

## ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

<p><b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Датум и орган који је именовано комисију: Дана 15.07.2016. године на XVI седници Наставно-научно веће Природно-математичког факултета Универзитета у Новом Саду, именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „Хидролошке суше у сливу Велике Мораве“.</li> <li>Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ol style="list-style-type: none"> <li><b>др Драгослав Павић</b>, редовни професор, ужа научна област: Физичка географија, 01.05.2016. године, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, <i>председник</i>.</li> <li><b>др Драган Долинај</b>, ванредни професор, ужа научна област: Физичка географија, 01.01.2015. године, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, <i>ментор</i>.</li> <li><b>др Стеван Савић</b>, ванредни професор, ужа научна област: Физичка географија, 01.01.2015. године, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, <i>члан</i>.</li> <li><b>др Тин Лукић</b>, доцент, ужа научна област: Физичка географија, 01.12.2015. године, Департман за географију, туризам и хотелијерство, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, <i>члан</i>.</li> <li><b>др Ненад Живковић</b>, ванредни професор, ужа научна област: Физичка географија, 09.04.2013. године, Географски факултет, Универзитет у Београду, <i>члан</i>.</li> </ol> </li> </ol>
<p><b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Име, име једног родитеља, презиме: <b>Марко (Драган) Урошев</b></li> <li>Датум рођења, општина, држава: <b>09.07.1980. године, Београд, Република Србија.</b></li> <li>Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: -</li> <li>Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: -</li> <li>Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: <b>Географски факултет, Универзитет у Београду, „Хидролошка анализа слива Голијске Моравице“, Географија, 24.02.2006.</b></li> <li>Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: <b>Географија</b></li> </ol>
<p><b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: „Хидролошке суше у сливу Велике Мораве“.</b></p>

#### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација је написана на српском језику, ћиричним писмом на укупно 166 страна и садржи 1 слику, 8 схема, 32 графикона, 39 табела, 55 формула и 8 прилога. Дисертација садржи све потребне делове научно-истраживачког рада који су подељени на 6 поглавља, а свако поглавље обухвата већи број наслова и поднаслова:

**1. УВОД** (стр. 4-8; поглавље садржи два подпоглавља – 1.1. Дефиниције суше; 1.2. Теоријска основа и циљ дисертације)

**2. ПРОЦЕСИ КОЈИ УТИЧУ НА ХИДРОЛОШКЕ СУШЕ** (стр. 8-16; поглавље садржи пет подпоглавља – 2.1. Пропагација суше; 2.2. Утицај климе на хидролошке суше; 2.3. Утицај карактеристика слива на хидролошке суше; 2.4. Типови хидролошких суша; 2.5. Размере и просторне карактеристике хидролошких суша)

**3. ПРОСТОР ИСТРАЖИВАЊА И ПОДАЦИ** (стр. 16-38; поглавље садржи два подпоглавља – 3.1. Слив Велике Мораве; 3.2. Подаци)

**4. МЕТОДЕ** (стр. 38-74; поглавље садржи три подпоглавља – 4.1. Карактеристике хидролошких суша; 4.2. Статистичка анализа хидролошких суша на станицама; 4.3. Регионална статистичка анализа хидролошких суша)

**5. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА** (стр. 75-103; поглавље садржи три подпоглавља – 5.1. Издвајање хидролошких суша; 5.2. Статистичка анализа хидролошких суша на станицама; 5.3. Регионална статистичка анализа хидролошких суша)

**6. ЗАКЉУЧАК** (стр. 103-105)

**7. ЛИТЕРАТУРА** (стр. 105-113)

**8. ПРИЛОЗИ** (стр. 113-160)

#### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

**Наслов дисертације** јасно је и прецизно формулисан и у складу је са проблематиком и садржајем теме истраживања. Кроз наслов је представљен предмет студије (хидролошке суше у сливу Велике Мораве).

