

Милутин Тадић

СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

радови студената
Географског факултета



Универзитет у Београду
Географски факултет
2020.

Милутин
Тадић

СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

радови студента Географског
факултета у Београду



Универзитет у Београду - Географски факултет
2020

Проф. др Милутин Тадић

СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

радови студената Географског факултета

Издавач

Универзитет у Београду – Географски факултет

Студентски трг 3/III

<http://www.gef.bg.ac.rs/>

За издавача

проф. др Дејан Филиповић

Рецензенти

проф. др Ненад Живковић

доц. др Александар Петровић

Уредник

мср Марко Ланговић

Уређивачки одбор

проф. др Александар Кнежевић

проф. др Сања Манојловић

проф. др Драгица Гатарић

Лектор

проф. др Валентина Питулић

Дизајн, техничка припрема и корице

Милутин Тадић

Фотографије

студенти Географског факултета, смер географија (имена наведена у Прилогу 7 књиге),

Милутин Тадић

Тираж: 200

Штампа: „Графика Галеб”, Ниш

© Географски факултет, Београд (2020)

Ово дело се не сме умножавати, фотокопирати и на било који други начин репродуковати, ни у целини, ни у деловима, без писменог одобрења издавача.

ПРЕДГОВОР

„Несумњиво је тачно да ће се с тог [сунчаног] сата деца поучити и лакше и много чему више него из које књиге и многим другим средствима” (Мишковић, 1930).

У књизи је приказан пројекат „Сунце сија свима” који је реализован од 2013. до 2019. године са студентима Географског факултета у Београду, смер Географија, у оквиру предмета Математичка географија.

Књига садржи детаљна упутства за постављање зидних сунчаних часовника али без извода потребних формула, због тога што већ постоји књига у којој је то систематски изложено (Тадић, 2002), као и књига (Тadić, 2013) у којој је објашњено како се праве преносиви (стони) облици сунчаних часовника различитих конструкционих облика, погодних за израду и промену у настави на свим нивоима образовања, на часовима вежби, додатне или изборне наставе.

Уз то, на интернету постоје бесплатни програми за израчунавање елемената свих врста сунчаних часовника које свако ко поседује основно знање из математичке географије може успешно користити. У књизи нису навођене одговарајуће веб адресе јер се подразумева да ће их сваки студент, ако то жели, лако пронаћи на основу кључних речи. Примери сунчаних часовника на простору Републике Србије, и изабраних примерака са простора бивше Југославије, доступни су на веб адреси: <https://yusundials.com/>.

Да би се избегле грешке, осим што треба знати како се праве сунчани часовници, корисно је знати и како се не праве, па у том смислу није наодмет претходно прочитати чланке и на ту тему (Тadić, 1985; Тадић, 1989).

Да се не би прекидао континуитет текста, књизи су додати „Прилози”. У Прилогу 7 (стр. 52–58), уз табеларни преглед дате су и фотографије свих сунчаних часовника, студентских радова. Фотографије су неуједначеног квалитета (кадар, светло, квалитет), а могле су бити и боље само да су студентима на време дата прецизнија упутства како да фотографишу. У основном тексту, уз фотографије сунчаних часовника, навођени су редни бројеви под којима се они налазе у поменутом прилогу, док су потпунији подаци навођени само у случајевима када су сунчани часовници по нечему карактеристични. Фотографија, и уопште илустрација, у књизи би било знатно мање да није било принудне изолације за време епидемије која је владала у пролеће 2020. Штавише, да није било епидемије, можда не би било ни ове књиге.

Београд, 10. 07. 2020.

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

МАТЕМАТИЧКА ГЕОГРАФИЈА И ГНОМНИКА

Математичка географија је обавезни предмет на основним академским студијама, смер Географија, Географског факултета у Београду (Прилог 1, стр. 42). Слуша се у I семестру са седмичним оптерећењем $2 + 2 + 1$: два часа предавања, два часа вежби и један час „других облика наставе” који се реализује применом стечених знања у пракси. Садржај, начин реализације и резултати тих допунских часова, тема су ове књиге.

Циљеви предмета Математичка географија своде се на заокружен математички опис Земљине лопте у контексту географије, то јест, у вези са појавама и процесима који се одвијају на површини Земље (у географском омотачу). Током курса студент би требало постепено да овлада координатном геометријом на Земљиној лопти и на небеској сфери, да самостално врши основна израчунавања на површини Земље (израчунавања најкраћих удаљености, хоризонтских координата сунца, дужине обданице), схвати географске последице Земљиних кретања, усвоји научни поглед на свет и тај поглед убудуће, као наставник географије, да преноси својим ученицима заједно са математичко-географским знањем. Студенти, дакле, у оквиру предмета Математичка географија стичу знања која су предуслов за бављење гномоником, научном дисциплином која проучава ход сенке гномона у циљу временске и просторне оријентације.

Идеја да студенти географије теоријска математичко-географска знања примене у области гномонике припада доценту RNDr. Лудвику Мухи (Ludvík Mucha, 1927–2012)

(сл. 1) чији је наставнички кабинет на Природословном факултету Карловог универзитета у Прагу својевремено био украшен разноликим сунчаним часовницима које су радили његови студенти.



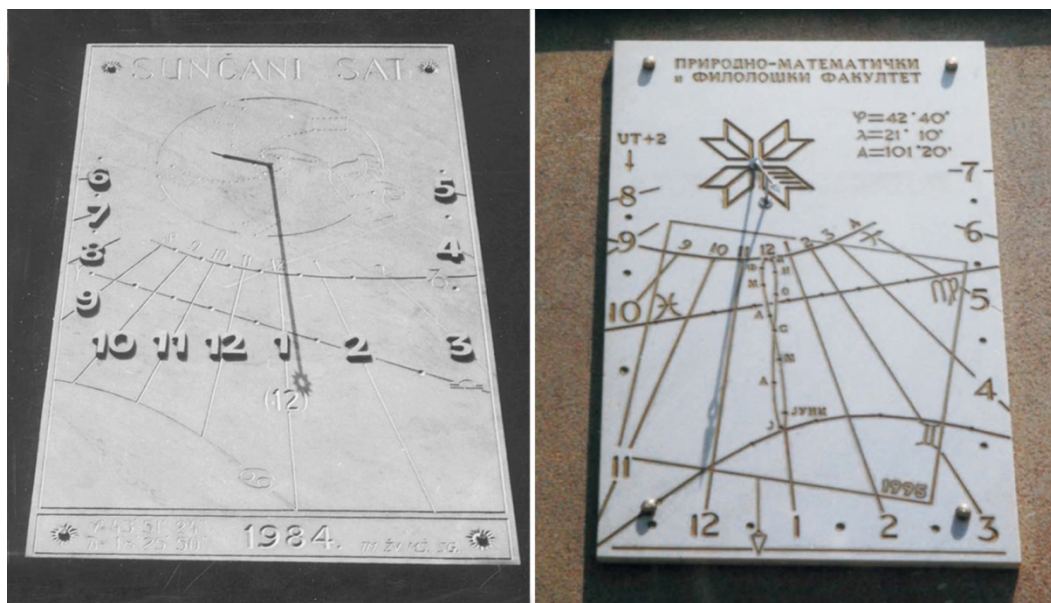
■ **Слика 1.** Чешки географ и картограф, доцент RNDr. Лудвик Муха, зачетник „студентске” практичне гномонике. Из (Fenclová, 2016).

Личним одушевљењем гномоником мотивисао је студенте да током осамдесетих година прошлог века у дипломским радовима обраде стационарне сунчане часовнике на простору Чешке, тада републике у склопу Чехословачке. У склопу осам дипломских радова студенти су евидентирали и описали сунчане часовнике у Прагу и седам тадашњих административних области (крајева) Чешке социјалистичке републике. Пројекат је завршен 1990. године са 1202 евидентирана сунчана часовника. Обједињени резултати никада нису засебно публиковани (Brož et. al., 2004, p. 7) али су постали основа за савремени електронски каталог (Katalog slunečních hodin, 2020).

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

У бившој Југославији почели смо да се бавимо стационарним сунчаним часовницима почетком осамдесетих година прошлог века. Тако је на Конференцији математичара, физичара и астронома Југославије одржаној у Приштини 1985. године, на секцији за астрономију донесена одлука о

изради каталога сунчаних часовника (Tadić, 1988; Тадић, 1997), али он никада није завршен јер се држава распала у грађанском рату у коме много тога није поштеђено па чак ни сунчани часовници (Tadić, 1998b).



■ **Слика 2.** Сунчани часовници на некадашњој Библиотеци „Влатко Фохт” у Сарајеву (лево) и на ПМФ-у Приштини (десно). Више не постоје: први је разбијен гелером 1994. године, док је други уништен 1999. након што су зграду факултета преузели они који се не служе ћирилицом.

Упоредо са евидентирањем и проучавањем старих сунчаних часовника почели смо да правимо нове, на пример, на Природно-математичком факултету (ПМФ) Универзитета у Сарајеву (1982), Средњој војној школи у Сарајеву (1984) (данас Машински факултет), библиотеци „Влатко Фохт” у Сарајеву (1984), основној школи у Тршићу (1987), Теренској бази на Гвозном (планина Трескавица) ПМФ-а Сарајево (1988)... ПМФ-у у Приштина (1995), средњој школи у месту Штрпце под Шар планином (1995) итд. Све су то вертикални часовници рађени у мермеру, и што је битно – сви су постављени на образовним установама (сл. 2). Сви су они, дакле, имали првенствено образовну функцију.

Полазећи управо од образовне функције, наставном плану Математичке географије на смеру Географија Географског факултету у Београду додат је 2013. године један час седмично практичног рада у склопу кога студент може да под менторством предметног наставника постави сунчани часовник на основној или средњој школи коју је завршио. Тако је започет пројекат под неформалним насловом „Сунце сија свима” с циљем да што више школа (што више ученика) добије сунчане часовнике који ће служити као учила у настави ван школске учионице. Пројекат је отворио низ питања: У којој мери ће студенти прихватити пројекат? Да ли ће га школске управе и наставници подржати и касније

применити у пракси? Да ли данас постављање сунчаних часовника на школским зградама у Србији представља анахронизам – какав је смисао њиховог ширења, данас, када сваки основац има мобилни телефон са интернетом који му омогућава да у трену дође до информација

као што су тачно време и датум, стране света, излазак и залазак сунца, дужина обданице, месечеве мене, тренутни изглед звезданог неба... Каква још може бити корист сунчаног часовника у доба дигиталне комуникације?



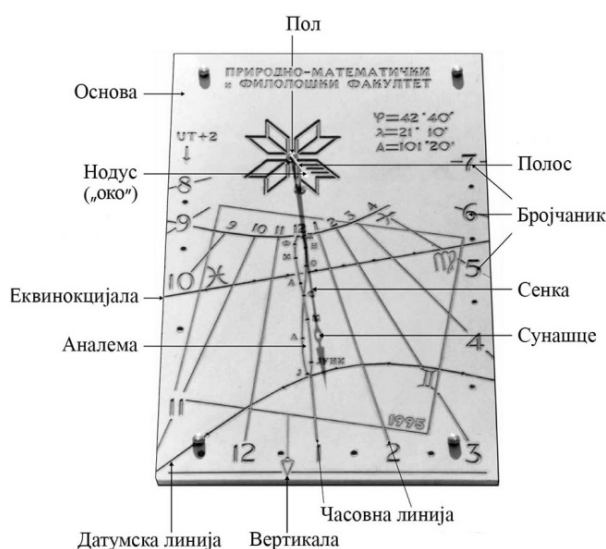
■ **Слика 3.** Стари вртни (парковски) сунчани часовници изложени на продају у једном од вртних центара на југу Енглеске (© Ian Butson, 2016, репродуковано са дозволом)

Слике трошних зидних и одбачених вртних сунчаних часовника јесте прва, а погрешна, асоцијација који многи имају при њиховом помену (сл. 3). Претрагом на вебу, међутим, наилази се на мноштво фотографија савремено дизајнираних и рестаурираних старих примерака, на много удужења љубитеља гномонике, часописа и чланака, као и упуштава за градњу различитих конструкционих облика и програма за израчунавање, што негира претпоставку о сунчаним часовницима као анахронизму. Штавише, оживљени интерес за гномонику говори супротно, да су сунчани часовници поново „у моди” без обзира на то што им изворна функција, мерење дневних часова, није више на првом месту.

На основу разумевања мотива за школско учење, довољне наставне праксе ван школске учионице са студентима (математичка географија, топографија, географија локалне средине) и основцима (Tadić, 2013), искуства у сарадњи са школским управама, искуство у изради свих врста сунчаних часовника (Tadić, 2019), и познавања наставних програма предмета из групе природно-математичких наука на свим нивоима образовања, могло се претпоставити да ће студенти прихватити идеју да своје знање примене у пракси и да ће свој ентузијазам пренети на школске управе и наставнике, и што је најважније, и на ученике основних школа у Србији.

Речник основних појмова из гномонике

Гномоника – научна дисциплина која проучава ход сенке гномона у циљу временске и просторне оријентације, област најелегантније примене математичке гео-графије. На граници је сферне астрономије и математичке географије па користи знања и термине обе ове науке, и заједно с њима знања и термине сферне тригонометрије и нацртне геометрије. Међу изворно њеним терминима, основни су *гномон*, *гномонска пројекција* и *сунчани часовник* (сл. 4).



■ Слика 4. Шта је шта, на сунчаном часовнику

Гномон – инструмент чија сенка служи за просторну и временску оријентацију, или инструмент према чијој се сенци одређују елементи сунчеве геометрије. У елементарном облику гномон је вертикални штап, али не мора бити, теоретски је битна само тачка на његовом врху, *нодус* („око“). Ради лакшег читавања нодус се обично означава рупицом у металном кружном заклону кроз коју пролази уски сноп сунчевих зрака и на подлози, у сенци заклона, ствара светли

кружић *сунашце*. Током целог старог и средњег века гномон је служио за одређивање подневачке линије и поднева, висине и азимута сунца, географске ширине места, почетака годишњих доба, нагиба еклиптике и дужину године, а првенствено за мерење временских размака у оквиру обданице, као део *сунчаног часовника*.

Гномонска пројекција – перспективна азимутна пројекција код које је центар перспективе у центру небеске сфере, тј. у врху гномона (отуда и назив). Главно својство ове пројекције је што се једино у њој велике кружнице небеске сфере пројектују као праве линије. У складу с тим, часовне кружнице и небески екватор се пројектују као праве линије, док се дневни лукови привидних путања сунца пројектују као конусни пресеци (на нашим географским ширинама као хиперболе).

Сунчани часовник – справа са сенком као казальком која показује дневне часове и забрање датуме. На савременим сунчаним часовницима бацач сенке је *полос* – гномон постављен паралелно Земљиној ротационој оси, то јест, доведен тачно у небеску осу (приближно речено, уперен у звезду Северњачу). Гномон је замењен полосом крајем средњег века, када је уведен еквиноцијски часовни систем, чиме је постигнуто да се дневни часови читавају, не према крају, него према правцу сенке. На хоризонталним сунчаним часовницима полос са основом заклапа угао једнак географској ширини места, док је тај угао на зидним сунчаним часовницима, мерен у односу на вертикалу, комплементаран географској ширини места.

ИЗБОР ТИПА И ОБЛИКА СУНЧАНОГ ЧАСОВНИКА

На почетку се требало одредити за врсту, конструкциони облик и садржај сунчаног часовника у чијој ће градњи студенти применити стечена математичко-географска знања. У првом кругу, из мноштва конструкционих облика сунчаних часовника разрађених још од старог века, издвојени су сунчани часовници са равном основом на коме дневне часове показује правац сенке полоса. Након упоредне анализе елиминисани су екваторијални, хоризонтални и аналематски сунчани часовници (сл. 5) јер би се морали постављати у школским двориштима, на путу ученика занесеним игром и на мети обесних пролазника.

Екваторијални часовници су најједноставнији: основна раван је нормална на полос), а часовне линије међусобно заклапају исте углове (15°). Не траже никакво рачунање па се стони облици могу доста лако правити са основцима, што није случај са крупнијим стационарним облицима, равним или армиларним какви се постављају на отвореном простору: тешко их је и изградити јер траже занатска умећа, и још теже сачувати од оштећења.

И преносиви стони облици хоризонталних сунчаних часовника могу се правити са основцима на часовима додатне наставе под условом да наставник припреми нацрт часовне скале. Крупнији стационарни облици ових часовника, међутим, постављају се практично на тло те се лако оштећују, а уз то имају истурени полос у виду шипке или металног троугла на који се могу повредити неопрезни ученици.



■ **Слика 5.** Екваторијални (Београд), хоризонтални (Преврзма, БиХ), аналематски (Шабац) и вертикални (зидни) сунчани часовник (Београд)

Аналематски сунчани часовници су забавни јер раде са учешћем самог мериоца, али забавна функција није довољна: „рањивији” су и од хоризонталних часовника (осликани на тлу брзо се прљају и бришу), а уз то су и најмање тачни од свих сунчаних часовника.

Из наведених разлога избор је пао на зидне часовнике: једноставног су конструкционог склопа (полос и вертикална раван на коју пада његова сенка), видљиви су из даљине, ван су домаћаја руку пролазника па зато и дуготрајнији, шипком која баца сенку не могу се озледити ученици, тачни су, јефтини и једноставни за израду.

Садржај зидног часовника богат је и разнолик (сл. 2), па је у наредном кораку било потребно одредити се за најсврхосходнију варијанту.

Садржај зидног сунчаног часовника

Елементи садржаја сунчаног часовника могу се сврстати у пет група (таб. 1).

Једини покретни и уједно нематеријални елемент садржаја сунчаног часовника јесте сенка полоса која има улогу казаљке. Гномонски (егзактни) садржај сунчаног часовника чине мрежа часовних и датумских линије којима се понекад придодаје и петљиолика крива, аналема: часовне линије се стандардно уцртавају за пуне часове, датумске линије најчешће за солстиције (хиперболе) и еквиноције (права линије – еквиноцијала), и аналема обично за 12 h зоналног времена (код нас – Средњовеокупског времена, СЕТ). Дневни часови се читавају према правцу сенке, а датуми (и 12 h СЕТ на аналеми) према крају сенке.

■ Табела 1

Садржај сунчаног часовника

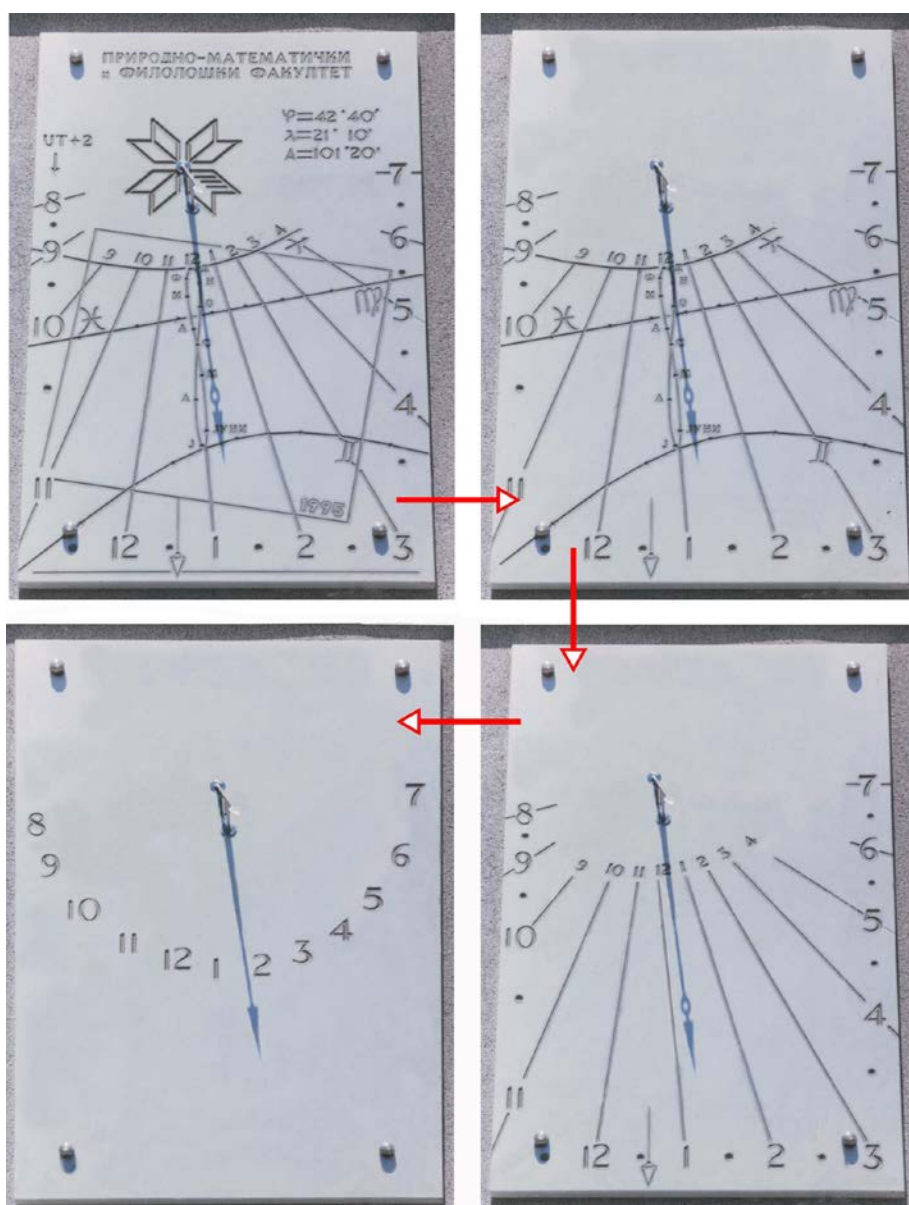
Садржај	Елементи
Покретни	Сенка
Гномонски (агзактни)	Часовне и датумске линије, аналема
Допунски (описни)	Бројчаници, астролошки симболи, објашњења, географске координате, график временског изједначења
Украсни	Елементи урађени у свим ликовним техникама у циљу да часовник буде и леп за око
Писани (поучни)	Мото

Допунски елементи на сунчаном часовнику служе да обележе/конкретизују линије гномонске мреже (цифре бројчаника, астролошки симболи на датумским линијама), да прецизирају часовни систем (ознаке за стандардно и летње време, СЕТ или DST), „открију” улазне рачунаске податке (географске координате места и географски азимут зида на коме је постављен часовник), и документују фотографије које ће снимати посматрачи (име места).

