

Оригинални научни рад

ЦРКВЕ РАШКЕ ШКОЛЕ – МОНУМЕНТАЛНИ ОРИЈЕНТИРИ (математичкогеографски поглед на оријентацију цркава рашке школе)

Милутин Тадић*¹

*Универзитет у Београду, Географски факултет, Београд.

Извод: Чланак приказује резултате истраживања оријентације седамнаест најпознатијих цркава рашке школе у Републици Србији, од којих се пет налази на Унесковој листи Светске баштине. Измерен је азимут главне осе сваке од њих, и одређени датуми када сунце излази у том правцу на физичком хоризонту. Са једним изузетком (католикон манастира Жича), осе свих цркава леже у источном сектору хоризонта. Код девет цркава одступање од равнодневачког истока креће се у границама $\pm 6^\circ$, а две цркве (Св. Ахилеј и католикон Сопoћана), са математичкогеографског становишта, идеално су оријентисане. Није уочена веза између оријентације цркава и тачака изласка сунца у дане који су посвећени њиховим патронима.

Кључне речи: оријентација цркава, средњовековна Србија, рашка школа

Предат: 30. септембар 2012; *прихваћен:* 4. новембар 2012.

Увод

Не каснећи много за другима (Hoare & Sweet, 2000), након истраживања у периоду 2009–2012. године, које се може назвати систематским али не и интензивним, стекли су се услови за анализу оријентације уздужних оса српских средњовековних цркава у Републици Србији, груписаних по одређеним раздобљима или архитектонским стиливима. Након цркава манастира Студенице (Тадић, 2012.а), најзнаменитијих цркава на простору АП Косово и Метохија (Тадић, 2012.б) и цркава моравске школе (Тадић и Гаврић, 2012), овом приликом анализиране су најзнаменитије цркве рашке школе (таб. 1, сл. 1) с циљем да се одговори на два питања: Да ли су тачно оријентисане² и да ли су евентуална одступања од тачке истока повезана са геометријом сунца?

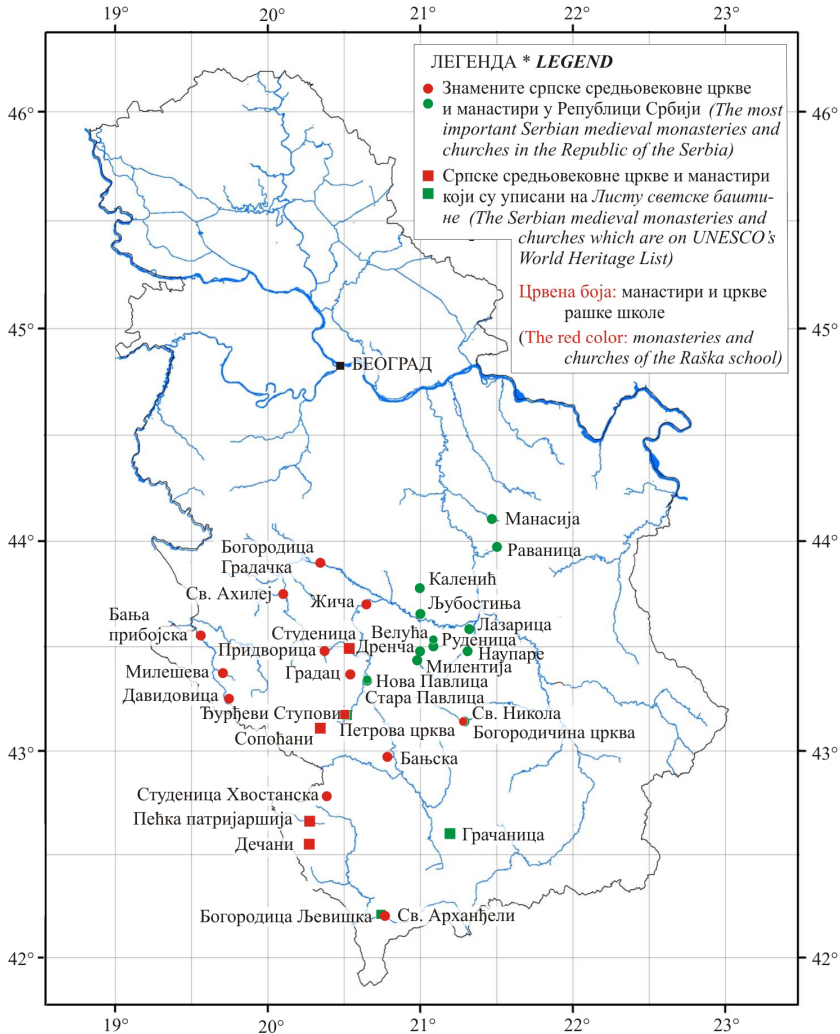
¹ Контакт адреса: tadic@gef.bg.ac.rs

² Оријентација цркава је разматрана са математичкогеографског становишта, а не са теолошког: с обзиром на хришћански смисао окретања према истоку, отклон црквене осе од тачке истока, ма колико степени износио, нема посебног значаја (црква се не подиже да буде астрономска опсерваторија).

Табела 1. Најзначајније цркве рашке школе у Републици Србији, основни подаци
(СБ – светска баштина, ИЗ – изузетног значаја, ВЗ – великог значаја)

