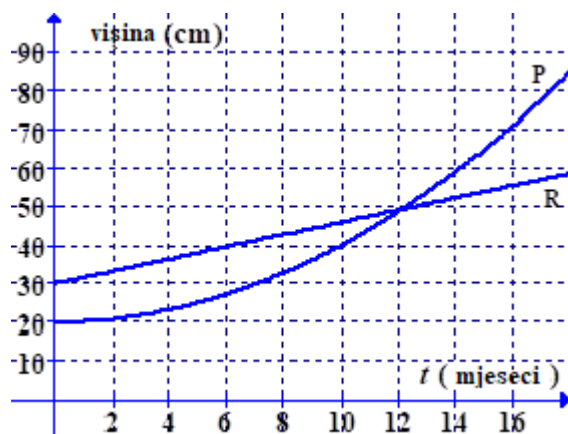
Тражена потрошња горива је, заправо, површина области испод графика. Површина области испод графика представља повшину трапеза са основицама $a = 0,08$ l/km и $b = 0,1$ l/km, те висином $h = 400$ km.

$$P = \frac{a + b}{2} \cdot h = \frac{0,08 + 0,1}{2} \frac{\text{l}}{\text{km}} \cdot 400 \text{ km} = 36 \text{ l.}$$

Велики проценат ученика су одговорили да је потрошња горива током првих 400 km износила 0,1 l.

Дакле, приликом читавања графика, ученици су читали координату y –осе која одговара координати $x = 400$ km. Приликом рјешавања задатка, ученици су требали извршити трансфер знања из математике. Оно што је највише збунило ученике јесте вриједност потрошње горива ($p = 0,08$ l/km) за $d = 0$ km. Пар ученика је ријешило задатак рачунајући површину као збир површина правоуглог троугла и правоугаоника.

16. (C – S5) *Grafik prikazuje kako se visina dvije biljke P i R mijenja tokom vremena. Kada te biljke rastu istom brzinom?*



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

a) Za $t = 0$ mjeseci

b) Za $t = 4$ mjeseca

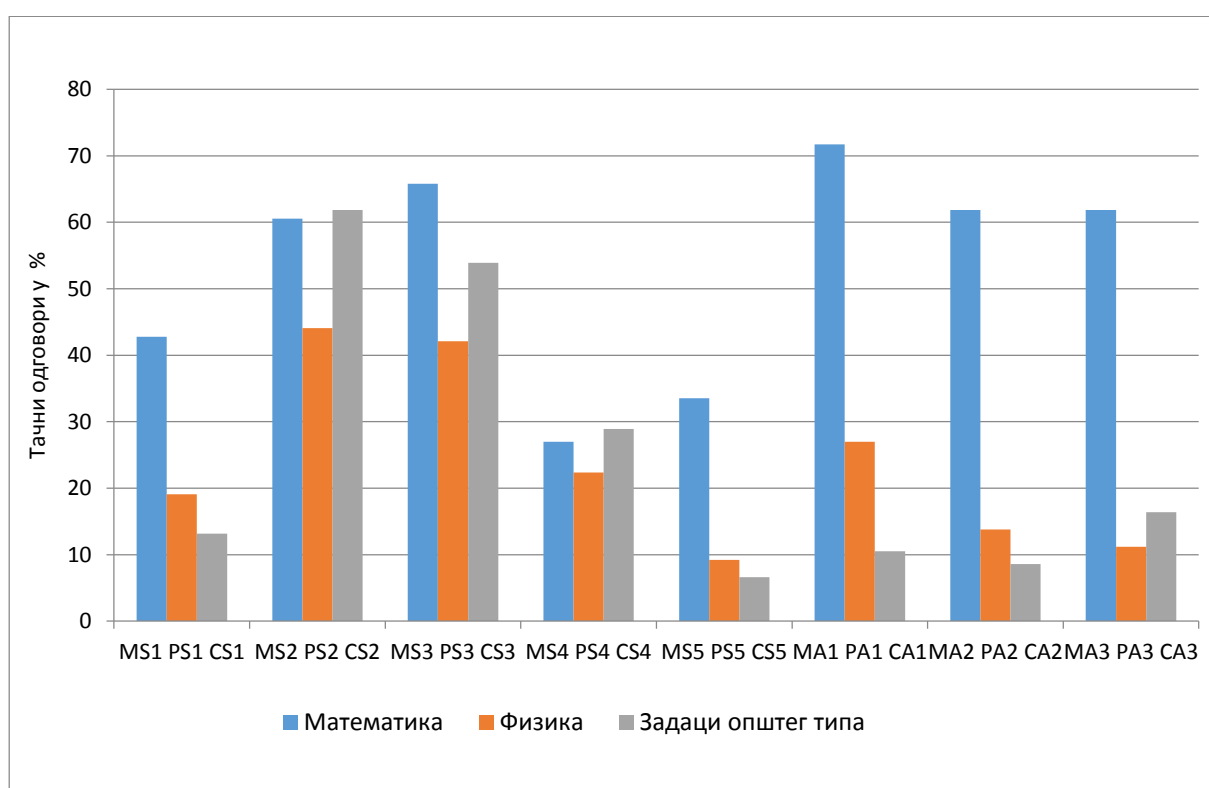
c) Za $t = 8$ mjeseci

d) Za $t = 12$ mjeseci

Слика 2. Графички приказ задатка CS5

Са графика видимо да је пресјек двије праве у $t = 12$ мјесеци међутим тражила се брзина. Другим ријечима, било је потребно наћи ону тангенту криве у којој вриједност нагиба има исту вриједност као вриједност нагиба криве. У задатку CS5, ученици нису „гледали“ брзину раста биљака већ висину. Мали број ученика је одговорио тачно. Ученици, који су одговорили нетачно, су одговорили да је резултат $t = 12$ мјесеци

Утврдивши који задаци су најуспјешније, а који најлошије урађени, жељели смо да упоредимо колико су ученици могли успјешно ријешити исте типове задатак, али у различитим областима.



Графикон 2. Компарација тачних одговора у три типа задатака

Као што видимо из графика 2, највећи трансфер уочен је у задацима S2, гдје су ученици приближно успјешно ријешили овакве задатке из математике и у задацима општег типа, док су знање нешто лошије примијенили у физици.

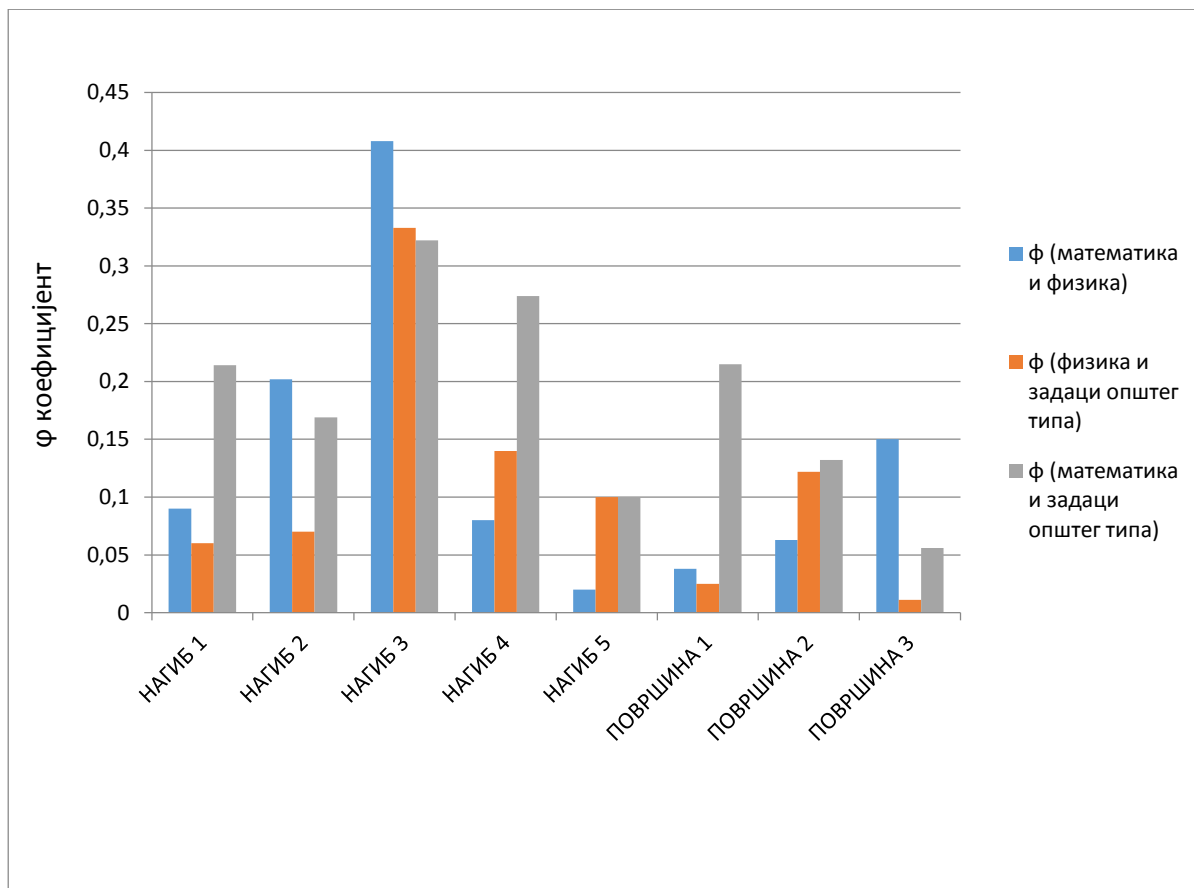
Дакле, ово је једини примјер типа задатака гдје су ученици успјешније урадили задатке из општег типа. У задатку MS2 од ученика је тражено да упореди нагиб двије праве. Ученици су могли да одреде који нагиб је већи, позивајући се на угао. С обзиром

да су на графику дате двије праве p и q већи нагиб су приписали оној правој која заклапа већи угао са x -осом. У овом типу задатака ученици су успјешно примјенили знање из математике да ријеше задатке из осталњ двије области (задаци PS2 и CS2). Најмање подударања постоји у задацима који су везани за површину.

Преко 60% ученика је успјешно ријешило задатке из математике, али је очигледан низак проценат тачно ријешених задатака из физике и задацима општег типа. Поставља се питање зашто су успјешније урадили задатке из математике. Задатак MA1, у коме је било потребно израчунати површину троугла, тачно је урадило преко 70% ученика. Рачунање површине троугла у настави математике се уводи у нижим разредима основне школе. То знање се константно понавља и утврђује у сваком наредном разреду, зато је сасвим очекивано да ће велики проценат ученика урадити тачно задатак. С друге стране ученици се са појмовима брзине, времена и пута упознају тек у 7. разреду основне школе, чему се оставља мање простора за утврђивање тог градива. Можемо констатовати двије ствари. Прва указује на велики значај понављања градива, али у различитим областима, што ученицима омогућава дубљи увид у тематику. Друга ствар која је јако битна јесте чињеница да ученици нису успјели искористити знање из математике да би ријешили задатак из физике, разлог за то може бити неповезивање градива. Сличне тенденције смо уочили у остала два типа задатака везаних за рачунање површине испод графика.