Украсни елементи варирају од појединачних орнамената до целих композиција урађених у различитим сликарским техникама (акрил, фреска, мозаик, зграфито) и вајарским техникама (камен, стакло, бетон), у облику скулптуре или рељефа као дела фасадне пластике. Мото сунчаног часовника служи да гномонист или наручилац упуте најразличитије поруке, од филозофских и верских до васпитних и образовних, од песимистичких до оптимистичких, или пак од оних строго озбиљних до забавних и шаљивих, написане слободним стилем или у стиховима.

Израда сунчаног часовника са комплетним садржајем тражи ангажовање правог гномонисте, тандема гномонист-ликовни уметник или пак гномонист-архитекта, док „читање” садржаја сунчаног часовника тражи гномонички образованог посматра-

ча. Такав сунчани часовник није долазио у обзир као задатак за студенте за које је то први практични рад, нити као учило за ученике основних школа, па се из тог разлога садржај сунчаног часовника морао знатно редуковати (сл. 6).

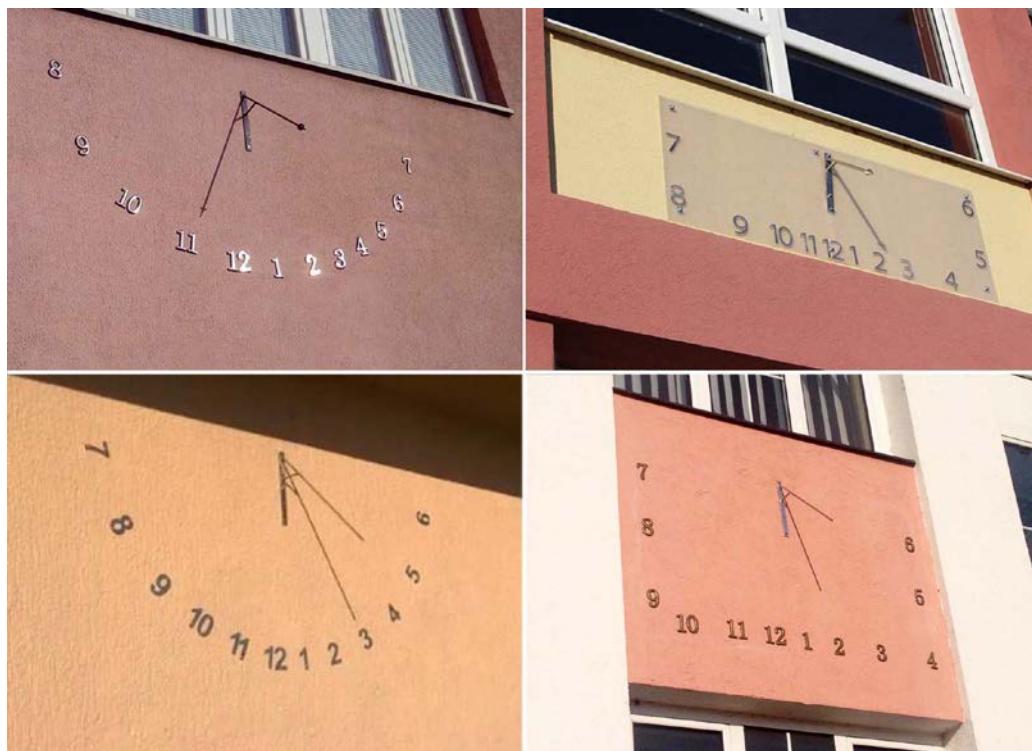


■ **Слика 6.** Вертикални сунчани часовник са комплетним садржајем, само са гномонским садржајем, са часовним линијама и бројчаником, и на крају – сведен на полукружни бројчаник. (Редуковање садржаја показано је на примеру мермерног вертикалног часовника који је до 1999. године стајао на згради ПМФ-а у Приштини.)

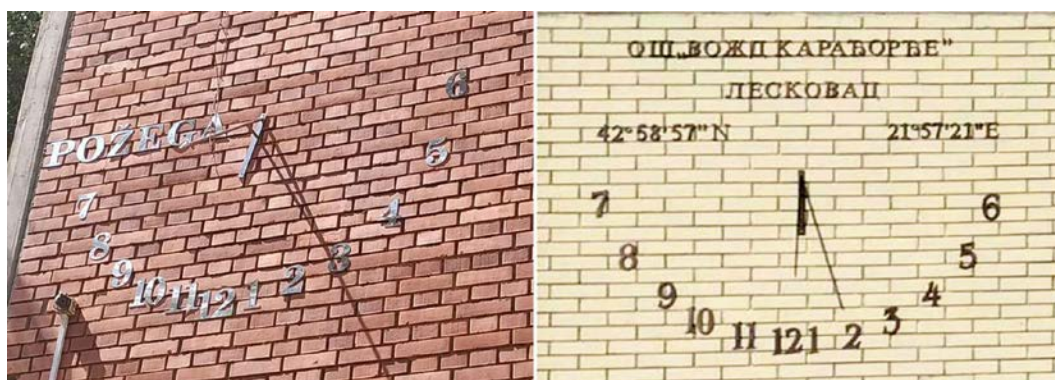
■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

Редом су изостављани елементи без којих се може, да би на крају био дефинисан најједноставнији конструкциони облик сунчаног часовника који се састоји од полуса од прохрома ($D = 70 \text{ cm}$, $\phi = 10\text{--}15 \text{ mm}$), и полукружног ($r = 100 \text{ cm}$) или правоугаоног бројчаника ($140 \times 100 \text{ cm}$) са кућним металним бројкама (10 cm) за пуне

часове летњег времена које је у Србији важило од последње недеље марта до последње недеље октобра, што се и поклапа са периодом током кога је могуће изводити наставу ван школске учионице. Предност је дата полукружном бројчанику јер је најједноставнији и сам по себи довољан (сл. 7).



■ **Слика 7.** Сунчани часовници са бројчаницима полукружног (26, 39) и правоугаоног облика (109, 75): за разлику од правоугаоног, полукружни бројчаник не тражи додатно урамљивање.



■ **Слика 8.** Сунчани часовник са уписаним именом града (116) и сунчани часовник са комплетном номенклатуром (46)



■ **Слика 9.** Табле са географским координатама постављене у пару са сунчаним часовником омогућавају ученицима комплетну оријентацију, просторну и временску. (На основу географских координата лако је одредити места и објекте на којима су постављене прва и трећа плоча.)

Потпуним изостављањем гномонске мреже обавезни писани садржај је сведен само на бројчаник, с тим да је студенту остављено на вољу да ли да упише име и географске координате места или школе (сл. 8), или да дода мото, већ познат, или неки који је сам смислио. Студенти и наставници који су то додатно затражили, добијали су нацрт и за таблу са улазним рачунским подацима коју су постављали на зид у пару са сунчаним часовником (сл. 9).

Исто је и са украсним елементима. Сунчани часовник је часовник само са полосом и бројчаником, и као такав је леп у својој једноставности, али сваки студент који је то желео могао га је украсити по свом нахођењу користећи све ликовне технике (Morse, 1902).

Тако је на самом почетку дефинисано шта обавезно/довољно треба урадити, а шта се препушта креативности сваког студента (сваке „екипе“).

Са првом генерацијом студената-гномониста изведена је у јесен 2013. године показна вежба током које је на кровном зиду зграде Географског факултета у општини Земун заједнички постављен једноставни сунчани часовник који је накнадно, 2016. године осликао студент те генерације, Никола Живковић (Прилог 3, стр. 44). Уз презентацију поменуте вежбе, студентима наредних генерација су приказиване фотографије и презентације (Прилог 6, стр 48–51) сунчаних часовника које су широм Србије поставили студенти претходних генерација, давана су детаљна објашњења свих фаза рада, показивани већ урађени елементи и препоручивана одговарајућа литература (Тадић, 2002).

ПОДЕЛА И ТОК РАДА

Време за израду сунчаног часовника било је ограничено на четири месеца (први семестар школске године) а пут од дефиниције задатка па до постављања сунчаног часовника састојао се од неколико етапа у

које су били укључени студенти са предметним наставником (у даљем тексту, ментор), наставници са директором школе, као и „спољни сарадници” које су ангажовали сами студенти (родитељи, родбина, пријатељи) (таб. 2).

■ Табела 2

Планирана подела рада: обавезе и одговорности учесника

Учесници	Активности	
	Начелно	Појединачно
Студенти	Реализација	Избор школе, одређивање улазних рачунских података, проба на макети часовника, преношење нацрта на зид/подлогу, дизајн часовника, постављање (надзор над постављањем), презентација часовника пред наставницима и ученицима
Директор школе и наставници	Практична подршка	Набавка материјалних средстава (металне бројке, шипка која баца сенку, боје), монтажа часовника (помоћни радник, скела), примена у настави
Професор/ментор	Менторство	Прорачун и нацрт, литература, консултације

1) Студенти су прво узимали писмо оверено на Географском факултету (Прилог 2, стр. 43) и односили га директору изабране школе, најчешће основне школе коју су својевремено завршили. Када би директор школе прихватио пројекат и обавезе дефинисане у њему, и школа оверила писмо, студенти су одређивали географске координате места (φ , λ) и географски азимут зида (A_N) школске зграде кога су изабрали заједно са директором школе и уз консултације са ментором. Географске координате су одређивали и географски азимут мерили на ортофотографијама (сл. 10) доступним на геопорталу „ГеоСрбија”,

<https://a3.geosrbija.rs/>

или „Геодетске мреже”,

<http://www.geomreze.rgz.gov.rs/>.



■ **Слика 10.** Ортофотографија ОШ „Лазаревећ” у Шапцу на којој је показано како се мери географски азимут изабраног зида: од северног правца у смеру кретања казальке на механичком часовнику. (Црвеном стрелицом је показано место сунчаног часовника).

2) Потписано и оверено писмо и улазне рачунске податке студенти су достављали ментору од кога су, након провере тих података, добијали пројекат одговарајућег зидног сунчаног часовника (Прилог 5, стр.

46–47). Пројекат је садржавао прорачун и нацрт часовне скале у полукружној или правоугаоној варијанти (таб. 3, сл. 11–13), и нацрт полоса, са свим потребним објашњењима.

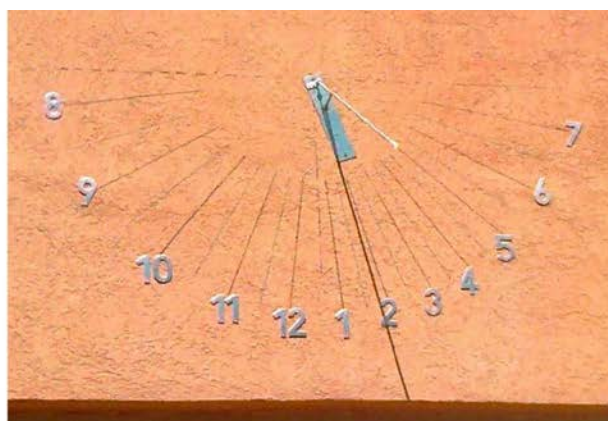
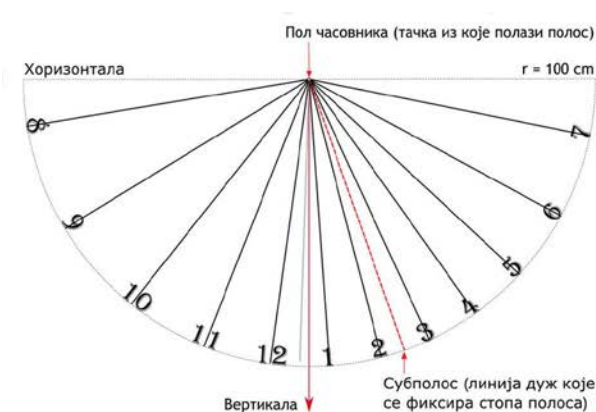
■ Табела 3

Формуле по којима су израчунати елементи за студентске сунчане часовнике

Елементи сунчаног часовника		Формуле
Полос	Угао са вертикалом (γ)	$\gamma = 90^\circ - \varphi$
	Угао са вертикалном равни – са равни зида (a)	$\sin a = \cos \varphi \cdot \sin A_N$
	Угао пројекције полоса (суб-полоса) са вертикалом (b)	$\tan b = \cos A_N \cdot \tan \varphi$
Часовна мрежа	Часовне линије:	
	Угао сенке (σ) (то јесте, угао који одређена часовна линија заклапа са вертикалом)	$\tan \sigma = \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi \cdot \cos A_N - \sin A_N \cdot \tan \varphi}$
	Датумске линије:	$d = \frac{D \cdot \cos \delta}{\cos(\gamma + \delta)}$
	Дужина сенке (d) полоса дужине (D)	$(\cos \gamma = \cos \sigma \cdot \sin \varphi + \sin \sigma \cdot \cos \varphi \cdot \cos A_N)$

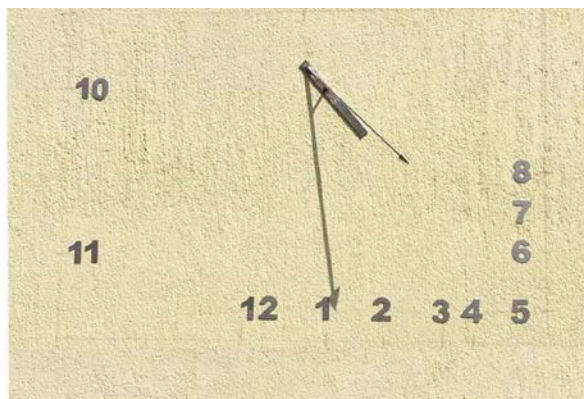
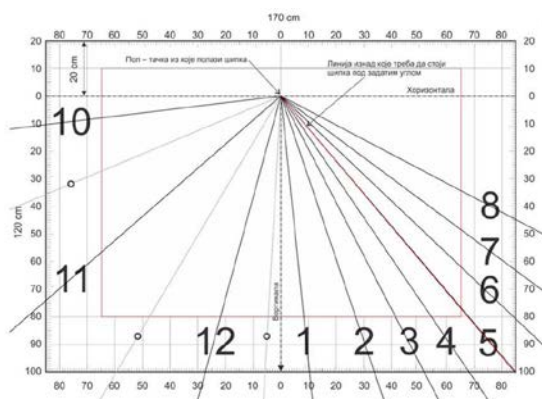
Легенда: φ – географска ширина места, A_N – географски азимут зида, t – часовни угао сунца коригован за средње сунчево време, δ – деклинација сунца

Напомена: Изводе формула видети код (Тадић, 2002, стр. 115–127)



■ Слика 11. Нацрт часовне скале за студенте, полукружна варијанта, и сунчани часовник урађен по том нацрту (25)

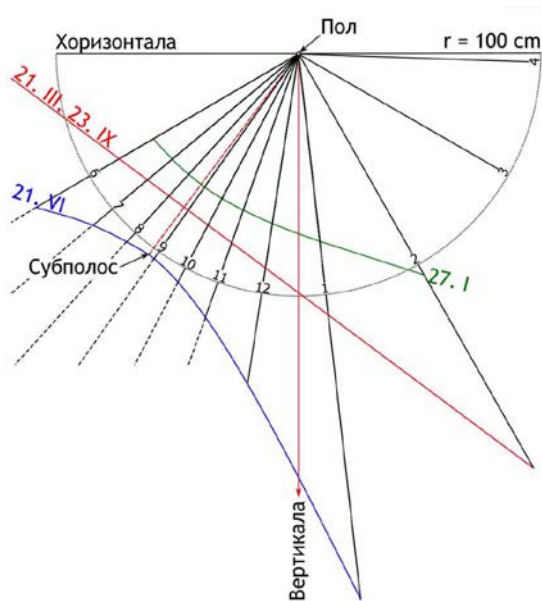
■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



■ **Слика 12.** Нацрт часовне скале, правоугаона варијанта, и часовник урађен по том нацрту (93)

Табеле са рачунским подацима садржавале су и дужине сенки за еквиноција од којих је само једна довољна за уцртавање пројекције небеског екватора (та пројекција је нормална на субполос). То није било обавезно и студенти нису користили ту могућ-

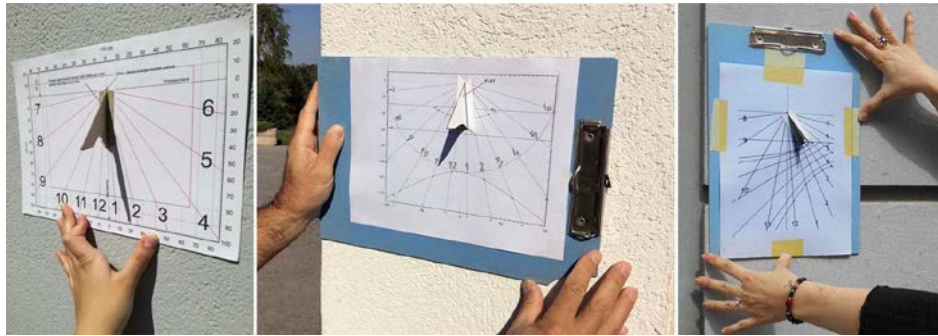
ност, а изузеци су били црква Св. Арх. Гаврила у Сефкерину (задатак студента Марка Дачића) и ОШ „Свети Сава” у Панчеву (задатак студента Александра Жежеља) који су затражили да се нацрту додају и датумске линије (сл. 13).



■ **Слика 13.** Нацрт часовне скале (стандардне и комплетне) и сунчани часовник који је урађен по том нацрту од обојеног челичног лима (65)

3) Након што су проучили нацрте, студенти су од картона израђивали мале макете сунчаног часовника и на лицу места пажљиво проверавали тачност прорачуна, то јест, проверавали тачност сунчаног часов-

ника која је прорачуном била сведена на вредност временског изједначења (од -14 до $+16,5$ минута) (сл. 14; Прилог 4, стр. 45).