МАНАСТИР Црква	Значај	Клитор, вероватна година почетка градње Протомајстор	Геотр. координате и надмор. висина		У долини реке
			φ° N	λ° E	
СВ. НИКОЛА Св. Никола,	ИЗ	Велики жулан Стефан Немања, 1152. ?	43,140	21,277	375 Топлице
ЂУРЂЕВИ СТУПОВИ Св. Ђорђа	СБ	Велики жулан Стефан Немања, 1167. ?	43,166	20,498	783 –
БОГОРОД. ГРАДАЧКА Вазнесења Господњег	ИЗ	Кнез Страцимир, 1180. ?	43,894	20,350	241 Западне Мораве
СТУДЕНИЦА Богородичина црква	СБ	Велики жулан Стефан Немања, 1183. ?	43,486	20,532	486 Студенице
ЖИЧА Вазнесења Господњег	ИЗ	Краљ Стефан Првovenчани, 1208. ?	43,695	20,646	223 Ибра
МИЛШЕВА Вазнесења Господњег	ИЗ	Краљ Стефан Владислав, 1219. ?	43,372	19,710	546 Милшевке
СТУДЕНИЦА ХВОСТАНСКА Улења Пресв. Богородице	ИЗ	? 1220. ?	42,766	20,389	600 –
ПЕЋКА ПАТРИЛАРШИЈА Св. Апостола	СБ	Архиепископ Арсеније I, 1220. ?	42,661	20,266	549 Пећке Бистрице
ПРИДВОРИЦА Преображења Господњег	ВЗ	? 1250. ?	43,476	20,379	683 Студенице
СОПОЋАНИ Св. Тројице	СБ	Краљ Стефан Урош I, 1258. ?	43,118	20,374	750 Рашке
ГРАДАЦ Благовештења	ИЗ	Краљица Јелена Анжујска, 1268. ?	43,366	20,539	583 Градачке реке
ДАВИДОВИЦА Богојављења	ВЗ	Жулан Дмигтар Немањин, 1281. Десина „де Риса” ?	43,240	19,737	553 Мрчкованке реке
Св. Ахилеј	ИЗ	Краљ Стефан Драгутин, 1284. ?	43,754	20,096	333 Моравице
БАЊСКА Св. Стефана	ИЗ	Краљ Стефан Урош II Милутин, 1312. ?	42,972	20,783	571 Бањске
ДЕЧАНИ Христа Пантократора	СБ	Краљ Стефан Урош III Дечански, Краљ Стефан Урош IV Душан, 1327. Фра Вига из Котора ?	42,547	19,560	660 Пећке Бистрице
БАЊА ПРИБОЈСКА Св. Николе	ИЗ	Краљ Стефан Урош III Дечански, 1329. ?	43,548	19,560	557 Лима
СВ. АРХАНЂЕЛИ Св. Арханђели	ИЗ	Краљ Стефан Урош IV Душан, 1343. ?	42,201	20,764	465 Призренске Бистрице

Српски средњовековни владари и властела из доба Немањића³ доводили су градитеље из Византије и са јадранског приморја (најчешће из Котора), тако да су укрштањем византијских и романских елемената настајале цркве посебног архитектонског стила који је познат као *рашка школа архитектуре* или само *рашка школа*. Да се ради о оригиналној школи најбоље говори податак да се пет цркава из те групе налазе на *Листи светске баштине* (UNESCO) (табела 1).



Слика 1. - Просторни распоред најзначајнијих српских средњовековних манастира и цркава рашке школе у Републици Србији

³ Овај период траје око два века, од Немање (1167) до битке на Марици (1371).

Не бавећи се разликама византијског и романског стила, и односом та два стила код цркава појединачно, треба истаћи да су градитељи из приморја донели у средњовековну Србију већу техничку прецизност (Мирковић, 1966). У коликој мери се та прецизност одразила на оријентацију, анализирано је на примеру 17 цркава рашке школе које је „Републички завод за заштиту споменика културе” вредновао као непокретна културна добра од *изузетног* (15 цркава) или *великог значаја* (две цркве). Шеснаест од њих су манастирске цркве, *католикони*⁴, а 12 су владарске задужбине (таб. 1). Размештене су у брдско-планинском простору, у сливовима Западне Мораве (са највећом концентрацијом у сливу Ибра), Лима и Белог Дрима (сл. 1).

Методологија и ток истраживања

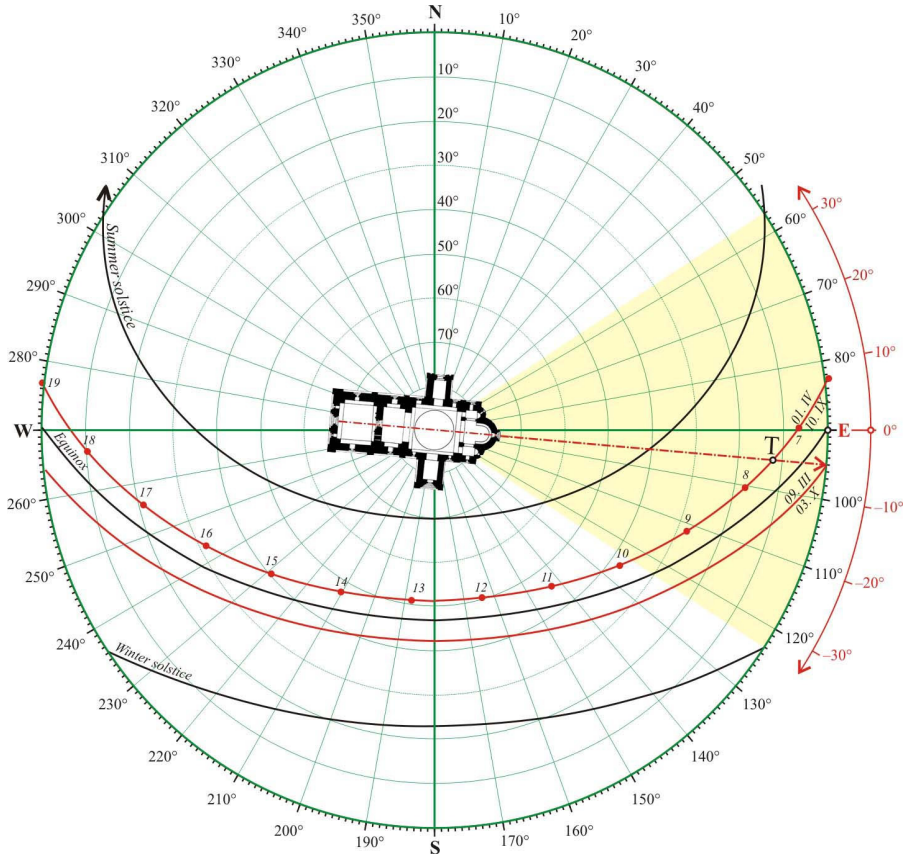
За сваку цркву рашке школе прво су одређене географске координате и надморска висина, а затим је тачно измерен географски азимут главне осе цркве, односно, њен отклон од тачке истока. Мерења су вршена на лицу места гномонском методом (Студеница, Градац, Придворица) или на ортофотографијама⁵, а за Студеницу Хвостанску преузет је резултат мерења компасом (Кораћ, 1976). При мерењу се није могла постићи тачност већа од $\pm 1^\circ$ јер зидови нису уравњени, код неких католикона нису ни паралелни (Милешева, Градац), а неки католикони представљају комплекс цркава (Пећка Патријаршија, Бања Прибојска). Наредним фазама рада обухваћене су цркве чије су осе смештене у источном сектору хоризонта: 1) на одговарајућем листу топографске карте размера 1 : 25 000 по уздужној оси цркве конструисан је природни топографски профил; 3) на основу профила одређене су хоризонтске координате тачке *T* у којој вертикал главне осе цркве пресеца физички хоризонт; 4) израчуната је вредност деклинације сунца δ при којој оно излази у тачки *T*; 5) одређени су датуми који одговарају тој вредности деклинације сунца, по Грегоријанском и по Јулијанском календару. Цели ток рада већ је детаљно описиван (Pantazis, Sinachopoulos, Lambrou and Korakitis, 2004; Тадић и Бабић, 2010; Тадић и Петровић, 2011) тако да ће овом приликом бити додати само три практичне сугестије:

1) У припреми за математичкогеографску анализу оријентације одређене цркве неопходно је израчунати све елементе сунчеве геометрије (дужину обданице, тренутак изласка и заласка сунца, јутарњу амплитуду сунца, право сунчево подне и подневно висину сунца, хоризонтске коор-

⁴ Осим *католикона*, унутар зидова манастира постојале су и мање засебне цркве, *параклиси*, намењене посебним култовима.

⁵ <http://www.geosrbija.rs/>

динате сунца за сваки округао сат у току обданице) за солстицијуме и еквинокцијуме, и за дан који је предвиђен за непосредна мерења. Ти се подаци могу добити помоћу одговарајућих компјутерских програма⁶ под условом да корисник зна проверити резултате (Тадић С., 2008).



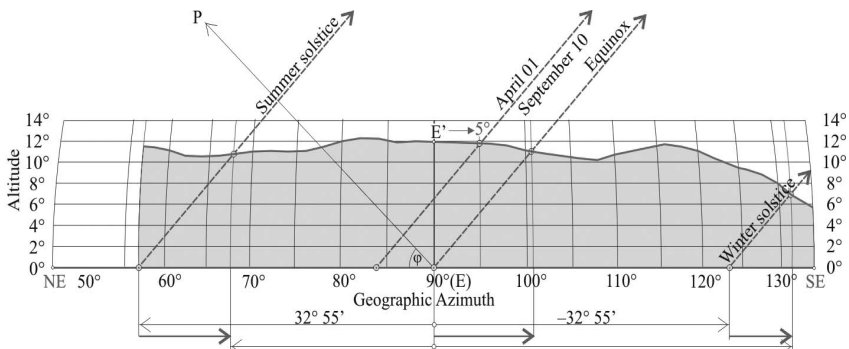
Слика 2. - Тлоцрт Богородичине цркве манастира Студенице на мрежи поларне азимутне еквилистантне пројекције

2) Најбољи начин да се једним погледом уочи однос цркве и сунчеве геометрије јесте учртавање оријентисаног тлоцрта цркве на хоризонтску мрежу дневне небеске хемисфере која је конструисана у некој од азимутних картографских пројекција, као што је то урађено за Богородичину цркву манастира Студенице чија главна оса одступа 5° од тачке истока ка SE (сл. 2). На слици се јасно види положај цркве у односу на источни сектор хоризонта (сектор обојен жутом бојом) и привидне дневне путање сунца.

⁶ Видети, на пример, програм који се налази на сајту: <http://matgeo.mfhinc.net/>

3) Теоретски, главна оса Богородичине цркве усмерена је, не ка тачки истока, него ка тачки изласка сунца 9. марта (3. октобра). Ако се, међутим, протомајстор управљао правилом да осу цркве треба усмерити „ка изласку сунца” онда је он посматрао излазак сунца, не на математичком него на физичком хоризонту. А физички хоризонт је неправилна линија коју је потребно посебно конструисати, најбоље у попречној ортографској пројекцији (сл. 3), на основу хоризонтских координата преломних тачака измерених теодолитом на терену или одређених картометријски на одговарајућем листу топографске карте.

На слици 3 јасно се види разлика између тачака изласака сунца за време солстицијума и еквинокцијума на математичком и на физичком хоризонту Богородичине цркве. Утицајем рељефа, цели источни сектор хоризонта, ограничен солстицијским тачкама изласка сунца, померен је ка SE, тако да сунце стварно излази у вертикалу главне осе Богородичне цркве 1. априла (10. септембра) (тачка Т на сликама 2 и 3). Ако је протомајстор осу цркве усмерио према изласку сунца у пролеће, учинио је то 1. априла по савременом календару, односно 25. марта, на Благовести, 1183. године, по Јулијанском календару.

