

**Универзитет Сингидунум у Београду
Факултет за примењену екологију Футура
Већу Департмана последипломских студија**

Предмет: Извештај Комисије о оцени израђене докторске дисертације Татјане Раткнић, мастер аналитичара заштите животне средине, под насловом „Интегрални модел заштите и управљање ризицима од шумских пожара у Републици Србији“

На 49. седници Већа Департмана последипломских студија Факултета за примењену екологију Футура Универзитета Сингидунум, одржаној 08.03.2018.године, именована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације Татјане Раткнић, мастер аналитичара заштите животне средине, под насловом „Интегрални модел заштите и управљање ризицима од шумских пожара у Републици Србији“, у саставу: проф. др Јелена Миловановић, ментор, Факултет за примењену екологију Футура Универзитет Сингидунум, и чланови: проф. др Борис Вакањац, Факултет за примењену екологију Футура Универзитет Сингидунум и др Татјана Тирковић-Митровић, научни сарадник Института за шумарство Београд.

Комисија, након анализе докторске дисертације и процене њене научне вредности и доприноса науци и струци, подноси Већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

САДРЖАЈ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација Татјане Раткнић, под наведеном насловом, подељена је у 5 поглавља, којима претходе насловне стране на српском и енглеском језику, страна са информацијама о ментору и члановима Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, резиме, садржај, увод, предмет и циљ истраживања. Дисертација обухвата 374 стране куцаног текста, у оквиру кога се налази 101 графикон, 159 табела, 13 слика и 43 карте. Дат је списак коришћене литературе са 142 литературне јединице домаћих и страних аутора и 10 интернет извора. На крају рада се налазе и 3 прилога.

АНАЛИЗА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

У Уводу кандидат констатује да је глобално загревање пропраћено све интензивнијим и дуготрајнијим пожарима у северним деловима планета, што резултира додатном емисијом угљендиоксида и убрзавањем климатских промена. На основу досадашњих констатованих промена климатских параметара, као и разматрање различитих сценарија промена климе територија Србије представља једно од подручја у коме је услед климатских промена угрожено одрживо коришћење природних ресурса, а самим тим и доведено у питање стање животне средине. У Уводном делу кандидат даје и дефиницију шумских пожара, као и врсте и облике шумских пожара. Кандидат пожаре дели на подземне, приземне и високе, док их по интензитету дели на слабе, средње и јаке, док њихови облици зависе од облика терена, врсте горивог материјала и карактеристика ветра. Кандидат у посебном потпоглављу даје основно о ризику и управљању ризиком у заштити шума од пожара. Констатује да је угроженост шума од пожара резултат перманентног оптерећења животне средине, проширења извора угрожавања, неодговарајуће регулативе у заштити шума од пожара, непоштовање Закона у овој области,

неадекватне превентивне заштите шума од пожара, недовољне уређености система управљања ризиком у заштити шума од пожара и неусклађене организације деловања на нежељени догађај, као и неадекватност информационог система. С обзиром да се човек јавља као узрочник, али и као организатор система заштите, кандидат напомиње да је потребно ускладити и умањити утицај човека на угрожавање шума од пожара, а такође успоставити организационо-управљачки систем заштите који ће ризик од настанка пожара свести на што мању меру. Кандидат је анализирао низ међународних конвенција које се односе на шумске пожаре (Стокхолмска декларација, Резолуција Генералне скупштине ОУН, Светска повеља о природи, Најробе декларација, Рио декларација о животној средини и развоју, Агенда 21), као и иницијативе за одрживо коришћење шума и шумских екосистема (Министарске Конференције о заштити шума у Европи: Стразбур 1990., Хелсинки 1993., Лисабон 1998., Беч 2003., Варшава 2007. године и Београду 2017. године). Поред овога како кандидат наводи за проблем заштите шума од пожара важне су и Конвенција о биолошком диверзитету, Конвенција у борби против дезертификације у земљама које имају искуство са озбиљним сушама, нарочито у Африци, Оквирна конвенција Уједињених Нација о климатским променама и Кјото протокол, Конвенција о пејсажу и Париски споразум. Од Законодавства и правног оквира у Србији, Кандидат је издвојио одређене законе који конкретније регулишу заштиту животне средине од природних катастрофа, односно заштите шума од шумских пожара (Закон о шумама, Закон о заштити од пожара, Закон о заштити животне средине, Закон о заштити природе, Закон о ванредним ситуацијама и Правилник о шумском реду). По оцени Комисије, кандидат у Уводном делу даје увид у сложеност процеса управљања ризиком у заштити шума од пожара и оквир у којима ће дисертацијом одговорити на низ постављених задатака у међународним конвенцијама и домаћем законодавству.