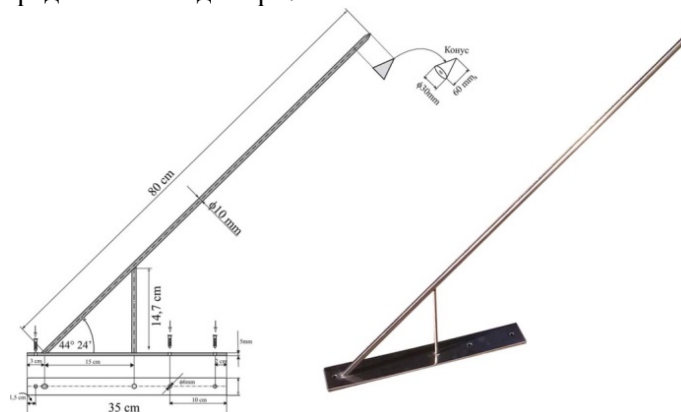
■ **Слика 14.** Прво што обавезно треба урадити јесте извршити проверу прорачуна помоћу макете.

4) Након што су се провером помоћу макете уверили да је часовник тачан, то јест, да брза или касни у складу са таблицом временског изједначења, студенти су једну копију пројекта предавали школи чија је обавеза била да направи полос (сл.

15–17) и набави бројке (сл. 16). Бројке се могу купити у гвожђарама, наручити у ливницама или преко интернета. Купе ли се јефтине бројке неће дуго проћи и оне ће кородирати, и при томе запрљати фасаду и поружнити цели часовник (сл. 19).



■ **Слика 15.** Према добијеном нацрту и уз консултације са студентима, полосу од нерђајућег метала требало је да израде школски домари.



■ **Слика 16.** Пример нацрта из студентског пројекта и полосу урађен по том нацрту (12); конус или стрелица на крају шипке нису били обавезни

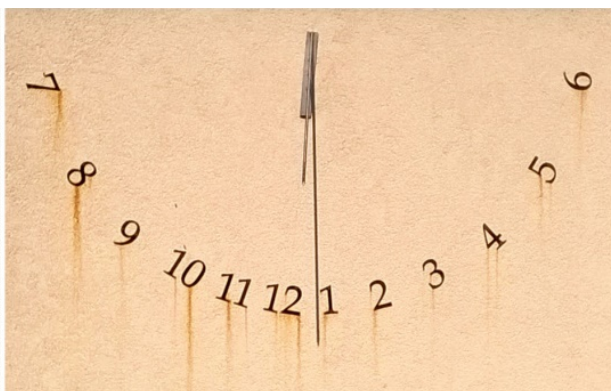
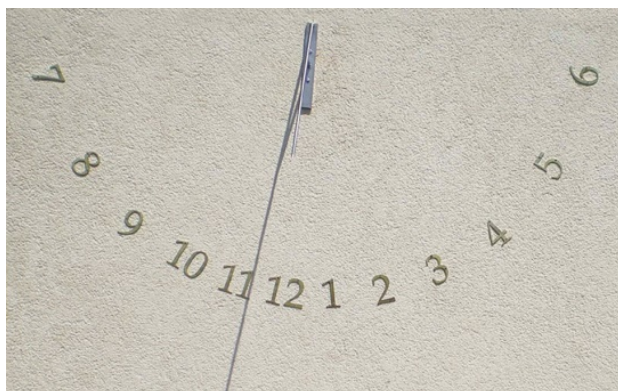
■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



■ **Слика 17.** Неки од полуса који су постављени на студентским сунчаним часовницима, а при чијој су изради школски домари испољили сву своју сналажљивост



■ **Слика 18.** Бројеви за бројчаник сунчаног часовника разних облика, израђени од различитих метала (прохром, месинг, бронза, алуминијум).



■ **Слика 19.** Бројчаник од наводно месинганих бројки купљених у гвожђари, фотографисан када је постављен (лево) и након три године (2013–2016)

5) Када би завршили бројчаник, студенти су припремали шаблоне тако што су их или исцртавали у векторском облику у размеру 1:1 и тампали у некој од боље опремљених

фотокопирница, или цртали директно на спојеним листовима хамер папира формата B1 (сл. 20).



■ **Слика 20.** Студенткиње, Теодора Милетић (Београд, 2015) и Сандра Малић (Стара Пазова, 2013), фотографисане током израде шаблона за своје сунчане часовнике

6) Договореног дана школа је постављала скелу, студенти су са помоћницима припремали подлогу (чистили, бојили) и преносили нацрте на зидове, директно или помоћу шаблона (сл. 21). Одштампан или нацртан шаблон лепили су на зид водећи

рачуна да основица оквирног полукруга или правоугаоника буде строго хоризонтална, а затим су кроз рупе у шаблону маркером обележавали места на којима су фиксирали или сликали цифре бројчаника (сл. 22).



■ **Слика 21.** Часовне линије и бројчаник могу се обележити директно на зиду (лево – ОШ „Бранко Радичевић”, Крушевац, 2015) или помоћу шаблона (десно – Прва гимназија, Крагујевац, 2019)

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



■ **Слика 22.** Бројке се могу насликати (99), зашрафити или прилепити, директно на зиду или на плочу која се потом фиксира на зид.

7) Када су завршили са бројчником, студенти су могли поставити полосу и тиме завршити сунчани часовник у његовом најједноставнијем облику, а ако су желили, могли су наставити с радом и учинити часовник лепшим за око, било додавањем само пар украсних детаља или стварањем

целовите сликарске композиције. Могли су, такође, дописати и пригодни мото (сл. 34, стр. 30). То су могли уредити сами, уз помоћ пријатеља или са наставницима ликовне културе запосленим у конкретној школи (сл. 23).



■ **Слика 23.** Наставници ликовне културе у пројекту „Сунце сија свима” приликом осликовања сунчаних часовника на ОШ „Вук Стефановић Караџић” у Старчеву (2019) (125), и ОШ „Живојин Перић” у Стублинама (2017) (91)

8) Након што се боја осуши, студенти су стопу полосу фиксирани завртњевима дуж субполосу који је црвеном бојом истакнут у нацрту (види сл. 11 и 12, стр. 15–16). Када

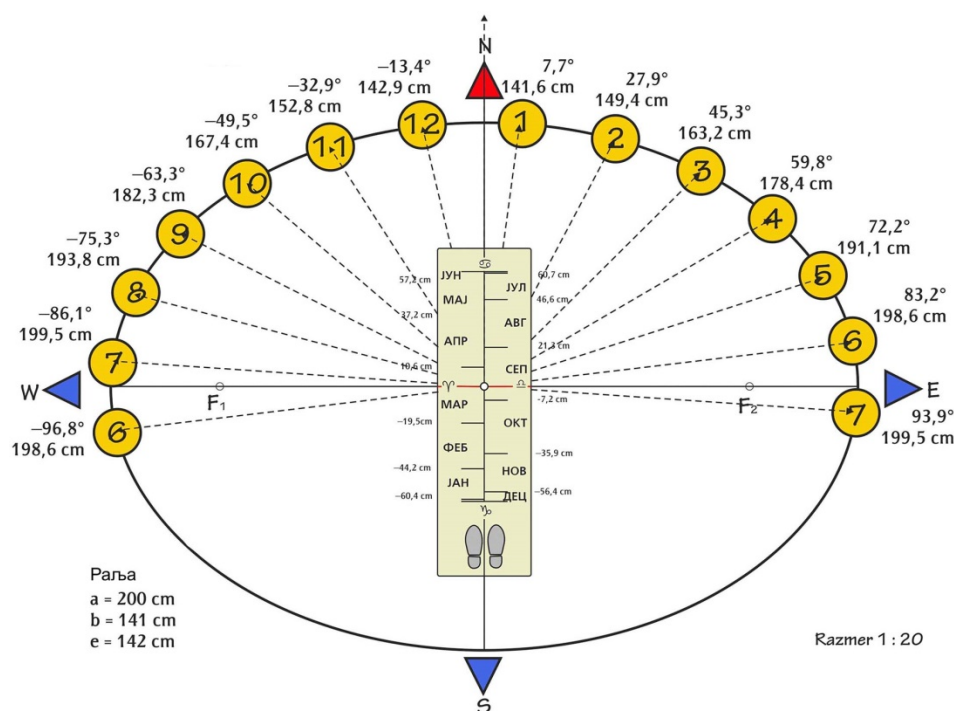
се то пажљиво уради, полосу је постављен паралелно ротационој оси Земље, то јест, усмерен приближно у звезду Северњачу) (сл. 24).



■ **Слика 24.** Монтажу полоса углавном су обављали школски домари: ОШ „Јован Курсула”, Варварин (2017), ОШ „Симеон Аранички,” Стара Пазова (2014) и I гимназија, Крагујевац (2019).

9) Студенти су фотографисали све фазе рада, правили презентације које су заједно са таблицама тачности остављали школама након предавања које су за ученике у наставнике одржавали на лицу места (сл. 36, стр. 30). Термин предавања су договарали тек након што су се на основу временске прогнозе уверили да ће бити сунчно време.

Напомена: Неки студенти су из оправданих разлога тражили и добили нацрте сунчаних часовника за друге објекте осим школских, док су студенти који су изабрали школске зграде чији зидови нису у довољној мери осунчани, на свој захтев добијали прорачуне и нацрте аналематских сунчаних часовника ($a = 2 \text{ m}$, $b = 1,41 \text{ m}$) (сл. 25, сл. 26).



■ **Слика 25.** Нацрт аналематског часовника за двориште ОШ „Александра Марјановић” (16)

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



Стефан Михаиловић, Раља (2014)



Дарко Стругаревић, Ивањица (2012)



Нина Чегар, Београд (2017)



Дарко Стругаревић, Београд (2014)



Анђела Пејовић, Прилике (2018)



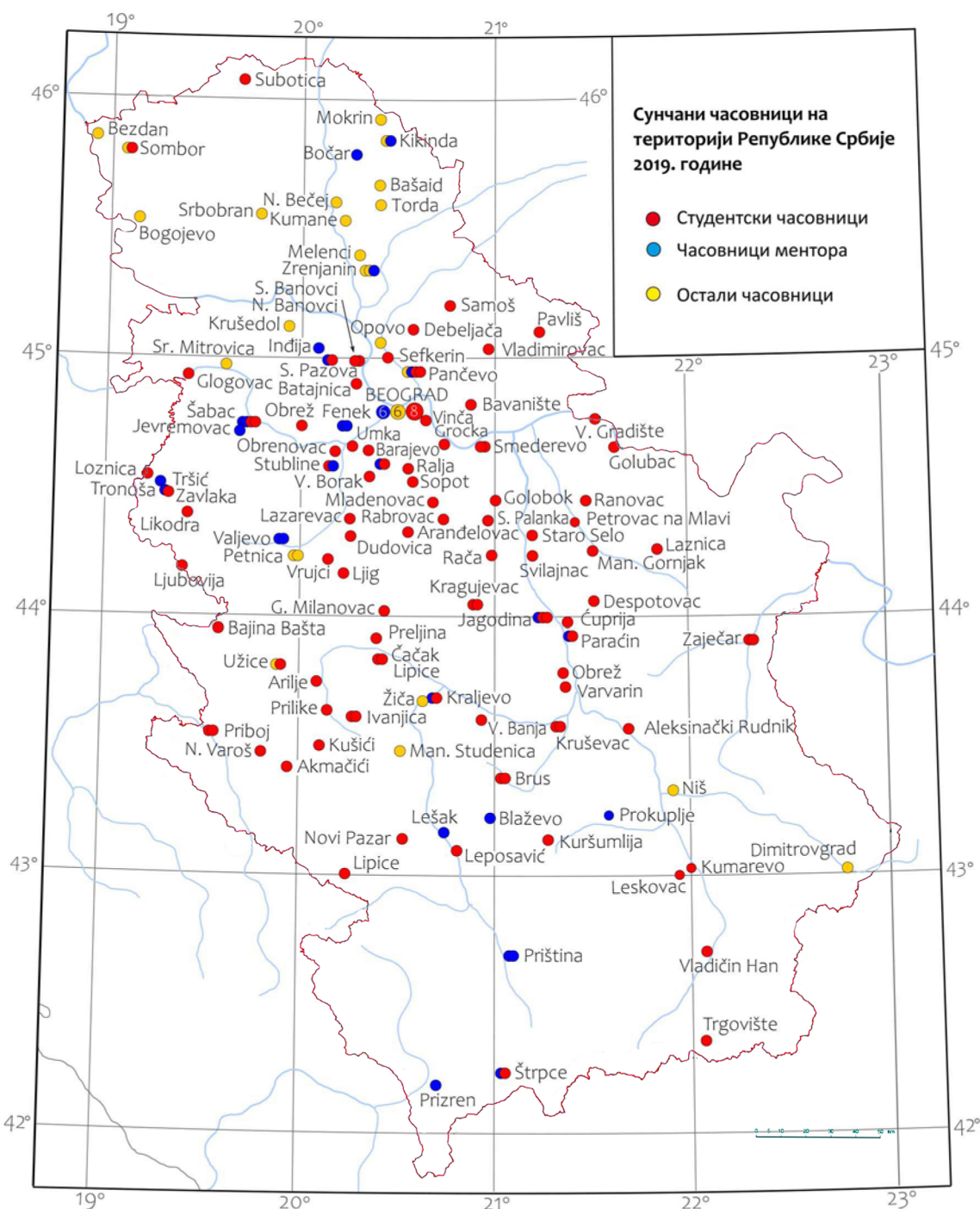
Марко Крстески, Београд (2013)

■ Слика 26. Аналематски сунчани часовници, студентски радови (16, 11, 98. 21, 114, 6)

Након што су студенти у школским двориштима урадили неколико аналемат-ских сунчаних часовника (сл. 26), а посебно након успешног огледа у ОШ „Бановић Страхинића” у Београду (Петровић, А. и Пет-

ровић, Б., 2009) показало се да и аналематски сунчани часовници могу бити задати као оствариви студентски пројекти, можда у наредном периоду, као наставак пројекта „Сунце сија свима”.

РАЗУЛТАТИ: 125 ПОСТАВЉЕНИХ СУНЧАНИХ ЧАСОВНИКА

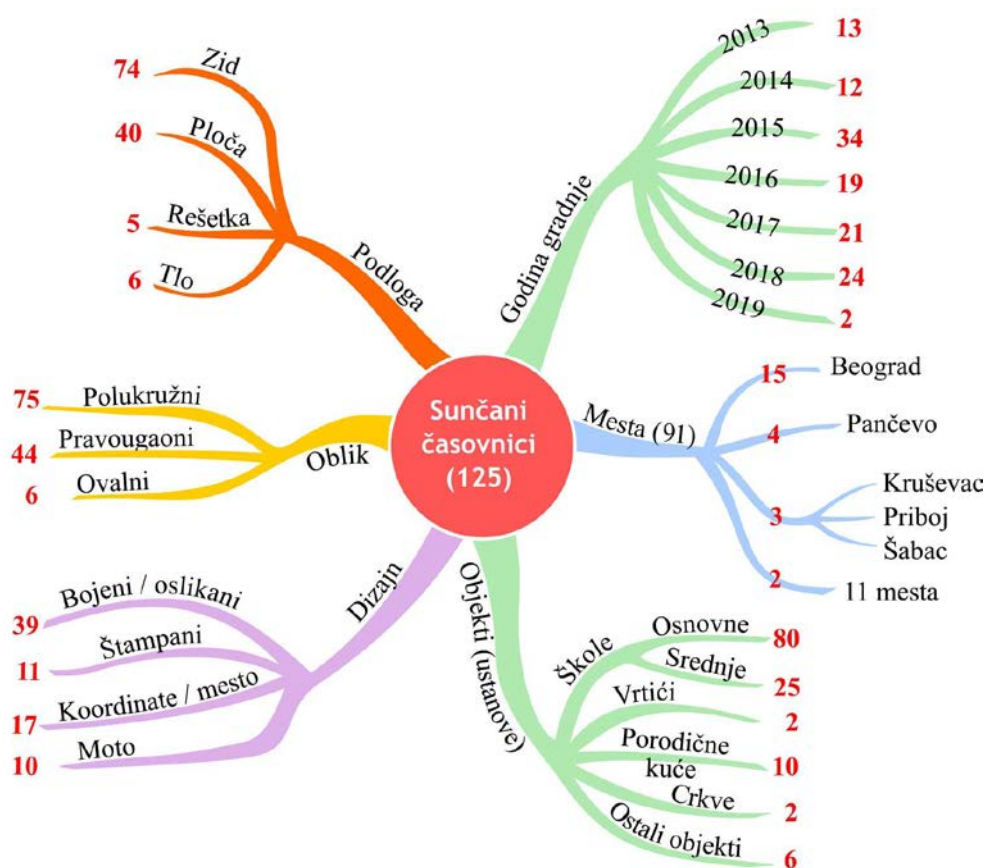


■ **Слика 27.** Размештај сунчаних часовника на територији Србије (септембар 2019)

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

У оквиру пројекта „Сунце сија свима”, у периоду од 2013. до 2019. године студенти су поставили 125 сунчаних часовника у 91 месту, од тога 123 на територији Србије, а по један у Републици Српској (Вишеград) и Црној Гори (Пљевља). Са менторовим часовницима тај број се увећава на 171, тако да је у Србији 2019. године, колико је нама познато, постојао укупно 201 стацио-нарни сунчани часовник (сл. 27).

У наведеном периоду (тачније, до 1. јуна 2019. године) пројектни задатак су добила 174 студената од којих је 125 студента (или 72% пријављених) извршило задатке. Студент Дарко Стругаревић је направио чак три сунчана часовника (10, 11, 21) (сл. 29), а Марко Крстески (5, 6) и Матија Јарамаз (106, 106), по два.



■ **Слика 28.** Структура сунчаних часовника постављених у склопу пројекта „Сунце сија свима”

У просеку је у периоду од 2013. до 2019. године, сваке године постављано око двадесет сунчаних часовника, а највише 2015. године због тога што су се студенти-ма I године придружили и студенти IV године студија у оквиру предмета Географија локалне средине (сл. 28). На зградама

основних и средњих школа постављено је 84% свих сунчаних часовника, с тим да су у 64% случајева то школе које је завршио студент-гномонист. Сунчани часовници на „нешколским” објектима постављани су на предлог студената, и то у случајевима када они нису наилазили на разумевање школ-

ских управа којима су се обратили. Изузеци су два „црквена” сунчана часовника: први је урађен директно на зиду храма Св. Ђорђа у Рабровцу, као дипломски рад Александре Вуковић (104), а други 2015. године на мермерној плочи која је постављена на храм Сабора Светих Архангела у Сефкерину из 1813. године (28) да би се надоместио сличан сунчани часовник који је некада стајао на том храму.



■ **Слика 29.** Први сунчани часовник у склопу пројекта „Сунце сија свима” направио је студент Дарко Стругаревић у Ивањици 2013. године (10)

Са изузетком шест аналематских сунчаних часовника, сви су вертикални сунчани часовници постављени на зидовим различитих оријентација. Од укупног броја, 59% је урађено директно на зидовима одговарајућих објеката (сл. 28), 33% на плочама од различитих материјала које се потом фиксиране на зидове, док преосталих неколико има металну решеткасту основу (Прилог 7: сунчани часовници бр. 59, 65, 87, 105, 118). Скоро је исти однос сунчаних

часовника са полукружним и правоугаоним бројчаницима (60 : 35) (сл. 28).

На почетку су се студенти строги држали нацрта које су добили од ментора и постављали једноставне сунчане часовнике (полос + бројчаник) (сл. 30) а потом су их почели улепшавати примењујући разне ликовне технике, не без међусобног такмичења (сл. 31–34).

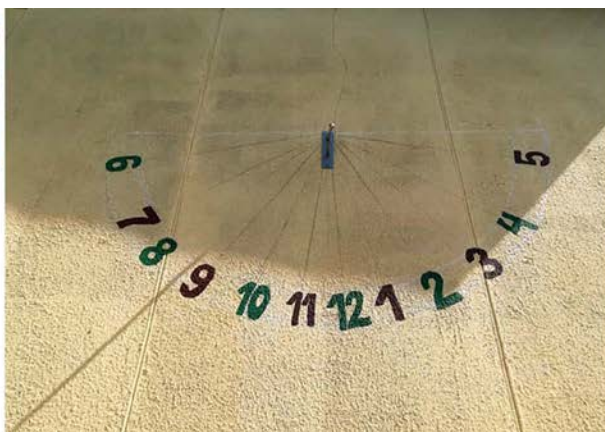
Студентски сунчани часовници нису дела примењене уметности али се могу, условно, сврстати међу дела наивне уметности, у позитивном смислу те речи. За разлику од технички савршено урађених сунчаних часовника, преозбиљних, хладних и досадних (као што су, на пример, „Hergestellt in Deutschland” сунчани часовници у Истраживачкој станици Петница), студентски сунчани часовници зраче топлином, „имају душу”. Једноставни и трошни, сугеришу посматрачу, између осталог, колико је наивно човеково уверење да може „мерити време”.