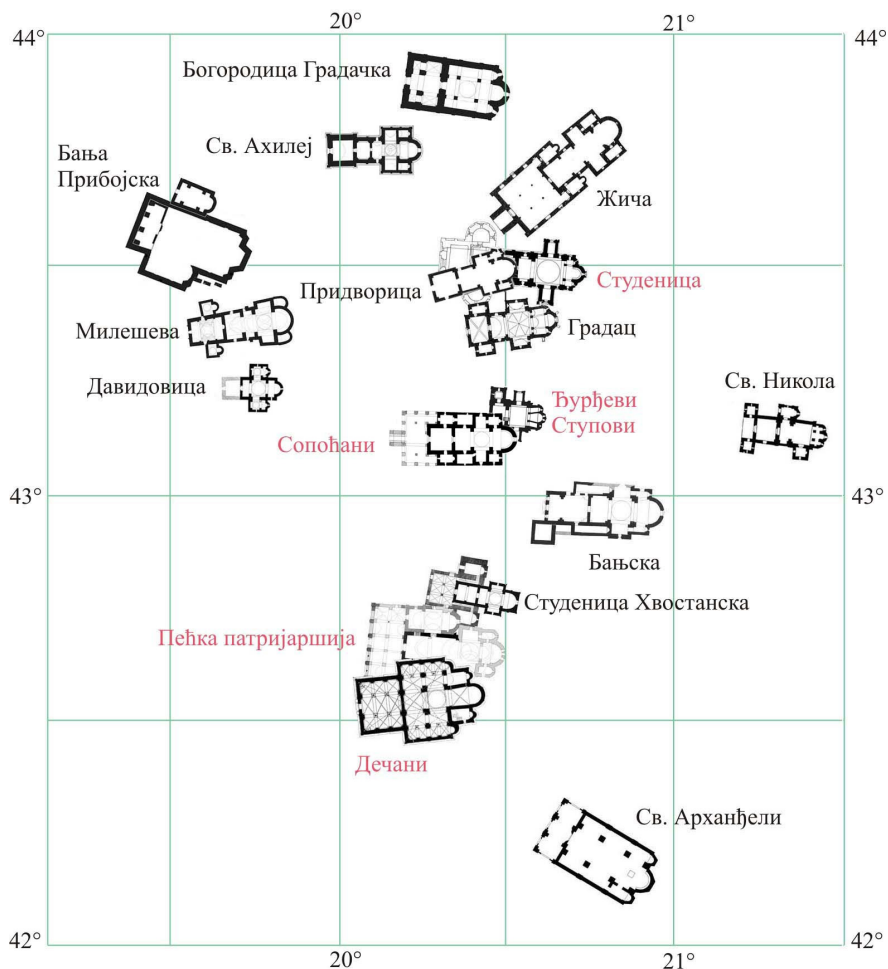


Слика 3. - Источни сектор физичког хоризонта Богородичине цркве манастира Студенице, са одговарајућим привидним путањама сунца, конструисан у попречној ортографској пројекцији

Резултати

Након прикупљања службених докумената и обављања наведених истраживања, у картографској мрежи Меркаторове пројекције приказани су оријентисани тлоцрти цркава који се могу обухватити једним погледом (сл. 4). Супротно наивно очекиваних упоредничким правцем „постројених” тлоцрта цркава, појавили су се тлоцрти са изукрштаним главним осама (сл. 4), са отклонима од тачке истока од 43,5° NE (католикон Жиче) до 31 SE (католикон Св. Арханђела) (сл. 5).

Да би се проверила претпоставка да оступање црквене осе „зависи од годишњег доба у коме се објекат гради и места на коме сунце тада излази” (Мојсиловић, 1981, стр. 30), одређени су датуми у којима сунце излази над физичким хоризонтом у вертикалу сваке цркве (таб. 2, колона 5), тј. могући датуми заснивања тих цркава. Ти се датуми не могу узети буквално с обзиром да грешка од 1° у азимуту осе цркве, коју су направили протомајстор или онај ко га данас проверава, повлачи грешку у датуму од једног до три дана, зависно од висине физичког хоризонта. Зато се не може, на пример, рећи – Ако је протомајстор Богородичину цркву манастира Студенице усмерио према излазећем сунцу, урадио је то највероватније 25. марта, на Благовести (таб. 2) – него – „урадио је то око 25. марта, око Благовести”.



Слика 4. - Распоред и оријентација најзнаменитијих цркава рашке школе у Републици Србији (тлоцрти цркава су у истом размеру)

Датуми у којима сунце излази над физичким хоризонтом у вертикалу одређене цркве, упоређени су са датумима који у црквеном календару одговарају патрону цркве или манастирској слави (таб. 2, колоне 5 и 3) и није установљено поклапање, осим, приближно, код католикона манастира Градац. Тражење такве подударности омиљена је тема археоастронома, мада у литургици нигде не пише да се црква заснива на дан њеног патрона: „Са даном патрона цркве обично се поклапао не дан заснивања, него дан освећењу цркве, што се посебно утврђивало у црквеним правилима” (Раппопорт, 1994, стр. 106).



6,5° SE



6° SE



8° SE



5° SE



43,5° NE



11° NE



4,5° SE



15° NE

Пехка патријаршија (The Patriarchate of Peć)

Придворица (Pridvorica)



Сопоћани (Sopoćani)



Градац (Gradac)



Давидовица (Davidovica)



Св. Ахилеј (St. Achilles)



Бањска (Banjska)



Дечани (Dečani)



Бања Прибојска (Banja Pribojska)



Св. Арханђели (Holy Archangels, Prizren)

Слика 5. - Ортофотографије рашких цркава у истом размеру (<http://www.geosrbija.rs/>) са уписаним отстапањет од тачке истока

Од два могућа датума, пролећни је узиман као вероватнији с обзиром да тада почиње грађевинска сезона, мада није непозната пракса да се црква заснује и у јесен и остави да презими у темељима (Раппопорт, 1994). Од рашких манастира једино се за католикон Давидовице сигурно зна да је заснован у јесен. То је једини манастир за кога је сачуван уговор о градњи: уговор је потписан је 30. августа 1281. године, а католикон завршен наредне године (Нешковић, 1961), што значи да је градња морала бити започета убрзо после потписивања уговора.

Табела 2. Могући датуми заснивања најзначајнијих цркава рашке школе у Републици Србији

МАНАСТИР Црква	Значај	Вероватна година почетка градње	Дан патрона цркве (црквени празник) по Јулијанском календару	Могући датуми заснивања цркве по Јулијанском календару дате године
СВ.НИКОЛА, Св. Никола,	ИЗ	1152.	6. децембар	6. март (21. септембар)
ЂУРЂЕВИ СТУПОВИ Св. Ђорђа	ИЗ, СБ	1167.	23. април	4. март (23. септембар)
БОГОРОД. ГРАДАЧКА Вазнесења Господњег	ИЗ	1180.	Покретни празник	29. фебруар (29. септембар)
СТУДЕНИЦА Богородичина црква	ИЗ, СБ	1183.	15. август	25. март (3. септембар)
ЖИЧА Вазнесења Господњег	ИЗ	1208.	Покретни празник	–
МИЛШЕВА Вазнесења Господњег	ИЗ	1219.	Покретни празник	14. јун
СТУДЕНИЦА ХВОСТАНСКА Услења Пресв. Богородице	ИЗ	1220.	15. август	24. фебруар (4. октобар)
ПЕЊКА ПАТРИЈАРШИЈА Св. Апостола	ИЗ, СБ	1220.	29. јун	4. март (24. септембар)
ПРИДВОРИЦА Преображења Господњег	ВЗ	1250.	6. август	22. април (4. август)
СОПОЋАНИ Св. Тројице	ИЗ, СБ	1258.	Покретни празник	25. март (4. септембар)
ГРАДАЦ Благовештења	ИЗ	1268.	25. март	30. март (29. август)
ДАВИДОВИЦА Богојављења	ВЗ	1281.	6. јануар	22. април (4. август)
Св. Ахилеј	ИЗ	1284.	15. мај	24. март (5. септембар)
БАЊСКА Св. Стефана	ИЗ	1312.	27. децембар	17. март (9. септембар)
ДЕЧАНИ Христа Пантократора	ИЗ, СБ	1327.	Покретни празник	23. март (3. септембар)
БАЊА ПРИБОЈСКА Св. Николе	ИЗ	1329.	6. децембар	26. март (1. септембар)
СВ. АРХАНЂЕЛИ Св. Арханђели	ИЗ	1343.	8. новембар	25. фебруар (1. октобар)