1. У поглављу **Увод** дат је приказ значаја и актуелности изучавања хидролошких суша, као и проблематике дефинисања суше. Изложене су теоријске основе на основу којих су извршене анализе, као и јасно дефинисани циљеви и задаци истраживања.
2. У поглављу **Процеси који утичу на хидролошке суше** дат је приказ досадашњег познавања процеса који утичу на појаву и развој хидролошких суша. Поглавље садржи пет потпоглавља у којима је детаљно објашњена пропагација суше, у контексту трансформације метеоролошке у хидролошку сушу. Такође дата је анализа утицаја појединих климатских елемената и карактеристика слива на хидролошку сушу, типологија хидролошких суша, као и утицај просторне и временске размере на карактеристике хидролошких суша. Ово поглавље је значајно јер разумевање ових процеса је неопходно ради: успостављања критеријума за податке који ће се користити у истраживању хидролошких суша, процене карактеристика њихове варијабилности, избора најадекватнијег метода за анализу хидролошких суша и тумачења добијених резултата.
3. У уводном делу поглавља **Простор истраживања и подаци** дат је кратак осврт на досадашња истраживања хидролошких суша у Србији, као и на разлоге избора слива Велике Мораве за простор истраживања, на избор станица и временског периода за анализу. У првом потпоглављу дат је приказ основних физичко-географских карактеристика слива Велике Мораве, које су од значаја за анализу малих вода, као и општи приказ хидролошког режима река. Прикази су употпуњени адекватним картама. Прво су укратко дате опште физичко-географске карактеристике слива као што су: положај и значај слива, рељеф, геолошки састав и вегетација. Детаљније су приказане климатске карактеристике слива кроз анализу просторне и временске расподеле температура ваздуха и количина падавина, као најважнијих климатских елемената који

утичу на појаву и развој хидролошких суша. У одељку хидролошке карактеристике анализирана је просторна расподела средње годишњег отицаја, унутаргодишња расподела отицаја, велике (максимални годишњи протицаји вероватноће превазилажења 1%) и мале воде (минимални протицаји 95% обезбеђености), као и режим проноса наноса у сливу Велике Мораве. Константовано је да тренутно доступни просторни подаци о геологији, педологији, коришћењу земљишта и вегетацији на нивоу целог слива Велике Мораве нису задовољавајућег квалитета за дефинисање зависности између физичко-географских карактеристика слива и карактеристика хидролошких суша.

У другом потпоглављу извршена је провера изворних података, као и попуњавање недостајућих података. За потребе анализе хидролошких суша у сливу Велике Мораве коришћени су дневни подаци о протицају воде за период 1960-2014. за 39 изабраних хидролошких станица, или укупно 783.471 података. За сваку станицу извршена је провера хидрограма ради уочавања евентуалних нехомогености, као што су трендови, степенасте промене, грешке, аутлејери или недостајући подаци, а за седам временских низова, који обједињују осматрања на по две станице, хомогеност средњих вредности, максималних и минималних протицаја, посебно последњих, проверена је и графичким и статистичким тестовима. После провере података утврђени су недостајући подаци на 20 станица. За потребе статистичке анализе извршено је комплетно попуњавање низова на овим станицама преко крива протицаја и метода вишеструке линеарне регресије са станицом аналог.

4. Поглавље **Методe** је најобимнији, али и најзначајнији део дисертације, у којем је на веома јасан начин представљена комплетна процедура прорачуна са великим бројем графичких прилога. Састоји се од три главна потпоглавља: Карактеристике хидролошких суша, Статистичка анализа хидролошких суша на станицама, Регионална статистичка анализа хидролошких суша.

У потпоглављу Карактеристике хидролошких суша направљена је јасна разлика између термина мале воде и суше, као и између два начина проучавања хидролошких суша: карактеристика малих вода и карактеристика дефицита. У овом потпоглављу је дат приказ карактеристика малих вода, које су неопходне за анализу хидролошких суша, као што су: перцентили са криве трајања ( $Q_p$ ) неопходни за одређивање прага за издвајање суша; средње минимални годишњи протицај трајања  $n$ -дана ( $MAM(n\text{-day})$ ), који такође могу да се користе као прагови и индекс базног протицаја ( $IBP$ ), који је послужио за одређивање станица аналога за попуњавање података. Карактеристике дефицита као што су дефицит и трајање суше одређене су методом прага. Као праг за издвајање суша узета је вредност  $Q_{90}$ , јер је циљ био анализа просторних и временских карактеристика екстремних (великих) суша у сливу Велике Мораве. За елиминисање малих пикова изнад прага коришћен је централни покретни просек са интервалом од 11 дана ( $MA(11)$ ), а као додатни критеријуми за издвајање низа хидролошких суша: време између суседних суша веће од пет дана ( $t_c > 5$ ), минимално трајање суше веће од 2 дана ( $t_{min} > 2$ ) и минимални дефицит једнак 0,5% од максимално забележеног дефицита ( $D_0 = 0,005 \times D_{max}$ ).

