

ОРИЈЕНТАЦИЈА СРЕДЊОВЕКОВНИХ СРПСКИХ ЦРКАВА МОРАВСКЕ ШКОЛЕ

МИЛУТИН ТАДИЋ^{1*}, ГОРДАНА ГАВРИЋ^{2**}

¹ *Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, 11000 Београд, Србија*

² *Завод за заштиту споменика културе, Цара Лазара 24, 36 000 Краљево, Србија*

Сажетак: У раду је извршена математичкогеографска и топографска анализа оријентације најзначајнијих цркава (11) моравске школе, последњег стила српске средњовековне архитектуре чији су носиоци српски протомајстори. Измерена су одступања осе сваке цркве од равнодневачког истока и израчунати датуми у којима сунце излази на физичком хоризонту, у продужетку те осе. То су дани када је црква могла бити оријентисана према излазећем сунцу. За четири цркве искључена је таква могућност, а код осталих није установљено поклапање поменутих датума са данима посвећеним њиховим патронима. Цркве манастира Љубостиња и Каленић оријентисане су астрономски тачно према равнодневачком истоку, што је вредно дивљења, с обзиром на једноставност помагала са којима су тадашњи градитељи располагали. Протомајстор прве био је Раде Боровић, једини српски протомајстор за кога знамо да је потписао свој рад.

Кључне реч: *математичка географија, оријентација, српски средњи век, моравска школа*

Увод – моравска школа

Након систематских мерења азимута уздужних оса најважнијих средњовековних цркава на простору средњовековне Србије, и математичкогеографске анализе оријентације ранохришћанских цркава (Тадић М. и Гаврић Г., 2011) и оријентације свих цркава, католиконе и параклиса, манастира Студенице и Градца (Тадић М. и Петровић А., 2011), стекли су се услови за сумарне прегледе по различитим критеријумима – областима, периодима, ктиторима и архитектонским стилевима. Овога пута биће анализирана оријентација најпознатијих средњовековних цркава Моравске стилске групе, укупно њих једанаест (сл. 1).

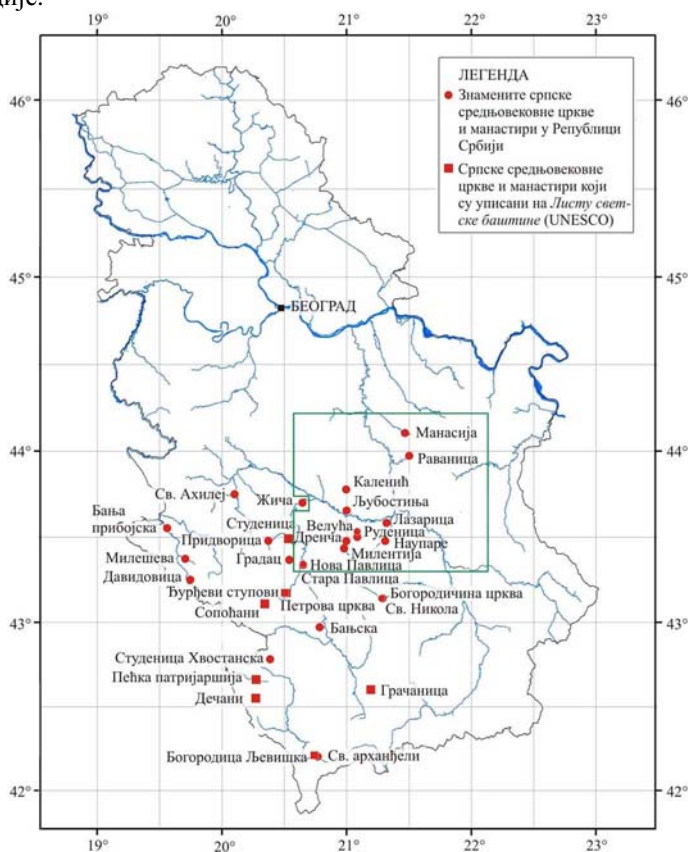
Моравска стилска група или моравска школа¹, као јединствена и стилски јасно уобличена, настала је у долинама трију Морава, у време Кнежевине и Деспотовине (сл. 1). У историјско географском смислу то је простор Моравске Србије који обухвата земљу кнеза Лазара, а након Маричке битке и припојену област Браничева. Овај геополитички простор омеђен је границама које су ишле од изворишта Лужне Мораве на југу, до Саве и Дунава на северу, Дрине на западу и скоро до Тимока на истоку. Узимајући Крушевац, утврђену престоницу кнеза Лазара, као центар, а како би то омеђио Константин Филозоф, као простор кога карактерише

* tadic@gef.bg.ac.rs; zzzskv@gmail.com

¹ У наставку је коришћен термин *моравска школа*

најдужа обданица од 15 h 26 min, и излазак сунца у 4 h 53 min, за Ђурђевдан, којег Срби традиционално сматрају почетком летње половине године и грађевинске сезоне.

У хронолошком смислу моравска стилска група омеђена је битним историјским догађајима, битком на Марици 1371. године која означава крај Српског царства (формално је нестало смрћу цара Уроша, само месец дана након Маричке битке) и падом Смедерева 1459. када нестаје последња средњовековна независна српска земља (Ристић В., 1996). Ови историјски догађаји су само оквирни јер су и пре и после наведених година постојали споменици који су или претходили великим моравским задужбинама или су након замирања моравског стила, неговали одређене реминисценције.



Слика 1. Размештај српских средњовековних цркава и манастира моравске школе (у зеленом оквиру)

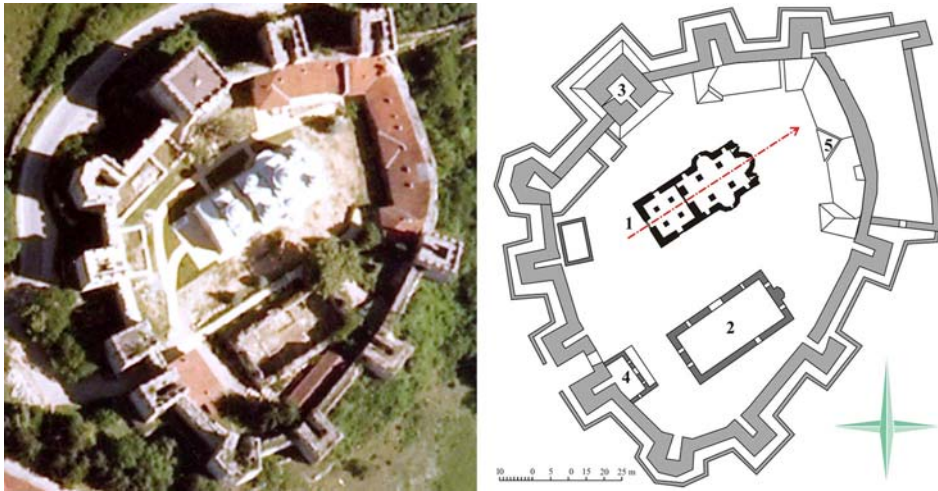
По својим стилским карактеристикама моравска архитектура поникла на тлу Србије у поствизантијском периоду, сасвим је особена због чега је и именована као *моравска стилска група* или *моравска школа*. Главне карактеристике се најбоље очитују на репрезентативним задужбинама владара и властеле, као што су Лазарица, Љубостиња, Каленић, Раваница и Манасија (сл. 2). Основа моравских здања увек је тролисна, са уписаним крстом развијеног или сажетог типа. Зидане је обично у алтернацији камена и опеке са израженим спојницама. Нема романског утицаја и савршенства технике (Марковић В., 1920) али су зато фасаде украшене

карактеристичном каменом пластиком на којој доминирају розете и архиволте са двочланим преплетом (Катанић Н., 1988).