Закључак

Најзнаменитије цркве рашке школе на територији Републике Србије јесу споменици културе добро истражени са становишта археологије, историје уметности и архитектуре. Смештене су у пољу географске мреже величине $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 1,7^\circ$, у чијем се средишту налази Стари Рас. Налазе се у појасу надморске висине од 223 m (Жича) до 783 m (Ђурђеви Ступови). Католици Ђурђевих Ступова и Студенице Хвостанске налазе се на врховима брда, Богородица Градачка и Св. Ахилеј су градске цркве, док су све остале подигнуте уз реке или недалеко од њих.

Католици Св. Арханђела, Пећке Патријаршије, Бањске, Студенице Хвостанске, Градца, Давидовице, као и Св. Ахилеј и Богородица Градачка, подигнути су на старим култним местима. Црква Св. Апостола Пећке Патријаршије и Студеница Хвостанска директно су засноване на темељима претходних цркава па су наследиле њихову оријентацију (Тадић, 2012.а).

Све анализирани цркве оријентисане су у складу са правилом које каже да црква треба бити окренута „ка истоку”. То је тако ако се под истоком подразумева источни квадрант хоризонта, од NE до SE. Међутим, ако се узме правило у ужем смислу – „ка изласку сунца” – онда се једино главна оса цркве Вазнесења Господњег манастира Жича налази ван источног сектора хоризонта, што је највероватније диктирано конфигурацијом терена (Чанак-Медић и Кандић, 1995). На исти начин могу се тумачити (правдати) одступања већа од 10° која су установљена код католика пет манастира: Св. Арханђела, Придворице, Бање Прибојске, Милешеве и Студенице Хвостанске.

Преовлађују цркве са „зимском” оријентацијом (10 : 5), тј. цркве чије су осе од тачке истока отклоњена ка SE. Код девет цркава одступање се креће у границама $\pm 6^\circ$ што говори да су протомајстори добро обавили свој посао. Толико одступање је допустиво јер су протомајстори у средњем веку морали придржавати устаљеног просторног концепта манастира, уобличавати и спроводити замисли ктитора-наручилаца, прилагођавати се топографској и геолошкој подлози, и решавати конструктивне проблеме, што се збирно морало одразити и на оријентацију цркава.

На примеру цркава рашке школе, као и црква моравске школе (Тадић и Гаврић, 2012), није потврђена претпоставка да су осе цркава усмераване ка тачкама изласка сунца у дану који је у црквеном календару одговара патрону цркве, тј. претпоставка да су цркве засниване на дан њиховог патрона. Такође, ни у једном случају се не може тврдити да је протомајстор, превиђајући утицај рељефа, осу цркве усмерио ка тачки изласка сунца пролећног еквиноквијума који је тада падао 13/14. марта.

Међу могућим данима заснивања цркава, одређеним на основу одступања њихових оса, најчешће се појављују дани у другој половини марта, око празника Благовести, који је на свету из кога су долазили протомајстори рашких цркава означавао почетак нове године и нове грађевинске

сезоне. Католикон Давидовице једини је за кога се сигурно зна да је заснован у јесен. Протомајстори су познати само за две цркве рашке школе, Богојављенску цркву манастира Давидовица (дуга 12 m) и цркву Христа Пантократора манастира Дечани (дуга 36 m): протомајстор прве био је дубровчанин Десина де Риса са сином Влахом, а друге фрањевац Вита из Котора. При заснивању цркве дубровчанин је погрешно само $1,5^\circ$ али га не можемо прогласити бољим познаваоцем оријентације од которанина с обзиром да је оријентисао три пута краћу цркву. Код две цркве, цркве Св. Стефана манастира Бањска и Богојављенске црква манастира Давидовица, одступања оса су занемарљиво мала (у границама $\pm 2^\circ$), док су две цркве, црква Св. Тројице манастира Сопоћани и црква Св. Ахилеја, беспрекорно оријентисане: географски азимут њихових оса једнак је 90° . Тако црква Св. Тројице манастира Сопоћани, с обзиром на њен положај међу рашким црквама обухваћеним једним погледом, представља својеврстан централни монументални оријентир (сл. 2).

Литература

- Кораћ, В. (1976). *Студеница Хвостанска*. Београд: Филозофски факултет у Београду и Институт за историју уметности.
- Мирковић, Ј. (1966). *Православна литургија или наука о богослужењу православне источне цркве – I*, Београд: Српски архијерејски синод СПЦ.
- Мојсиловић, С. (1981). Просторна структура манастира средњовековне Србије. *Саопштења XIII*, 7–45.
- Нешковић, Ј. (1961). Црква манастира Давидовице на Лиму. *Саопштења Републичког завода за заштиту споменика културе, IV*, 89–111
- Раппопорт, П. А. (1994). *Строительное производство Древней Руси (X-XIII вв)*. Санкт Петербург.
- Тадић, М. (2012б). Оријентација најзнаменитијих средњовековних цркава у АП Косову и Метохији (Република Србија). *Зборник радова конференције “Развој астрономије код Срба VII”*, Београд, 18-22. април 2012, уредник М. С. Димитријевић, Публ. Астр. друш. “Руђер Бошковић” св. 13, 2013, у штампи.
- Тадић, М., Гаврић, Г. (2012). Оријентација средњовековних српских цркава моравске школе. *Гласник Српског географског друштва, XCII*, 1, 185–202.
- Чанак-Медић М., Кандић, О. (1995). *Архитектура прве половине XIII века. 1, Цркве у Рашкој*. Београд: Републички завод за заштиту споменика културе.
- Hoare, P. G., & Sweet, C. S. (2000). The orientation of early medieval churches in England. *Journal of Historical Geography*, 26(2), 162-173.
- Pantazis, G., Sinachopoulos, D., Lambrou, E. and Korakitis, R. (2004). Astrogeodetic study of the orientation of ancient and Byzantine monuments: methodology and its final results. *Journal of Astronomical History and Heritage*, 7 (2), 74–80.
- Tadić, M. (2012). Orientation of the Serbian Monastery Studenica Churches, Proceedings of the XVI National Conference of Astronomers of Serbia, *Publ. Astron. Obs. Belgrade*, 9, 315 – 320.
- Tadić, M. (2012a). Orientation of the Serbian Monastery Studenica Churches, Proceedings of the XVI National Conference of Astronomers of Serbia, accepted