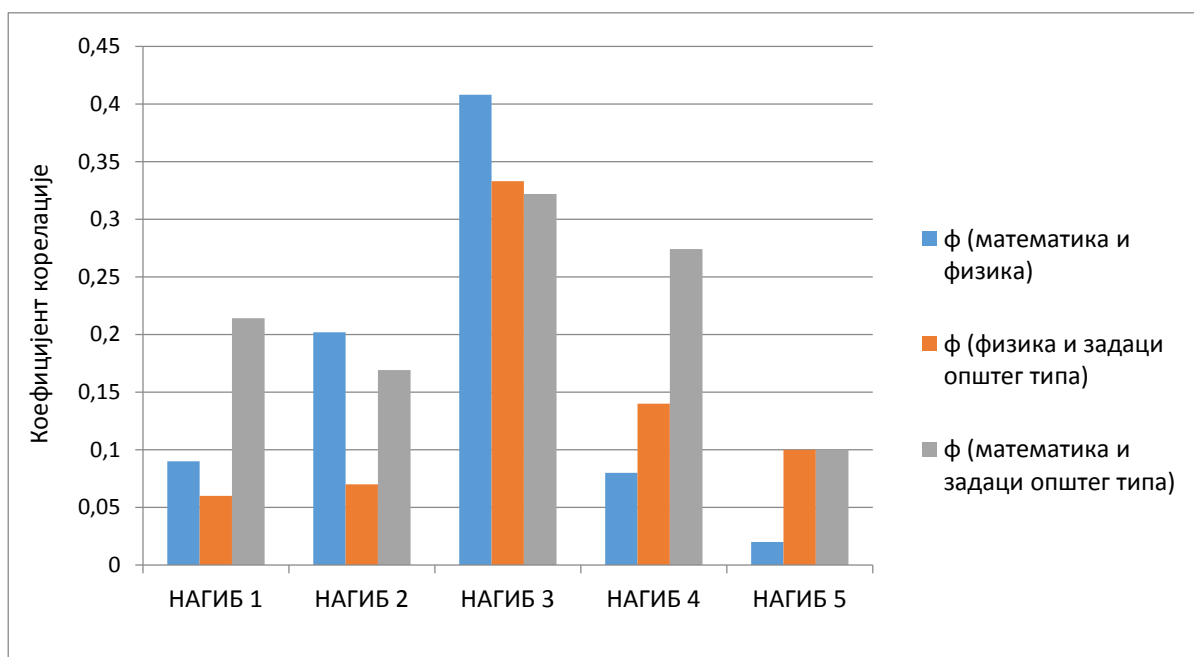
4.1.1 Валидност

Ради утврђивања **валидности (ваљаности)** теста користили смо ϕ коефицијент корелације. Овај параметар кориштен је ради утврђивања степена повезаности између ученичких одговора на задатке исте групе (математика и физика; физика и задаци општег типа, математика и задаци општег типа). Анализом група задатака највећи степен корелације уочен је у групи задатака "НАГИБ 3" (MS3, PS3, CS3) гдје је степен корелације између математике и физике износи 0,408. Најнижи степен корелације за три домена је примјећен је у групи "НАГИБ 5".



Графикон 3. Корелација нагиб и површина

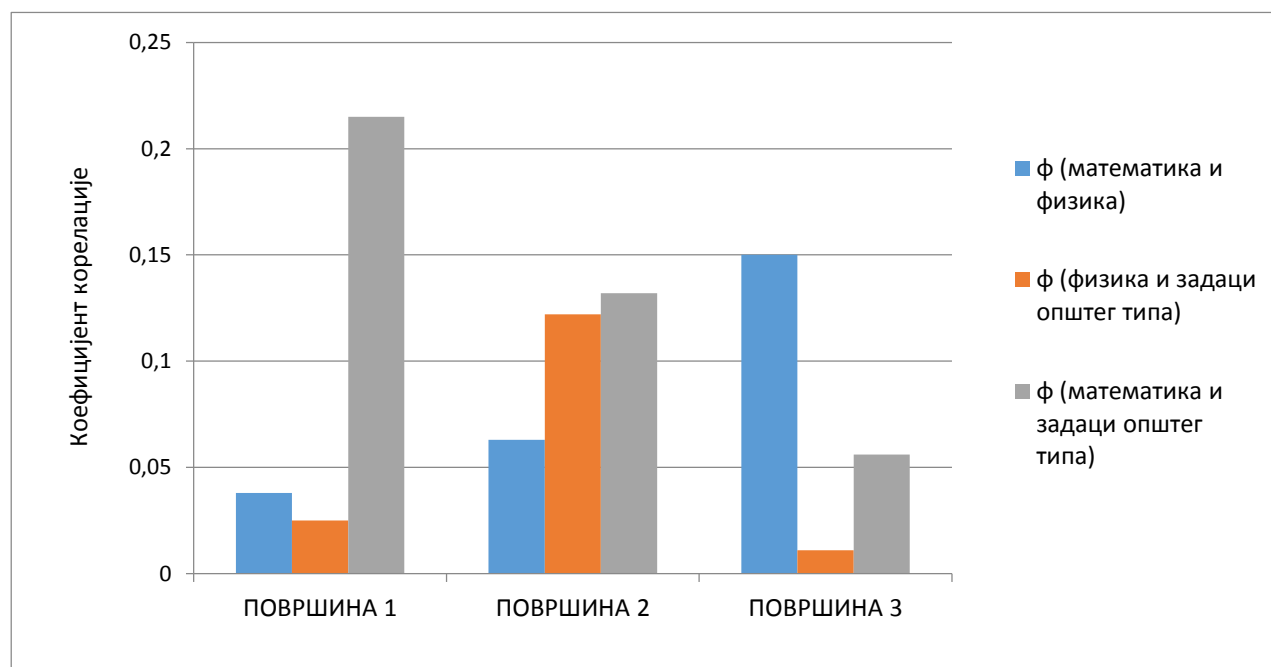
Графикон 4 показује анализу појединачних група задатака за нагиб, а графикон 5 за површину.



Графикон 4. Корелација нагиб

Поређењем резултата по групама задатака из домена "НАГИБ" примјећена је већа корелација у групи задатака „математике-задаци општег типа“ у односу на корелацију задатака „математика-физика“ и „физика-задаци општег типа“. Приликом рјешавања задатака општег типа ученици користе претходно искуство и креативнији су у начину на који долазе до рјешења, не ослањају се искључиво на употребу формула. Ученици користе своје претходно знање, искуство и потенцијале да би дошли до рјешења при чему нису ограничени искључиво задатим контекстом.

Можемо констатовати да је у групи "НАГИБ 3" релативно висока корелација између физике и задатака општег типа те математике и задатака општег типа. На испитаном узорку ученика утврђено је постојање средње повезаности између ученичких одговора у математици, физици и задацима општег типа. С обзиром да се корелацијом не могу утврдити узрочно- посљедичне везе можемо констатовати да су у групи задатака "НАГИБ 3" ученици приближно успјешно рјешавали задатке у сва три домена. На основу ових резултата не можемо тврдити да је добро знање из математике допринијело приближно успјешном рјешавању задатака из физике и другог контекста. Трансфер знања не можемо схватити као једино објашњење за успјешно урађен задатак, јер постоји могућност да ученици посједују приближно добро знање у сва три домена.



Графикон 5. Корелација површина

Посматрајући корелацију групе задатака из површине, уочљиво је да је највећи степен корелације присутан у другом задатку у којем су вриједности корелације

приближно једнаке за математику и физику, физику и задацима општег типа те математику и задацима општег типа. Анализом првог задатка из површине (МА1, РА1, СА1) највећи степен корелације уочава се између математике и задацима општег типа, док је изузетно ниска корелација примјећена између математике и физике, физике и задатака општег типа. У трећем задатку површине (МА3,РА3,СА3) највећи степен повезаности остварују математика и физика, затим математика и задаци општег типа, док је веза између физике и задацима општег типа минимална.

На основу приказаног графикана 5, посматрајући сва три задатка површине закључујемо да је највећа повезаност између математике и задатака општег типа, изузев у трећем задатку гдје је већа веза између математике и физике. У сва три задатка површине уочен је најмањи степен повезаности између физике и задатака општег типа. Према Блумовој (*Bloom*) таксономији разликујемо шест когнитивних нивоа учења, почевши од најједноставнијег нивоа ка најсложенијем типу спознаје: знање, разумијевање, примјена, анализа, синтеза и вредновање (*Bloom*, 1956). Према претходној анализи графикана 4. и 5. ниска корелација физике са остала два домена упућује на чињеницу на слабију активацију виших когнитивних нивоа код ученика, будући да нема примјене знања у другим контекстима. Добијени резултати могу упућивати на слабије разумијевање градива из физике. Као један од начина превазилажења ових проблема у настави физике, аутори Хајдуковић-Јандрић и сар. (*Hajdukovic-Jandric et al*, 2011) предлажу увођење проблемске наставе. Аутори су истраживањем утврдили да су експерименталне групе, у којима је примјењен експериментални фактор проблемске наставе, много успјешније рјешавале задатке у посттесту у односу на контролне групе. Аутори су такође показали да проблемска настава промовише креативност и логичко закључивање, као и примјењивање знања у другим контекстима. Такође, ученици су показали већу заинтересованост за наставу физике и већу мотивацију за усвајање знања, посебно у завршним (осмим) разредима основне школе.

Још један кључан фактор који утиче на успјешно разумијевање садржаја физике јесте мотивација ученика. Резултати групе аутора Станивук, Скубан и Богдановић (Станивук, Љ, Скубан С. и И. Богдановић, 2015: 749) упућују на то „да је пожељна промена у начину рада на часовима физике са циљем повећавања мотивисаности и заинтересованости ученика за физику“, као и на то да је потребно „подржавати

самосталност ученика (одабиром одговарајућег начина рада, на пример, обрада теме кроз самостални експериментални рад ученика), креирати занимљиве задатке у складу с интересовањима и потребама ученика, постављати проблемске ситуације ослањајући се на потенцијале ученика (способности, вештине, знања), омогућавати ученицима избор (теме рада, на који начин ће се радити, али такође и давати ученицима повратну информацију (истицати постигнуто)“.

4.1.2 Поузданост

Поузданост теста као основна метричка карактеристика описује конзистентност и прецизност резултата процеса мјерења. Да бисмо могли провјерити резултате теста, морамо бити уверени да ће испитаници, ако их тестирамо неколико пута, постићи сличне или исте резултате. Недостатак поузданости значи непрецизност и недостатак конзистентности, или грешка у мјерењу. Грешке су најчешће проузроковане несистемским факторима који се не могу контролисати. Стабилност резултата мјерења није потпуна јер се резултат састоји од двије компоненте: права вриједност (знање) и грешка. Коефицијент поузданости представља удио правих резултата у укупном скору резултата. Поузданост теста мјери се коефицијентом Кронбах алфа (*Cronbach, α*).