Методe рада на примеру католикона манастира Манасије

За сваку од једанаест изабраних средњовековних цркава моравске школе извршена је математичкогеографска и топографска анализа. Методе рада детаљно су описане у радовима који су већ наведени у уводу, а за ову прилику смо изабрали да целокупни ток анализе прикажемо на примеру цркве Св. Тројице манастира Манасије.

1) Географски азимут, уздужне осе цркве, $A_N = 57^\circ$, измерен је на авионском снимку (РГЗ). То значи да оса одступа 33° од тачке истока ка NE (сл. 2). За остале цркве, мерења азимута вршена су непосредно, и то упоредо гномонском методом и помоћу GPS-уређаја.



Слика 2. Авионски снимак Манасије (РГЗ, Београд) и план манастира Манасије: 1) католикон – црква Св. Тројице; 2) трпезарија; 3) донжон кула; 4-5) конаци (према: Симић Г. и др., 2007)

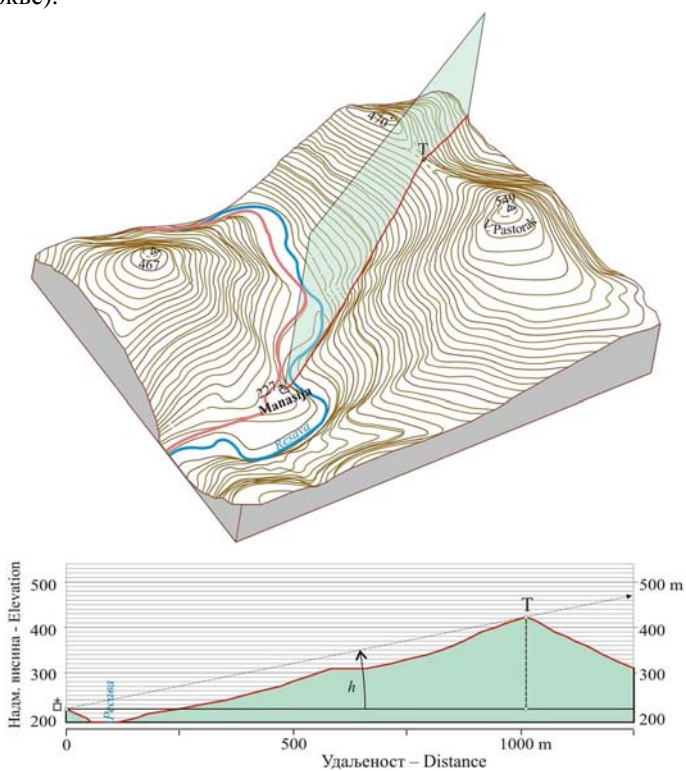
С обзиром да је солстицијска јутарња амплитуда сунца на географској ширини Манасије $a = 33^\circ 22'$, оса цркве се формално налази у источном сектору хоризонта, тј. постављена је у складу са црквеним правилом које наводи да црква треба да буде усмерена „ка истоку” или „ка изласку сунца”. То је тачно само у теоретском смислу, будући да се односи на астрономски хоризонт а не на физички хоризонт изнад кога стварно излази сунце. Физички хоризонт је неправилна линија, зависно од локалног рељефа због чега се мора урадити топографска анализа.

2) Са фотографије (сл. 3) јасно се види да линија посматрања у вертикалној равни уздужне осе завршава на седлу, северно од виси В. Пасторак. Отклон осе цркве од источне тачке на самој је граници источног сектора хоризонта па је само на основу фотографије било јасно да сунце никада не излази у том правцу.



Слика 3. Црква Св. Тројице, поглед са улазне стране (фото. Г. Пенев) и исечак топографске карте са уцртаном профилном линијом

3) Да би се то доказало не мора се ићи на лице места, потребно је прво на одговарајућем листу топографске карте (сл. 3, десно) по продужетку уздужне осе цркве конструисати природни профил (сл. 4) и на њему одредити висину h тачке T у којој вертикал цркве пресеца физички хоризонт (друга хоризонтска координата јесте азимут осе цркве).



Слика 4. Блок-дијаграм топографског простора око манастира Манасија (горе) са вертикалном равни црквене осе по којој је конструисан природни профил (доле)

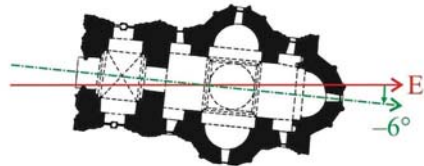
На основу хоризонтских координата тачке T израчуна се вредност деклинације сунца δ , а на основу ње, на крају, и датуми у којима сунце, евентуално, излази у тој тачки, тј. у продужетку осе цркве. Вредност деклинације сунца се креће од $-23^{\circ} 27'$ до $+23^{\circ} 27'$, и ако се поменути рачунањем добије вредност ван тог распона то значи да се оса цркве налази ван источног сектора физичког хоризонта. То даље значи да протомајстор није цркву оријентисао тако што ју је једног јутра усмерио ка излазећем сунцу. То је случај са манастиром Манасија, код које је добијена вредност деклинације преко 30° .

Резултати и дискусија

На описани начин извршена је математичкогеографска и топографска анализа свих једанаест изабраних цркава моравске стилске групе. У наставку су за сваку од њих дати подаци по истом кључу: илустрација са фотографијом (лево), оријентисани тлоцрти и датуми излазака сунца у вертикалу осе цркве по Јулијанском (ЈК) и Грегоријанском календару (ГК) (десно), најкраћи опис (испод/после).



Сл. 5. Црква Лазарица (Црква Св. Стефана)

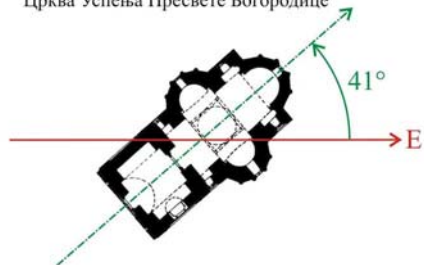


Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 9. март (2. октобар)
ЈК, у време градње цркве: 1. март (24. септембар)

Црква Св. Стефана позната као **Лазарица** (сл. 5), подигнута је као придворница, између 1377/8 и 1380. у оквиру бедема престоног града Крушевца. Храм који припада првој фази моравског стила подигао је кнез Лазар. Црква је у основи триконхос сажете варијанте уписног крста, са припратом изнад које се налази кула-звоник (Ристић В., 1989).