Original scientific article

CHURCHES OF THE RAŠKA SCHOOL – MUNUMENTAL LANDMARKS

(A mathematical-geographical view on the direction of churches
of the Raška School)

Milutin Tadić*¹

*University of Belgrade, Faculty of Geography, Belgrade

Abstract: The article presents the results of research on the direction of seventeen of the most notable churches of the Raška School on the territory of the Republic of Serbia, five of which are on UNESCO's World Heritage List. The azimuths of the main axis of each of these churches was measured and the dates were established when the sun rose in that direction on the physical horizon. With a single exception (the catholicon of Žiča Monastery), the main axes of all the churches lie in the eastern sector of the horizon. In nine churches the deviation of equinox East is $\pm 6^0$, while two of the churches (St. Achilles and the catholicon at Sopoćani Monastery), from a mathematical-geographical viewpoint, are ideally directed. No correlation was found between the direction of the churches and the points of sunrise on the days dedicated to the churches' patron saints.

Key words: church direction, Medieval Serbia, Raška School

Date submitted: 30 September 2012; *Date accepted:* 4 November 2012

Introduction

After systematic but hardly intense research performed between 2009 and 2012 and not much after the others (Hoare & Sweet, 2000), the conditions became ripe for an analysis of the direction of the main axes of Serb medieval churches classified according to time periods or architectural styles. After the churches of Studenica Monastery (Tadić, 2012a), the most significant churches in the Autonomous Province of Kosovo and Metohija (Tadić, 2012) and the churches of the Morava school (Tadić & Gavrić, 2012), this time analysis was focused on the most important churches of the Raška school (Tab. 1, Fig. 1) with the aim of finding answers to two questions: Whether they are correctly directed² and whether any possible deviations from the east point have anything to do with the geometry of the sun?

¹ Correspondence to: tadic@gef.bg.ac.rs

² The direction of churches was viewed from a mathematical-geographical and from a theological standpoint: in view of the Christian significance of facing eastward, the deflection of the church axis from the east point, regardless of degree, has no particular relevance (a church is not built to serve as an observatory).

Table. 1. The most significant churches of the Raška school in the Republic of the Serbia, basic data
(WH – world heritage, EI – exceptional importance, GI – great importance)

MONASTERY Church	Importance	Founder, possible dates of the founding Master builder	Geographical coordinates and elevation			Valley river
			φ° N	λ° E	H (m)	
ST. NICHOLAS St. Nicholas	EI	Great župan Stefan Nemanja, 1152. ?	43,13983	21,27712	375	Toplica
DJURDJEVI STUPOVI St. George	WH	Great župan Stefan Nemanja, 1167. ?	43,75370	20,09639	783	–
THE VIRGIN MARY (ČAČAK) Ascension of Our Lord	EI	Great župan Stracimir, 1180. ?	43,89365	20,34955	241	Zapadna Morava
STUDENICA The Virgin Mary	WH	Great župan Stefan Nemanja, 1183. ?	43,48655	20,53173	486	Studenica
ŽICA Ascension of Our Lord	EI	King Stefan the First-Crowned, 1208. ?	43,69528	20,64601	223	Ibar
MILEŠEVA Ascension of Our Lord	EI	King Stefan Vladislav, 1219. ?	43,37168	19,70950	546	Mileševka
STUDENICA HVOSTANSKA Dormition of the Virgin Mary	EI	? 1220. ?	42,76861	20,3875	600	–
THE PATRIARCHATE OF PEĆ Holy Apostles	WH	Archbishop Arsenije I, 1220. ?	42,66114	20,26574	549	Pećka Bistrica
PRIDVORICA Transfiguration of Our Lord	GI	? 1250. ?	43,47571	20,37943	683	Studenica
SOPOĆANI The Holy Trinity	WH	King Stefan Uroš I, 1258. ?	43,11807	20,37407	750	Raška
GRADAC Annunciation	EI	Queen Helen, 1268. ?	43,36648	20,53928	583	Gradačka reka
ДАВИДОВИЦА Epiphany	GI	Župan Dmitar Nemanjić, 1281. Desine de Risa	43,24001	19,73647	553	Mrkovačka reka
St. Achiles	EI	King Stefan Dragutin, 1284. ?	43,75370	20,09639	333	Moravica
BANJSKA St. Stephen	EI	King Stefan Uroš II Milutin, 1312. ?	42,97178	20,78296	571	Banjaska
DEČANI Christ the Pantocrator	WH	King Stefan Uroš III Dečanski, King Stefan Uroš IV Dušan, 1327. Friar Vita from Kotor	42,54703	20,26658	660	Pećka Bistrica
BANJA PRIBOJSKA St. Nicholas	EI	King Stefan Uroš III Dečanski, 1329. ?	43,54760	19,56009	557	Lim
HOLY ARCHANGELS (PRIZREN) Holy Archangels	EI	King Stefan Uroš IV Dušan, 1343. ?	42,20057	20,76356	465	Prizrenska Bistrica

The Serb medieval rulers and feudal lords from the Nemanjić³ era brought builders from Byzantium and from the Adriatic coast (mainly from Kotor) and the combination of Byzantine and Romanesque elements produced churches of a specific architectural style known as the *Raška school of architecture* or simply *Raška school*. The originality of these churches' architecture is best substantiated by the fact that five of them are on the World Heritage List (UNESCO) (Table 1).

Figure 1 - *The spatial layout of the most important Serb medieval monasteries and churches of the Raška School in the Republic of Serbia (see on page 195)*

Without going into the differences between the Byzantine and Romanesque styles or the balance of those two styles in each particular church, it should be noted that builders from the coast brought greater technical precision to medieval Serbia (Mirković, 1966). To what extent this precision was reflected in the direction of the churches was studied in the example of seventeen churches of the Raška school which the Republic Institute for Protection of Cultural Monuments classified as immovable cultural assets of *exceptional* (15 churches) or *great importance* (two churches). Sixteen of them are monastery churches, *catholicons*⁴, and twelve are royal legacies (Table 1). They are scattered around the mountainous countryside, along the basins of West Morava (the greatest concentration being in the Ibar basin), Lim, and White Drim (Figure 1).