У **Предмету и циљевима истраживања** кандидат констатује да је потребно изналагање ефикасног модела управљањем ризиком у заштити шума од пожара кроз четири основна сегмента: приправност, превентивном заштитом шума од пожара, реаговање на настали шумски пожар и санацију терена. Кандидат указује да сви сегменти управљања ризиком (приправност, превентивна заштита да до шумског пожара не дође, реаговање на пожар када он настане и санација терена после пожара), у садашњем систему не дају адекватне резултате. Посебно се напомиње да је управљање ризиком у заштити шума од пожара важан економски фактор где би се изградњом правог система смањило број пожара и величина опожарених површина, трошкови гашења и штете проузроковане пожарима.

Кандидат је поставио научни и практични циљ дисертације. Научни циљ истраживања треба да изврши научну дескрипцију (описивање) са елементима класификације и научно објашњење система управљања ризиком у заштити шума од пожара. Практични циљ је класификација горивог материјала у шуми и анализа запаљивости, анализа елемента и услова за настанак шумских пожара, одређивање могућности настанка пожара, сагледавање свих ризика који утичу на настанак и развој шумских пожара, формирање фундаменталне базе података о шумском горивом материјалу и изради одговарајућег свеобухватног система процене опасности од шумских пожара, предлагање биолошко-техничких мера заштите за одређено подручје у циљу повећања отпорности шума на пожар, предлагање начина израде планова заштите шума од пожара и карата примењиве опреме за гашење, израда шеме начина осматрања и обавештавања о насталим пожарима.

Поред ових кратко образложених циљева, по оцени Комисије, кандидат на прецизан начин и аргументовано износи **општу хипотезу** да се одговарајућом проценом угрожености од појаве смањује број шумских пожара, а у условима њиховог настанка смањиће се време гашења и површине захваћене пожаром. Као **посебне хипотезе** наводи се идентификовање површина са највећим степеном угрожености од пожара, као и неопходност нужних промена у садашњем систему заштите шума од пожара.

У истраживањима и проучавању теме докторске дисертације коришћене су статистичке и опште научне методе. Приликом прикупљања података кандидат је водио рачуна о компатибилности класификација, критеријума тих класификација и њихове статистичке обраде. У раду су примењене методе специфичне за поједине научне дисциплине. Научне методе

истраживања дефинисане су по активностима које су предузете у циљу реализације дисертације.

За анализу шумских пожара у Европи коришћени су подаци из публикација „Forest Fires in Europe“. У циљу анализе карактеристика шумских пожара територија Европе је подељена на следеће територијалне целине: земље Медитерана, (Португалија, Шпанија, Француска, Италија и Грчка), земље Балкана (Македонија, Албанија, Црна Гора, Хрватска, Бугарска, Босна и Херцеговина и Словенија), земље централне Европе (Румунија, Мађарска, Аустрија, Словачка, Чешка, Пољска), земље западне Европе (Немачка, Данска, Холандија, Велика Британија, Ирска, Швајцарска), земље северне Европе (Норвешка, Шведска, Финска, Литванија, Летонија и Естонија) и земље источне Европе (Руска федерација, Украјина и Белорусија).

За анализу шумских пожара и опожареној површини у Србији коришћени су статистички подаци за период од 1955 до 2015. године, из различитих доступних извора.

За анализу климатских података коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода. Анализирани су најважнији климатски фактори од значаја за угроженост шума од пожара: температуре, падавине, релативна влажност ваздуха, облачност и ветар као и дужина сушног периода. Подаци су обрађени класичним методама за ову врсту анализе.

Динамика сукцесија вегетације анализирана је на 36 пожаришта, од тога на 11 пожаришта у првој години, 8 у другој години, 8 у петој години и 9 у десетој години од пожара. На кречњаку је постављено 17 узорака, на серпентинитима 6, на пешчару 7 и на граниту 6. У погледу станишта, 9 узорака је постављено на станишту мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612), 6 узорака на станишту западнобалканске црноборове шуме (*Pinus nigra*) на серпентиниту (G3.522), 3 на станишту мезијске монодоминантне брдске букове шуме (G1.6911), 6 на станишту вештачки подигнутих састојина црног бора (G3.F14), 6 на станишту балканске ацидифилне смрчеве шуме (*Picea abies*) (G3.1E41) и 6 на станишту мезијске планинске букове шуме (*Fagus*) на кречњаку (G1.693). Узорци су постављени на надморским висинама од 288 до 1900 m, на нагибима од 2 до 38° и на различитим експозицијама. Подаци су обрађени статистичким методама.