Сл. 6. Манастир Велуша,
Црква Успења Пресвете Богородице

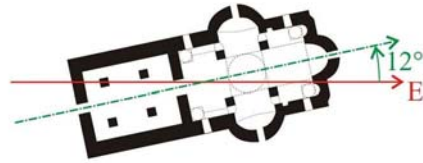


Сунце никада не излази у вертикалу цркве

Манастир Велуше са црквом посвећеном Ваведењу Пресвете Богородице (сл. 6) налази се на десетак километара југоисточно од Трстеника. Цркву је крајем седме или почетком осме деценије 14. века подигла једна за сада непозната властеоска породица, представљена на ктиторској композицији. Храм је у основи триконхос сажете варијанте уписаног крста (Тодић Б., 1989).



Сл. 7. Манастир Раваница,
Црква Вознесења Господњег

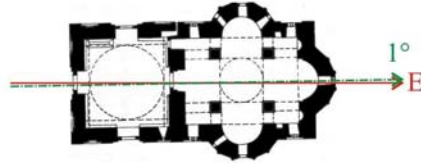


Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 4. јун (7. јул)
ЈК, у време градње цркве: 27. мај (29. јун)

Манастир Раваница са црквом Вознесења (сл. 7) , налази се недалеко од Ћуприје. Манастир као моћно утврђење, изградио је кнез Лазар Хребељановић у осмој деценији 14. века. У основи храм је триконхос развијене варијанте уписаног крста, са припратом (Љубинковић М., 1996).



Сл. 8. Манастир Љубостиња,
Црква Успења Пресвете Богородице

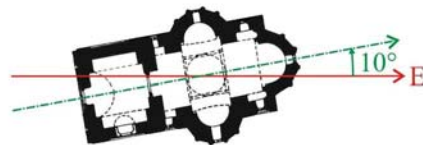


Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 7. април (4. септембар)
ЈК, у време градње цркве: 30. март (27. август)

Манастир Љубостиња са црквом Успења Пресвете Богородице (сл. 8), налази се недалеко од Трстеника. Храм је подигла кнегиња Милица у периоду између 1385-1389. године. У основи храм је триконхос развијене варијанте уписаног крста, са припратом. На прагу портала између припрате и наоса уклесан је натпис протомајстора Рада Боровића (Ђурић С., 1985).



Сл. 9. Манастир Наупара,
Црква Рођења Пресвете Богородице

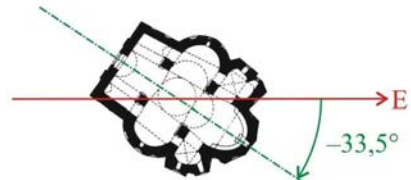


Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 13. мај (30. јул)
ЈК, у време градње цркве: 5. мај (22. јул)

Манастир Наупара са црквом посвећеном Богородичином Рођењу (сл. 9) налази се недалеко од Крушевца, у истоименом селу. Храм који је првобитно био посвећена Богородици Елеуси, саграђен је у осмој деценији 14. века као придворца. Ктитор је непознати властелин. У основи црква је триконхос сажете варијанте уписаног крста, са припратом изнад које се уздиже кула-звоник (Поповић С. и Ћурчић, С., 2000).



Сл. 10. Манастир Дренча,
Црква Ваведења Пресвете Богородице

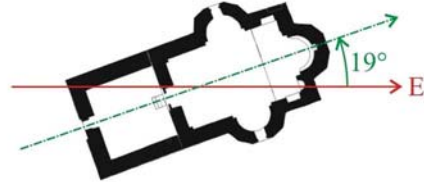


Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 30. јануар (13. новембар)
ЈК, у време градње цркве: 22. јануар (5. новембар)

Манастир Дренча са црквом посвећеном Ваведењу Пресвете Богородице (сл. 10) налази се у питомој Жупи, недалеко од Александровца. Ктитор Манастира је монах Доротеј, трећи хиландарски игуман, са сином, јеромонахом Данилом, потоњим пећким патријархом Данилом III. Црква се датује у период од шесте до осме деценије 14. века. Дренча је у основи триконхос развијене варијанте уписаног крста. Архитектонске специфичности цркве очитују се у ширењу основе од запада ка истоку, крстастим сводовима над протезисом и ђаконикомом, као и различитим облицима конхи (Вуловић Б., 1978; Тошић Г., 2009).



Сл. 11. Манастир Nova Павлица,
Црква Ваведења Пресвете Богородице

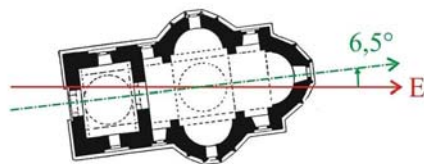


Сунце никада не излази у вертикалу цркве

Манастир Nova Павлица код Брвеника, са црквом посвећеном Ваведењу Пресвете Богородице (сл. 11), саграђен је у деветој деценији 14. века као задужбина браће Мусића, Стефана и Лазара, чији су портрети приказани у наосу. Црква је у основи триконхос развијене варијанте уписаног крста и припратом изнад које се налази кула-звоник. Специфичност храма огледа се у томе што архитектонска решења у себи обједињавају просторне облике својствене моравској архитектури с краја 14. и почетка 15. века, са фасадном декорацијом која своје узоре црпи из немањихких задужбина 13. века (Јуришић А., 1991).



Сл. 12. Манастир Руденица,
Црква Светог Илије

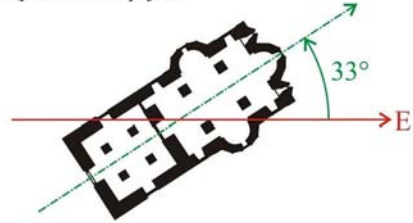


Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 11. април (31. август)
ЈК, у време градње цркве: 2. април (22. август)

Манастир Руденица са црквом Св. Илије (сл. 12), налази се недалеко од Александровца. Храм су на прелазу из 14. у 15. век сазидали властелин Вукашин и његова жена Вукосава. У основи храм је триконхос сажете варијанте уписаног крста (Тошић Г., 1996).



Сл. 13. Манастир Манасија (Ресава),
Црква Свете Тројице

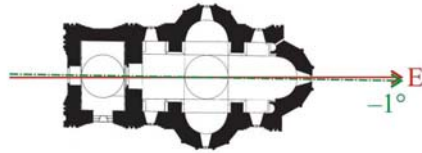


Сунце никада не излази у вертикалу осе цркве

Манастир Манасија (Ресава), задужбина деспота Стефана Лазаревића налази се недалеко од Деспотовца. Црква која је смештена у оквиру моћног утврђења подигнута је између 1406 и 1418. Храм Св. Тројице (сл. 13) у основи је триконхос развијеног типа уписаног крста, са припратом. Специфичност грађевине огледа се у томе што је основа типично моравска, док је фасада рађена под утицајем запада (Симић Г. и др., 2007).