У потпоглављу Статистичка анализа хидролошких суша на станицама извршен је прорачун теоријских расподела дефицита и трајања суше методом парцијалних серија. Прво су низови проверени на случајност и хомогеност коришћењем релевантних тестова. Затим је дата процедура статистичке анализе методом парцијалних серија. За одређивање расподеле броја прекорачења у години дана коришћене су Поасонова, биномна и негативна биномна расподела, а за одређивање расподеле висине прекорачења експоненцијална, Вејбулова и општа Парето расподела. Први пут у анализама хидролошких суша у Србији, издвојених методом прага, коришћени су  $L$ -моменти за одређивање параметра теоријских расподела висине прекорачења, који дају поузданије оцене параметара од обичних момената. За одређивање расподеле највећег прекорачења, односно годишњег максимума коришћене су различите комбинације расподеле броја прекорачења и расподеле самих прекорачења. Расподеле броја јављања суша у току године су тестиране на сагласност  $\chi^2$  тестом, а висине прекорачења и годишњи максимуми (највеће прекорачење) дефицита и трајања суше, тестом Колмогоров-Смирнов и Крамер-Мизес тестом. На основу најбоље сагласности изабране су меродавне

расподеле, које служе за оцену суша различитих повратних периода.

У потпоглављу Регионална статистичка анализа хидролошких суша дат је опис примењених метода регионалне статистичке анализе: регионализација по станицама, регионализација на основу регионалног параметра облика и „index-flood“ метода. Такође приказано је одређивање хомогених региона кластер анализом и анализом L-момената, као и одређивање регионалне расподеле box-plot анализом резултата тестова сагласности и анализом L-моменат дијаграма.

5. У поглављу **Резултати и дискусија** изнети су детаљно и стручно објашњени резултати спроведених прорачуна, организованих у три потпоглавља. Прво потпоглавље односи се на резултате везане за издвајање хидролошких суша. Прво је анализиран облик криве трајања протицаја свих станица, потом су истраживане зависности издвојених низова дефицита и трајања суша. Просторна расподела карактеристика суша у сливу Велике Мораве анализирана је на основу средњих вредности дефицита и трајања суше на 39 станица. Према резултатима изнетим у овом потпоглављу најдуже просечно трајање суше је у сливу непосредне Велике Мораве, затим у сливу Јужне Мораве, а најмање у сливу Западне Мораве, што је сагласно и са средњим падавинама и надморским висинама у овим подсливовима. Број суша и трајање суша су у обрнутој зависности, док су апсолутне вредности дефицита у директној зависности од површине слива и средњег годишњег протицаја, а стандардизовани дефицити прате просторну расподелу трајања суше.  
У другом потпоглављу представљени су резултати прорачуна вероватноће превазилажења дефицита и трајања суша на станицама. На основу ових резултата у сливу Велике Мораве броја јављања суша има Поасонову или негативну биномну расподелу, висине дефицита Вејбулову, док је заступљеност различитих расподела код трајања суша прилично уједначена. Код годишњих максимума доминира комбинација Вејбулове са Поасоновом и негативном биномном, док код годишњег максимума трајања не доминира ниједна комбинација.  
У трећем потпоглављу приказани су резултати регионалне статистичке анализе. На основу L-момената на 39 станица израчунати су регионални L-моменти вишег реда, који су послужили за регионалну статистичку анализу. Користећи дијаграме L-момената (LCs/Lck) утврђена је хомогеност региона, у овом случају целог слива Велике Мораве, као и изабрана регионална расподела P+W (комбинације Поасонове и Вејбулове расподеле) за дефиците и трајање суша. Регионална анализа је урађена са три методе, чији су резултати дати упоредно у две табеле.
6. У поглављу **Закључак** изнета су закључна разматрања на основу добијених резултата истраживања, њиховој анализи и повезивању са постојећим теоријским поставкама, као и предлог праваца будућих истраживања. Изведени закључци су јасно и разумљиво формулисани у складу са постављеним предметом, задацима и циљевима дисертације те се могу сматрати поузданим и научно утемељеним.
7. У поглављу **Литература** наведено је 116 референци и 12 интернет извора. Избор коришћене литературе, примерен је тематици која представља предмет истраживања ове дисертације и садржи обимне и релевантне библиографске наводе из домаћих и страних извора.
8. Прилози су саставни и важан део дисертације, на које се аутор позива у тексту дисертације. Прилози I-VII су карте А3 формата, на којима су просторно представљени резултати прорачуна, Поглавље VIII се састоји од 39 страна на којима су представљени графици вероватноће превазилажења годишњих максимума дефицита и трајања суша за сваку станицу.