Студенти су озбиљно приступили задатку анимирајући људе из свог окружења. Кршење академске етике уочено је само у једном случају, и то када је студент 2017. године правоугаону скалу сунчаног часовника формирао разградивши полукружну скалу сунчаног часовника кога је на истом објекту поставио његов колега 2013. године. У три случаја студенти су погрешно фиксирали полос и у сва три случаја се правдали да су за то криви школски домари који су сматрали да стопа шипке мора бити фиксирана по вертикали. Према слободној процени, студенти су у девет случајева, мимо добијених упутстава, при изради основне плоче, бројева или полоса користили трошне материјале па ти сунчани часовници неће бити дугог века.

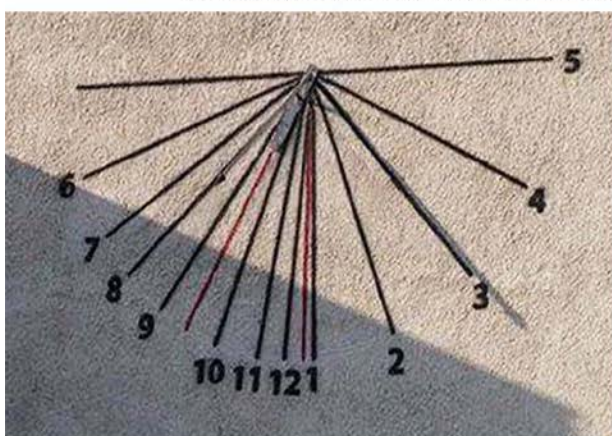
■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



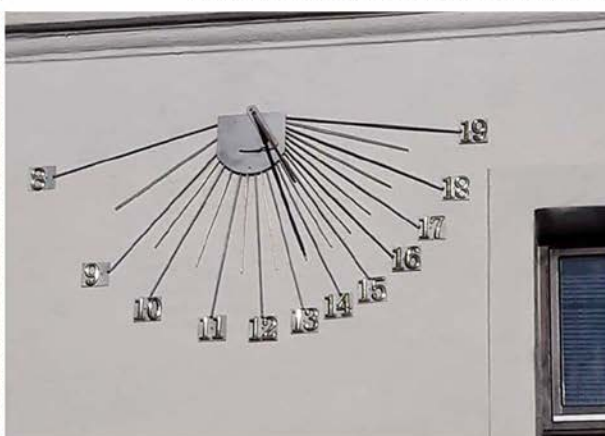
Александра Вуковић, Рабровац (2018)



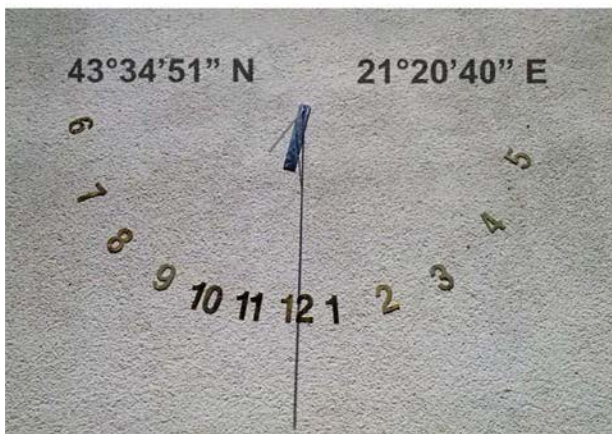
Милош Шобот, Нови Бановци (2018)



Александар Јанићијевић, Смедеревска Паланка (2016)



Рељић Ана, Топола (2018)



Милена Ђирић, Крушевац (2013)



Милан Младеновић, Смедерево (2018)

■ **Слика 30.** Примери зидних часовника са полукружним бројчаником: са металним и насликаним бројчаником (горњи ред), са исцртаним часовним линијама и са металном конструкцијом (средњи ред), и допуњени именом места и географским координатама (доњи ред).



Милош Шобот,
Нови Бановци (2018)



Александра Петровић,
Крагујевац (2017)



Никола Живковић,
Голобок (2013)



Бранислава Марков,
Самош (2015)



Милутин Фрајтовић,
Глоговац (2014)



Марко Јовановић,
Крагујевац (2015)

■ **Слика 31.** Студенти су сунчане часовнике осликавали сами, уз помоћ пријатеља који су у томе вештији од њих, или пак наставника ликовне културе запослених у школама на којима су постављани сунчани часовници (сл. 23, стр. 20).

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



Марко Јовановић, Крагујевац (2015)



Сара Шандор, Павлиш (2015)



Хелена Баљић, Прово (2018)



Ивана Симић, Обреж (2014)



Драгана Николић, Ликодра (2015)



Марков Бранислава, Самош (2015)

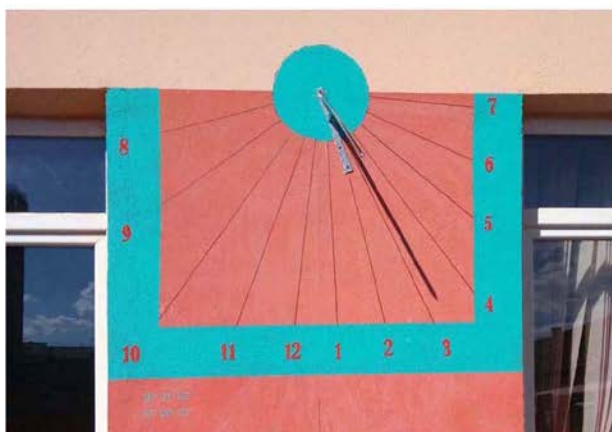
■ **Слика 32.** Изабрани осликани полукружни сунчани часовници (два у средњем реду на плочама (дрво, метални лим) а остали директно на зидовима), неки комбиновани са металним бројкама.



Сергеј Комазец, Београд (2017)



Теодора Милетић, Београд (2014)



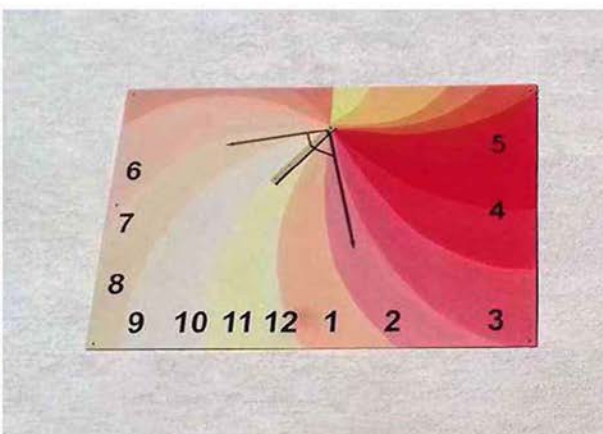
Милица Добрић, Нови Пазар (2017)



Митричевић Мирјана, Стублине (2017)



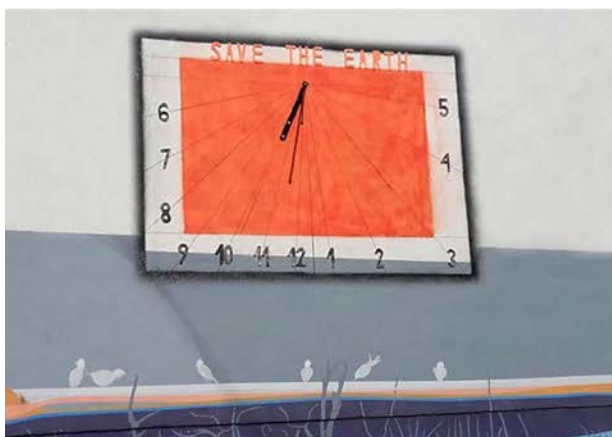
Исидора Марковић, Багајница (2017)



Александра Ранковић, Младеновац (2016)

■ **Слика 33.** Осликани правоугаони сунчани часовници: прва три осликана директно на зиду, четврти и пети осликани на металном лиму, а последњи одштампан на PVC плочи (форекс плочи).

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



Марија Марковић, Зајечар (2016)



Никола Хаџић, Параћин (2017)



Попадић Јована, Београд (2017)



Јелена Ђурић, Обреновац (2017)



Бојана Јеремић, Нови Пазар (2015)



Слађана Поповић, Пљевља (2018)

■ **Слика 34.** Изабрани сунчани часовници који имају уписан неки мото, од којих два преносе еколошке, а један рекламну поруку (!) фирме која је спонзорисала трошкове израде сунчаног часовника.

Резултати анкете

У мају 2018. и у марту 2019. године анкетирано је 70 студената који су поставили сунчане часовнике (Тадич и Прњат, 2019). Упитник са 16 питања послат је уз попутно писмо студентима електронском поштом, уз молбу да га попуне и врате на дату адресу. Питања су била претежно затвореног типа а односила су се на све фазе пројекта, посебно на тешкоће на које су студенти наилазили у раду (сл. 35).

УПИТНИК ЗА СТУДЕНТЕ КОЈИ СУ НАПРАВИЛИ СУНЧАНЕ ЧАСОВНИКЕ У СКЛОПУ ПРАКТИЧНОГ РАДА ИЗ МАТЕМАТИЧКЕ ГЕОГРАФИЈЕ

Резултати анкете биће употребљени за научну анализу и у друге сврхе се неће користити. Ваша сарадња у овом истраживању је драгоцене, и веома смо вам захвални на времену од десетак минута које ћете издвојити да одговорите на постављена питања.

1. Када сте добили задатак да направите сунчани часовник на вашој школи, да ли сте имали представу колико посла вас чека (шта вас све чека)?

а) знала/знао сам,
б) да, приближно,
в) не баш,
г) не, нисам очекивала/очекивао баш толико посла.

2. На ком објекту сте урадили сунчани часовник?

а) на основној школи / средњој школи / гимназији коју сам похађала/похађао,
б) на школи коју нисам похађала/похађао,
в) на својој кући,
г) на неком другом објекту, ком?

3. Ко је од наставника/професора сарађивао са вама током израде и постављања сунчаног часовника? Заокружите слово испред једног или више од понуђених одговора.

а) наставник географије г) наставник ликовног Ако је то био наставник на
б) наставник физике д) наставник техничког неком другом предмету,
в) наставник математике њ) нико од њих допишите којем:

4. Како је директор школе прихватио вашу/нашу понуду да школа добије сунчани часовник?

а) прихватио и понудио да г) једва (преко воље),
помогне око постављања д) прихватио захваљујући вези коју сам имала/имао,
б) са видним одушевљењем, њ) прихватио под условом да сама/сам сносим трошкове
в) чисто пословно,

5. Ако сте у некој школи претходно били одбијени, напишите који су вам разлог навели?

.....

6. Ко је урадио шипку која баца сенку?

а) домар школе, в) мајстор кога сам ја ангажовала/ангажовао,
б) члан моје породице, г) мајстор кога је ангажовала школа.

7. Ко је поставио скелу приликом градње сунчаног часовника?

а) лично ја, г) мајстор кога сам ја ангажовала/ангажовао,
б) члан моје породице, д) месна заједница,
в) домар школе, њ) неко други, ко?

8. Ко је на зид пренео нацрт скале сунчаног часовника (ко је исцртао линије и одредио тачке у којима су касније фиксирале или насликане бројке)?

а) лично ја, г) један од наставника школе,
б) члан моје породице, д) мајстор кога сам ја ангажовала/ангажовао
в) домар школе, њ) неко други, ко?

9. Ко је фиксирао бројке и шипку на зид школе?

а) лично ја, г) један од наставника школе,
б) члан моје породице, д) мајстор кога сам ја ангажовала/ангажовао
в) домар школе, њ) неко други, ко?

10. Колико су износили укупни трошкови постављања сунчаног часовника?

.....

11. Ко је сносио трошкове градње сунчаног часовника?

а) лично ја/моја породица, в) ја и школа (деоба трошкова),
б) школа, г) неко други, ко?

12. Како је школа на крају оценила ваш рад?

а) задовољни су, на почетку нису имали представу како ће то изгледати,
б) одушевљени су, посебно ученици,
в) нису показали посебно одушевљење.

13. Како је ваша локална средина реаговала на постављање сунчаног часовника?

а) часовник је примећен, као први у нашем месту,
б) локални медији су забележили постављање часовника,
в) прошло је незапажено.

14. У ком степену сте задовољни својим радом?

а) Веома задовољан б) Недовољан в) Неутралан г) Задовољан д) Врло незадовољан

15. Да ли вас је породица подржала у раду на сунчаном часовнику? (Заокружите одговор.)

а) Да, безрезервно б) Нису се мешали у рад в) Оценили су то као „беспослицу“

16. Да ли по вашем мишљењу треба наставити са овим видом практичног рада?

а) да, у овом облику,
б) не, презахтевно је,
в) да, али да се измени следеће:

.....

Слика 35. Упитник помоћу кога су прикупљени подаци о студентским радовима

У одговорима на питања отвореног типа студенти су предложили: 1) да пројекат буде обавезан на неком од изборних предмета; 2) да се Факултет о свему договори директно са школама тако да студенти не морају преговарати са директорима који нису увек заинтересовани за „непрофита-

билне” пројекте па због тога студенти морају да сnose све трошкове израде сунчаног часовника; 3) да то буду школе на територији Београда а не школе које су студенти својевремено завршили, јер сада студенти који живе ван Београда морају током пројекта најмање три пута да путују у своја

места; 4) да би било много боље да се сунчани часовник ради током другог семестра (пролећног семестра) када су временски услови за рад повољнији.

На крају, 84% студената је изјавило да је задовољно својим радом (62% веома задовољно), а 89% студента, што је врло битно, изјавило је да пројекат „Сунце сија свима” треба обавезно наставити.

ИНТЕРМЕЦО

Студентске напомене издвојене из Упитника

Да Факултет помогне / обезбеди / предложи локације за постављање сунчаног часовника. Из мог личног искуства, директор је био потпуно незаинтересован, није дошао ни да види како изгледа сунчани часовник (ни после годину дана од постављања). Да сам знала да ћу имати толико проблема око постављања, урадила бих то на својој кући (овако сам, у потпуности, била препуштена милости управе школе).

*

Можда би могло да се једну-две године часовници раде искључиво у Београду, да студенти сами одаберу неко место, најчешће школу у граду. Из разлога што су многи из унутрашњости и много им је теже да раде часовник него нама који смо у Београду. Потребно је да се оде до школе барем три пута да би се пројекат реализовао а многи не остају толико дуго код куће већ најчешће викендом када школе и не раде а ни домари тада нису ту како би помогли у пројекту. (Али и овакав систем какав је сада је такође на задовољавајућем нивоу тако да се и не мора много шта мењати.)

*

Идеја је добра, али је проблем што су школе незаинтересоване за тако нешто па онда морате све сами (да снесите све трошкове, молите домара око помоћи).

Овакав вид практичног рада не треба да буде обавезан, јер нису сви у могућности да ураде.

*

Била сам јако изненађена тиме што је директор школе избегавао да школа сноси трошкове с обзиром да су они баш мали у односу на оно што школа добија.

*

Незгодно је што се сат поставља током зимског семестра. Већина нас то уради током зимског распуста када је хладно. Више дана зна бити облачно са снегом па се ретко може снимити сат са сенком.

*

У пројекту је недовољно пажње посвећено сигурносним мерама. Ради се на скели, доста је високо, не смем ни да помислим шта би било да се неко повредио?

*

Уместо металних бројки боље би било насликати их акрилним бојама које су прилично трајне. То је једноставније и јефтиније?

*

У разговору са директором школе и наставницима географије и ликовне културе, „ликовњак” је рекао да ће доћи и осликати сунчани сат. И дошао је тај дан, погледао скелу, рекао да се боји висине и отишао (касније сам сазнао да је отишао да пеца рибу).

ШКОЛСКА ГНОМНИКА: НАУЧНА ЗАБАВА

Сунчани часовници су најстарије справе за мерење временских размака у оквиру дана. Надживели су своје „вршњаке”, водене и пешчане часовнике, и опстали све до данас, када, захваљујући интернету, информације о времену просто боду очи са екрана мобилних телефона таблета и компјутера. Опстали су захваљујући непревазиђеној једноставности (штап, сенка и бројчаник) и полифункционалности – часовник, украс, плакат, наставно средство.

У суштини, сунчани часовник је део циновског маханизма Сунчевог система и као такав је сјајно наставно средство у настави природних наука на свим нивоима

образовања (Тадич и Прњат, 2019), и то у оквиру неколико предмета као што су Географија, Физика, Математика, Астрономија, разни изборни предмети, па у неку руку и Ликовна култура и Техничко и информатичко образовање.

Стојећи пред сунчаним часовником као училом – студент приликом презентације тек постављеног часовника (сл. 36), асистент на вежбама или наставник или професор на часу редовне или додатне наставе, свеједно – свако од њих треба да очекује питања слична онима која се наведена у наставку. Уз питања су дати и начелни одговори (Станић и Тадић, 2017).



■ **Слика 36.** Студенти – Бранислава Марков (36), Марија Радовановић (46), Марија Марковић (69), Марко Крстески (5) и Ненад Милутиновић (39), фотографисани при промоцији својих радова.

1. Зашто је бацач сенке закошен? Шипка је паралелна ротационој оси Земље, односно, постављена је тачно у небеску осу. Зато се и назива полос (грч. *πόλος* – *ротациона оса, небеска оса*). Продужена ка горе, завршила би у северном небеском по-лу (приближно – у Северњачи), а продуже-на до тла, заклопила би са равни хоризонта угао једнак географској ширини места.

2. Зар није једноставније бацач сенке поставити ортогонално на основу сунчаног часовника? Јесте, али тада треба конструисати посебну скалу на којој се дневни часови читавају, не према правцу сенке, како смо навикли, него према њеном крају. Додуше, на посебној врсти хоризонталног сунчаног часовника, аналематском часовнику, часови се читавају према правцу сенке корисника с тим да он мора мењати стајну тачку током године. Аналематски часовници јесу занимљиви јер анимирају корисника, али су више „забавници” него „часовници”.

3. Шта представљају праве линије које се зракасто разилазе из подножја полосу? Полос сунчаног часовника се налази у небеској оси дуж које се секу часовне кружнице небеске сфере. У исте дневне часове, сунце се увек налази на истим деклинационим кружницама, тако да су њихове равни уједно и равни сенки полосу, а пресеци са основом сунчаног часовника – часовне линије сенки. Или, тачније, часовне линије су гномонске пројекције одговарајућих лукова деклинационих кружница небеске сфере. Заједно чине прамен правих чије је исходиште у полу сунчаног часовника (тачка у којој је фиксиран полос).

4. Како се читавају дневни часови? Дневне часове показује правац сенке полуса, то јесте, положај сенке унутар прамена часовних линија. Читавање се врши на бројчанику чије се цифре налазе на часовним линијама.

5. Шта представља права линија која попречно сече часовне линије, а шта криве линије с обе стране те праве линије? Поменута права линија јесте гномонска пројекције лука небеског екватора, док су криве линије, хиперболе, пројекције небеских повратника. Или, то су гномонске пројекције дневних лукова привидних путања сунца за еквиноција и солстиција (којима се могу додати и хиперболе за било који други дан у години). Једним именом, то су датумске линије које, скупа са часовним линијама чине часовну мрежу сунчаног часовника.

6. Како сенка показује поменуте датуме? Солстиције и еквиноције показује сенка *нодуса* (прстена, куглице, стрелице), ходом по одговарајућој датумској линији. Нодус се дограђује на одређено место полуса, и не мора бити на врху полуса.

7. На једном сунчаном часовнику стоји натпис – Пре него провериш да ли сам ја у реду, прво провери да ли си ти у реду! – шта је смисао те поруке? Натпис је шаллив, а заснива се на познавању уобичајног понашања посматрача пред сунчаним часовником: прво шта уради јесте да погледа на свој ручни часовник, да провери тачност сунчаног часовника. А та тачност је релативна: сенка сунчаног часовника показује право сунчево време, док наши часовници показују зонално средње сунчево време. Разлика је сваки дан другачија и у крајњем случају (место на граници часовне зоне) може достићи и 45 min; у најбољем случају, разлика се може свести на вредност временског изједначења (од –14 до +16,5 min).