Сл. 14. Манастир Каленић,
Црква Ваведења Пресвете Богородице



Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 28. март (15. септембар)
ЈК, у време градње цркве: 19. март (6. септембар)

Манастир Каленић са црквом посвећеном Ваведењу Пресвете Богородице (сл. 14), налази се у Левчу, недалеко од Опарића. Саградио га је као придворицу, протовестијар Богдан у првој половини 15. века. Храм је у основи триконхос сажете варијанте уписаног крста, са припратом. Због својих архитектонских и сликарских вредности Каленић припада најрепрезентативнијим споменицима моравске стилске групе (Стевовић И., 2006).



Сл. 15. Манастир Милентија,
Црква Светог Стефана



Сунце излази у вертикалу цркве:
ГК, данас: 31. март (12. септембар)
ЈК, у време градње цркве: 22. март (3. септембар)

Манастир Милентија са црквом Св. Стефана (сл. 15) налази се недалеко од Бруса и средњовековног града Козника. Ктитор храма који је 21. век дочекао у рушевинама, остао је непознат. На основу богате и врхунско изведене камене пластике, црква се датује у крај 14/почетак 15. века. У основи храм је триконхос сажете варијанте уписаног крста, са припратом.

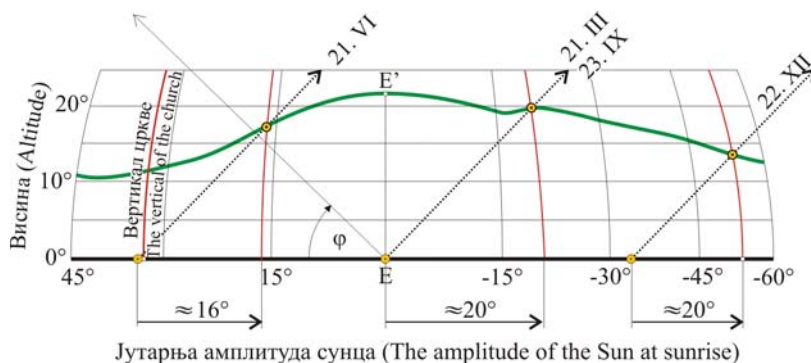
Све овде разматране цркве Моравске школе, биле су католици утврђених манастира². При настанку манастира, прво се градила црква, као централни и главни објекат, а упоредо с њом, или након ње, зидао се одбрамбени зид уз кога су се прислањали остали објекти манастирског комплекса, тако да он (они) нису могли заклањати хоризонт и утицати на оријентацију приликом обележавања основе цркве. Када се то елиминише, узроци установљених одступања црквених оса могу бити: 1) грешка протомајстора због једноставности помагала које је користио при уцртавању основе цркве; 2) низ чинилаца о којима је морао водити рачуна – топографски положај, геолошка подлога, распоред културних објеката манастирског комплекса (главни улаз у манастир, трпезарија) (Мојсиловић С., 1981), заштита од поплава и бујица, захтеви ктитора; 3) усмеравање осе цркве, не ка равнодневачком истоку, него ка тачки изласка сунца одређеног дана. Овде нас првенствено занима трећи узрок, тј. могућа веза између оријентације црквене осе и сунчеве геометрије. Пре доношења закључака, неопходно је указати на неколико битних момената.

Од једанаест изабраних цркава, само црква Манастира Милентија није сачувана у целини нити обновљена. С обзиром да је „отворена” (сл. 15), могао се директно мерити азимут њене уздужне осе. Код других цркава мерења су вршена на два начина: 1) на спољним зидовима, гномонском методом, помоћу сенке; 2) у унутрашњости цркве „у негативу” – према одразу који на поду цркве оставља сноп сунчевих зрака пропуштен кроз прозоре или кроз улаз цркве у право сунчево подне или када је сунце тачно на западу. Због неравних зидова од камена и цигле, одсуства правих углова и отклона од вертикале, није се могла постићи тачност већа од једног степена. То исто важи и за мерења (провере) која су вршена коришћеним GPS-уређајем који није намењен за прецизно визирање. Грешка од једног степена при мерењу азимута доводи до грешке у одређивању датума од једног до највише три дана, зависно од рељефа.

С обзиром да црквено правило каже да црква треба бити оријентисана „према истоку” или „према изласку сунца” (Мирковић Ј., 1966) потребно је разјаснити те појмове. Правило није дато у математичкогеографском смислу, него је неодређено, у смислу „према источној страни света”. А источна страна света јесте квадрант хоризонта са источном тачком у средишту. Ако пак исток дефинишемо „према изласку сунца” онда се поменути квадрант сужава на сектор хоризонта који је ограничен солстицијумским тачкама изласка. На географским ширинама Моравске Србије то је сектор ширине око 67°, са источном тачком у средишту. По првом схватању истока, у складу са правилом оријентисане су све цркве чије осе не одступају од источне тачке хоризонта више од $\pm 45^\circ$, по другом, $\pm 33,5^\circ$.

У вези са дефинисањем истока, треба имати на уму разлику између астрономског и физичког хоризонта, теоретске и стварне тачке изласка сунца, те теоретског и стварног источног сектора хоризонта. Теоретске тренутци изласка сунца и величине јутарње амплитуде сунца израчунавају се помоћу формула сферне астрономије. Физички хоризонт је неправилна линија па се стварни тренуци и стварне амплитуде могу одредити, или непосредним посматрањем и мерењем, или уз помоћ картометрије и перспективних азимутних пројекција, као што је то урађено на примеру манастира Манасије (сл. 16).

² Само Лазарица није била католикон, али је и она била у утврђеном граду.



Слика 16. Источни сектор астрономског и физичког хоризонта манастира Манасија са привидним путањама сунца за солстицијума и еквиноквијума (ортографска попречна пројекција)

Код манастира Манасија, утицајем рељефа, источни сектор физичког хоризонта није осетно увећан у односу на теоретску величину ($67,3^\circ$) али је знатно померен од NE ка SE. Тако је са слике очито да сунце никада не само да не излази у вертикалу осе цркве Св. Тројице, него му се никада не приближи мање од 16° .

Неодређеност црквеног правила отвара могућност за различита тумачења тачности оријентације црквене осе, односно, тумачења смисла њеног евентуалног одступања од равноденвачког истока.

Закључак

Једанаест изабраних цркава моравске школе концентрисани су у пољу географске мреже чије су стране мање од једног степена, са центром ($43,6^\circ$ N, 21° E) у коме се приближно налази манастир Љубостиња. Смештени су у заклоњеним долинама бреговитог простора, на средњој надморској висини од 325 m, до 160 m (Лазарица), до 550 m (Милентија). Њихове осе одступају од источне тачке хоризонта у широком распону, од 41° (Велућа) до $-33,5^\circ$ (Дренча), с тим да већина (8) одступа ка NE, тј. има „летњу” оријентацију. Крајње уопштавајући, свих једанаест би се могло свести на једну цркву чија је оса отклоњена 8° према NE.