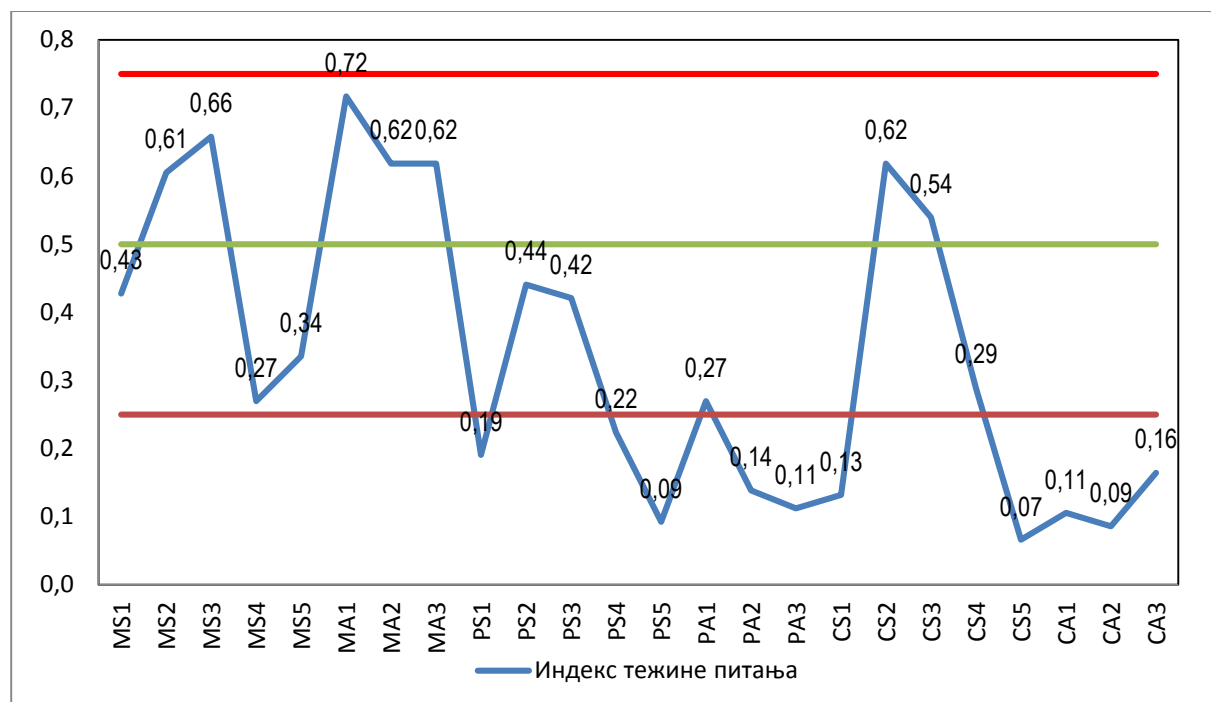
Вриједност коефицијента Кронбах алфа (аутор) прорачуната је за субтестове односно групе задатака "НАГИБ М", "НАГИБ Р", "НАГИБ С", "ПОВРШИНА М", "ПОВРШИНА Р", "ПОВРШИНА С". Највећу конзистентност и поузданост има субтест "НАГИБ М" и износи 0,824, па можемо закључити да задаци дате групе веома успјешно мјере знање ученика, док су остале групе имале ниже вриједности коефицијента α . Овај коефицијент не представља мјеру квалитета теста, већ показатељ релативне поновљивости теста. Висока вриједност коефицијента карактеристична указује да субтест добро мјери дату карактеристику (у нашем случају успјешност читања графикана) и да ће у случају поновљеног теста дати приближне резултате.

4.1.2 Осјетљивост

Као додатни показатељ задовољења општих захтјева теста користи се осјетљивост теста. Према Хусремовићу (2016) осјетљивост теста зависи од параметара: тежинске примјерености задатака, броја задатака у тесту и корелације у тесту. У наставку рада дата је анализа поменутих параметара осјетљивости.

4.1.2.1 Тежинска примјереност задатака

Индекс тежинске примјерености задатака код дихотомних скорова добија се на основу аритметичке средине скорова задатака. На графикону број 6. дат је приказ вриједности индекса тежине за појединачне задатке у тесту.



Графикон 6. Индекс тежинске примјерености задатака, p

Удио ученика који су тачно договорили на задати задатак упућује на степен тежине задатка. Што је већи удио ученика који су тачно ријешили задатак, задатак ће бити лакши. Оптимална вриједност индекса износи 0,50 (50% тачних одговора). Уколико је вриједност индекса тежине мања или једнака 0,25 дати задатак се сматра тешким. Вриједност индекса измеу 0,25 и 0,75 означава задатке средње тежине, док су задаци чија тежина износи 0,75 и више окарактерисани као лаки.

Анализом индекса тежине за двадесететири задатка уочава се да у нашем тесту преовлађују задаци средње тежине, 60% задатака (14). Навећу вриједност индекса тежине има задатак MA1 чија вриједност износи 0,71 према чему се сврстава релативно близу горњег прага од средње тешког према лако задатку. Поред тога, категорији средње тешких задатака чија вриједност је већа од 0,5 припадају задаци MS2, MS3, MA2, MA3, CS2. На основу наведеног уочава се да су за испитани узорак ученика, најлакши били задаци математичке групе. Насупрот томе, најтежи задатак у тесту је CS5, а затим

следе PS5, CA2, PA3, CA1. Запажа се да је су за дату групу ученика натежи задаци у групи физика, нарочито задаци површине. Само један задатак има вриједност најближу оптималној и то је CS3, чија тежина износи 0,54.

На основу приказаног, уочљиво је да су за испитану групу ученика били најтежи задаци из физике, док је најлакша била математика. Гледајући однос задатака нагиба и површине, у групама физика и задаци општег типа, ученици су унеколико успјешније рјешавали задатке нагиба, док су им задаци површине у овим областима били изузетно тешки за рјешавање. Другачији однос је само у групи задатака из математике које су ученици најуспјешније рјешавали, а гдје су им задаци површине били лакши у односу на задатке нагиба.

4.1.2.2 Дискриминациони индекс

Дискриминациони индекс представља мјеру утврђивања тежинске примјерености задатака и теста. Овим индексом омогућено је јасно диференцирање ученика који посједују знање од оних који знање не посједују. Вриједности дискриминационог индекса за поједине групе задатака (субтестове) приказане су у табели 3. Вриједност дискриминационог индекса изнад 0,30 и више означава да је осјетљивост задатака унутар субтеста добра. Осјетљивост од 0,10 до 0,30 представља задовољавајућу дискриминативност задатака унутар субтеста. Осјетљивост једнака нули или негативна вриједност индекса дискриминативности сматра се лошом и упућује на лошу поставку задатака или погрешно кодиран задатак. Позитиван дискриминативни индекс чија је вриједност 0,2 и више сматра се прихватљивим мјерилом дискриминативности задатака. У табели 3. приказане су вриједности дискриминационог индекса према субтестовима односно групама задатака из математике, физике и другог контекста, а према два типа задатака, нагиб и површина.

Табела 3. Вриједности дискриминационог индекса (d) за субтестове задатака

група задатака	d
НАГИБ <i>М</i>	0,484
НАГИБ <i>Р</i>	0,274
НАГИБ <i>С</i>	0,328
ПОВРШИНА <i>М</i>	0,656
ПОВРШИНА <i>Р</i>	0,176
ПОВРШИНА <i>С</i>	0,120

Према подацима приказаним у табели 3. уочава се да пет група задатака имају задовољавајући индекс дискриминације, а то су групе "НАГИБ М", "НАГИБ Р", "НАГИБ С", "ПОВРШИНА М" и "ПОВРШИНА Р". Најбољу дискриминативност имају задаци у групи "ПОВРШИНА М", која износи 0,656, а затим слиједе "НАГИБ М", "НАГИБ С", са вриједностима 0,480 и 0,328. Задовољавајуће вриједности дискриминационог индекса имају групе "НАГИБ Р" и "ПОВРШИНА Р". Низак степен дискриминативности карактеристичан је за групу задатака "ПОВРШИНА С" и износи 0,120. Високе вриједности дискриминационог индекса за дате субтестове означавају да дати задаци успјешно мјере одређену карактеристику, односно да ће високо способни ученици имати већу вјероватноћу тачног рјешавања датих задатака, од мање способних ученика. Већа осјетљивост субтеста и задатака примјећена код група "ПОВРШИНА М", "НАГИБ М", "НАГИБ Р", "НАГИБ С", па се може сматрати да задаци у датим групама значајно доприносе дистинкцији успјешних ученика од мање успјешних.

4.2 Квалитативна анализа ученичких стратегија

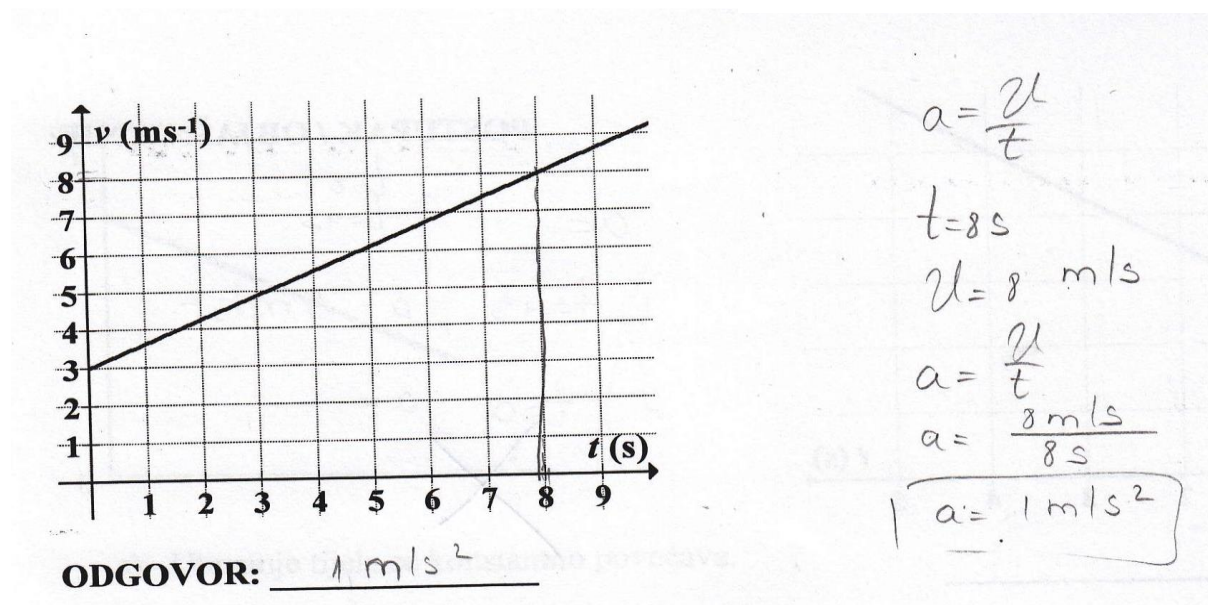
Кратко ћемо квалитативно анализирати стратегије које су ученици најчешће користили у ова три домена.

4.2.1 Употреба формула

Ученици су најчешће користили формуле у својим објашњењима у све три групе питања. Међутим те формуле нису биле увијек тачне, што можемо видјети из примјера наредног задатка. И у математичком контексту је било видљиво да одређивање нагиба криве ученицима није једноставно, међутим у физици је ослањање на погрешну формулу, која умјесто интервала представља једну тачку, проузроковало додатне проблеме.

17. (P – S1) Kretanje automobila po ravnom horizontalnom putu je prikazano na v-t grafiku. Naći ubrzanje auta u $t = 8$ s.

POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:



Слика 3. Графички приказ задатка PS1

Са графика видимо да је почетна брзина износила $v_0 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ($t_0 = 0$), док је у $t = 8$ s брзина имала вриједност $v = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Тражено убрзање износи

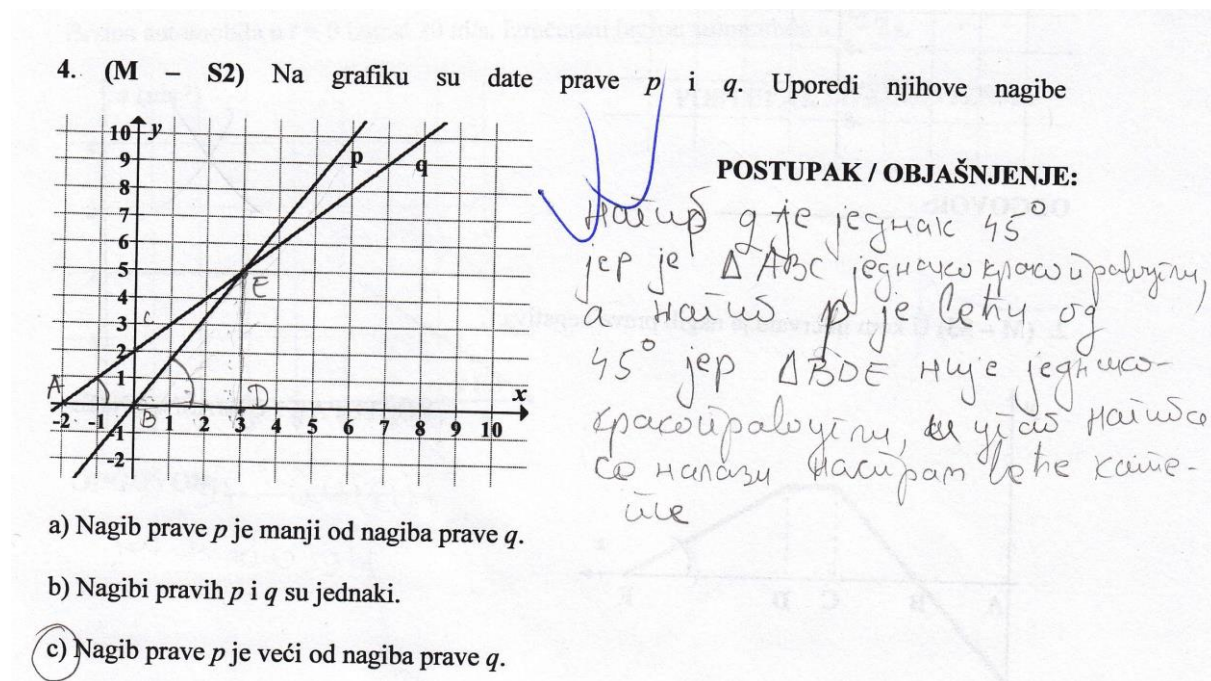
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{8 \text{ s}} = 0,625 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Кључна грешка у физици састојала се у томе да су ученици покушавали одредити убрзање из једне тачке, користећи формулу $a = \frac{v}{t}$, умјесто формуле $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Ученике треба упозорити на то да је за одређивање нагиба, као и убрзања у $v - t$ дијаграму графику или брзине у $x - t$ графику, увијек нужно користити двије тачке, односно интервала не само једну тачку. Формуле из физике за убрзање и брзину важно је повезати са математичком формулом за нагиб, како би ученици разумјели да су оне једнаке. Треба упозорити и на учестало неразумијевање знака Δ , који је додатни извор потешкоћа везаних уз одређивање нагиба.

Било је очекивано да се формуле користе у групи задатака S1, гдје је било потребно израчунати нагиб. Иако је само у задацима S1 било потребно користити

формулу, ученици су их такође користили и у групи задатака S2 и S5. Нпр, у задацима S2 је било довољно упоредити нагибе правих линија без рачунања. Погледајмо текст задатка MS2. .



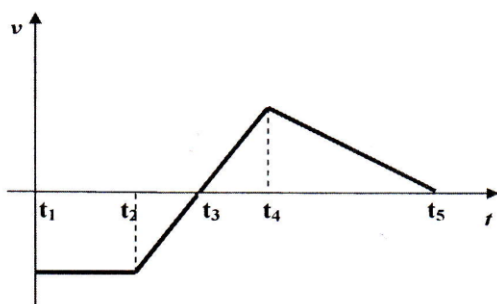
Слика 4. Графички приказ задатка MS2

Приликом рјешавања задатака у којима је било потребно да се упореде нагиби правих линија, ученици су успјешно ријешили задатке. Међутим у задацима из физике, гдје је било потребно да се упореди убрзање два тијела, ученици нису успјели примијенити трансфер знања из математике на задатке из физике. На слици 4. је дат тачан одговор ученика приликом рјешавања задатка из математике

4.2.2 Погрешно тумачење убрзања

У групи задатака S3 и S4 ученици су често доносили погрешне закључке о нагибу на основу изгледа графика..

20. (P – S3) U kom vremenskom intervalu je ubrzanje kretanja koje je prikazano na datom v-t grafiku negativno?



a) $t_1 - t_2$

☒ b) $t_1 - t_3$

c) $t_3 - t_4$

d) $t_4 - t_5$

POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

~~jer uge se u~~
 jer uge $t_1 \rightarrow t_2 \rightarrow t_3$
 u t_3 go t_3 je najmanje
 od t_3 go t_3 je najmanje



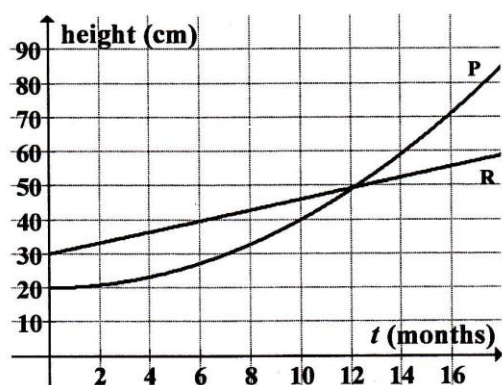
Слика 5. Графички приказ задатка PS3

Ученици нису научили шта изглед графика може да нам каже. Врло често се у наставној пракси кинематички концепти уводе на примјерима позитивне брзине, а затим се без додатних појашњења дају примјери са негативном брзином. На основу одговора ученика, може се закључити да ученици не читавају промјену брзине. Нису тумачили да је убрзање промјена брзине са временом, тачније ученици нису тражили како се брзина мијења са временом. Посматрали су како се мијења вриједност функције.

4.2.3 Идентификовање нагиба криве у некој тачки са нагибом тангенте у тој тачки

У задацима S5 ученици су закључили да су нагиби фукције графика и нагиб тангенте једнаки у тачки пресјека.

16. (C – S5) Grafik prikazuje kako se visina dvije biljke P i R mijenja tokom vremena. Kada te biljke rastu istom brzinom?



- a) Za $t = 0$ mjeseci
- b) Za $t = 4$ mjeseca
- c) Za $t = 8$ mjeseci
- ☒ d) Za $t = 12$ mjeseci

POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

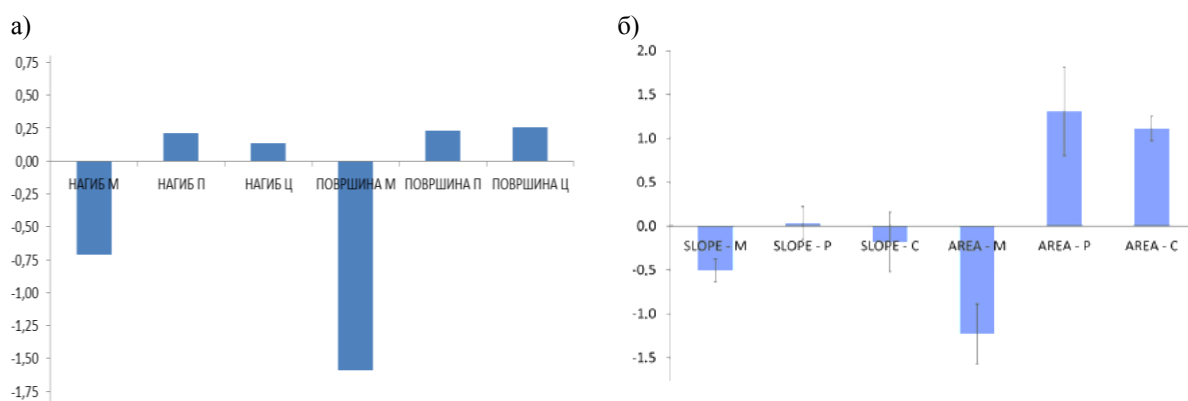
Потки тује се графички
сјекну представља
интервал у којем
оне расту истом
брзином

Слика 6. Графички приказ задатка CS5

У задатку је било потребно да се нађе тангента криве P, која има исту вриједност нагиба као и нагиб криве R. Другим ријечима, требало је повући праву паралелну правој R, а која има једну заједничку тачку са кривом P. Мали број ученика је користио наведену стратегију.

5. Поређење са претходним истраживањима

Како је раније поменуто, за потребе нашег истраживања користили смо концептуални тест аутора Планинић, М. и сар. (Planinic, M. et al, 2012). У раду *Comparison of University student's understanding of graphs in different contexts*, аутори се баве анализом разумјевања графика код студената прве године одсјека за математику и физику. Резултати истраживања засновани су на *Rasch* методологији (T. G. Bond and C. M. Fox, 2001). У наставку рада упоређујемо резултате истраживања на основу анализе тежине задатака нагиба и површине у три различита домена (М – математика, Р – физика, С – задаци општег типа).



Графикон 7. Резултати анализе средње тежине задатака у три различита домена, ученика средње школе у Републици Српској (а) и студената прве године факултета Одсјека за математику и Одсјека за физику, Универзитета у Загребу (б)

По узору на поменуте ауторе анализирали смо просјечну тежину задатака⁴ у три домена и 2 концепта (нагиб, површина). Ради упоредивости наших резултата са резултатима истраживања аутора Планинић, М. и сар. (2012) користили смо *Rasch* модел, за утврђивање тежине задатака. Средњој тежини задатака је у *Rasch* методи додијељена вриједност нула. Позитивне вриједности тежине задатака упућују на задатке теже од просјека, а негативне вриједности приписују се задацима лакшим од просјека. Резултати истраживања приказани су на графикону 7. гдје слика а) показује резултате истраживања на узорку од 152 ученика средњих школа у Републици Српској, док су на слици б) приказани резултати анализе узорка од 385 студената прве године одсјека за математику и физику, Универзитета у Загребу.

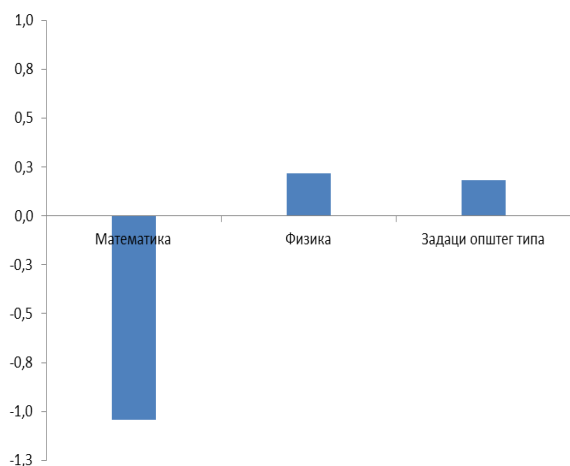
Запажа се сличност у добијеним резултатима анализа. Ученици средњих школа у Републици Српској најлакше су рјешавали задатке из математике у вези са површином. Приближне тежине су били и задаци из групе задатака "НАГИБ М". Поредећи дате вриједности са резултатима анализе аутора из Загреба, уочава се да су ученици у Републици Српској лакше рјешавали задатке из домена "ПОВРШИНА М" и "НАГИБ М", док се показало да су за студенте у Загребу поред наведених, лакши од просјека били и задаци у домену другог контекста "НАГИБ С".