За оцену економске ефективности инвестиционог улагања код анализе рентабилности реконструкције шума оштећених шумским пожарима у Србији коришћена је „Cost-Benefit“ анализа (динамички и статички приступ). За обрачун вредности дрвета коришћене су цене дрвета „на пању“ (Ценовник Ј.П. „Србијашуме“). У оквиру „Cost-Benefit“ анализе, поред вредносно мерљивих трошкова и користи, посебно су исказани новчано немерљиви трошкови и користи. За разлику од првог случаја (динамички приступ), у другом случају (статички приступ) је посматран утицај шума на биодиверзитет (обухвата специјски, екосистемски и генетички диверзитет), утицај на животну средину, утицај на друштвену заједницу и утицај на привреду. Из тог разлога, поред примене динамичких метода за оцену економске ефективности инвестиционих улагања (нето садашња вредност и интерна стопа рентабилности), у раду су коришћене и статичке методе утврђивања новчано немерљивих трошкова и користи (конкретно, коришћена је метода ординарне лествице са квантитативном обрадом података). У методи процене угрожености шума од пожара анализирани су најважнији утицаји: вегетација и гориви материјал, природне појаве које утичу на настанак пожара, антропогени фактор (ризик од човека), климатске карактеристике, дужина сушног периода, геолошка подлога и педолошке карактеристике, орографске карактеристике, отвореност шумског комплекса, степен уређености простора за туристичке и излетничке активности, биотехничке мере заштите и историја пожара на посматраном подручју. Ови подаци прикупљени на основу расположиве документације, топографских карата и теренских истраживања су основ за израду ГИС-а.

Као посебна целина у оквиру методе истраживања је и део који се односи на развој ГИС-а у превенцији и адекватном гашењу шумских пожара. На основу истраживања израђен је Географски информациони систем (ГИС) који обухвата: израду тематских лејера, просторну анализу и израду тематских карата, израду дигиталног модела терена и анализу орографских карактеристика од значаја за брзину и правац ширења пожара, анализу социо-демографских карактеристика, истраживања екосистема, формирање базе података о насељима, објектима и путној мрежи. Креирање тематских лејера извршено је на основу података добијених на терену,

преузимањем из расположивих база података или моделирањем на основу дефинисаних критеријума. Тематски лејери су организовани на исти начин као и базни лејери, у оквиру исте просторне базе. То ће омогућити извршење различитих просторних анализа са базама података. Просторне анализе и израда тематских карата омогућава креирање различитих упита над векторским и растерским подацима. При просторним анализама коришћене су различите процедуре: *overlaying*, *neighborhood analyses*, *Matrix analysis* и друго. Резултати просторних анализа са базним и тематским лејерима су приказани у виду тематских карата, табела, графикана и сл. Концептуални модел, како Кандидат наводи, подразумева дефинисање структуре Геодатабазе, односно извршне функције ГИС-а. Конкретизовањем концептуалне шеме кроз дефинисање типова података (просторних ентитета и атрибута), домена и релација добен је логички модел. Имплементацијом ове структуре у оквиру персоналне Геодатабазе и унос података представља реализацију физичког дата модела базе података. Израђен је Дигиталног модела терена (DMT), који као извор података користи топографске карте размере 1:25.000 са еквидистанцијом од 10 m. Да би се добио DMT извршено је скенирање аналогних карата, ректификација и геореференцирање скенираних карата, векторизација висинске представе и израда DMT. DMT је омогућио одређивање географских карактеристика које су од значаја за управљање ризиком од пожара. Свака ћелија садржи податке о надморској висини, нагибу, положај на падини изложености, степен топлоте и топлотна координата. Осим за орторектификацију, DMT се користити и за израду карата аспекта и нагиба терена. Издвојене су зоне са различитим типовима геолошке подлоге: чврсте – кластичне - седиментне стене, некластичне седиментне стене, еруптивне стене, метаморфне стене, неконсолидовани депозит (алувијум, остатак распадања и падински депозит), неконсолидовани глацијални нанос/ глацијални нанос, еолски талози, органске материје и антропогени депозит. Тип земљишта одређен је на основу расположиве педолошке карте. Извршена је хармонизација са Светском класификацијом земљишта, као и угроженост појединих типова од пожара. Анализирани подаци добијени су на основу израде дигиталне геолошке карте (1:100.000) и дигиталне педолошке карте (1:50.000). Анализирано је становништво по насељима и његово миграционо кретање, социјална структура, број домаћинстава, преглед институционалне основе живота; традиционални облици, утицај урбане средине), величина насеља итд.; традиционално и локално управљање ресурсима вегетације (паљење стрњишта, живица, коришћење пожара у обнови ливада и пашњака и друго. Систем класификације станишта Србије базирана је на EUNIS систему класификације станишта. Израђена је дигитална карте Land Use / Land Cover (LU/LC) слој базиран на подацима CORINA 2006. Дефинисане су приоритетне функције површина и области на основу покривености зељастим биљкама, травом, маховинама и лишајевевима, као и покривеност врстом грмља и полу грмља, врстама дрвећа и старости стабала. Одређене су зоне састојина по пореклу, очуваности, склопу и мешовитости. У зависности од старости дрвећа састојина су подељене по развојним фазама на подмладак, младик, средњедобну, дозревајућу и зрелу састојину. Формирана је базе података о насељима, објектима и путној мрежи.