Ако исток схватамо у ширем смислу те речи, као источни квадрант хоризонта, онда су све разматране цркве моравске школе оријентисане у складу са црквеним правилом. Ако пак исток посматрамо у ужем смислу, као лук хоризонта дуж кога се током године померају тачке изласка сунца, онда једино црква манастира Велућа одступа од правила (сл. б). Одступање је тешко рационално објаснити јер је терен раван и отворен, тако да је пратомајстор имао довољно простора за меневрисање.

Једино је за цркву манастира Велућа сасвим сигурно да није могла бити оријентисана према излазећем сунцу. Након математичкогеографске и топографске анализе таква могућност искључена је и за цркву манастира Манасија (сл. 16).

Осу сваке од осталих девет цркава, пратомајстор је могао усмерити према излазећем сунцу, и то само два пута (два јутра) у години. Од два датума, као вероватнији се узима онај који је ближи пролећном еквиноквијуму, јер у пролеће почиње грађевинска сезона. Након што су ти датуми одређени за сваку цркву, искључене су цркве манастира Нова Павлица и манастира Дренча (сл. 10). За разлику

од Нове Павлице (сл. 11), у Дренчи сунце излази на физичком хоризонту у вертикалу осе манастирске цркве али се то, према прорачуну, дешава у новембру и јануару (сл. 10), у време када се не утемељује црква (ово није време за почетак грађевинских радова)

Близу цркве манастира Дренче протиче Дреначка река која за време поводња и данас односи обалу. Зато је протомајстор цркву одмакао на сигурно удаљеност од обале и истовремено је закреноу ка југозападу, низ ток реке. Тим маневром је обезбедио сигуран положај и за трпезарију која, по правилу, треба да је постављена науспрот улазу цркве, попречно на црквену осу. Или је, можда, тим маневром намерно избегао да апсиду „забије” у падину брега и тако симболично „заслепи” цркву. (Претпоставку о закретању осе цркве да поглед кроз олтарски прозора не би био заклоњен, тек треба проверити систематском анализом топографског положаја српских средњовековних цркава.)

Од седам преосталих цркава, само оса цркве манастира Раванице има одступање веће од 10° (сл. 7). За све те цркве одредили смо датуме када сунце излази у вертикалу њихових оса (таб. 1), тј. датуме за које се може рећи: „Ако је протомајстор при заснивању цркве њену осу усмерио ка излазећем сунцу, онда је то урадио 'тог и тог' дана”. За Лазарицу (сл. 5), на пример, та би реченица гласила: „Ако је протомајстор осу Лазарице усмерио ка излазећем сунцу, онда је она, по Јулијанском календару, заснована 1. марта 1377/78. године”.

Табела 1. Могући датуми заснивања седам цркава Моравске школе

Манастир	Католикон/црква	Дан патрона (празник) ЖК	Период градње	Могући датум заснивања (ЖК)
	Лазарица (Св. Стефана)	27. децембар	1377/8-1380.	1. март
Раваница	Вазнесења Господњег	Покретни празник	У осмој деценији 14. в.	27. мај
<i>Љубостиња</i>	Успења Пресв. Богородице	15. август	1385-1389.	30. март
Наупаре	Рођења Пресв. Богородице	8. септембар	У осмој деценији 14. в.	5. мај
Руденица	Св. Илије	20. јул	На прелазу 14/15. в.	2. април
<i>Каленић</i>	Ваведeња Пресв. Богородице	21. новембар	У првој половини 15. в.	19. март
Милентија	Св. Стефана	27. децембар	На прелазу 14/15. в.	2. април

Није уочено поклапање датума могућег оснивања манастира (последња колона табеле 1) са данима који су у црквеном календару посвећени патронима цркава (трећа колона табеле 1). То не иде у прилог теорији да су цркве засниване на дан њихових патрона (Nissen, H., 1906; Рапапорт, П. А., 1994). Пада у очи да су цркве два манастира, Руденица и Милентија, могле бити засноване истог дана, око Благовести.

На први поглед, о математичкогеографском (астрономском) смислу оријентације може се говорити за цркве четири манастира: Манасија, Дренча, Љубостиња и Каленић. Оса цркве манастира Манасије усмерена је ка тачки изласка сунца летњег солстицијума, а оса цркве манастира Дренче ка тачки изласка сунца зимског солстицијума. И да претпоставимо да су њихови протомајстори знали геометријски одредити те правце помоћу тзв. аналеме (Тадих М. и Гаврић Г., 2011), таква оријентација нема никаквог практичног смисла с обзиром да сунце никада не излази у тим правцима на физичким хоризонтима поменутих манастира. То би имало календарског смисла само ако би се за време солстицијума кроз олтарски прозор

видело излазеће сунце, што би био знак да се сунце „обраћа” и почиње најдужи (Манасија) или најкраћи дан (Дренча).

Недвосмислено је, међутим, да су две цркве манастира Љубостиње (+1°) и Каленића (−1°) тачно оријентисане према равнодневачком истоку. То доказује да су њихови протомајстори познавали гномонску методу коју је описао Витрувије, у трактату кога су познавале и користиле византијске архитекте. Дивљења је вредно што су астрономски тачно оријентисали цркве дугачке око 20 m уз помоћ најједноставнијих помагала (висак, угаоник, теразије, гномон, грома).

Тачност оријентације тих католикона јесте показатељ нивоа математичкогеографског (астрономског) знања њихових градитеља, српских протомајстора. Јер, за разлику од цркава рашке школе на којима се преплићу утицаји Византије и Запада, цркве моравске школе су аутохтоне, тако да на њима раде локални мајстори, попут Рада Боровића, протомајстора који се потписао у Љубостињи.

Литература

- Вуловић, Б. (1978). Проблем рестаурације манастира дренче. *Зборник за ликовне уметности*, 14, 213-234
- Ђурић, С. (1985). *Љубостиња*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе
- Јуришић, А. (1991). *Нова Павлица – резултати археолошких радова*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе.
- Катанић, Н. (1988). *Декоративна камена пластика моравске школе*. Београд: Просвета и Реп. завод за заштиту споменика културе
- Љубинковић М. (1996). *Манастир Раваница*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе
- Марковић, В. (1920). *Православно монаштво и манастири у средњовековној Србији*. Сремски Карловци.
- Мирковић, Л. (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.
- Ненадовић, М. С. (2003). *Грађевинска техника у средњовековној Србији*. Београд: Просвета.
- Nissen, H. (1906). *Orientation. Studien zur Geschichte der Religion*. Berlin.
- Поповић, С. (1994). *Крст у кругу: архитектура манастира у средњовековној Србији*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе.
- Поповић С., Ђурчић, С. (2000). *Наупара*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе
- Раппопорт, П. А. (1994). *Строительное производство Древней Руси (X-XIII вв)*. Санкт Петербург.
- Ристић, В. (1966). *Моравска архитектура*. Крушевац: Народни музеј. Симић, Г., Тодоровић, Д., Брмболић, М., Зарић, Р. (2007). *Манастир Ресава*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе.
- Ристић, В. (1989). *Лазарица и Крушевачки град*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе
- Симић Г., Тодоровић, Д. и др. (2007). *Манастир Ресава*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе
- Стевовић, И. (2006). *Каленић, Богородичина црква у архитектури позновизантијског света*. Београд : Филозофски факултет и Интерпринт.
- Стевовић, И., Цветковић, Б. (2007). *Манастир Каленић*. Београд: Реп. завод за заштиту споменика културе.
- Тадић, М., Бабић, С. (2010). Оријентација Богородичине цркве манастира Студенице. *Зборник радова наставника и сарадника Географског факултета*, LVIII, 1–10.
- Тадић, М., Петровић, А. (2011). Mathematical-geographical analysis of the orientation of st John’s church of the Studenica monastery. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić”* 61(1), 1-11. (Available online at www.gi.sanu.ac.rs)
- Тадић, М., Гаврић, Г. (2011). A mathematical and geographical analysis of the orientation of two early Christian churches in Serbia. *Зборник радова наставника и сарадника Географског факултета у Београду*, LIX, 231–234.
- Тодић Б. (1989). Прилог бољем познавању најстарије историје Велућа. *Саопштења*, XX-XXI, 67-76.
- Тошић Г. (1996). Манастир Руденица, археолошка истраживања. *Гласник Друштва конзерватора Србије*, 20, 112-114.
- Тошић Г. (2009). Манастир Дренча – од рушевине до храма. *Иконографске студије 2* (Научни скуп одржан у Сремским Карловцима и Београду 2008).