Најтежи задаци за оба истраживања су били из домена физике "ПОВРШИНА Р" и другог контекста "ПОВРШИНА С". За испитани узорак ученика средњих школа задаци

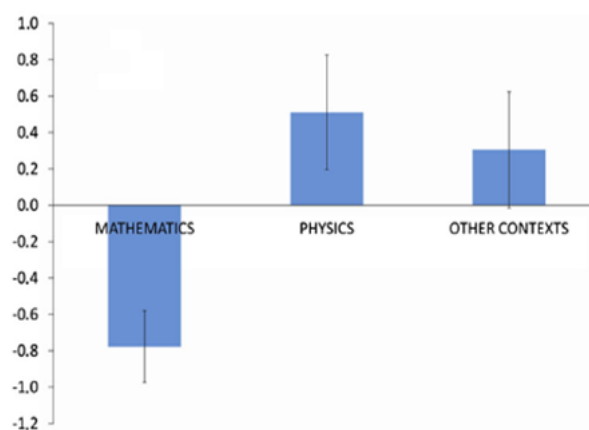
⁴ Средња тежина задата изражена је у јединицама logit које користи Rasch модел

из нагиба у физици и задацима општег типа су били знатно тежи, за разлику од студената којима су ови задаци били осредње тежине.

У наставку анализе приказана је укупна средња вриједност тежине задатака за математику, физику и задатке општег типа.



а)



б)

Графикон 8. Средња тежина задатака у три домена а) ученика средње школе у Републици Српској (а) и студената прве године факултета Одсјека за математику и Одсјека за физику, Универзитета у Загребу (б)

Из графикона 8. уочава се да је у оба истраживања домен математике био најлакши за студенте и средњошколце, док су задаци из физике другог контекста били много тежи. Због приближних вриједности средње тежине задатака из физике и другог контекста, може их сматрати задацима једнаке тежине. Овим смо потврдили велику сличност наших резултата са резултатима аутора из Загреба.

6. Закључак

Циљ овог рада био је утврдити разумјевање графика у три домена код ученика средњих школа у Републици Српској, провјерити да ли постоји трансфер знања из једне области у друге, те упоредити резултате истраживања са сличним истраживањима на исту тему. Особеност овог рада лежи у томе што нема много сличних истраживања на нашим просторима, а импликације су значајне за наставничку праксу из области физике.

Закључци до којих смо дошли заснивају се на анализи тестова које су ученици радили у четири општине у Републици Српској. Подаци су затим анализирани SPSS (Statistical Package for Social Sciences) софтвером за статистичку анализу података. Резултати показују да су се ученици најбоље снашли приликом рјешавања задатака из математике, посебно при израчунавању површине испод графика. Вриједности аритметичке средине су најбољи показатељ за то. Највећу вриједност аритметичке средине, која износи 0.72 има управо задатак МА1, односно задатак из математике, у којем је требало израчунати површину испод графика. Занимљива је чињеница да су ученици најлошије урадили задатке из физике, а чак нешто успјешније задатке општег типа. Разлог за то можемо наћи у чињеници да се ученици не сусрећу често са графицима у настави физике, те да је њихово знање засновано на меморисању конкретних ситуација из области физике. Још један од узрока оваквих резултата можемо наћи у аверзији који ученици осјећају према физици, на чему треба порадити већ у основној школи када се физика уводи као наставни предмет. Један од начина да се то оствари може бити увођењем интегративне, пројектне и интерактивне наставе, умјесто претежно фронталне, која преовладава.

Посматрајући колико су ученици могли пренијети знање из једне области у друге, поредили смо број тачно рјешених задатака у три домена. Резултати упућују на то да велики број ученика нису могли искористити знање које посједују из математике, јер је од ученика који су ријешили одређени задатак из математике мали број њих је ријешао задатак истог типа из физике или задатак општег типа. Ово потврђује и анализа корелације између области, гдје је коефицијент корелације или повезаности нешто нижи, јер се ученицима чинило да задаци нису повезани иако јесу, на основу чега закључујемо да је знање ученика фрагментирано и везано уз контекст у којем се оно усвајало. Наша анализа је директно пропорционална оној у Загребу, која је показала да ученици имају

највише проблема приликом интерпретације графика у физици, а да узрок за то не лежи у недовољном знању из математике, него је проблем примарно у интерпретацији графика у физици.

Просјечна вриједност индекса тежине задатака показује да су ученици задатке из математике сматрали знатно лакшим од задатака из физике или задатака општег типа, јер су њих најуспјешније рјешавали.

Анализа показује да су ученици најуспјешније рјешавали задатке из математике у вези са површином у односу на задатке са нагибом. У преостала двије области (физика и задаци општег типа) примјећен је супротан тренд, гдје су ученици успјешније рјешавали задатке у вези са нагибом. Можемо претпоставити да су ученици релативно добро савладали површину у контексту математике, али да то знање нису најуспјешније искористили да ријеше задатке из остала два контекста, и обратно. Поређењем смо утврдили да су математички задаци без контекста ученицима најлакши. Задаци из физике и задаци општег типа нису показали велика одступања, што нам говори да задаци из физике ученицима представљају проблем. Наравно треба узети у обзир да смо испитивали ученике првих разреда средње школе али и то да су учили кинематику у основној школи и да би требало да су већ савладали основе кинематике. Анализом можемо закључити да највеће потешкоће изазива лоше предзнање из графика и то посебно у вези са нагибом и површином испод графика.

Литература

B. Bloom, M. Englehart, E. Furst, W. Hill, D. Krathwohl, *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*, New York, Toronto: Longmans, Green, (1956).

T. G. Bond, C. M. Fox, *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, (2001).

C. Michelsen, *Expanding the domain—variables and functions in an interdisciplinary context between mathematics and physics*, Proceedings of the 1st International Symposium of Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences, edited by A. Beckmann, C. Michelsen, and B. Sriraman (The University of Education, Schwäbisch Gmünd, Germany, pp. 201–214, (2005).

Cronbach, L. J. , Coefficient alpha and internal structure of tests. *Psychometrika* (4), 297-334, (1951).

L. J. Cronbach, Five perspectives on the validity argument. U H. Wainer, & H. I. Braun (Ur.), *Test validity* (str. 3-18). NJ: Hillsdale, (1988).

M. R. Furr, V. R. Bacharach, *Psychometrics: An Introduction*. SAGE Publications, (2013).

G. Leinhardt, O. Zaslavsky, and M. K. Stein., *Functions, graphs, and graphing: Tasks, learning, and teaching*, Rev. Educ. Res. **60**, 1 (1990).

I. Halloun, D. Hestenes, *The initial knowledge state of the college physics students*. Am. J. Phys. **53** (11), 1043-1055 (1985).

D. Hestenes, M. Wells, G. Swackhamer, *Force concept inventory*. The Psysics Teacher, **30** (3) (1992).

DŽ. Husremović, *Osnove psihometrije za studente psihologije*. I izdanje. Sarajevo: Filozofski fakultet Univerziteta u Sarajevu, (2016).

J. D. Bransford and D. L. Schwartz, *Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications*, Rev. Res. Educ. **24**, 61 (1999).

J. D. Bransford, A. L. Brown, and R. R. Cocking, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press, (1999).

L. C. McDermott, M. L. Rosenquist, and E. H. van Zee, *Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics*, Am. J. Phys. **55**, 503 (1987).

M. Planinic, L. Ivanjek, A. Susac, and Z. Milin-Sipus, *Comparison of university students' understanding of graphs in different contexts*, Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. **9**, 020103 (2013).

M. Planinic, Z. Milin-Sipus, H. Katic, A. Susac, and L. Ivanjek, *Comparison of student understanding of line graph slope in physics and mathematics*, Int. J. Sci. Math. Educ., **10**, 1393 (2012).

J. Pallant, Development and validation of a scale to measure perceived control of internal states. *Journal of Personality Assessment*, **75**, 2, 308-37 (2000).

L. Radenković, *Konceptualni testovi u nastavi mehanike*. Seminarski rad, PMF Niš, (2014).

T. Wemyss and P. van Kampen, *Categorization of first-year university students' interpretations of numerical linear distance-time graphs*, Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. **9**, 010107 (2013).

S. Urbina, *Essentials of behavioral science series. Essentials of psychological testing*. Hoboken, NJ: John Wiley, (2004).

С. Фажељ, *Психометрија: Метод и теорија психолошког мерења*. II допуњено издање. Београд: Центар за примењену психологију, (2005).

G. Hajdukovic-Jandric, D. Obadovic, M. Stojanovic, I. Rancic, *Impacts of the Implementation of the Problem-based Learning in Teaching Physics in Primary Schools*, New Educational Review, **25** br. 3, str. 194-204 (2011).

Љ. Станивук, С. Скубан, И. Богдановић, *Ставови ученика техничке школе о оцени из физике и мотивација за учење садржаја физике*, Настава и васпитање, **4**, 735-751 (2015).

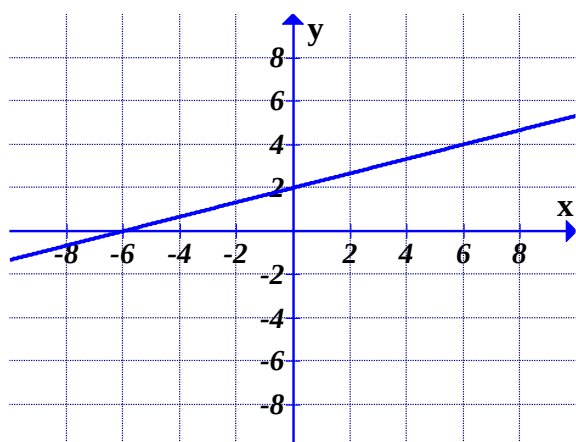
Прилог

TEST NA GRAFIKU

Molimo da pažljivo pročitate svako pitanje i da razmotrite grafik u prilogu. Zaokružite tačan odgovor u pitanjima s ponuđenim odgovorima ili napišite odgovor na ponuđenoj liniji u pitanjima otvorenog tipa. Molimo da date postupak i objašnjenje za svaki odgovor. Objašnjena ne moraju biti duga, ali treba da jasno pokažu vaše rasuđivanje.

Hvala na saradnji!

1. (M – S1) Pronađi nagib prave (funkcije) sa grafika.

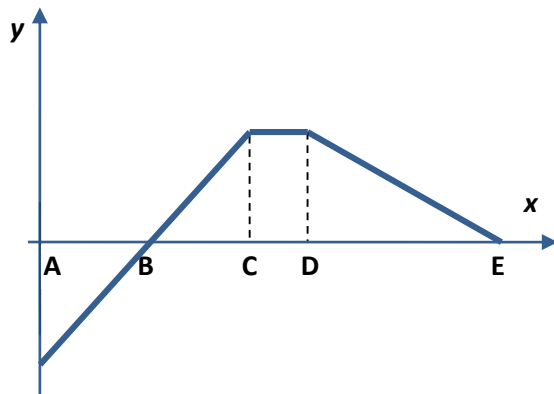


POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

ODGOVOR: _____

2. (M – S3) U kom intervalu je nagib prave negativan?