8. Шта је линија налик на издужену осмицу која се обавија око часовне линије за 12 h? То је посебна врста часовне линије, аналема, скуп тачака сенки нодуса тачно у 12 h. Одређеног дана, долазак сенке нодуса на одговарајући лук аналеме, објав-

љује да је тачно 12 h конкретног зоналног времена.

9. Зашто часовници немају аналема за сваки дневни час, били би „тачни“? Постоје такви сунчани часовници али им је часовна мрежа сложена и разумљива само малом броју корисника. У шали се каже да их гномонисти праве за себе саме.

10. Зашто је некада на сунчаном часовнику нацртана/насликана Земљи-на лопта, из чијег пола полази полос... зар лепше не изгледа стилозовани сунчав диск? Полос који полази из центра сунчевог диска, или полос који је укомпонован као стрела којом је прободен лик одређеног светитеља, могу бити занимљиви посматрачу, али нису занимљиви са астрономског становишта, не носе астрономску поруку. Већ је друго ако полос, на пример, полази из пола Земљине лопте приказане у некој перспективној пројекцији: тако постављен, полос сугерише посматрачу свој положај у простору, паралелан Земљиној ротационој оси, и упућује га на принцип рада сунчаног часовника. То је још ефектније код вајарски обликованих сунчаних часовника, код којих полос полази из пола извајаног глобуса.

11. Шта је гномонист имао на уму, када је написао мото – Овако се свет окреће? Натписи на сунчаним часовницима углавном су занимљиви и провокативни, али са астрономске тачке гледишта не увек и сврсисходни. Натпис – *Дело Сунца и уметности* – већ се односи на сам сунчани часовник, натпис – *Показујем време, а ти?* – говори о сврси часовника, натпис – *Који је час? Види сенку!* – о начину читавања, док се натпис – *Сунце је приморано да се влада по правилима дана* – већ приближава суштини сунчаног часовника. Међу свима њима, натпис – *Овако се свет окреће!* – јесте пример астрономски сврсисходног натписа

јер кориснику указује суштину сунчаног часовника као својеврсног телуријума. Око полоса као материјализоване небеске осе привидно се окреће небеска сфера са свим небеским телима пројектованим на њу, укључујући и сунце: плански „ухваћена” у часовну мрежу, сенка полоса репродукује привидно кретање сунца, односно, стварно кретање планете Земље (нашег „света”).

12. А шта то нас сенка „учи”, како је пише на неким старим сунчаним часовницима? „Сенка нас учи” јесте мото који се може двојако тумачити. Сенка својим кретањем приказује привидно кретање сунца које са своје стране одражава стварна кретања Земље, те тако, као „пројекција пројекције”, омогућава да се посредно проучавају поменута изворна кретања. С друге стране, сенка је најупечатљивији симбол пролазности и маловремениности живота који код проницљивог посматрача буди питање шта је време (где му је почетак, како се протеже – линеарно или циклично, и сл.) и подстиче га да рамишља о савременом тренутку, о личном времену, несташици времена и досади. Да се запита, на пример, зашто од досаде, за разлику од савремених људи, нису патили људи који су живели у време када су сунчани часовници били главне справе за мерење времена.

13. Шта је онда сунчани часовник – часовник, украс, учили? Сунчани часовник је све то заједно: показује дневне часове и изабране датуме, украшава зидове грађевине, паркове и тргове, и подучава проницљивог посматрача. У складу с тим, савремена гномоника је и наука и примењена уметност, или пак „научна забава”, како ју је давне 1931. године лепо дефинисао професор Војислав В. Мишковић (Tadić, 1998a).

Час гномонике на отвореном

Помоћу сунчаног часовника на свим нивоима образовања могуће је занимљив начин објаснити низ појмова који истовремено карактеришу одговарајуће нивое гномоничке писмености (таб. 4). Гномоничка писменост код ученика ни на

који начин не може шкодити информатичкој писмености на којој се данас у школском образовању инсистира.

У наставку је оријентационо дато шта наставник, стојећи на часу испред зидног сунчаног часовника, може рећи својим ученицима, и то редом, по школским образовним нивоима, од предшколског до високог образовања.

■ Табела 4

Примена гномонике у настави

Образовни нивои	Кључни појмови
Предшколско образовање: припремни програм	<i>Сунце, светлост, сенка, стране света, подне, час/сат, часовник/сат</i>
I циклус основног образовања	<i>час/сат, часовник, дан, гномон, сунчани часовник, подне, подневачка линија, стране света</i>
II циклус основног образовања	<i>географске координате, привидно кретање сунца, локално и зонално време, календар, екваторијални сунчани часовник</i>
Средње образовање	<i>небеска сфера, теорема о географској ширини места, хоризонтални сунчани часовник</i>
Високо образовање	<i>гномоника, гномонска пројекција, право и средње сунчано време, аналема, вертикални сунчани часовник</i>

Предшколско образовање – припремни програм. Сунце обасјава сва тела, она заустављају његове зраке и тако стварају сенке. Сунце се током дана креће, а заједно с њим и сенке. Знајући то, древни научници су направили сунчани часовник као што је овај наш (сл. 37). Сенка показује време исто као и казаљка на механичком часовнику. Који је сада час? На који број ће падати сенка када родитељи дођу по вас?

Сада ћемо се поделити у парове и прећи на игралиште. Сваки пар нека се удаљи од суседног три корака и нека на подлози кредом у боји означити неки знак, различит од других. Када смо то урадили, нека на означено место стане један члан пара, а други члан нека кредом у боји означити правац и крај

његове сенке. Сада стопама измерите дужину сенке, па ћемо заједно кредом уз обележене правце сенки уписати одговарајуће бројеве. Измакнимо се и погледајмо, у каквом су односу сенке? Сутра ћемо поново доћи овде, али мало касније, све исто поновити, и проверити да ли се нешто променило.

И пре него се вратимо у учионицу хајде да видимо ко може стати на главу своје сенке? Добро, добро... тако не иде, сенке нам беже. Али није нерешив задатак, и то ће нам показати Игор [рецимо]. Он ће стати на један корак од зида школе... тако... сенка ће му се преломити на зиду и приближити... и он сада може, ако хоће, стати ногом на главу своје сенке.



■ **Слика 37.** Деца са васпитачицом испред сунчаног часовника дечијег вртића „Теремок” у руском граду Рјазањ (2019).

Основно образовање – I циклус (предмет: Природа и друштво) (сл. 38). Људи су одувек мерили време према сунцу. Сунце „истиче” на истоку, а „запада” на западу: излазак сунца означава почетак дана, а залазак сунца, завршетак дана. Тачно на средини је подне, 12 часова. Сунце је превише сјајно и не можемо га директно гледати да би одредили доба дана, али можемо пратити сенке које верно одражавају кретање сунца. Знајући то, древни научници су смислили сунчани часовник као што је овај наш. Поставили су шипку тако да се око ње током дана привидно окреће сунце. Испружимо леву руку да стоји упоредо са шипком нашег часовника... сви... сада замахнимо десном руком према горе... тако се привидно обрће сунце око шипке нашег сунчаног часовника. При томе шипка баца сенку која се креће у супротном смеру и својим правцем показује време у оквиру дана. Сенка сунчаног часовника показује дневне часове слично као и казаљка механичког часовника, али – у чему је разлика?

Када се вратимо у учионицу, поделићемо се у групе, и свака група ће направити по један преносиви, стони, сунчани часовник. Изабрали смо тзв. екваторијални часовник

јер је најједноставнији, за њега нису потребна посебна рачунања. На столовима нас чекају припремљени саставни делови. Све групе ће их правити „по истом рецепту” али ће их украшавати по свом нахођењу.



■ **Слика 38.** Основци прате завршетак постављања сунчаног часовника на ОШ „Жикица Јовановић Шпанац” у Ваљеву (2006).

Основно образовање – II циклус (предмет: Географија) (сл. 39). Сунчани часовници су најстарија врста часовника. Од много врста, најчешћи су зидни сунчани часовници код којих је бацач сенке шипка постављена паралелно ротационој оси Земље. Продужен у мислима кроз зид, шипка би „погодила” звезду Северњачу. Продужена ка тлу, шипка са равни хоризонта заклапа угао једнак географској ши-

■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

рини места. Дневни часови се читавају према правцу сенке која се помера од запада ка истоку, супротно смеру привидног кретања сунца. Сетка верно одражава привидно кретање правог сунца па се због тога време које показују сунчани часовници назива право сунчево време. То се време разликује од времена које показују савремени часовници зато што ови показују тзв. средње сунчево време. Разлика се током године креће од минус 14 до плус 16,5 минута. Упоредимо сада време које показује сунчани часовник са временом на мобилним телефонима – колика је разлика? Колико сунчани часовник „брза” или „касни”? Или, правилније речено, колико „касне” или „брзају” наши савремени часовници?

Поделићемо се у парове и вратити у учионицу. Тамо нас на столовима чекају припремљени елементи од којих ће сваки пар склопити по један преносиви стони хоризонтални часовник чију основу чини стари CD. Сада ћете добити готове нацрте часовне скале, а они који желе добиће упутства како да их сами конструишу геометријским начином. „Рецепт” за склапање је исти за све док свако може да украшава свој часовник како годи његовом оку.

Средње образовање (предмети: Географија, Физика и Астрономија). У немогућности да посматрају сунце директно, дневни астрономи су његово кретање проучавали посредно, посматрањем сенки вертикалног штапа, гномона. Најчешћа и најзначајнија примена гномона је на сунчаном часовнику, као бацачи сенке која има улогу казаљке. Крајем средњег века, почели су да се шире механички часовници и с њима часовни систем који је и данас важећи. У складу с тим, гномон је из вертикалног положаја накошен да буде паралелан Земљиној ротационој оси, чиме је постигнуто да сенка својим правцем показује дневне часове.

Такав бацач сенке, полос, има и наш сунчани часовник. Он са вертикалом залапа угао комплементаран географској ширини места.



■ **Слика 39.** Ученици ОШ „Десанка Максимовић” испробавају хоризонталне сунчане часовнике које су урадили након уводног дела часа испред школског зидног сунчаног часовника (2015).

Све елементе сунчаног часовника можете и сами израчунати користећи програме који су доступни на вебу.

Улазне податке, географске координате места и географски азимут зида, већ знате одредити на геопорталу „Геосрбија”: <https://a3.geosrbija.rs/>. Ако при уношењу података у програм изаберете опцију са корекцијом за СЕТ, тачност сунчаног часовника током године кретаће се у границама од -14 до $+16,5$ минута.

А сада да пређемо на практични део рада. Дуго смо се припремали и имамо све што је потребно за конструкцију аналематског часовника: нацрт, геометријски прибор за школску таблу, боје, молерски прибор и шаблоне. Састав група је познат: I група конструише елипсу, II је боји (сл. 40), III група осликава бројчаник, IV помоћу шаблона исцртава „школицу”. Док једна група ради, остали прате и помажу када је то потребно. Пре него што почнемо, да вас подсетим, на крају рада нећемо имати аналематски часовник него само његову скалу – часовник ће постати тек када на одговарајући подељак школице стане мерилац, „живи гномон”.

Високо образовање (предмети: Математичка географија, Увод у астрономију). Поставили смо огледни сунчани часовник (сл. 41). Све је било припремљено тако да су нам била потребна мање од два часа. Видели сте и учествовали у раду и сада вам је познат поступак. Сада је ред на вас да у сарадњи са школама и својим „екипама” на сличан начин организујете рад и извршите пројектне задатке. Већина вас има књигу у којој су изведене све потребне формуле, прво сами извршите рачунања, а онда своје резултате упоредите с резултатима које ћете добити уз помоћ програма доступних на вебу.



■ **Слика 40.** Ученици Гимназије „Лаза Костић” у Новом Саду, 17. априла 2019. године, приликом фарбања елипсе ($a = 235$ cm, $b = 167$ cm, $e = 165$ cm) аналематског сунчаног часовника коме су дали име „Сунчица”.



■ **Слика 41.** Студенти Географског факултета у Београду са наставницама непосредно после постављања огледног сунчаног часовника на кровном зиду факултетске зграде у Земуну 2013. године, у оквиру вежби из Математичке географије.

Ликовни садржај сунчаног часовника може варирати у широким границама, од појединачних традиционалних симбола до сложених сликарских и вајарских композиција али увек имајте на уму све то треба бити у служби гномонике. Када их сведете на јасну визуелну форму која укључују графику (слику), текст и сенку, сунчани часовник постиже упечатљив визуелни ефекат и постају својеврсни плакат у служби егзактних наука.

Приморана да се влада према наметнутим правилима, бестелесна сенка преноси изабране информације, док ликовни садржај и натписи упућује корисника како те информације треба тумачити, то јесте, како треба да „чита“ садржај сунчаног часовника.

Загледали се у линије и сенке вашег сунчаног часовника само један једини основац, и запита се како је то сенка „запослена“ у служби времена, труд који сте уложили добиће пуни смисао.

Објашњење „за свакога“. Ово је најједноставнији облик зидног сунчаног часовника који се састоји само од шипке која баца сенку и полукружног бројачника. Шипка је постављена паралелно ротационој оси Земље, то јест, усмерена је у звезду Северњачу. На тај начин се око ове шипке од истока према западу привидно обрће цела небеска сфера, Сунце дању а звезде ноћу. Шипка по сунчаном времену баца сенку која се креће у супротном смеру и својим правцем показује дневне часове.

Сенка је дакле казалька сунчаног часовника, бестелесна, нечујна и ненаметљива. Она репродукује привидна кретања Сунца кога не можемо директно посматрати голим оком, односно, сенка репродукује стварна кретања Земље која не осећамо јер и сами у

њима учествујемо. Знајући то, древни астрономи су посматрањем и мерењем сенки посредно проучавали привидно кретање Сунца.

Привидно годишње кретање Сунца еклиптиком последица је стварног окретања Земље око Сунца. Будући да се Земља креће неравномерном брзином и привидно кретање Сунца је неравномерно па га зато може пратити само сенка сунчаног часовника. Зато време које показује сенка на сунчаном часовнику називамо право сунчево време. Оно се разликује од средњег сунчевог времена које показују савремени часовници за временски интервал која се назива временско изједначење. Вредност временског изједначења је позната за сваки дан у години, а креће се у распону од -14 до $+16.5$ минута (у летњој половини године од -7 до $+7.5$ минута). Тачност сунчаног часовника је, дакле, релативна: када, на пример, уочимо и кажемо да сунчани часовник брза, такође можемо рећи да часовници на нашим мобилним телефонима исто толико касне.

Шипка сунчаног часовника са вертикалом која полази из њеног корена заклапа угао који је једнак надопуни географске ширине места до 90° . Када би шипку продужили кроз зид завршила би у северном небеском полу (приближно у звезди Северњачи). А када бисмо је продужили ка тлу са хоризонталном подлогом би заклапала угао једнак географској ширини места. Другим речима, географска ширина места једнака је висини небеског пола над његовим хоризонтом. То је основна географска теорема.

И тако даље... излагање се може даље наставити и развијати у разним правцима, у зависности од расположивог времена и нивоа гномоничке писмености слушаца.

КРЕАТИВНИ АНАХРОНИЗАМ

Студенти прве године студија географије на Географском факултету у Београду и ученици основних школа у Србији прихватили су пројекат „Сунце сија свима”. Са ретким изузецима, студенти су добили сагласност школа којима су се на почетку обратили, као и одређену (мању од очекиване) подршку директора и наставника те школе – првенствено наставника географије, затим физике, и понекад наставника ликовне културе. С друге стране, студенти су имали безрезервну подршку својих породица и пријатеља.

У оквиру пројекта студенти су на оригиналан начин исказали захвалност школама које су некада похађали, дарујући им истовремено јавне часовнике, украсе и учила. Конкретним радом утврђивали су и проширивали знања из математичке географије и астрономије јер није довољно знати, треба и примењивати. Савлађујући препреке на које су наилазили увидели су да успех зависи првенствено од њих самих, од њиховог ентузијазма и упорности.

Постављањем једноставних зидних сунчаних часовника на својим школама студенти су стекли довољно искуство да сличне сунчане часовнике могу самостално постављати и на било ком другом месту и објекту. Уз помоћ програма који су доступни на вебу касније могу конструисати сунчане часовнике и са сложенијим гномонским садржајима. И што је најважније, када буду наставници знаће да користе сунчани часовник као учило на часовима ван школске учионице, оживљавајући гномонику у форми „научне забаве”, како је давне 1930. године лепо дефинисао професор Војислав В. Мишковић.

Без иједног покретног механичког дела, самопокретни – без тегова, клатна, опруга или батерија, са сенком као бестелесном казаљком, нечујни, постављени на јавним фреквентним местима, са одмереним дизајном и јасно упућеном еколошком поруком, сунчани часовници се могу посматрати као живи еколошки плакати, а гномоника и као „еколошка уметност”. У складу с тим, у пројекту „Сунце сија свима”, настави ли се, могла би се можда више нагласити еколошка димензија.

Да време прегazi и саме справе за мерење времена најбољи су пример стари сунчани часовници и зато неће изостати питање: – Зашто се бавити сунчаним часовницима када ће на крају од њих остати само мрље на зидовима? Уместо одговора, може се само констатовати да је то добро питање, али питање које покреће расправу о смислу и сваке друге људске делатности.

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ

1

Математичка географија: наставни програм

Студијски програм/студијски програми: Географија			
Врста и ниво студија: Основне академске			
Назив предмета: Математичка географија			
Наставник (Презиме, средње слово, име): Тадић Г. Милутин			
Статус предмета: Обавезни			
Број ЕСПБ: 5			
Услов: Нема услова			
Циљ предмета: дати целовит математички „опис“ Земљине лопте у контексту географије (у вези са појавама и процесима на површини Земље).			
Исход предмета: студент самостално изводи основна рачунања на површини Земљине лопте – одређује географске координате, најкраћа растојања, подневну висину сунца и дужину обданице, разуме географске последице Земљиних кретања, развија способност оријентације на површини Земљине лопте и на звезданом небу, усваја научни поглед на свет, зна математичкогеографска знања пренети својим будућим ученицима.			
Садржај предмета			
Предавања: 1) Земља као небеско тело (положај Земље у космосу, Сунчев систем); 2) Облик и величина Земље; 3) Оријентација на Земљиној лопти (географски координатни систем); 4) Небеска сфера; 5–6) Путање на Земљиној лопти; 7–8) Земљина кретања и њихове географске последице; 9) Светлосно-топлотни појасеви; 10) Месец – Земља; 11) Мерење временских размака; 12) Гномоника; 13–14) Сунчева геометрија (одређивање дужине обданице и тренутака изласка и заласка сунца); 15) Систематизација градива; <i>пописи</i> .			
Вежбе: 1) Размере, грађа, настанак и будућност васионе; 2) Сунчев систем; 3) Координатни системи на небеској сфери; 4) Координатни системи на Земљиној лопти; 5) Утврђивање и провера знања: <i>први колоквијум</i> ; 6) Посета <i>Народној опсерваторији и Планетаријуму</i> ; 7) Конструкција обртне карте звезданог неба; 8) Одређивање најкраћих удаљености на Земљиној лопти; 9) Конструкција хоризонталног сунчаног часовника; 10) Утврђивање и провера знања: <i>други колоквијум</i> ; 11) Посета <i>Астрономској опсерваторији</i> ; 12) Одређивање висине сунца и географске ширине у школским условима; 13–14) Одређивање дужине обданице; 15) Систематизација градива; <i>пописи</i> .			
Литература			
Обавезна:			
Тадић, М. (2004). <i>Математичка географија</i> . Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.			
Тадић, М., Петровић, А. (2010). <i>Практикум из математичке географије</i> . Београд.			
Тадић, М. (2004). <i>Астрономија – поглед ка звезданом небу</i> . Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.			
Помоћна:			
Тадић, М. (2010). <i>Математичка географија Републике Србије</i> . Београд: Еон.			
Станић, Н., Тадић, М. (2005). <i>Астрологија</i> . Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.			
Тадић, М. (2002). <i>Сунчани часовници</i> . Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.			
Тошић, Г., Тадић, М. (2004). <i>Хиландарски монах Лазар – први српски часовничар</i> . Крагујевац: Епархија шумадијска.			
Број часова активне наставе			Остали часови
Предавања: 2	Вежбе: 2	Други облици наставе:	Студијски истраживачки рад:
Методе извођења наставе: демонстрације, практични радови, теренски рад, разговор, усмено излагање			
Оцена знања (максимални број поена 100)			
Предиспитне обавезе	поена	Завршни испит	поена
активност у току предавања	9	писмени испит	30
практична рад	10	усмени испит	
колоквијум-и	51 (25+26)		
парцијални испит			
семинар-и			
теренска настава			

Писмо директору школе

Проф. др Милутин Тадић
Географски факултет – Универзитет у Београду
Београд, Студентски трг 3/III
Тел. 011/2637 421
Е-mail: tadic@gef.bg.ac.rs

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Број 10.
05. 10. 2015. год
БЕОГРАД

ОСНОВНА ШКОЛА "ПОП ЈАНА" РАЛОВО

(Директору школе)

Предмет: Конструкција школског зидног сунчаног часовника

У склопу практичног рада из предмета *Математичка географија* (I семестар), наш студент Александар Жежељ треба да конструише школски зидни сунчани часовник на школи коју сам изабере. Изабрао је вашу школу.