ORIENTATION OF MEDIEVAL CHURCHES OF MORAVA SCHOOL

MILUTIN TADIC¹³, GORDANA GAVRIC²⁴

¹ *University of Belgrade – Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, 11000 Beograd, Serbia*

² *The Institute for Cultural Heritage Preservation, Cara Lazara 24, 36000 Kraljevo, Serbia*

Abstract: In this paper we present the mathematical and topographic analysis of orientation of the most significant churches (11) of Morava school, the last style in architecture of medieval Serbia whose executors were chief architects. The deviation from equinox East of the main axis of each church and the dates when the Sun rises on the physical horizon, in the extension of the main axis, have been calculated. These were the dates when the church could have been oriented towards the rising Sun. This possibility has been ruled out for four churches. As for the other churches, the matching of the mentioned dates with the patron's days wasn't established. The churches in monasteries Ljubostinja and Kalenic are oriented with astronomical precision towards equinox East, an admirable fact considering the tools available to the builders. Rade Borovic, the only chief architect who put his signature on his work, was the chief architect of Ljubostinja.

Key words: *mathematical geography, orientation, medieval Serbia, Morava school*

Introduction – Morava school

Systematical measurements of the azimuth of longitudinal axes of the most important churches in medieval Serbia and mathematical and geographic analysis of orientations of early Christian churches (Tadic M. & Gavric G., 2011) and all churches, catholicons and chapels of monasteries Studenica and Gradac (Tadic M. & Petrovic A., 2011) provided the data necessary for summary reviews by several criteria – regions, periods, founders (rulers) and architectural styles. On this occasion, we will analyze the most prominent churches of Morava school, eleven in total (picture 1).

Morava style group or Morava school⁵, with its unique and refined style, originated in the valleys of three Morava rivers during the reigns of princes and despots (picture. 1). Historically and geographically speaking, this was the area of Morava's Serbia which includes the territories of Prince Lazar and the area of Branicevo, which was incorporated after the Marica battle. The borders of this geopolitical area spanned from the spring of South Morava in the south, to Sava and Danube in the north and from Drina in the west almost to Timok in the east. If we consider Krusevac, Prince Lazar's capital, as the center, like Consantine would say, where the equinox is the longest, lasting from 15h16m, and where the sun rises at 4h53m on St. George day which is considered the beginning of the summer and the building season.

Chronologically speaking, Morava school is bounded by two important events, Marica battle in 1371 which marks the end of the Serbian empire (formally abolished one month later with the death of king Uros) and the Turkish conquest of Smederevo in 1495, which marks the disappearance of the last independent Serbian state (Ristic V., 1996). These events are only general boundaries, for there are monuments preceding grand edifices of Morava school or those that had the style elements of Morava school after its disappearance.

Picture 1. The placement of medieval Serbian churches and monasteries of Morava school (green frame)

The architecture of Morava area, which appeared in Serbia in post Byzantine period, is completely distinctive thus classified as a separate style known as Morava school. Its main characteristics are evident in the foundation of the rulers and feudal lords' foundations, like Lazarica, Ljubostinja, Kalenic, Ravanica and Manastija (picture 2). The measured plan of these edifices is always either an elongated or a developed triconh. They were usually constructed in alternation of

⁵ We will continue to use the term *Morava school*

stone and bricks with prominent joints. There is no roman influence or the perfection of the technique (Markovic V., 1920). However, the facade is decorated with typical stone decoration with the emphases on rosettes and archivolts with double patterns (Katanic N., 1988).

Not only do the monasteries of Prince Lazar's state differ from earlier monasteries in style, but they also differ by their fortification. They were well fortified (monasteries-forts) and built on closed locations (but not on earlier cult sites).

Methods of work exemplified by the catholicon of Manasija monastery

A mathematical and topographic analysis of each chosen medieval church of Morava school has been conducted. Methods of work have been described in details in papers cited in the introduction. Here, we will describe the process of the analysis on the example of the church of the Holly Trinity in Manasija.

- 1) Geographic azimuth of the longitudinal axis of the church, $A_N=57^\circ$, measured on an air photograph (RGA). This means that the axis deviates from the eastern point towards NE (picture 2). As for other churches, the measurements of the azimuth were done directly, using both the gnomonix method and a GPS Receiver.

Picture 2. Air photograph of Manasija (Republic Geodetic Authority) and the plan of Manasija monastery: 1. catholicon – church of the Holly Trinity 2) dining room 3) keep 4-5) the cells of monks

The amplitude of the Sun at sunrise during the Solstice is on the same latitude as Manasija $\alpha = 33^\circ 22'$, thus the axis of the church is formally located in the eastern sector of the horizon, in accordance with the church rule which states that the church should face "east" or "sunrise". This is only theoretically correct as it refers to the astronomical horizon, not the physical horizon, where the Sun really rises. The physical horizon is an irregular line depending on the local relief, which is why a topographic analysis is necessary.

- 2) It is clear from the photograph (picture 3) that the line of observation in the vertical plane ends in the saddle, north of the hill. The deviation of the axis of the church from the eastern point is on the border of the eastern sector thus it was only clear from the photograph that the Sun never rose in that direction.
- 3) There is no need to visit the location itself in order to prove this. First of all, it is necessary to construct a cross-section (picture 4) on the correspondent part of a topographic map (picture 3, right), in the extension of the longitudinal axis of the church. Secondly, the height h of the point T where the vertical of the church intersects the physical horizon should be determined (the azimuth of the axis of the church is the other coordinate of the horizon).