POSTUPAK / OBJAŠNENJE:



a) A – B

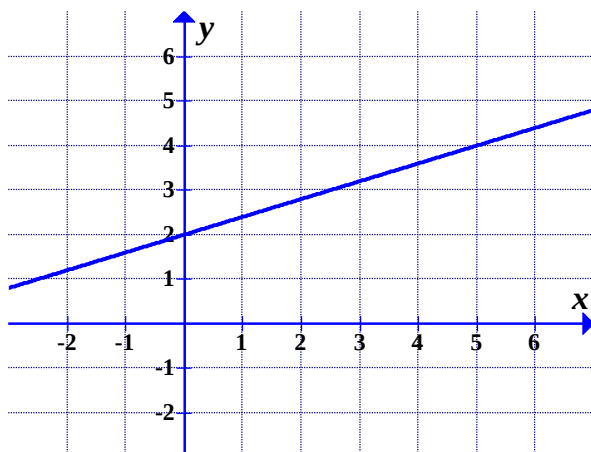
b) A – C

c) C – D

d) D – E

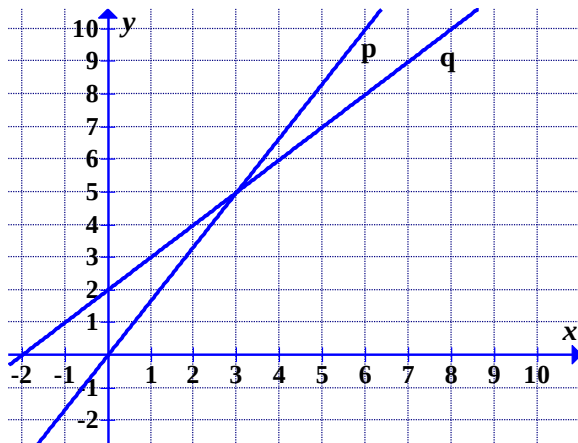
3. (M – A2) Izračunaj površinu oblasti ispod grafika funkcije od $x = 0$ do $x = 5$.

POSTUPAK / OBJAŠNENJE:



ODGOVOR: _____

4. (M – S2) Na grafiku su date prave p i q . Uporedi njihove nagibe.



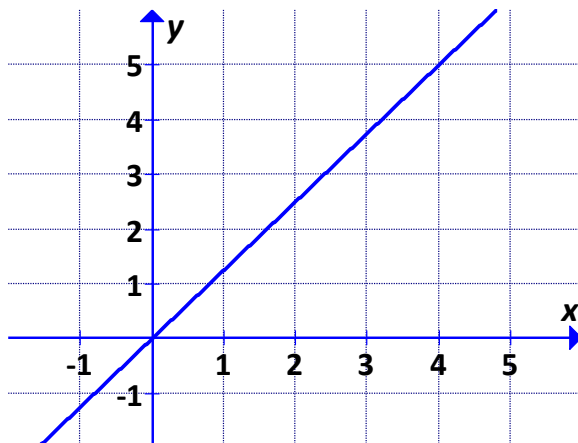
POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

a) nagib prave p je manji od nagiba prave q .

b) nagibi pravih p i q su jednaki.

c) nagib prave p je veći od nagiba prave q .

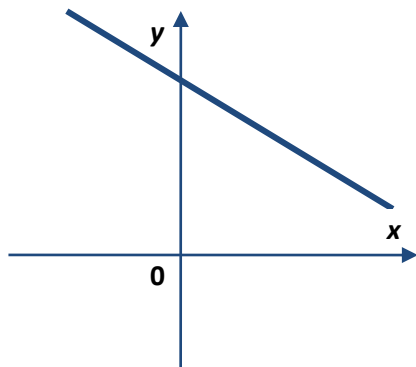
5. (M – A1) Izračunaj površinu oblasti ispod grafika funkcije od $x = 0$ do $x = 4$.



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

ODGOVOR: _____

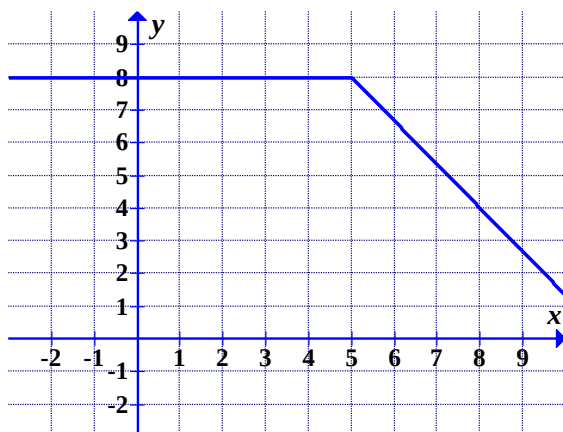
6. (M – S4) Na koordinatnom sistemu je data prava (linija). Koji od ponuđenih odgovora je tačan?



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

- a) nagib prave je konstantan i pozitivan.
- b) nagib prave je konstantan i negativan.
- c) nagib prave se konstantno smanjuje i negativan je.
- d) nagib prave se konstantno smanjuje i pozitivan je.

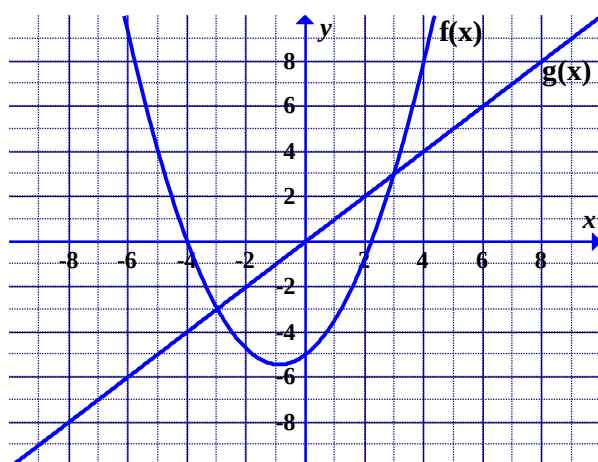
7. (M – A3) Izračunaj površinu oblasti ispod grafika funkcije od $x = 0$ do $x = 8$.



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

ODGOVOR: _____

8. (M – S5) Pronađi vrijednost x za koje su nagibi tangenti funkcija $f(x)$ i $g(x)$ jednaki.



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

a) $x = -4$

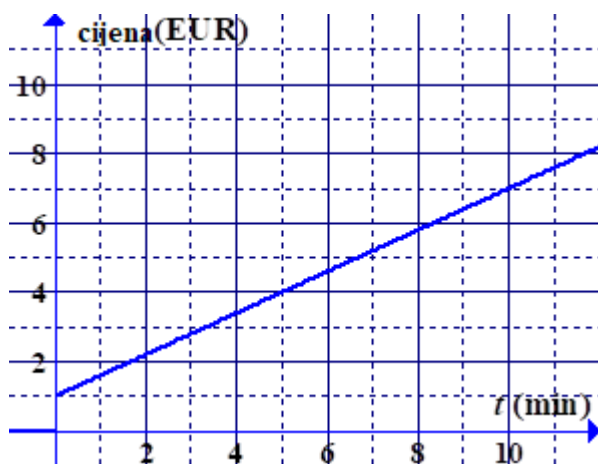
b) $x = -3$

c) $x = 0$

d) $x = 5$

9. (C – S1) Grafik pokazuje kako se cijena telefonskog poziva mijenja sa trajanjem poziva.

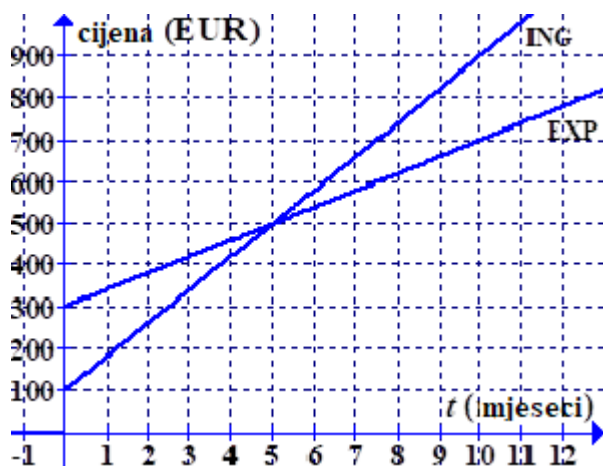
Izračunaj kolika je cijena poziva po minuti.



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

ODGOVOR: _____

10. (C – S2) Grafik pokazuje promjenu cijena robe ING i EXP sa vremenom. Uporedi brzinu rasta cijena za $t = 3$ mjeseca.

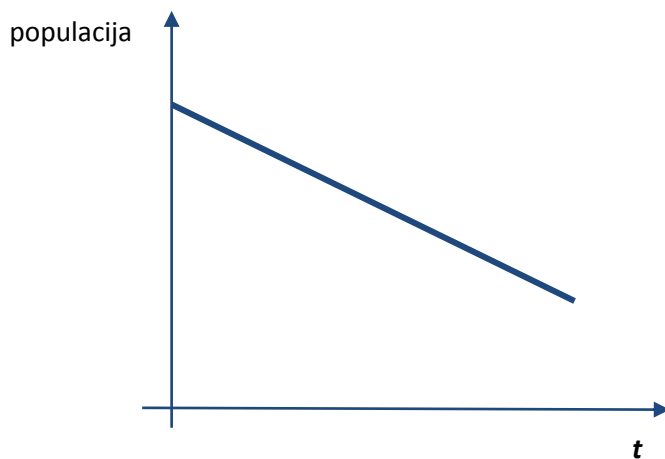


POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

- a) Brzina rasta cijene robe ING je manja od brzine rasta cijene robe EXP.
- b) Brzine rasta cijena robe ING i EXP su jednake.
- c) Brzina rasta cijene robe ING je veća od brzine rasta cijene robe EXP.

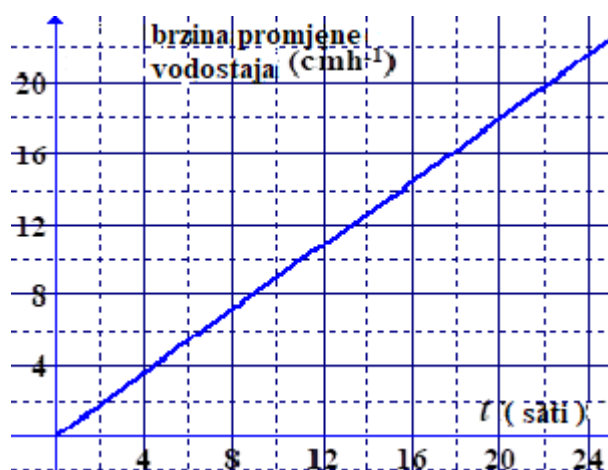
11. (C – S4) Grafik pokazuje kako se populacija države mijenja s vremenom. Koji od ponuđenih odgovora je tačan?

POSTUPAK / OBJAŠNENJE:



- a) Brzina promjene populacije je konstantna i pozitivna.
- b) Brzina promjene populacije je konstantna i negativna.
- c) Brzina promjene populacije se konstantno povećava.
- d) Brzina promjene populacije se konstantno smanjuje.