**На основу свега изложеног, Комисија је позитивно оценила све делове докторске дисертације.**

**VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:**

Радови који су објављени на основу резултата истраживања у оквиру рада на дисертацији су:

1. **Urošev, M.**, Dolinaj, D., Štrbac, D. 2016. At-site hydrological drought analysis: case study of Velika Morava river at Ljubicevski most, Serbia. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA, (In press)*. **M51**
2. Kovačević-Majkić, J., **Urošev, M.** 2014. Trends of mean annual and seasonal discharges of rivers in Serbia. *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SASA, 64(2)*, 143-160. **M51**
3. Gavrilović Lj., Milanović Pešić A., & **Urošev M.** 2012. A hydrological analyses of the greatest floods in Serbia in the 1960-2010 period. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 7(4)*, 107-116. **M22**

**VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:**

Главни циљ ове дисертације је био проучавање просторних и временских карактеристика хидролошких суша побољшањем постојеће методе прага. У складу са задатим циљем, у дисертацији је урађена комплетна статистичка анализа хидролошких суша, на основу које су добијени следећи резултати:

- Утврђена је предност анализе малих вода, односно хидролошких суша са две променљиве (дефицит и трајање), у односу на уобичајену анализу са једном вредношћу (најчешће минималним годишњим протицајем)
- Утврђена је већа применљивост у водопривреди резултата добијених статистичком анализом суша, које су издвојене методом прага у односу на методе које користе стандардизоване индексе
- Издвојене су хидролошке суше, методом прага, на 39 хидролошких станица у сливу Велике Мораве за период 1960-2014. год, што до сад представља највећи узорак на којем је примењивана ова метода у Србији, било да се ради о анализи малих или великих вода.
- Статистичка анализа дефицита и трајања суша извршена је методом парцијалних серија, која се до сад у домаћој литератури није значајније примењивала у анализи хидролошких суша и малих вода, а која се показала бољом од методе годишњег максимума.
- За одређивање параметра теоријских расподела коришћени су L-моменти, који дају поузданије оцене параметара од обичних момената. Ово је први пут у Србији, да су се L-моменти користе за анализу екстремних хидролошких појава, издвојених методом прага, поготово на овако великом броју станица. Такође L-моменти су коришћени и у регионалној статистичкој анализи за одређивање хомогених региона и регионалне расподеле дефицита и трајања суша.
- На основу резултата тестова сагласности и провере графика вероватноће изабране су меродавне расподеле на истраживаним станицама, што је унапређење постојеће процедуре анализе хидролошке суше методом парцијалних серија, где су се до сад функције расподеле унапред одабирале, а не на основу тестова сагласности и провере графика вероватноће.
- Резултати прорачуна вероватноће превазилажења годишњих максимума дефицита и трајања по станицама омогућавају израчунавање квантила било ког повратног периода (на пример, 100-годишњи дефицит или 100-годишње трајање суше), и обрнуто, што може бити корисно при планирању водопривредних мера или димензионисању различитих хидротехничких објеката. Ово је значајан резултат дисертације.
- Регионална статистичка анализа је урађена са три методе, од којих су за методу "index flood" израчунати бездимензионални квантили, који могу да послуже код одређивања суша различитих повратних периода на профилима где нема хидрометријских осматрања. Такође, и ово је важан резултат истраживања у оквиру ове дисертације јер се ради о првим научним резултатима овог типа на простору Србије.