Молимо вас да му дозволите/омогућите да свој пројекат у току овог семестра и реализује: студент ће испунити једну од својих предиспитних обавеза у циљу популаризације природних наука, а вашој школи ће остати зидни сунчани часовник, као украс зграде и као **наставно средство**.

Део послова које треба да обави студент: избор зида и места на зиду (заједно са вама и са наставницима географије и физике), мерење географског азимута зида и географских координата школе, прорачун часовне скале сунчаног часовника, израда нацрта часовне скале и бацача сенке (у сарадњи саманом, као ментором), надзор над монтажом.

Део послова које треба да обави школа (школски домар): израда металне шипке која баца сенку према нацрту који ће припремити студент, постављање ске, монтажа шипке и металних цифри бројчаника на места које ће означити студент. Пожељно је да у пројекту, осим наставника географије и физике, учествује и наставник ликовног васпитања, који може осликати сунчани часовник, или ученици који су вешти у изради уличних графита.

Трошкови. Подразумевајући да ће домар у школској радионици урадити/заварити металну шипку која баца сенку, и да лако може поставити скелу до висине 4 метра, остаје само да школа у гвожђари купи 10–15 кућних бројки (зависно од оријентације зида) величине 10 см (што би све скупо коштало око две хиљаде динара). И ти минимални трошкови се могу избећи ако учествује наставник ликовног или графит-уметници из редова ученика.

Напомена: Школа ова пројекат може пријавити као свој, и конкурисати код било које институције.

05. 10. 2015.

С поштовањем,

Сајласна
П. С. Како изгледају школски зидни сунчани часовници у Србији које смо до сада направили, можете погледати на сајту: <http://yusundials.com/>

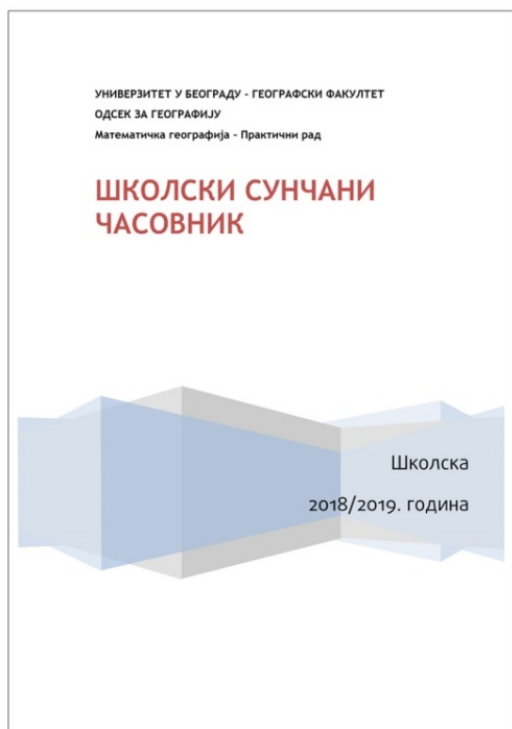
Показна вежба: Земун, 2013.



Временско изједначење (2020)

Знак „-“ значи да сунчани часовник касни, а знак „+“ да брза.	Feb 28	-12m 37s	Apr 30	2m 50s	Jul 01	-3m 59s	Sep 01	0m 8s	Nov 02	16m 29s
	Feb 29	-12m 25s	May 01	2m 57s	Jul 02	-4m 10s	Sep 02	0m 27s	Nov 03	16m 29s
	Mar 01	-12m 14s	May 02	3m 4s	Jul 03	-4m 21s	Sep 03	0m 47s	Nov 04	16m 28s
	Mar 02	-12m 1s	May 03	3m 10s	Jul 04	-4m 32s	Sep 04	1m 7s	Nov 05	16m 26s
Jan 01	Mar 03	-11m 49s	May 04	3m 15s	Jul 05	-4m 42s	Sep 05	1m 27s	Nov 06	16m 24s
Jan 02	Mar 04	-11m 35s	May 05	3m 20s	Jul 06	-4m 52s	Sep 06	1m 47s	Nov 07	16m 20s
Jan 03	Mar 05	-11m 22s	May 06	3m 25s	Jul 07	-5m 2s	Sep 07	2m 8s	Nov 08	16m 16s
Jan 04	Mar 06	-11m 7s	May 07	3m 28s	Jul 08	-5m 11s	Sep 08	2m 28s	Nov 09	16m 11s
Jan 05	Mar 07	-10m 53s	May 08	3m 32s	Jul 09	-5m 20s	Sep 09	2m 49s	Nov 10	16m 5s
Jan 06	Mar 08	-10m 38s	May 09	3m 34s	Jul 10	-5m 28s	Sep 10	3m 10s	Nov 11	15m 58s
Jan 07	Mar 09	-10m 23s	May 10	3m 36s	Jul 11	-5m 36s	Sep 11	3m 31s	Nov 12	15m 50s
Jan 08	Mar 10	-10m 7s	May 11	3m 38s	Jul 12	-5m 43s	Sep 12	3m 52s	Nov 13	15m 41s
Jan 09	Mar 11	-9m 51s	May 12	3m 39s	Jul 13	-5m 50s	Sep 13	4m 14s	Nov 14	15m 32s
Jan 10	Mar 12	-9m 35s	May 13	3m 39s	Jul 14	-5m 57s	Sep 14	4m 35s	Nov 15	15m 21s
Jan 11	Mar 13	-9m 19s	May 14	3m 39s	Jul 15	-6m 3s	Sep 15	4m 56s	Nov 16	15m 10s
Jan 12	Mar 14	-9m 2s	May 15	3m 38s	Jul 16	-6m 8s	Sep 16	5m 18s	Nov 17	14m 58s
Jan 13	Mar 15	-8m 45s	May 16	3m 37s	Jul 17	-6m 13s	Sep 17	5m 39s	Nov 18	14m 45s
Jan 14	Mar 16	-8m 28s	May 17	3m 35s	Jul 18	-6m 18s	Sep 18	6m 1s	Nov 19	14m 32s
Jan 15	Mar 17	-8m 11s	May 18	3m 32s	Jul 19	-6m 22s	Sep 19	6m 22s	Nov 20	14m 17s
Jan 16	Mar 18	-7m 53s	May 19	3m 29s	Jul 20	-6m 25s	Sep 20	6m 43s	Nov 21	14m 2s
Jan 17	Mar 19	-7m 36s	May 20	3m 26s	Jul 21	-6m 28s	Sep 21	7m 5s	Nov 22	13m 46s
Jan 18	Mar 20	-7m 18s	May 21	3m 22s	Jul 22	-6m 30s	Sep 22	7m 26s	Nov 23	13m 29s
Jan 19	Mar 21	-7m 0s	May 22	3m 17s	Jul 23	-6m 32s	Sep 23	7m 47s	Nov 24	13m 11s
Jan 20	Mar 22	-6m 42s	May 23	3m 12s	Jul 24	-6m 33s	Sep 24	8m 8s	Nov 25	12m 53s
Jan 21	Mar 23	-6m 24s	May 24	3m 6s	Jul 25	-6m 33s	Sep 25	8m 29s	Nov 26	12m 34s
Jan 22	Mar 24	-6m 6s	May 25	3m 0s	Jul 26	-6m 33s	Sep 26	8m 49s	Nov 27	12m 14s
Jan 23	Mar 25	-5m 48s	May 26	2m 53s	Jul 27	-6m 32s	Sep 27	9m 10s	Nov 28	11m 53s
Jan 24	Mar 26	-5m 30s	May 27	2m 46s	Jul 28	-6m 31s	Sep 28	9m 30s	Nov 29	11m 32s
Jan 25	Mar 27	-5m 12s	May 28	2m 39s	Jul 29	-6m 29s	Sep 29	9m 50s	Nov 30	11m 10s
Jan 26	Mar 28	-4m 54s	May 29	2m 31s	Jul 30	-6m 26s	Sep 30	10m 9s	Dec 01	10m 47s
Jan 27	Mar 29	-4m 35s	May 30	2m 22s	Jul 31	-6m 23s	Oct 01	10m 29s	Dec 02	10m 24s
Jan 28	Mar 30	-4m 18s	May 31	2m 13s	Aug 01	-6m 19s	Oct 02	10m 48s	Dec 03	10m 0s
Jan 29	Mar 31	-3m 60s	Jun 01	2m 4s	Aug 02	-6m 15s	Oct 03	11m 7s	Dec 04	9m 36s
Jan 30	Apr 01	-3m 42s	Jun 02	1m 55s	Aug 03	-6m 10s	Oct 04	11m 25s	Dec 05	9m 11s
Jan 31	Apr 02	-3m 24s	Jun 03	1m 45s	Aug 04	-6m 4s	Oct 05	11m 44s	Dec 06	8m 45s
Feb 01	Apr 03	-3m 7s	Jun 04	1m 34s	Aug 05	-5m 58s	Oct 06	12m 1s	Dec 07	8m 20s
Feb 02	Apr 04	-2m 49s	Jun 05	1m 24s	Aug 06	-5m 51s	Oct 07	12m 19s	Dec 08	7m 53s
Feb 03	Apr 05	-2m 32s	Jun 06	1m 13s	Aug 07	-5m 44s	Oct 08	12m 36s	Dec 09	7m 26s
Feb 04	Apr 06	-2m 15s	Jun 07	1m 1s	Aug 08	-5m 36s	Oct 09	12m 52s	Dec 10	6m 59s
Feb 05	Apr 07	-1m 59s	Jun 08	0m 50s	Aug 09	-5m 27s	Oct 10	13m 8s	Dec 11	6m 31s
Feb 06	Apr 08	-1m 42s	Jun 09	0m 38s	Aug 10	-5m 18s	Oct 11	13m 24s	Dec 12	6m 3s
Feb 07	Apr 09	-1m 26s	Jun 10	0m 26s	Aug 11	-5m 8s	Oct 12	13m 39s	Dec 13	5m 35s
Feb 08	Apr 10	-1m 10s	Jun 11	0m 14s	Aug 12	-4m 58s	Oct 13	13m 53s	Dec 14	5m 6s
Feb 09	Apr 11	-0m 54s	Jun 12	0m 1s	Aug 13	-4m 47s	Oct 14	14m 7s	Dec 15	4m 38s
Feb 10	Apr 12	-0m 39s	Jun 13	-0m 11s	Aug 14	-4m 36s	Oct 15	14m 21s	Dec 16	4m 8s
Feb 11	Apr 13	-0m 24s	Jun 14	-0m 24s	Aug 15	-4m 24s	Oct 16	14m 34s	Dec 17	3m 39s
Feb 12	Apr 14	-0m 9s	Jun 15	-0m 37s	Aug 16	-4m 12s	Oct 17	14m 46s	Dec 18	3m 10s
Feb 13	Apr 15	0m 5s	Jun 16	-0m 50s	Aug 17	-3m 59s	Oct 18	14m 58s	Dec 19	2m 40s
Feb 14	Apr 16	0m 19s	Jun 17	-1m 3s	Aug 18	-3m 45s	Oct 19	15m 9s	Dec 20	2m 10s
Feb 15	Apr 17	0m 33s	Jun 18	-1m 16s	Aug 19	-3m 31s	Oct 20	15m 19s	Dec 21	1m 41s
Feb 16	Apr 18	0m 46s	Jun 19	-1m 29s	Aug 20	-3m 17s	Oct 21	15m 29s	Dec 22	1m 11s
Feb 17	Apr 19	0m 59s	Jun 20	-1m 42s	Aug 21	-3m 2s	Oct 22	15m 38s	Dec 23	0m 41s
Feb 18	Apr 20	1m 12s	Jun 21	-1m 55s	Aug 22	-2m 47s	Oct 23	15m 47s	Dec 24	0m 11s
Feb 19	Apr 21	1m 24s	Jun 22	-2m 8s	Aug 23	-2m 31s	Oct 24	15m 54s	Dec 25	-0m 18s
Feb 20	Apr 22	1m 35s	Jun 23	-2m 21s	Aug 24	-2m 15s	Oct 25	16m 1s	Dec 26	-0m 48s
Feb 21	Apr 23	1m 46s	Jun 24	-2m 34s	Aug 25	-1m 58s	Oct 26	16m 7s	Dec 27	-1m 17s
Feb 22	Apr 24	1m 57s	Jun 25	-2m 46s	Aug 26	-1m 41s	Oct 27	16m 13s	Dec 28	-1m 46s
Feb 23	Apr 25	2m 7s	Jun 26	-2m 59s	Aug 27	-1m 24s	Oct 28	16m 18s	Dec 29	-2m 15s
Feb 24	Apr 26	2m 17s	Jun 27	-3m 11s	Aug 28	-1m 6s	Oct 29	16m 22s	Dec 30	-2m 44s
Feb 25	Apr 27	2m 26s	Jun 28	-3m 24s	Aug 29	-0m 48s	Oct 30	16m 25s	Dec 31	-3m 13s
Feb 26	Apr 28	2m 35s	Jun 29	-3m 36s	Aug 30	-0m 30s	Oct 31	16m 27s		
Feb 27	Apr 29	2m 43s	Jun 30	-3m 47s	Aug 31	-0m 11s	Nov 01	16m 29s		

Пример пројекта сунчаног часовника



Табела 1

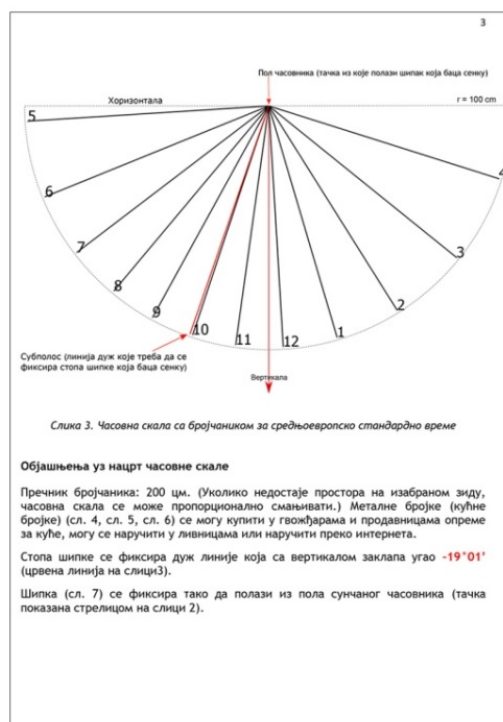
Конструкциони елементи часовне скале

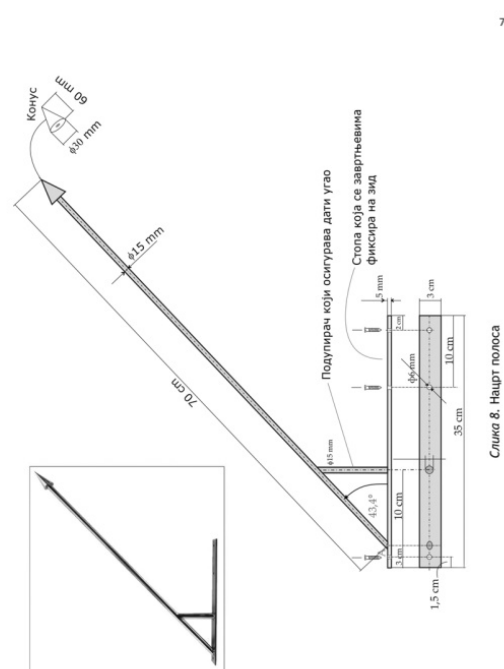
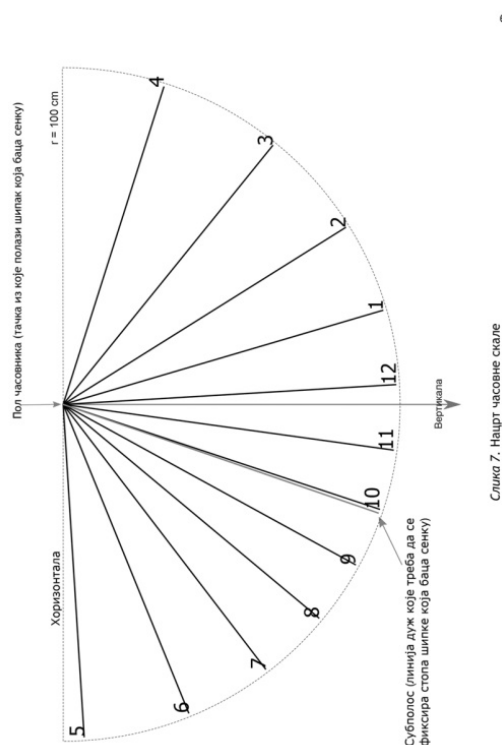
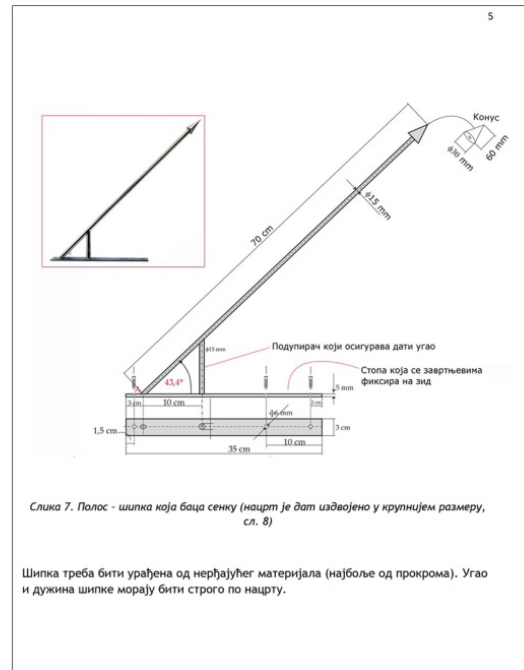
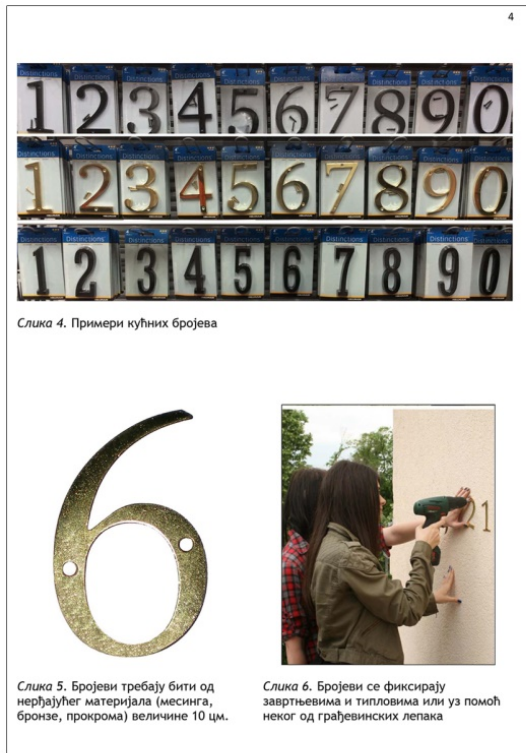
T	S (°)	d (cm)	T'	a	b
5.0	-86° 23' 17"	250.44	6.0	43° 25' 51"	-19° 01' 27"
5.5	-76° 42' 58"	180.35	6.5		
6.0	-67° 52' 28"	146.48	7.0		
6.5	-59° 51' 50"	127.41	7.5		
7.0	-52° 36' 26"	115.7	8.0		
7.5	-45° 59' 24"	108.15	8.5		
8.0	-39° 53' 15"	103.15	9.0		
8.5	-34° 10' 45"	99.86	9.5		
9.0	-28° 45' 11"	97.79	10.0		
9.5	-23° 30' 19"	96.68	10.5		
10.0	-18° 20' 20"	96.39	11.0		
10.5	-13° 09' 37"	96.89	11.5		
11.0	-7° 52' 29"	98.24	12.0		
11.5	-2° 23' 02"	100.6	12.5		
12.0	3° 25' 03"	104.28	13.0		
12.5	9° 38' 40"	109.85	13.5		
13.0	16° 25' 11"	118.31	14.0		
13.5	23° 51' 59"	131.56	14.5		
14.0	32° 05' 34"	153.55	15.0		
14.5	41° 09' 34"	193.86	15.5		
15.0	51° 02' 12"	282.65	16.0		
15.5	61° 33' 38"		16.5		
16.0	72° 25' 30"		17.0		
16.5	83° 14' 07"		17.5		