Methodology and Research

The first step was to determine the geographic coordinates of each church of the Raška school and then to measure precisely the geographic azimuth of the churches' main axis, i.e. its deflection from the east point. The measurements were performed on site by the gnomonic method (Studonica, Gradac, Pridvorica) or by orthophotography⁵, and in the case of Studonica Hvostanska results were taken from measurement by compass (Korać, 1976). The greatest precision that could be achieved in the measurements was of $\pm 1^0$, due to the unevenness of the walls and the fact that in some catholicons the walls were not parallel (Mileševa, Gradac), while other catholicons represent church complexes (the Patriarchate of Peć, Banja Pribojska). The following work phases involved churches whose axes are located in the east sector of the

³ This period lasted approximately two centuries, from Nemanja (1167) to the Battle on the Marica (1371).

⁴ Besides the *catholicons* there were other smaller, separate churches within the walls of monasteries, the *paraklisi*, dedicated to certain cults.

⁵ <http://www.geosrbija.rs/>

horizon: 1) on the appropriate page of the topographic map with a ratio 1:25,000 along the main axis of the church a natural topographic cross-section was constructed; 2) on the basis of the profile, horizontal coordinates of point T were determined in which the vertical of the church's main axis cuts across the physical horizon; 3) the value of the sun's declination δ was determined whereby it comes out in point T ; 4) the dates were determined corresponding to such value of the sun's declination, according to the Gregorian and the Julian calendar. The entire process has already been described in detail (Pantazis, Sinachopoulos, Lambrou and Korakitis, 2004; Tadić & Babić, 2010; Tadić & Petrović, 2011) so here it will suffice to add only three practical suggestions:

1) When preparing a mathematical-geographical analysis of a specific church's direction it is necessary to calculate all the elements of the sun's geometry (hours of daylight, the moment the sun rises and sets, the amplitude of the sun at sunrise, apparent noon, and solar noon, horizontal coordinates of the sun for each round hour in the course of daylight) for solstices and equinoxes and for the day planned for direct measurements. This information can be obtained with the help of appropriate computer programs⁶ provided the user knows how to check the results (Tadić S., 2008).

Figure 2 - *Layout of the Virgin's Church in Studenica Monastery on the network of the polar azimuth equidistant projection (see on page 197)*

2) The best way to see the relationship between a church and the sun's geometry at a single view is to draw an oriented layout of the church on a horizontal network of the daily celestial hemisphere constructed on an azimuthal projection, as was done for The Virgin's Church in Studenica Monastery, whose main axis deviates 5° from the east point towards SE (Figure 2). The image clearly shows the position of the church in relation to the east sector of the horizon (sector colored yellow) and the apparent diurnal course of the sun.

3) Theoretically, the main axis of The Virgin's Church is due, not toward the east point but toward the point of sunrise on 9 March (3 October). If, however, the master builder adhered to the rule that the church's axis should be directed toward "the rising sun" then he would have observed the sunrise, not on the mathematical but on the physical horizon. The physical horizon is an uneven line which must be constructed separately, optimally in transverse orthographic projection (Figure 3) based on the horizontal coordinates of the angles measured by theodolite on site or determined by the carthometric method on an appropriate page of a topographic map.

Figure 3 clearly shows the difference between the points of sunrise during the solstice and equinox on the mathematical and physical horizon of the Virgin's Church. Due to the effect of the relief the entire east sector of the hori-

⁶ See, for instance, the program on our website: <http://matgeo.mfhinc.net/>

zon, limited by the solstice points of the sunrise, is moved toward SE so that the sun does actually rise in the vertical of the main axis of the Virgin's Church on April 1st (September 10th) (point T on Figures 2 and 3). If the master builder directed the church's axis toward the point of sunrise in springtime, he did so on April 1st of the modern calendar, i.e. on March 25th, on the Day of the Annunciation, in 1183, according to the Julian calendar.

Figure 3 - *The east sector of the physical horizon of the Virgin's Church in Studenica Monastery with the appropriate apparent courses of the sun, constructed in transverse orthographic projection (see on page 198)*

Results

After the obtaining of official documents and conducting of the above research, oriented layouts of the church were shown on the cartographic network of Mercator's projection which could be seen in a single view (Figure 4). Contrary to the naively anticipated comparatively directed "aligned" layouts of the churches, layouts with crossing main axes appeared (Figure 4), with deflections from the east point from 43.5^o NE (the catholicon of Žiča Monastery) to 31 SE (the catholicon of the Holy Archangel) Figure 5.

In order to check the hypothesis that deviation of the church axis "depends on the time of year in which the church was built and the point in which the sun rose then" (Mojsilović, 1981, p. 30), dates were determined on which the sun rises over the physical horizon in the vertical of each church (Table 2, Column 5), i.e. the possible dates of the construction of those churches. Those dates cannot be taken literally since the error of 1^o in the azimuth of the church axis, made either by the master builder or the person checking it today, results in an error in the date of one to three days, depending on the height of the physical horizon. Therefore, one cannot say, for instance, that if the master builder directed the Virgin's Church in Studenica Monastery toward the rising sun, he did so most probably on March 25th, on the Day of the Annunciation (Table 2), but rather, "he did so around March 25th, around the Day of the Annunciation".