Резултати научног истраживања у оквиру ове докторске дисертације су значајни у области стохастичке анализе хидролошких екстрема, а поготово у области анализе хидролошких суша.

<p align="center"><b>Сходно томе, Комисија је позитивно оценила резултате и закључке истраживања.</b></p>
<p align="center"><b>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:</b></p>
<p>Кандидат је на јасан начин тумачећи прилоге, табеле и графиконе приказао резултате истраживања и целокупни рад на докторској дисертацији. Добијени резултати су јасно тумачени, а на основу њих изведени су закључци који одговарају предмету студије и пружају одговоре на постављени циљ истраживања. Резултати рада су уверљиви, научно оправдани и подржани бројним литературним изворима. Резултати добијени током рада на дисертацији обрађени су помоћу адекватних статистичких анализа. Наведена литература је обимна, савремена и релевантна за тему истраживања. На основу начина приказивања и тумачења података, може се констатовати да рад садржи оригиналне научне резултате који задовољавају захтеве нивоа докторске дисертације.</p>
<p align="center"><b>Комисија је позитивно оценила начин приказа и тумачења резултата.</b></p>
<p align="center"><b>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p>
<p align="center">1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?</p> <p>Комисија сматра да је дисертација кандидата Марка Урошева написана у складу са образложењима написаним у пријави теме.</p>
<p align="center">2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?</p> <p>Дисертација садржи све битне елементе научног рада. Рађена је у складу са савременим истраживањима из области геонаука, хидрологије, и као таква представља оригиналан научни допринос из наведених научних области.</p>
<p align="center">3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?</p> <p>Предмет истраживања представља прорачун вероватноће превазилажења карактеристика хидролошких суша који у нашим научним и стручним круговима није довољно проучаван. Допринос дисертације у области анализе хидролошких суша састоји се у следећем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осавремењавање постојеће праксе у области прикупљања и обраде података о хидролошкој суши</li> <li>• унапређење и стандардизација постојеће процедуре статистичке анализе хидролошких суша, издвојених методом прага</li> </ul> <p>Резултати проистекли из ове дисертације представљају прву већу примену метода стохастичке хидрологије за регионализацију карактеристика хидролошких суша на тако великом подручју, као што је слив Велике Мораве. Резултати су показали да методе примењене у овој дисертацији могу се користити за анализу хидролошких суша и у другим сливовима Србије. Кандидат је користио методологију познату и прихваћену у светској литератури и научној заједници, чиме је омогућено поређење добијених резултата са истим или сличним истраживањима у свету. Резултати докторске дисертације јасно апострофирају значај примене статистичких метода у изучавањима хидролошких карактеристика у сливу Велике Мораве, које се не косе са основним географским законитостима. Овакав приступ значајан је приликом будућих истраживања географских услова формирања хидролошких суша и успостављања корелација са другим локалитетима како у Србији, тако и на регионалном нивоу.</p>
<p align="center">4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања:</p> <p>Увидом у докторску дисертацију и детаљним прегледом свих резултата комисија није уочила недостатке који би утицали на резултате истраживања и закључке рада.</p>
<p align="center"><b>X ПРЕДЛОГ:</b></p>
<p>На основу сагледавања и вредновања у целини докторске дисертације кандидата Марка Урошева под називом „<b>Хидролошке суше у сливу Велике Мораве</b>“, Комисија позитивно оцењује претходно наведену дисертацију и предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета, Универзитета у Новом Саду да <b>прихвати позитивну оцену и одобри кандидату да докторску дисертацију јавно брани.</b></p>

У Новом Саду, 25. јул 2016. године

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:

---

др Драгослав Павић,  
редовни професор ПМФ-а у Новом Саду,  
председник

---

др Драган Долинај,  
ванредни професор ПМФ-а у Новом Саду,  
ментор

---

др Стеван Савић,  
ванредни професор ПМФ-а у Новом Саду, члан

---

др Тин Лукић,  
доцент ПМФ-а у Новом Саду, члан

---

др Ненад Живковић,  
ванредни професор Географског факултета  
у Београду, члан