ЛЕГЕНДА:
T – средњоевропско стандардно време
T' – средњоевропско летње време
S – угао сенке
a – угао који полоз заклапа са равни зида
b – угао који пројекција полоза заклапа са вертикалом
d – поларна удаљеност пројекције екватора (није обавезно уцртавати пројекцију екватора, само ко хоће)

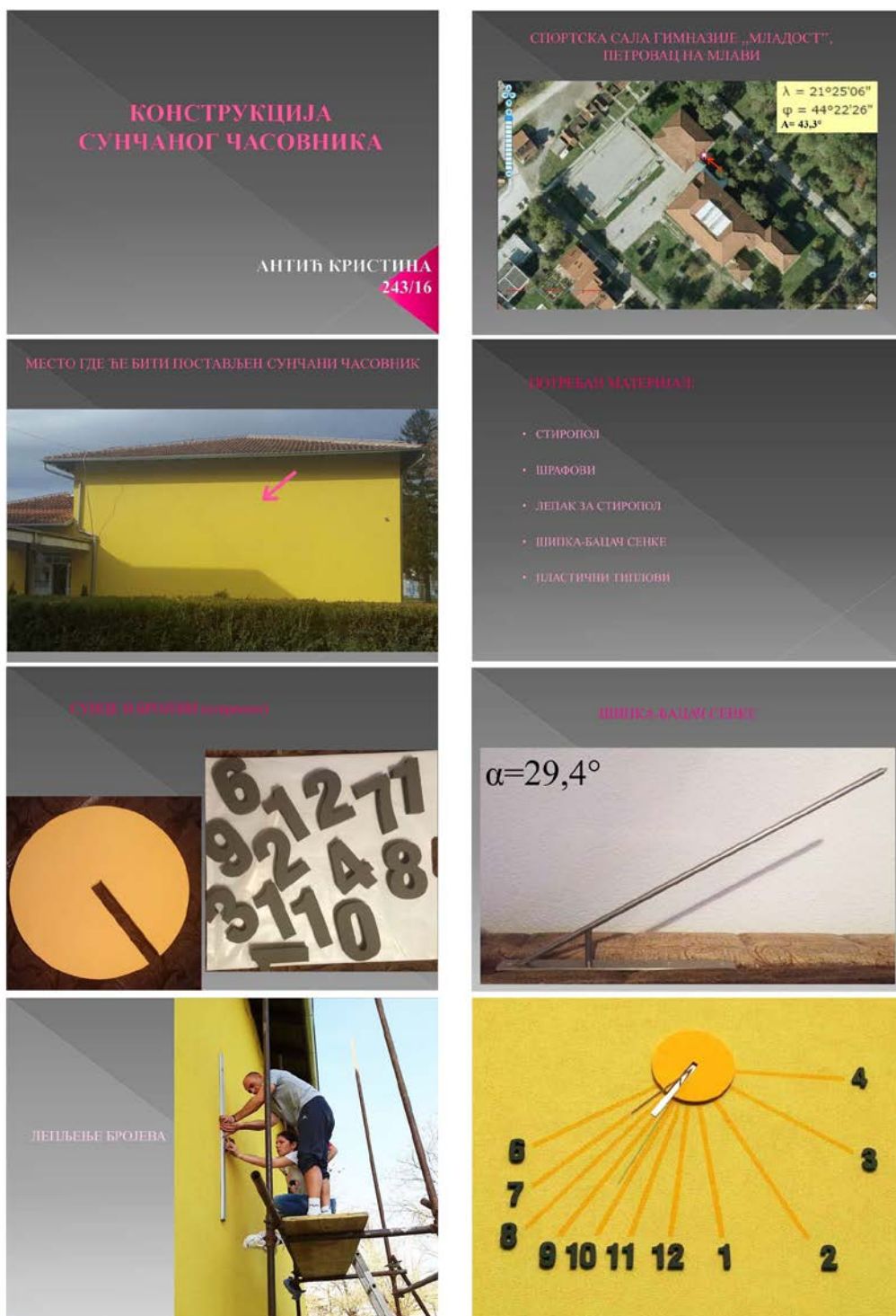
НАПОМЕНЕ:
1) Углови сенки (s) се наносе од вертикале која полази из пола сунчаног часовника (тачке у коју се фиксира полоз – шипка која баца сенку). Позитиван смер јесте удесно од вертикале.
2) Довољно је урадити бројчаник за пуне часове¹.

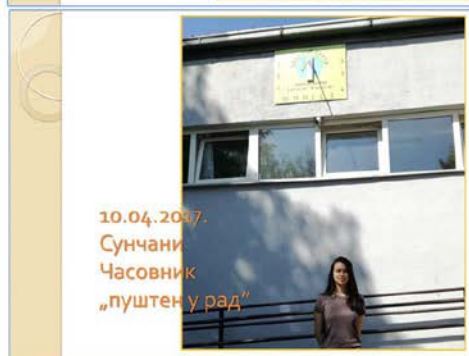
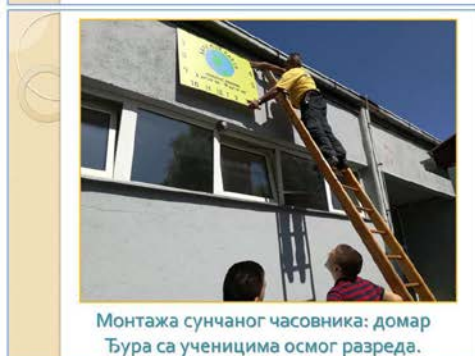
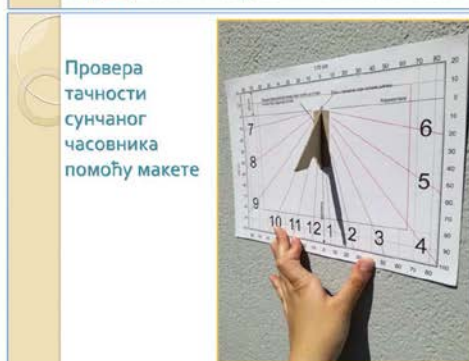
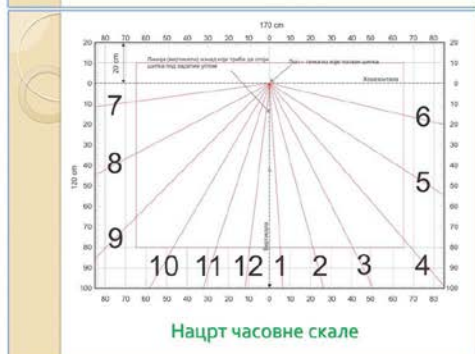
¹ Примере можете погледати на интернет адреси: www.yusundials.com



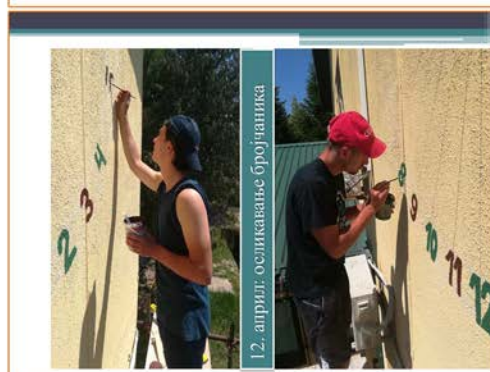


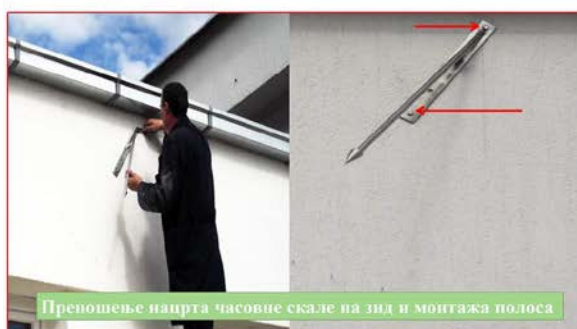
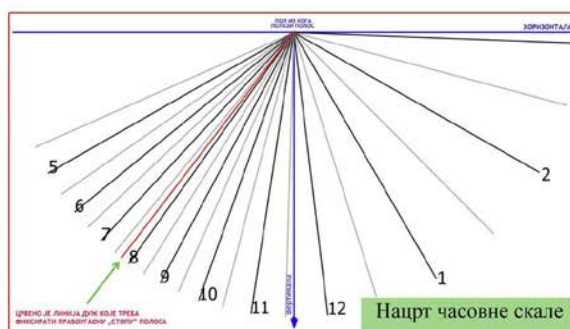
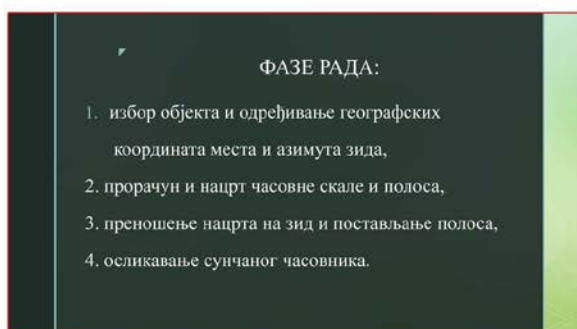
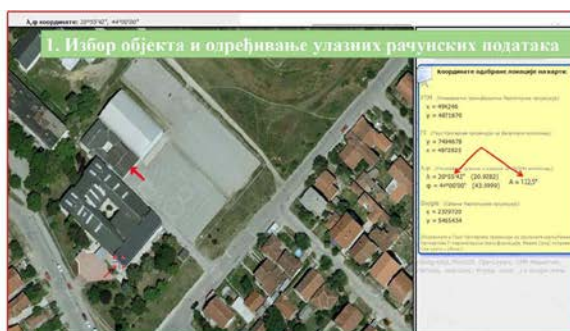
Презентације студентских радова: четири примера





■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ





Списак студентских радова са фотографијама

Год.	Студент		Место	Школа/објект	Геогр. координате	
					Ф	λ
2013	1	Димитријевић Сузана	Голубац	ОШ „Бранко Радичевић”	44° 39' 12"	21° 38' 09"
	2	Живковић Никола	Голобок	Објект у центру села	44° 27' 17"	21° 00' 35"
	3	Карапанџић Јелена	Велико Градиште	Средња школа	44° 45' 57"	21° 31' 12 "
	4	Костић Анђела	Лазница	ОШ „Јован Шербановић”	44° 14' 28"	21° 48' 26"
	5	Крстески Марко	Београд, Жарково	ОШ „Милош Црњански”	44° 45' 52"	20° 25' 06"
	6	Крстески Марко	Београд, Жарково	ОШ „Љуба Ненадовић ”	44° 45' 25"	20° 25' 08"
	7	Прелић Дана	Нова Варош	ОШ „Живко Љујић”	43° 27' 44"	19° 48' 31"
	8	Радић Тања	Београд, Звездара	Дом ученика „Алекса Дејовић”	44° 47' 24"	20° 30' 34"
	9	Ракоњац Михајло	Прилике	ОШ „Сретен Лазаревић”	43° 37' 51"	20° 09' 07"
	10	Стругаревић Дарко	Ивањица	ОШ „Милинко Кушић”	43° 37' 00"	20° 17' 06"
	11	Стругаревић Дарко	Ивањица	ОШ „Милинко Кушић”	43° 37' 00"	20° 17' 06"
	12	Ђирић Милена	Крушевац	ОШ „Бранко Радичевић”	43° 34' 51"	21° 20' 40"
	13	Фрајтовић Милутин	Глоговац	ОШ „Јанко Веселиновић”	44° 51' 30"	19° 24' 55"
2014	14	Јоксимовић Ивана	Свилајнац	Пољопр.-ветеринарска школа	44° 13' 46"	21° 11' 50"
	15	Марковић Александар	Штрпце	ОШ „Стаја Марковић”	42° 14' 25"	21° 01' 40"
	16	Михаиловић Стефан	Раља	ОШ „Александра Марјановић”	44° 34' 11"	20° 33' 41"
	17	Седлак Марко	Суботица	Породична кућа	46° 08' 35"	21° 01' 28"
	18	Симић Ивана	Обреж	ОШ „Мирко Томић”	44° 46' 8"	21° 20' 51"
	19	Стевлић Биљана	Заблаће код Чачка	ОШ „Владислав Петковић Дис”	43° 50' 26"	20° 26' 24"
	20	Стојановић Марија	Параћин	Економско-трговачка школа	43° 51' 41"	21° 24' 25"
	21	Стругаревић Дарко	Београд	ОШ „Надежда Петровић”	44° 49' 50"	20° 24' 22"
	22	Туровић Младен	Ивањица, Кушићи	ОШ „Мајор Илић”	43° 30' 10"	20° 06' 13"
	23	Филиповић Алекса	Куршумлија	ОШ „Дринка Павловић”	43° 08' 22"	21° 16' 09"
	24	Цветковић Јелена	Владичин Хан	Техничка школа	42° 42' 13"	22° 03' 56"
	25	Чеканац Дијана	Краљево	Стара техничка школа	43° 43' 45"	20° 41' 50"
2015	26	Бучевић Срђан	Ужице	ОШ „Душан Јерковић”	43° 51' 18"	19° 50' 44"
	27	Величовски Катарина	Београд	ОШ „Милан Ђ. Милићевић”	44°46' 25v	20° 30' 12"
	28	Дачић Марко	Сефкерин	Православна црква	45° 00' 10"	20° 28' 35"
	29	Јанковић Тања	Шабац	Средња пољопр. школа	44° 45' 50"	19° 40' 36"
	30	Јеремић Бојана	Нови Пазар	Средња трговинска школа	43° 08' 38"	20° 30' 51"
	31	Јовановић Марко	Крагујевац	ОШ „III крагујевачки батаљон”	44° 00' 18"	20° 53' 51"
	32	Јовановић Саша	Лозница	ОШ „Анта Богићевић”	44° 31' 53"	19° 12' 24"
	33	Ковач Наташа	Сомбор	ОШ „Вук Караџић”	45° 46' 07"	19° 06' 34"
	34	Којић Јулија	Брус	Средња Школа	43° 22' 55"	21° 01' 37"
	35	Крчум Алекса	Смедерево	ОШ Свети Сава	44° 38' 26"	20° 55' 24"

Напомена. Подаци су груписани по календарским годинама, док су у оквиру једне године имена студената сортирана азбучним редом. Број фотографије одговара редном броју у табели.

Радови студената Географског факултета



■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

	Студент		Место	Школа/објекат	Геогр. координате	
					φ	λ
2015.	36	Марков Бранислава	Самош	ОШ „Лукреција Анкуцић”	45° 12' 08"	20° 46' 12"
	37	Масалушић Душан	Прибој	ОШ „Вук Караџић”	43° 34' 59"	19° 31' 30"
	38	Милетић Теодора	Београд	Гимназија „Свети Сава”	44° 48' 09"	20° 27' 33"
	39	Милутиновић Ненад	Крушевац	ОШ „Бранко Радичевић”	43° 35' 28"	21° 21' 34"
	40	Мирко Алексић	Београд/Калуђерица	ОШ „Милоје Васић”	44° 45' 22"	20° 33' 36"
	41	Николић Драгана	Ликодра	ОШ „Боривоје Ж. Милојевић”	44° 23' 25"	19° 25' 34"
	42	Перић Јована	Сопот	ОШ „Јелица Миловановић”	44° 31' 41"	20° 33' 39"
	43	Петровић Марко	Зајечар	Породична кућа	43° 53' 41"	22° 13' 56"
	44	Поповић Теодора	Велики Борак	ОШ „Кнез Сима Марковић”	44° 31' 52"	20° 22' 08"
	45	Радивојевић Стеван	Бајина Башта	ОШ „Рајак Павићевић”	43° 58' 12"	19° 33' 59"
	46	Радвановић Марија	Лесковац	ОШ „Вожд Карађорђе”	42° 58' 57"	21° 57' 21"
	47	Рац Виолета	Дебелача	ОШ „Моша Пијаде”	45° 04' 10"	20° 36' 00"
	48	Росић Милица	Аранђеловац	ОШ „Светолик Ранковић”	44° 18' 52"	20° 33' 24"
	49	Сикирица Лука	Београд	Стан/тераса	44° 49' 45"	20° 24' 34"
	50	Синђелић Јелена	Лебане	Породична кућа	42° 55' 20"	21° 44' 12"
	51	Станојевић Стефана	Трговиште	Средња шк. „Милутин Бојић”	42° 21' 43"	22° 04' 45"
	52	Степановић Милица	Раковица / Београд	Машин. шк. „Радоје Дакић”	44° 44' 46"	20° 26' 47"
	53	Стошић Дајана,	Баваниште	ОШ „Бора Радић”	44° 49' 08 "	20° 52' 33"
	54	Трујић Андријана	Старо Село	ОШ „Карађорђе”	44° 17' 37"	21° 05' 27"
	55	Устић Дијана	Владимировац+	ОШ „Први мај”	45° 02' 50"	20° 52' 56"
	56	Цветковић Катарина	Брус	Предшк. установа „Пахуљице”	43° 23' 07"	21° 01' 39"
2016	57	Шандор Сара	Павлиш	ОШ „Ђура Јакшић”	45° 06' 06"	21° 14' 16"
	58	Шаптовић Дамјан.	Ариље	Стари хотел „Елен”	43° 45' 09"	20° 05' 49"
	59	Шмигић Наташа	Рача	ОШ „Карађорђе”	44° 13' 53"	20° 58' 26"
	60	Антић Кристина	Петровац на Млави	Гимназија „Младост”	44° 22' 26"	21° 25' 06"
	61	Аћимовић Тијана	Трбушани	Породична кућа	43° 54' 45"	20° 18' 46"
	62	Бајин Александар	Панчево	ОШ „Борислав Петров Браца”	44° 51' 12"	20° 39' 36"
	63	Богдановић Јелена	Винча	ОШ Никола Тесла	44° 44' 49"	20° 35' 59"
	64	Божовић Маја	Прељина	ОШ „Прељина”	43° 54' 54"	20° 24' 21"
	65	Жежељ Александар	Панчево	ОШ „Свети Сава”	44° 52' 36"	20° 40' 12"
	66	Јанићијевић Александар	Смедер. Паланка	Машинска школа „Гоша”	44° 21' 57"	20° 57' 46"
	67	Лојанчић Николина	Акмачићи	ОШ „Момир Пуцаревић”	43° 25' 27"	19° 52' 13"
	68	Мандић Кристина	Шабац	Школа за примењену уметност	44° 45' 32"	19° 41' 52"
	69	Марковић Марија	Зајечар	ОШ „Хајдук Вељко”	43° 54' 36"	22° 15' 44"
	70	Милутиновић Никола	Деспотовац	Породична кућа	44° 05' 49"	21° 26' 21"