Picture 4. Block diagram of the topographic area around Manasija monastery (top) with the vertical plane of the axis of the church where the cross-section is constructed (bottom)

The value of the declination of the Sun δ is calculated based on the coordinates of the horizon of the point T. The dates when the Sun perhaps rises in that point, in the extension of the axis of the church, are calculated based on the declination of the Sun. The value of the declination of the Sun spans from $-23^\circ 27'$ to $+23^\circ 27'$ and if by the calculations cited above we reach this value, it means that the axis of the church is out of the eastern sector of the physical horizon. Furthermore, this implies that the chief architect didn't orient the church one morning towards the rising Sun. This is the case with Manasija monastery, where the value of the declination is over 30° .

Results

The mathematical, geographic and topographic analysis of all eleven churches of Morava school was done this way. The data bellow is given for each church using the same pattern: an illustration with a photograph (left), oriented ground-plans and dates of the sunrise in the vertical of the axis of the church according to the Julian calendar (JC) and the Gregorian calendar (GC) (right), a short description (bottom/afterwards).

The church of St. Stefan, known as **Lazarica** (picture 5), was built as a court church between 1377/78 and 1380. within the walls of the capital Krusevac. The church, belonging to the first period of Morava school, was built by Prince Lazar. The church plan is an elongated triconh preceded by a narthex with a bell tower above it (Ristic V., 1989).

Veluce monastery with its church dedicated to the Presentation of the Holly Virgin to the Temple (picture 6) is located about ten kilometers SE from Trstenik. At the end of the 7th decade or the beginning of the 8th decade of the 14th century, an unknown noble family, represented on the founder's composition, built the church. The church plan is an elongated triconh (Todic B., 1989).

Ravanica monastery, with its church dedicated to the Transfiguration (picture 7), is located near Cuprija. The monastery was built as a strong fort by Prince Lazar Hrebeljanovic in the 8th decade of the 14th century. The church plan is a developed triconh preceded by a narthex (Ljubinkovic M., 1996).

Ljubostinja monastery, with its church dedicated to The Assumption of Virgin Mary (picture 8), is located near Trstenik. The church was built by princess Milica between 1385 and 1389. The church plan is a developed triconh preceded by a narthex. On the doorstep of the portal, between the narthex and naos there is an inscription chiseled by the chief architect Rade Borovic (Djuric S., 1985).

Naupara monastery, with its church dedicated to the Nativity of Virgin Mary (picture 9), is located in the eponymous village near Krusevac. The church originally dedicated to the Virgin Eleusa was built as a court church in the 8th decade of the 14th century. The founder is an unknown nobleman. The church plan is an elongated triconh preceded by a narthex with a bell tower above it (Popovic S. & Curcic S., 2000).

Drenca monastery, with its church dedicated to the Presentation of the Holly Virgin to the Temple (picture 10), is located in gentle Zupa, near Aleksandrovac. The founder of the monastery is hieromonachos Dorotej, the third prior of Hilandar, with his son, hieromonachos Danilo, who later became Danilo III, the patriarch of Pec. The church dates back to the 6th or 8th decade of the 14th century. The church plan is a developed triconh. The specific quality of this church lies in the fact that its plan spreads from west to east, but also in its cross-vaults and chonehas (Vulovic B., 1978; Tosic G., 2009).

Nova Pavlica monastery near Brvenik, with its church dedicated to the Presentation of the Holly Virgin in the Temple (picture 11), was built in the 9th decade of the 14th century as the foundation of brothers Stefan and Lazar Music, whose portraits are placed in naos. The church plan is a developed triconh preceded by a narthex with a bell tower above it. The specific qualities of this church are shown in its architecture which combines typical architectural shapes of Morava school in the late 14th and early 15th century. The decorations on the façade are modeled on the 13th century foundation of the Nemanjic dynasty (Jurisic A., 1991).

Rudenica monastery, with its church of St. Ilija (picture 12), is located near Aleksandrovac. The church was built by Vukasin, a nobleman, and his wife Vukosava in late 14th and early 15th century. The church plan is an elongated triconh (Tosic G., 1996).

Manasija monastery (Resava), the foundation of despot Stefan Lazarevic, is located near Despotovac. The church was built within a strong fortress between 1406. and 1418. The church of the Holly Trinity (picture 13) is a developed triconh preceded by a narthex. Its plan is typical for Morava school, but its façade was built under the western influence, which is very unusual (Simic G. at all. 2007).

Kalenic monastery, with its church dedicated to the Presentation of the Holly Virgin to the Temple (picture 14), is located in Levac, near Oparici. It was built in the 15th century as a court church

by protovestiarijos Bogdan. The church plan is an elongated triconch preceded by a narthex. This is one of the most significant monuments due to its architectural and artistic value (Stevovic I., 2006).

Milentija monastery, with its church dedicated to St. Stefan (picture 15), is located near Brus and the medieval fortress Koznik. The founder of the church which saw the 21st century in ruins remains unknown. Based on its rich and skillfully crafted decorations, the church is dated to the late 14th early 15th century. The church plan is an elongated triconch preceded by a narthex.

Discussion

All the churches discussed here were, in fact, catholicons of fortified monasteries. During construction, the church was built first while the surrounding walls were built either at the same time, or afterwards. Other objects within the complex could have been leaned against the walls, so they couldn't have shielded the horizon thus influencing the orientation of the plan of the church. With this out of the consideration, the cause of the established deviation of the axes of the churches could be:

- 1) a mistake of the chief architect caused by the simple tools he used while drawing the plan of the church
- 2) several factors he should have considered: the topographic position, the geographic basis, the placement of the cult edifices within the monastery complex (the main entrance, the dining room...) (Mojsilovic S., 1981), the protection from floods and torrents, the demands of the founder
- 3) the orientation of the axis of the church towards the point of sunrise on a particular day and not the equinox east.

Here, we are primarily interested in the 3rd cause, the possible connection between the orientation of the axis of the church and the geometry of the Sun. Before reaching a conclusion, it is necessary to point out some important elements.

Out of eleven selected churches, only Milentija monastery hasn't been preserved or reconstructed. Since it is "open" (picture 15), it was possible to measure the azimuth of its longitudinal axis. The measurements of the other churches were executed in two ways: 1) on the outer walls, using the gnomonix method, with shadows; 2) either at the apparent noon or when the Sun is exactly in the west, on the inside of the church in "negative", in accordance with the reflection of the rays of Sun falling on the floor through the windows or the entrance. Due to uneven stone or brick walls, the lack of right angles and the deviation of the vertical, a precision of less than 1° couldn't have been reached. This also applies to the measurements done with a GPS Receiver which is not designed for precise sighting. The 1° mistake in the measurements of the azimuth leads to a mistake from 1 to 3 days in determining the date, depending on the relief.

It is necessary to clarify these terms since the church rules state that the church should face "east" or "be towards the sunrise" (Mirkovic L., 1966). The rule isn't given in the mathematical and geographic sense, but in a vague sense meaning "the eastern side of the world". The eastern side of the world is a quadrant of the horizon with the eastern point in the middle. However, if we define the east as "towards the sunrise", then the quadrant narrows down to a sector of the horizon which is limited by the points of the sunrise during the Solstice. At the latitude of Morava's Serbia, it is a sector of the latitude of about 67°, with the eastern point in the middle. All churches whose axes don't deviate from the eastern point of horizon more than ±45°, according to the first meaning of "east", or ±33.5°, according to the second meaning, are built in accordance with the church rules.