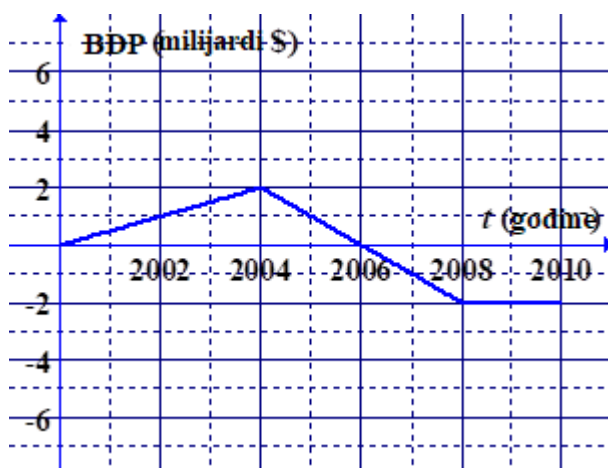
12. (C – A1) Grafik prikazuje brzinu rasta vodostaja (promjene nivoa vode) određene rijeke tokom jednog dana. Koja je ukupna promjena vodostaja rijeke tokom prvih 20 sati?



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

ODGOVOR: _____

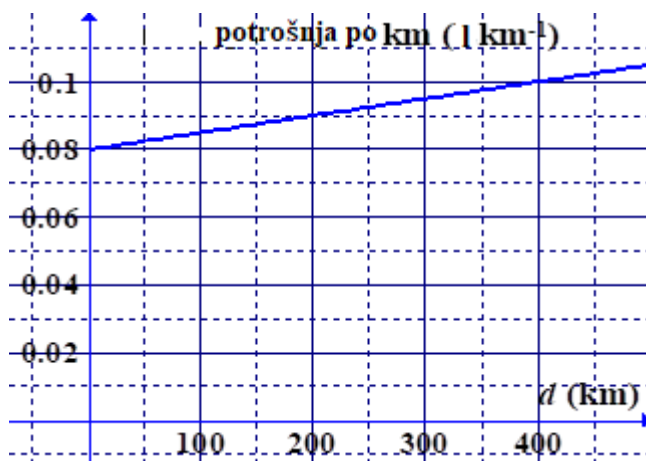
13. (C – S3) Grafik prikazuje kako se BDP (bruto domaći proizvod) izražen u milijardama dolara mijenjao tokom godina. BDP je izračunat krenuvši od 2000, tako da može biti pozitivan ili negativan, zavisno od toga da li je veći ili manji od BDP-a za 2000. U kom vremenskom intervalu je rast BDP-a negativan?



POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

- a) 2000 – 2004
- b) 2004 – 2008
- c) 2006 – 2010
- d) 2008 – 2010

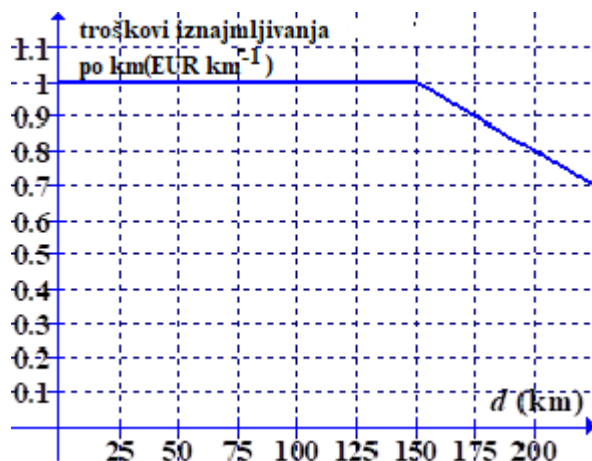
14. (C – A2) Grafik prikazuje kako se potrošnja goriva po kilometru za dato vozilo mijenjala sa promjenom pređenog puta. Koliko litara goriva je utrošeno tokom prvih 400 km puta?



POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

ODGOVOR: _____

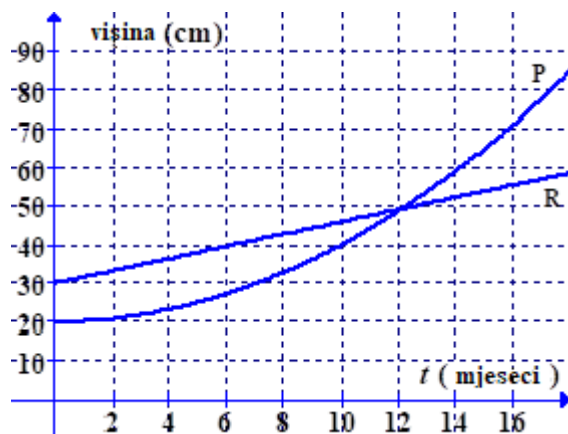
15. (C – A3) Grafik prikazuje kako se cijena iznajmljivanja autobusa mijenja sa pređenim putem. Prvobitna cijena iznajmljivanja je 200 eura. Kolika je ukupna cijena koja je data na iznajmljivanje busa za pređeni put od 200 km?



POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

ODGOVOR: _____

16. (C – S5) Grafik prikazuje kako se visina dvije biljke P i R mijenja tokom vremena. Kada te biljke rastu istom brzinom?

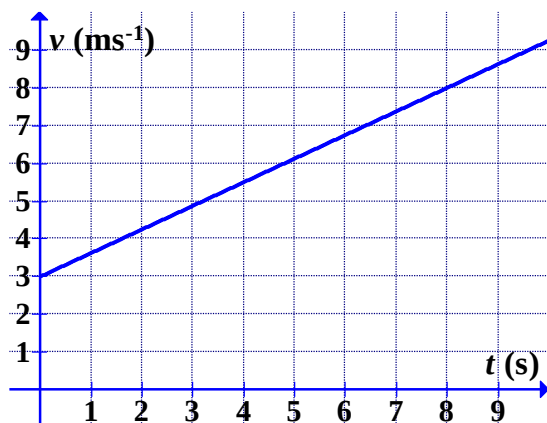


POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

- a) Za $t = 0$ mjeseci
- b) Za $t = 4$ mjeseca
- c) Za $t = 8$ mjeseci
- d) Za $t = 12$ mjeseci

17. (P – S1) Kretanje automobila po ravnom horizontalnom putu je prikazano na v - t grafiku.

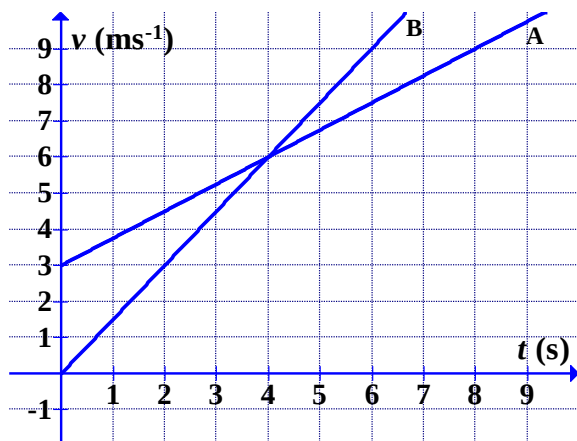
Naći ubrzanje auta u $t = 8$ s.



POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

ODGOVOR: _____

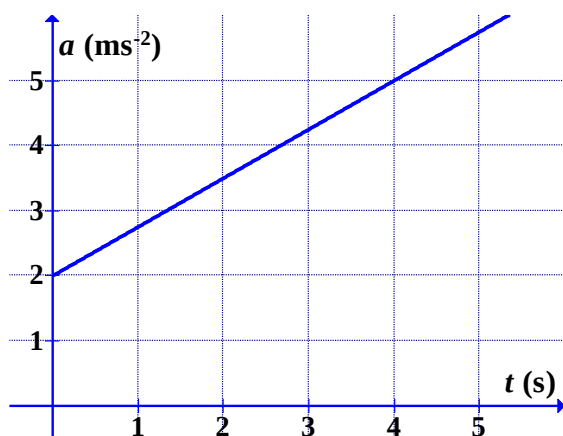
18. (P – S2) Kretanje tijela A i B su prikazana na v - t grafiku. Uporedi ubrzanja tijela u $t = 2$ s.



POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

- a) Ubrzanje tijela A je manje od ubrzanja tijela B.
- b) Ubrzanja tijela A i B su jednaka.
- c) Ubrzanje tijela A je veće od ubrzanja tijela B.

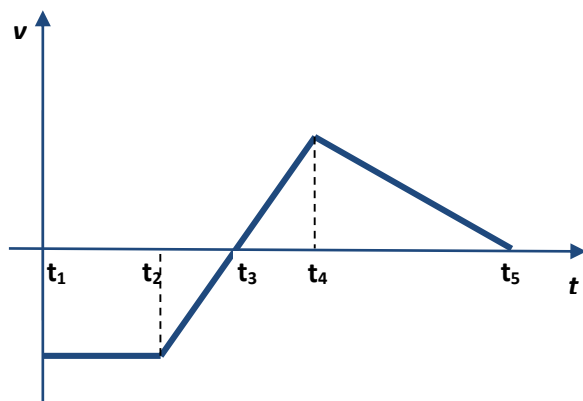
19. (P – A2) Na a - t grafiku je prikazano kretanje voza. Kolika je promjena brzine voza između $t = 0$ s i $t = 4$ s?



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

ODGOVOR: _____

20. (P – S3) U kom vremenskom intervalu je ubrzanje kretanja koje je prikazano na datom v - t grafiku negativno?



POSTUPAK / OBJAŠNJENJE:

a) $t_1 - t_2$

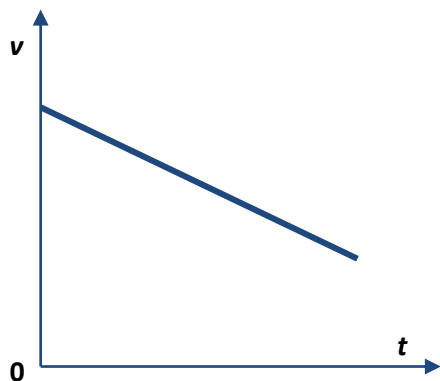
b) $t_1 - t_3$

c) $t_3 - t_4$

d) $t_4 - t_5$

21. (P – S4) Na grafiku v - t je prikazano kretanje tijela. Koji odgovor najbolje opisuje ovo kretanje?

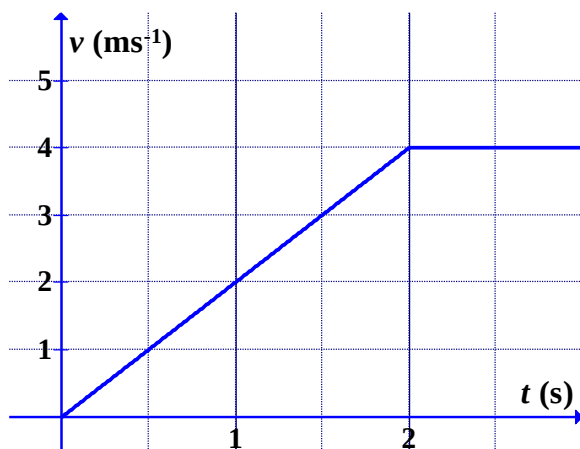
POSTUPAK / OBJAŠNENJE:



- a) Ubrzanje tijela se konstantno povećava.
- b) Ubrzanje tijela se konstantno smanjuje.
- c) Ubrzanje tijela je konstantno pozitivno.
- d) Ubrzanje tijela je konstantno negativno.