Радови студената Географског факултета



■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

	Студент		Место	Школа/објект	Геогр. координате	
					φ	λ
2017	71	Радосављевић Милица	Лепосавић	ОШ „Лепосавић“	43° 06' 09"	20° 48' 06"
	72	Ранковић Александра	Младеновац	Гимназија	44° 26' 33"	20° 41' 36"
	73	Сабљић Ђорђе	Београд	ОШ за образовање одраслих	44° 48' 08"	20° 27' 37"
	74	Стевановић Сава	Алексин. рудници	ОШ „Јова Јовановић Змај“	43° 33' 23"	20° 41' 27"
	75	Степановић Сања	Љубовија	ОШ „Петар Враголић“	44° 11' 09"	19° 22' 55"
	76	Стоиљковић Милена	Лазаревац	Породична кућа	44° 22' 28"	20° 15' 30"
	77	Филиповић Марко	Липице	Породична кућа	43° 49' 27"	20° 25' 59"
	78	Филић Маја	Гроцка	ОШ „Илија Гарашанин“	44° 40' 24"	20° 42' 53"
2017	79	Вукашиновић Сандра	Дудовица	ОШ „Михаило М. Сеља“	44° 17' 53"	20° 15' 45"
	80	Вучинић Вељко	Чачак	Гимназија	43° 53' 36"	20° 21' 02'
	81	Добрић Милица	Нови Пазар	ОШ „Рифат Бурџевић Тршо“	43° 08' 03"	20° 31' 02"
	82	Ђурић Јелена	Обреновац	Техничка школа	44° 39' 26"	20° 12' 24"
	83	Живановић Катарина	Горњи Милановац	ОШ „Десанка Максимовић“	44° 02' 18"	20° 28' 20"
	84	Јовановић Биљана	Врњачка Бања	Угост.- туристичка школа	43 36' 58 "	20° 53' 24"
	85	Кизић Александра	Горњи Милановац	Економ. шк. „Кљаз Милош“	44° 01' 20"	20° 27' 20"
	86	Комазец Сергеј	Београд	ОШ „Бранко Ћопић“	44° 44' 27"	20° 25' 13"
	87	Лукић Никола	Умка	ОШ Доситеј Обрадовић	44° 40' 38"	20° 18' 20"
	88	Марковић Исидора	Батајница	ОШ Бранко Радичевић	44° 54' 02"	20° 16' 52"
	89	Мартиновић Вукосав	Прибој	ОШ „Бранко Радичевић“	43° 34' 59"	19° 31' 30"
	90	Миликић Милорад	Прибој	Гимназија	43° 33' 44"	19° 32' 20"
	91	Митричевић Мирјана	Стублине	ОШ „Живојин Перић“	44° 34' 30"	20° 09' 15"
	92	Младеновић Милан	Смедерево	Општина	44° 39' 52"	20° 55' 33"
	93	Новаковић Кристина	Уб	Техничка школа	44° 27' 20"	20° 04' 23"
	94	Пантелић Емилија	Шабац	ОШ „Вук Караџић“	44° 45' 29"	19 41' 17"
	95	Пешић Тамара	Кумарево	ОШ „Радоје Домановић“	43° 01' 27"	21° 59' 58"
	96	Попадић Јована	Београд	ОШ „Јанко Веселиновић“	44° 47' 09"	20° 29' 49"
	97	Хаџић Никола	Параћин	ОШ „Стеван Јаковљевић“	43° 51' 57"	21° 24' 57"
	98	Чегар Нина	Београд	ОШ „Свети Сава“	44° 48' 00"	20° 28' 11"
	99	Шобот Милош	Нови Бановци	ОШ „Никола Тесла“	44° 57' 59"	20° 16' 43"
2018	100	Ајдиновић Анђелика	Стари Бановци	ОШ „Слободан Савковић“	44° 59' 06 "	20° 17' 07"
	101	Бељић Хелена	Прово	ОШ „Јован Цвијић“	44° 40' 08"	19° 54' 16"
	102	Брашњевић Ана	Долово	Породична кућа	44° 53' 46"	20° 53' 11"
	103	Владимировић Марко	Лучица	ОШ „Милош Савић“	44° 34' 16"	21° 11' 22"
	104	Вуковић Александра	Рабровац	Православна црква	44° 21' 31"	20° 45' 11"
	105	Јарамаз Матија	Јагодина	ОШ „Бошко Ђуричић“	43° 58' 36"	21° 15' 20"

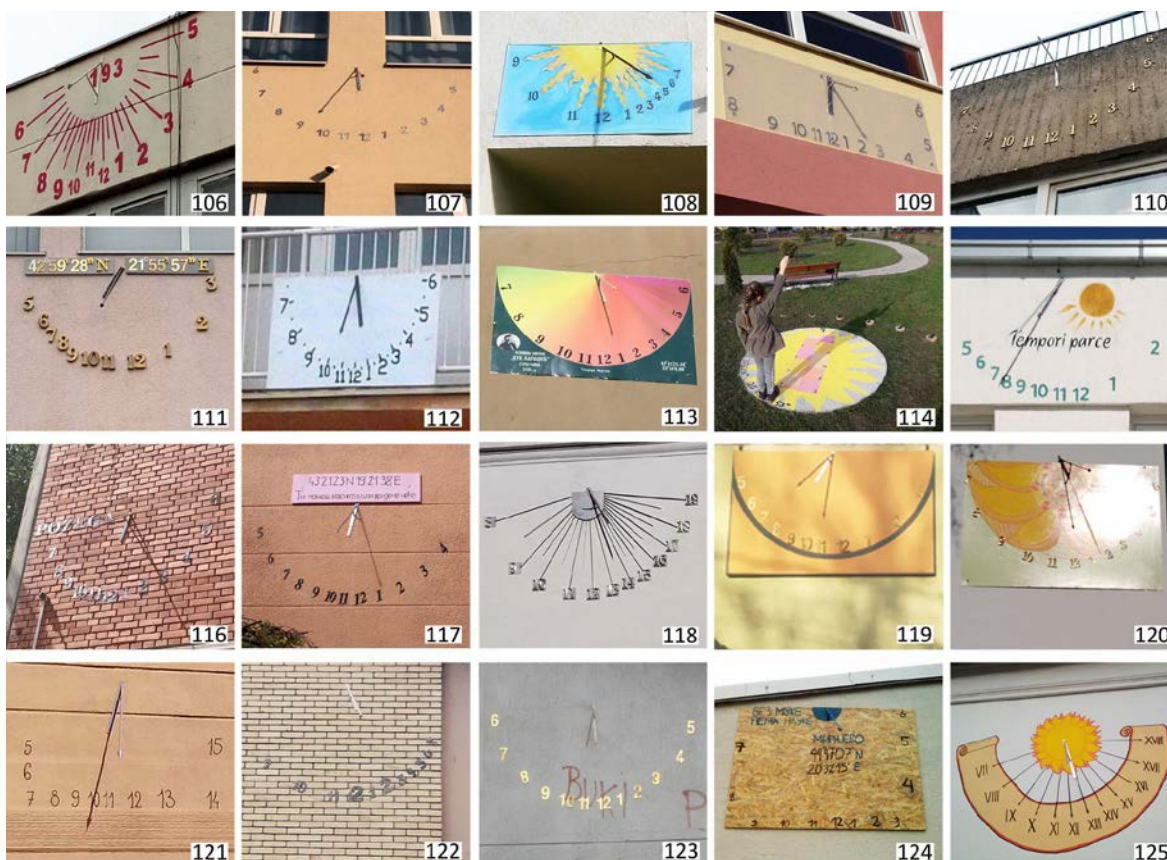
Радови студената Географског факултета



■ СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ



	Студент	Место	Школа/објекат	Геогр. координате		
				φ	λ	
2018	106	Јарамаз Матија	Ћуприја	Ватрогасна станица	43° 56' 06"	21° 23' 07"
	107	Јеремић Тамара	Крушевац	ОШ „Драгомир Марковић“	43° 34' 37"	21° 19' 46"
	108	Јоксимовић Ана	Вишеград, РС	Гимназија „Иво Андрић“	43° 47' 02"	19° 17' 32"
	109	Јосифов Немања	Варварин	ОШ „Јован Курсула“	43° 43' 24"	21° 22' 10"
	110	Јочић Јована	Београд	7. београдска гимназија	44° 47' 48"	20° 31' 42"
	111	Марјановић Никола	Лесковац	ОШ „Коста Стаменковић“	42° 59' 28"	21° 55' 56"
	112	Милић Јована	Бечмен	ОШ „Душан Вукасовић“	44° 46' 46"	20° 12' 23"
	113	Мирчев Теодора	Сурдилица	ОШ „Вук Караџић“	42° 41' 21"	22° 10' 06"
	114	Пејовић Анђела	Прилике	ОШ „Сретен Лазаревић“	43° 37' 50"	20° 09' 08"
	115	Петровић Александра	Крагујевац	ОШ „Вук Караџић“	44° 00' 01"	20° 55' 42"
	116	Петронијевић Јован	Пожега	Гимназије „Свети Сава“	43° 50' 31"	20° 02' 02"
	117	Поповић Слађана	Пљевља, ЦГ	Гимн. „Танасије Пејатовић“	43° 21' 24"	19° 21' 39"
	118	Рељић Ана	Топола	ОШ „Карађорђе“	44° 15' 19"	20° 40' 39"
	119	Стојановић Милош	Марковац	ОШ „Други шумадијски одред“	44° 14' 18"	21° 06' 44"
2019	120	Стојановић Никола	Врање	ОШ „Вук Караџић“	42° 33' 16"	21° 53' 57"
	121	Сфера Михаило	Панчево	Предшколска установа	44° 52' 23"	20° 38' 43"
	122	Тодоровић Жељка	Панчево	ОШ „Мирослав Антић“	44° 51' 39"	20° 40' 07"
	123	Цветановић Марија	Јагодина	ОШ „Рада Миљковић“	43° 59' 04"	21° 15' 10"
	124	Ђорђевић Никола	Београд	Породична кућа	44° 47' 07"	20° 32' 15"
	125	Пешић Лука	Старчево	ОШ „Вук Стефановић Караџић“	44° 48' 19"	20° 42' 24"



ЛИТЕРАТУРА

- Мишковић, В. (1930). О сунчаним часовницима. *Годишњак нашег неба за 1931*, стр. 179–195.
- Петровић, А. и Петровић, Б. (2009). „Живи”сунчани часовник ОШ „Бановић Страхиња”. *Глобус*, 34, стр.161–166.
- Станић, Н. и Тадић, М. (2017). Сунчани часовник ка средство комуникације. Публикације Астрономске опсерваторије у Београду, 96, стр. 427–434.
- Тадић, М. (1989). Вулгаризација гномонике. *Васиона*, XXXVII (5), стр. 104–108.
- Тадић, М. (1997). Нацрт за каталог наших сунчаника. *Публикације Астрономске опсерваторије у Београду*, 6, стр. 31–34.
- Тадић, М. (2002). *Сунчани часовници*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Тадић, М. (2004). *Математичка географија*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Тадич, М. и Прњат, З. (2019). Конструирование солнечных часов: стратегия обучения на открытом воздухе в курсе математической географии. *География в школе*, 3/2019, стр. 42–45.

* * *

- Brož, M., Nosek, M., Trebichavský J. & Pecinová, D. (2004). *Sluneční hodiny na pevných stanovištích: Čechy, Morava, Slezsko a Slovensko*. Praha: Akademie ved České republiky.
- Fenclová, L. (2016). Nový web doc. Ludvíka Muchy. *Ikaros* [online]. <http://ikaros.cz/node/17668>
- Katalog slunečních hodin (2020). <https://astro.troja.mff.cuni.cz/mira/sh/sh.php>
- Morse, E. A. (1902). *Sundials and Roses of Yesterday: Garden Delights Which Are Here Displayed in Every Truth and Are Moreover Regarded as Emblems*. New York / London: Macmillan.
- Mucha, L. (1988). Čas a kalendář. In: Brázdil, R. et al. *Úvod do studia planety Země*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství (SPN), p. 95–109.
- Tadić, M. (1985). Elementarni oblici sunčanih satova. *Naša škola*, 5/6, str. 373–385.
- Tadić, M. (1988). *Katalog antičkih i srednjovjekovnih sunčanika u Jugoslaviji*. Sarajevo: Geografski društvo BiH i Astronomska opservatorija UAD.
- Tadić, M. (1998a). The sundial of the Belgrade Astronomic Observatory. *The University Thought: Publication in natural Sciences — University of Priština*, 5(1), p. 71–75.
- Tadić, M. (1998b). Sundials: The Silent Voice of Time. *Bulletin of the British Sundial Society*, 98.3, p. 37–38.
- Tadić, M. (2013). *Geografska merenja van školske učionice*. Beograd: Kreativni centar.
- Tadić, M. (2019, July 3). *Yusundials*. <http://yusundials.com/>

РЕЗИМЕИ

СУНЧАНИ ЧАСОВНИЦИ

Радови студената Географског факултета у Београду

Резиме

Гномоника, вештина градње сунчаних часовника, област је најелегантније примене математичке географије. У складу с тим, са студентима Географског факултета у Београду, у оквиру практичних вежби из предмета Математичка географија, у периоду 2013–2019. реализован је пројекат под неформалним називом „Сунце сија свима”, који је описан у овој књизи.

Након што је 1. поглављу објашњено шта проучава математичка географија и у каквој је вези са гномоником, у књизи је детаљно изложено како се одвијао поменути пројекат – зашто су од свих сунчаних часовника изабрани вертикални/зидни (2. поглавље), каква је била припрема и подела рада [ментор (прорачун и нацрт) – студент (реализација), директор школе са наставницима (инфраструктурна подршка)] (3. поглавље), који су резултати (4. поглавље) и какве су могућности примене сунчаних часовника као учила на свим нивоима образовања (5. поглавље). Поглавља су илустрована фотографијама које су снимили студенти током рада.

У поменутом периоду, студенти су поставили 125. сунчаних часовника у 91 месту у Србији, од тога већину (84%) на основним и средњим школама, углавном оних које су својевремено завршили. Према одговорима у анкети, студенти су имали безрезервну подршку породице и пријатеља али не и очекивану подршку директора и наставника школа које су изабрали. На почетку су се студенти задовољавали једноставним облицима (шипка која баца сенку + полукружни или правоугаони бројчаник), а онда су своје часовнике почели осликавати или дописивати им мото, не без међусобног такмичења. Студенти су тако школама оставили зидне сунчане часовнике који су истовремено часовници, украси на фасадама и наставна средства. Како се могу користити као наставна средства у настави ван школске учионице образложено је у 5. поглављу. У том поглављу скицирано је шта може рећи и која питања може очекивати наставник држећи час испред зидног сунчаног часовника, и то на свим нивоима образовања, од предшколског до високошколског.

Књига садржи и седам прилога: 1) програм предмета Математичка географија; 2) писмо које су студенти носили директорима изабраних школа; 3) фото-стрип показне вежбе; 4) таблица временског изједначења за 2020. годину; 5) пример прорачуна и нацрта сунчаног часовника које су студенти добијали од ментора; 6) четири примера презентација које су радили студенти за своје часовнике; 7) комплетан списак студентских сунчаних часовника, са фотографијама.

СОЛНЕЧНЫЕ ЧАСЫ

Работы студентов географического факультета Белградского университета

Резюме

Гномоника, искусство создания солнечных часов, является областью самого изящного применения математической географии. В соответствии с этим совместно со студентами географического факультета Белградского университета в рамках практических занятий по курсу математической географии в период 2013-2019 гг. был реализован описанный в этой книге проект под неофициальным названием «Солнце светит для всех».

После того, как в главе 1 объясняется, что изучает математическая география, и как она связана с гномоникой, в книге подробно излагается, каким образом реализовывался упомянутый проект - почему из всех солнечных часов были выбраны именно настенные (глава 2), как проходила подготовка и распределение работы [наставник (расчет и эскиз) - студент (реализация), директор школы с учителями (инфраструктурная поддержка)] (глава 3), каковы результаты (глава 4) и каковы возможности использования солнечных часов в качестве средства обучения на всех уровнях образования (глава 5). Главы иллюстрированы фотографиями, сделанными студентами во время работы.

За указанный период студенты установили 125 солнечных часов в 91 месте в Сербии, большинство из них (84%) в основных и средних школах, как правило, тех, которые они своевременно закончили. Согласно ответам в анкете студенты пользовались безоговорочной поддержкой семьи и друзей, но не ожидаемой поддержкой директоров и учителей выбранных ими школ. Вначале студенты были удовлетворены простыми формами (*указатель* тени от солнца + полукруглый или прямоугольный циферблат), а затем они начали расписывать часы или дописывать мотто, не без взаимной конкуренции. Таким образом студенты оставили школам в пользование настенные солнечные часы, являющиеся одновременно часами, украшением на фасаде и учебным пособием. Способ использования в качестве учебного пособия на занятиях вне классной комнаты объясняется в главе 5. В данной главе говорится о том, что может рассказать учитель, и какие вопросы он может ожидать, проводя занятия перед настенными солнечными часами на всех уровнях образования, от дошкольного до высшего.

Книга также содержит семь приложений: 1) программа курса математической географии; 2) письмо, доставленное студентами директорам выбранных школ; 3) фотокомикс, демонстрирующий занятие; 4) таблица уравнения времени на 2020 год; 5) пример расчета и эскиза солнечных часов, полученных студентами от наставника; 6) четыре примера презентаций, выполненных студентами по теме солнечных часов; 7) полный список студенческих солнечных часов с фотографиями.

SUNDIALS

Works of students of the Faculty of Geography in Belgrade

Resume

Gnomonics, the skill of building sundials, is the area of the most elegant application of mathematical geography. In accordance with that, with the students of the Faculty of Geography in Belgrade, within the practical exercises from the Mathematical geography course, in the period 2013-2019, a project was realized under the informal title "The Sun shines for everyone", which is described in this book.

After explaining in Chapter 1 what mathematical geography studies and how it relates to gnomonics, the book details how the project went - why wall mounted ones were chosen of all sundials (Chapter 2), what the preparation and division of labor has been [mentor (calculation and draft) - student (realization), school principal with teachers (infrastructure support)] (Chapter 3), what the results are (Chapter 4) and what the possibilities of using sundials as teaching aids at all levels of education are (Chapter 5). The chapters are illustrated via photographs taken by the students during their work.

In the mentioned period, students installed 125 sundials in 91 places in Serbia, most of them (84%) in primary and secondary schools, mostly those they attended at one time. According to the answers in the survey, the students had the unreserved support of family and friends, but not the expected support of the principals and teachers of the schools they chose. At first, students were satisfied with simple shapes (shadow pointer and a semicircular or rectangular dial), and then they started painting their sundials or writing the motto on them, not without competing with each other. Students thus left the schools wall-mounted sundials that are simultaneously clocks, decorations on the facades and teaching aids. How they can be used as teaching aids in teaching outside the classroom is explained in Chapter 5. This chapter outlines what a teacher can say and what questions a teacher can expect teaching in front of a wall-mounted sundial, at all levels of education, from pre-school to college.

The book also contains seven attachments: 1) syllabus of the course Mathematical Geography; 2) a letter that students carried to the principals of selected schools; 3) photo-comic of the demonstration exercises; 4) table of equation of time for 2020; 5) an example of the calculation and draft of the sundial that the students received from the mentor; 6) four examples of presentations made by students for their sundials; 7) a complete list of student sundials, with photographs.

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР	4
МАТЕМАТИЧКА ГЕОГРАФИЈА И ГНОМОНИКА	5
ИЗБОР ТИПА И ОБЛИКА СУНЧАНОГ ЧАСОВНИКА	9
Садржај зидног сунчаног часовника	10
ПОДЕЛА И ТОК РАДА	14
РЕЗУЛТАТИ: 125 ПОСТАВЉЕНИХ СУНЧАНИХ ЧАСОВНИКА	23
Резултати анкете	31
ШКОЛСКА ГНОМОНИКА: НАУЧНА ЗАБАВА	33
Час гномонике на отвореном	36
КРЕАТИВНИ АНАХРОНИЗАМ	41
ПРИЛОЗИ	42
1. Математичка географија: наставни програм	42
2. Писмо директору	43
3. Показна вежба: Земун, 2013	44
4. Временско изједначење (2020)	45
5. Пример студентског пројекта	46
6. Презентације студентских радова: четири примера	48
7. Списак студентских радова са фотографијама	52
РЕЗИМЕИ	59
ЛИТЕРАТУРА	63

CIP – Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

681.111.1

ТАДИЋ, Милутин, 1955–

Сунчани часовници: радови студената Географског факултета у Београду /
Милутин Тадић. – Београд: Географски факултет, 2020 (Ниш:
Графика Галеб) – 63. стр. : илустр. ; 27 cm

Тираж 200. – Библиографија: стр. 59. - Резюме: Солнечные часы; Resume:
Sundials.

ISBN 978-86-6283-098-2

а) Сунчани часовници

COBISS.SR-ID 21069065

ISBN 978-86-6283-098-2