When defining "east", you should keep in mind the difference between the astronomical and the physical horizon, the theoretical and the real point of the sunrise, thus the theoretical and the real eastern sector of the horizon. Theoretical moments of the sunrise and the size of the morning amplitude of the Sun are calculated using a formula of spherical astronomy. The physical horizon is an irregular line, so the real moments and the real amplitudes can be determined by observing it or measuring it, or with the help of cartometry and the azimuthal projection, as seen on the example of Manasija (picture 16).

Picture 16. The eastern sector of the astronomical and of the physical horizon with apparent trajectory of the Sun during the Solstice and the equinox (transfers orthographic projection)

In Manasija, due to the influence of the relief, the eastern sector of the physical horizon is not significantly enlarged in comparison to the theoretical size (67.3°), but it is considerably moved from NE towards SE. Therefore, it is obvious from the picture that the Sun never approaches the vertical of the axis of the church of the Holly Trinity for more than 16° .

The vagueness of the church rules leaves the possibility for various interpretations of the precision of the orientation of the axis, thus the interpretations of the meaning of the deviation from the equinox east.

Conclusion

The eleven selected churches of Morava school are all placed in the field of the graticule whose sides are smaller than 1° , with Ljubostinja approximately in the center (43.6°N , 21°E). They are placed in shielded valleys on a hilly terrain, at average elevation of 325m, ranging from 160m (Lazarica) to 550m (Milentija). Their longitudinal axes deviate from the eastern point of the horizon in a wide span, ranging from 41° (Veluce) to -33.5° (Drenca), where the majority of them (8) deviate towards NE thus having a “summer” orientation. In general, all eleven churches could be narrowed down to one church whose axis deviates 8° towards NE.

The axes of the selected churches of Morava school deviate from the eastern point of the horizon in a wide span, ranging from 41° (Veluce) to -33.5° (Drenca). If we take “east” as a looser term, as the eastern quadrant of the horizon, then all selected churches of Morava school are oriented in accordance with church rules. However, if we consider “east” as a more precise term, the arch of the horizon where the points of the sunrise move throughout the year, than only Veluce monastery deviates from the rules (picture 6). It is difficult to rationally explain this deviation since the terrain is flat and open, thus allowing the chief architect enough space for maneuvering.

Only for Veluce monastery can we be certain that it could not have been oriented towards the rising sun. After mathematical, geographic and topographic analysis, this possibility has also been ruled out for Manasija monastery (picture 16).

The chief architect could have oriented the axis of any of the remaining churches towards the rising sun, but that was possible only twice a year. Out of the two dates, the date closer to the vernal equinox is more probable, for that’s when the building season begins. After those dates were determined for every church, churches of Nova Pavlica and Drenca (picture 10) were excluded. The Sun rises on the physical horizon to the vertical of the axis of Drenca (picture 11), but this happens, according to the calculations, in November and January when the church shouldn’t be founded (when no serious building takes place), whereas in Nova Pavlica that’s not the case.

Near the church of Drenca monastery flows Drenca river, whose water level rises and takes away pieces of the river banks. This is why the chief architect moved the church to a safe distance from the river banks while turning it towards SW, downstream. With this maneuver he insured a safe position for the dining room as well, which should be, according to the rules, on the opposite side of the church entrance, transverse to the axis of the church. It is also possible that, with this maneuver, he wanted to avoid positioning the apse into the side of a hill thus symbolically ‘blinding’ the church. (The assumption about moving the axis of the church in order to avoid covering the altar windows is yet to be confirmed via a systematical analysis of the topographic position of Serbian medieval churches).

Out of the axes of the seven remaining churches, only the axis of Ravanica monastery has a deviation larger than 10° (picture 7). We determined the dates when the Sun rose to the vertical of their axes (table 1), the dates that we could qualify with a sentence like “If the chief architect, while founding a church, oriented its axis towards the rising Sun, then he did it on ‘this particular’ day”. For Lazarica (picture 5), this sentence would be: “If the chief architect oriented the axis of Lazarica towards the rising Sun, then it was founded on March the 1st 1377/78, according to the Julian calendar”.

The possible dates of monasteries' foundations (the last column of the table 1) don't match with the dates dedicated to the churches' patrons (the 3rd column of the table 1). This does not support the theory that the churches were founded on their patron’s day (Nissen, H., 1906; Rapaport, P. A., 1994). It is interesting that two monasteries, Rudenica and Milentija, could have been founded on the same date, around Annunciation day.

Table 1. Possible founding dates of seven churches of Morava school

Monastery	Catholicon/church	Patron's day (JC)	Period of construction	Possible founding dates (JC)
	Lazarica (St. Stefan)	December the 27 th	1377/8-1380.	March the 1 st
Ravanica	The Transfiguration	Moving holiday	8 th decade of the 14 th century	May the 27 th
Ljubostinja	The Assumption of Virgin Mary	August the 15th	1385-1389.	March the 30th
Naupare	The Nativity of Virgin Mary	September the 8 st	The 8 th decade of the 14 th century	May the 5 th
Rudenica	St. Ilija	July the 20 nd	Between the 14 th and the 15 th century	April the 2 nd
Kalenic	The Presentation of the Holly Virgin to the Temple	November the 21th	The first half of the 15th century	March the 19th
Milentija	St. Stefan	December the 27 th	Between the 14 th and the 15 th century	April the 2 nd

Seemingly, it is possible to talk about the mathematical and geographic (astronomical) sense of the orientation for four churches: Manasija, Drenca, Ljubostinja and Kalenic. The axis of the church of Manasija monastery is oriented towards the point of the sunrise during the summer Solstice, whereas the axis of the church of Drenca is oriented towards the point of the sunrise during the winter Solstice. Supposing their chief architects knew how to geometrically determine these directions using the analema (Tadic M. и Gavric G., 2011), such orientation makes no practical sense considering that the Sun never rises in those directions in the physical horizons of the mentioned monasteries. This would only make sense in the calendar if, during the summer Solstice, you could see the rising sun through the altar window, which would indicate that the sun is 'turning' and starting the longest day (Manasija) or the shortest day (Drenca).

However, it is certain that two churches, one of Ljubostinja monastery (+1°), the other of Kalenic monastery (-1°), are correctly oriented towards the equinox East. This proves that their chief architects were familiar with the gnomonix method described by Vitruvius, in the tractate known and used by the Byzantine architects. It is admirable that they oriented 20-meter-long churches astronomically correct using only the simplest tools (plumb line, tri-square, gnomon, groma).

The accuracy of the orientation of the catholicon is an indication of the level of mathematical and geographic (astronomical) knowledge of their builders, Serbian chief architects. For, unlike the churches of Raska school where the influences of Byzantine and the west are intertwined, the churches of Morava school are authentic, works of local builders, such as Rade Borovic, the chief architect who left his signature in Ljubostinja.

References

See references on page 196