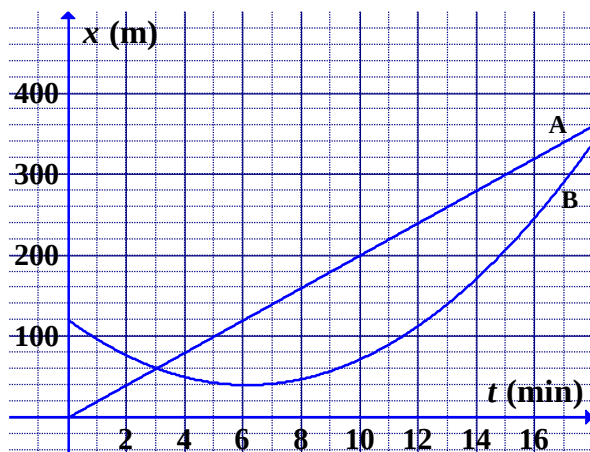
22. (P – A1) Lift se kreće od prizemlja do vrha zgrade. Kretanje lifta je prikazano na datom v - t grafiku. Koju udaljenost lift pređe tokom prve dvije sekunde kretanja?

POSTUPAK / OBJAŠNENJE:



ODGOVOR: _____

23. (P – S5) Na x - t grafiku je prikazano kretanje tijela A i B, gdje je x rastojanje od početnog položaja. Kada tijela A i B imaju istu brzinu?



POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

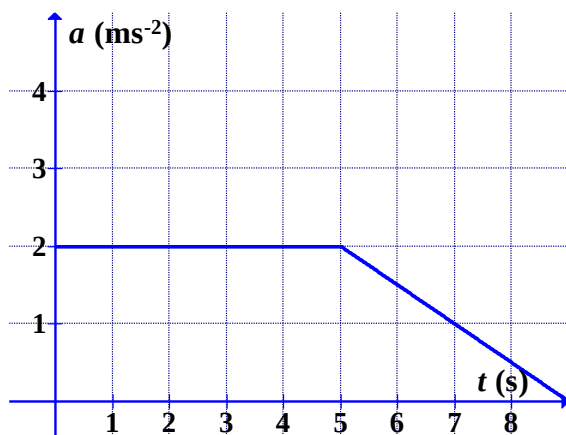
a) $t = 0$ min

b) $t = 3$ min

c) $t = 6$ min

d) $t = 11$ min

24. (P – A3) Na grafiku a - t je prikazano kretanje automobila po ravnom horizontalnom putu. Brzina automobila u $t = 0$ iznosi 30 m/s. Izračunati brzinu automobila u $t = 7$ s.



POSTUPAK / OBJAŠNENJE:

ODGOVOR: _____

Табела 4. Корелациона матрица задатака из домена "НАГИБ"

Корелације															
	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
MS1	1.00	-0.009	0.02	0.05	.224**	0.09	0.01	-0.09	-0.14	0.05	.214**	-0.01	0.02	.211**	0.04
MS2	-0.01	1.000	.224**	0.10	0.05	-0.05	.202*	.225**	0.05	-0.02	-0.12	.169*	.361**	0.10	-.166*
MS3	0.02	.224**	1.00	.366**	.185*	.203*	0.10	.408**	0.05	-0.01	0.07	.188*	.322**	0.12	-0.15
MS4	0.05	0.100	.366**	1.00	-0.02	.320**	-0.08	.200*	0.08	-0.09	0.09	-0.06	0.00	.274**	-0.02
MS5	.224**	0.052	.185*	-0.02	1.00	0.03	-0.12	0.02	-0.06	-0.02	.175*	-0.05	0.16	.185*	-0.10
PS1	0.09	-0.053	.203*	.320**	0.03	1.00	-0.06	-0.01	-0.02	-0.10	0.06	-0.03	-0.02	.281**	-0.13
PS2	0.01	.202*	0.10	-0.08	-0.12	-0.06	1.00	.209**	0.03	0.13	0.05	0.07	.209**	-0.01	-0.02
PS3	-0.09	.225**	.408**	.200*	0.02	-0.01	.209**	1.00	.182*	0.14	0.10	0.12	.333**	0.07	-0.12
PS4	-0.14	0.046	0.05	0.08	-0.06	-0.02	0.03	.182*	1.00	-0.12	-.162*	0.13	0.02	0.14	0.11
PS5	0.05	-0.022	-0.01	-0.09	-0.02	-0.10	0.13	0.14	-0.12	1.00	-0.06	0.02	0.02	-0.10	0.10
CS1	.214**	-0.124	0.07	0.09	.175*	0.06	0.05	0.10	-.162*	-0.06	1.00	-0.01	-0.07	0.14	0.05
CS2	-0.01	.169*	.188*	-0.06	-0.05	-0.03	0.07	0.12	0.13	0.02	-0.01	1.00	.252**	0.08	-0.01
CS3	0.02	.361**	.322**	0.00	0.16	-0.02	.209**	.333**	0.02	0.02	-0.07	.252**	1.00	0.09	-0.07
CS4	.211**	0.100	0.12	.274**	.185*	.281**	-0.01	0.07	0.14	-0.10	0.14	0.08	0.09	1.00	-0.05
CS5	0.04	-0.166	-0.15	-0.02	-0.10	-0.13	-0.02	-0.12	0.11	0.10	0.05	-0.01	-0.07	-0.05	1.00
** . Корелација је значајна је на нивоу 0.01															
* . Корелација је значајна на нивоу 0.05															

Табела 5. Корелациона матрица задатака из домена "ПОВРШИНА"

Корелације									
	MA1	MA2	MA3	PA1	PA2	PA3	CA1	CA2	CA3
MA1	1	.621**	.589**	.038	.167*	.177*	.215**	.088	.042
MA2	.621**	1	.620**	-.165*	.063	.050	.214**	.132	.039
MA3	.589**	.620**	1	-.048	.118	.150	.181*	-.002	.056
PA1	.038	-.165*	-.048	1	.129	.194*	-.025	.121	-.003
PA2	.167*	.063	.118	.129	1	.281**	-.075	-.122	-.178*
PA3	.177*	.050	.150	.194*	.281**	1	.354**	-.109	.011
CA1	.215**	.214**	.181*	-.025	-.075	.354**	1	.048	.195*
CA2	.088	.132	-.002	.121	-.122	-.109	.048	1	.118
CA3	.042	.039	.056	-.003	-.178*	.011	.195*	.118	1
** . Корелација је значајна је на нивоу 0.01									
* . Корелација је значајна на нивоу 0.05									

Биографија



Весна Милетић рођена је 25. јануара 1991. године у Горажду. Основну школу завршила је на Палама, а средњу школу Другу гимназију (математички смјер) у Сарајеву. Током основног и средњег образовања учествовала је на бројним такмичењима из физике, математике и спорта, гдје је остварила запажене резултате. 2006. године уписује се на Филозофски факултет Универзитета у Источном Сарајеву, одсјек за математику и физику. Основне студије завршава у јулу 2013. године са просјечном оцјеном 9.59. Стипендиста је Фонда „Др Милан Јелић“ академске 2010/11, 2011/12, 2012/13 и 2013/14 године. У марту 2014. године посјетила је *Johannes Kepler Universität*

(Линц), гдје је радила на превођењу математичких материјала са енглеског на српски језик у оквиру „*GeoGebra Translation*“. Члан је Друштва математичара Републике Српске. На мастер студије се уписује на Природно-математички факултет Универзитета у Новом Саду, департман за физику. У марту 2014. године бирана је у звање асистента на Катедри за математику и физику Филозофског факултета Универзитета у Источном Сарајеву. До сада је учествовала на двије научне конференције и има три објављена рада.

Универзитет у Новом Саду
Природно-математички факултет
Кључна документацијска информација

Редни број, РБР:		
Идентификациони број, ИБР:		
Тип документације, ТД:	Монографска документација	
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал	
Врста рада, ВР:	Мастер рад	
Аутор, АУ:	Весна Милетић	
Ментор, МН:	Проф. др Милан Пантић	
Наслов рада, НР:	Ученичко разумијевање графика у математици, физици и другим контекстима	
Језик публикације, ЈП:	Српски (ћирилица)	
Језик извода, ЈИ:	Српски/енглески	
Земља публикавања, ЗП:	Р. Србија	
Уже географско подручје, УГП:	Војводина	
Година, ГО:	2017.	
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт	
Место и адреса, МА:	Природно-математички факултет, Нови Сад Трг Доситеја Обрадовића 4.	
Физички опис рада, ФО: (број поглавља/страна/табела/слика/референци)	6/60/3/14/22	
Научна област, НО:	Физика	
Научна дисциплина, НД:	Методика наставе физике	
Предметна одредница, кључне речи ПО:	Педагошки ексеримент, методика наставе физике, график, трансфер знања	
УДК		
чува се, ЧУ:	Библиотека департмана за физику ПМФ-а у Новом Саду	
Важна напомена, ВН:	Нема	
Извод, ИЗ:	У раду је утврђено разумијевање графика у математици, физици и другим областима од стране ученика средњих школа. Анализа се заснива на тесту који обухвата 24 задатка из поменутих области. Резултати показују да не постоји успјешан трансфер знања из једне области у друге.	
Датум прихватања теме, ДП:	Септембар, 2017	
Датум одбране, ДО:	13.11.2017.	
Чланови комисије, КО:		
	Председник:	Проф. др Маја Стојановић
	Члан:	Проф. др Имре Гут
	Члан:	Проф. др Игор Савић
	Члан, ментор:	Проф. др Милан Пантић

University of Novi Sad
Faculty of Science and Mathematics
Key words documentation

Accession number, ANO:	
Identification number, INO:	
Document type, DT:	Monograph documentation
Type of record, TR:	Textual printed
Contents code, CC:	Graduation thesis
Author, AU:	Vesna Miletic
Mentor, MN:	Prof. Dr Milan Pantic
Title, TI:	Student understanding of the graphs in mathematics, physics and other context
Language of text, LT:	Serbian (cyrilics)
Language of abstract, LA:	en/s
Country of publication, CP:	Republic of Serbia
Locality of publication, LP:	Vojvodina
Publication year, PY:	2017.
Publisher, PB:	Author's reprint
Publication place, PP:	Novi Sad, Trg D. Obradovića 4
Physical description, PD: (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	6/60/3/14/22
Scientific field, SF:	Physics
Scientific discipline, SD:	Physics teaching methodology
Subject/Key words, S/KW:	Pedagogical experimet, graph, physics teaching methodology, knowledge transfer
UC	
Holding data, HD:	Department of Physics library, Trg D. Obradovića 4, Novi Sad
Note, N:	None
Abstract, AB:	This paper investigates high school students' understanding of graphs in mathematics, physics and other context. The analysis is based on the test comprising 24 questions about graphs. The results show that there is no successful transfer of knowledge from one context to others.
Accepted by the Scientific Board on, ASB:	
Defended on, DE:	September, 2017
Defended Board, DB:	13.11.2017.
President:	Ph.D. Maja Stojanovic, associate professor
Member:	Ph.D. Imre Gut, associate professor
Member:	Ph.D. Igor Savic, associate professor
Member, Mentor:	Ph.D. Milan Pantić, full professor