Figure 4 - *The layout and direction of the most important churches of the Raška school in the Republic of Serbia (layouts of the churches are in the same proportion) (see on page 199)*

The dates on which the sun rises over the physical horizon in the vertical of a specific church were compared to days in the church calendar dedicated to the patron saints of the churches or the *slava* (Table 2, Columns 5 and 3) of the monasteries and no correspondence was found except, and this only approximately, in the case of the catholicon in Gradac Monastery. Looking for

that type of congruence is popular among astro-archeologists, although there is no mention in ecclesiastic documents that churches were founded on the day of

Table 2. Possible dates of the founding of the most important churches of the Raška school in the Republic of Serbia

MONASTERY Church	Importance	Possible dates of the founding	Patron's day according of the Julian calendar	Possible dates of the founding of the church according of the Julian calendar
ST. NICHOLAS St. Nicholas	EI	1152.	12. XII	28. II (29. IX)
DIURDJEVI STUPOVI St. George	WH	1167.	29. IV	10. II (18. IX)
THE VIRGIN MARY (ČAČAK) Ascension of Our Lord	EI	1180.	Movable feast	29. II (29. IX)
STUDENICA The Virgin Mary	WH	1183.	21. VIII	25. III (3. IX)
ŽIČA Ascension of Our Lord	EI	1208.	Movable feast	–
MILEŠEVA Ascension of Our Lord	EI	1219.	Movable feast	13. V (16. VII)
STUDENICA HVOŠTANSKA Dormition of the Virgin Mary	EI	1220.	21. VIII	24. II (4. X)
THE PARTIARCHATE OF PEĆ Holy Apostles	WH	1220.	5. VII	4. III (24. IX)
PRIDVORICA Transfiguration of Our Lord	GI	1250.	12. VIII	30. IV (29. VII)
SOPOČANI The Holy Trinity	WH	1258.	Movable feast	25. III (4. IX)
GRADAC Annunciation	EI	1268.	31. III	30. III (29. VIII)
ДАВИДОВИЦА Epiphany	GI	1281.	12. I	12. IV (16. VIII)
St. Achilles	EI	1284.	21. V	24. III (5. IX)
BANJSKA St. Stephen	EI	1312.	1. I	17. III (9. IX)
DEČANI Christ the Pantocrator	WH	1327.	Movable feast	23. III (3. IX)
BANJA PRIBOJSKA St. Nicholas	EI	1329.	11. XII	26. III (1. IX)
HOLY ARCHANGELS (PRIZREN) Holy Archangels	EI	1343.	13. XI	25. II (1. X)

their patron saints: “The day of a church’s patron saint usually corresponded not to the date of its founding but rather to the day of its consecration, which was determined by specific church regulations” (Rappoport, 1994, p. 106).

Figure 5 - *Orthophotography of the Raška churches in the same proportion with deflection from the east point* (<http://www.geosrbija.rs/>) (see on page 201)

Of the two possible dates, the one in springtime was taken as the more probable because spring marks the beginning of construction works, although the practice of founding churches in the fall is not unfamiliar in which case only the foundations would be set while the actual construction would begin after the winter (Rappoport, 1994). In the case of the Raška monasteries, the only one known with certainty to have been founded in the fall is the catholicon of Davidovica Monastery. This is the only monastery whose building contract has been preserved: the contract was signed on August 30, 1281 and the catholicon was completed the following year (Nešković, 1961), meaning that construction must have started soon after signing of the contract.

Conclusion

The most important churches of the Raška School on the territory of the Republic of Serbia are cultural monuments that have been thoroughly studied from the aspects of archeology, art history, and architecture. They are located within a field on a geographic graticule of the following size $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 1.7^\circ$, in the center of which is Old Ras. They stand on an elevation ranging from 223 m a.s.l. (Žiča) to 783 m a.s.l. (Djurdjevi Stupovi). The catholicons of Djurdjevi Stupovi and Studenica Hvostanska are perched on hilltops, Bogorodica Gradačka and St. Achilles are town churches, while the others were built on the banks of rivers or in their vicinity.

The catholicons of the Holy Archangel, the Patriarchate of Peć, Banjska, Studenica Hvostanska, Davidovica, St. Achilles, and Bogorodica Gradačka were constructed on old cult sites. The Church of the Holy Apostles of the Patriarchate of Peć and Studenica Hvostanska were erected on the foundations of former churches thereby inheriting their direction (Tadić, 2012.a).

All the churches studied were directed according to the rule that a church should face “eastwards”. This is so if east is intended to mean the east quadrant of the horizon, NE to SE. But if it is taken in the more specific sense, that of directing a church “toward the rising sun” – then only the main axis of the church of the Lord’s Resurrection in Žiča Monastery lies outside the east sector of the horizon, which was most probably dictated by the configuration of the terrain (Čanak-Medić and Kandić, 1995). The same interpretation (excuse) can be applied to deviation of more than 10° found in the catholicons of the following five monasteries: the Holy Archangel, Banja Pribojska, Mileševa, and Studenica Hvostanska.

Churches with a “winter” direction are prevalent (10:5), that is, churches whose axes are deflected from the east point toward SE. In the case of nine churches the deviation is $\pm 6^0$, which is proof of the master builders’ good work. A deviation of this extent is permissible because medieval master builders had to adhere to the accepted spatial concept for monasteries and to give form to and implement the ideas of their patrons, adjust to the topographic and geological environment, and resolve constructional problems, all of which together undoubtedly affected the direction of the churches.

The study of the Raška school churches and of the churches of the Morava school (Tadić & Gavrić, 2012) did not confirm the supposition that the churches’ axes were directed towards points of the rising sun on days which corresponded to the days of patron saints in the church calendar, i.e. the hypothesis that churches were founded on the day of their patron saint. Furthermore, in none of these cases could any proof be found to corroborate the belief that the master builder had directed the axis of the church, taking into account the effect of the relief, toward the point of sunrise of the vernal equinox, which at the time occurred on March 13/14.

Among the days on which churches are believed to have been founded, determined on the basis of the deviation of their axes, those most frequently cited are the days of the second half of March, around the feast of the Annunciation, which in the regions of the master builders’ origin marked the beginning of the new year and the new building season. The catholicon of the Davidovica is the only one known with certainty to have been founded in the fall.

The identity of master builders is known only in the case of two of the churches of the Raška school, Bogojavljenka church in Davidovica Monastery (length, 12m) and the Church of Christ Pantocrator in Dečani Monastery (length, 36m): the master builder of the first church was Desina de Risa and his son Vlah from Dubrovnik, and of the other the Franciscan, Vita from Kotor. When setting the foundations of his church, the builder from Dubrovnik erred only by 1.5^0 but we cannot claim he was a better expert in direction than the builder from Kotor because the church he built was three times shorter than the latter’s.

In the case of two other churches, the church of St. Stephen in Banjska Monastery and Bogojavljenka church in Davidovica Monastery the deviations of the axes are minimal ($\pm 2^0$), while two other churches, the church of the Holy Trinity in Sopoćani Monastery and the church of St. Achilles are perfectly directed: the geographic azimuth of their axes is 90^0 . Thus the church of the Holy Trinity in Sopoćani Monastery, in regard to its position among the Raška churches encompassed by a single view, represents a unique central monumental landmark (Figure 2).

References (see on page 204)