Методологија рада, по оцени Комисије, на оптималан начин обезбедила је релевантност поступака и података до којих је кандидат дошао у истраживању.

Резултате истраживања кандидат је поделио у следећа потпоглавља: Анализа шумских пожара у Европи, Анализа шумских пожара у Србији, Климатске карактеристике и њихов утицај на настанак шумских пожара, Прогнозирање опасности од шумских пожара, Ревитализација пожаришта, Анализа рентабилности реконструкције шума оштећених шумским пожарима, Метода за одређивање степена угрожености шума од пожара.

У потпоглављу **Анализа шумских пожара у Европи** кандидат је поделио подручја Европе на 6 територијалних целина које углавном прате био регије Европе што представља исправан приступ у оваквој врсти анализе проблема на великим просторима (простор континента). Кандидат је кроз детаљну анализу дошао да закључка да са једне стране шумски пожари изазивају огромне штете на природним екосистемима са великим бројем жртава и материјалне штете (Медитеранске земље, земље Балканског полуострва, земље централне Европе и земље источне Европе), док са друге стране у земљама западне и северне Европе

контролисани шумски пожар намерно изазван служи како за обнављање шума тако и за решавање других еколошких проблема од повећања биодиверзитета станишта до спречавања неких болести код дивљих животиња. Кандидат посебно истиче штетан утицај шумских пожара на прекограничне области где преко дима преноси радиоактивне честице на велике просторе као што је случај шумских пожара у околини Чернобила.

У потпоглављу **Анализа шумских пожара у Србији** кандидат у анализираном периоду (1956-2015. године) констатовао укупан број пожара (6043) и опожарену површину (96239 ха). Кандидат је обавио детаљну анализу ових пожара разврставајући их на приземне (заступљене на 67542 ха) и високе (заступљене на 19247 ха), при чему опожарена површина државних шума учествује са 56%. Кандидат је у овом поглављу приложио и карту вегетације са регистрованим пожарима и карту вегетације на основу CORINA 2012. Детаљном анализом применом ГИС-а кандидат констатује да је највећа опожарена површина забележена у буковим састојинама у заједници *Fagetum moesiacaе montanum* 40.64% . Велика опожарена површина забележена је и у шуми сладуна и цера (*Quercetum farnetto-cerris*) 29.35% од укупно изгореле површине, а детаљно даје и заступљеност пожара и опожарене површине на другим стаништима.

У потпоглављу **Климатске карактеристике и њихов утицај на настанак шумских пожара** кандидат са правом закључује да су временски услови погодни за настанак и ширење шумских пожара, карактерише скуп метеоролошких елемената у условима када они прелазе одређене граничне вредности и истиче да одређивање граничних вредности сваког елемента најважнији је за оцену вероватноће појаве пожара и његовог брзог ширења у одређеном правцу. Кандидат у најважније климатске факторе који утичу на степен угрожености шума од пожара убраја температуру ваздуха, падавине, релативну влажност ваздуха, облачност и ветар, као и дуги сушни период. Кандидат је констатовао да се ови услови јављају у одређеним синоптичким ситуацијама, а истиче да су најопаснији они који настају због сушних периода уз високе температуре и ниску влажност ваздуха. Посебно се истиче да је од значаја прогноза таквих ситуација и одговарајућих локалних временских прилика основа за правовремено упозорење о могућности настанка и ширења шумских пожара. По климатским зонама констатује се (применом ГИС-а) да је највећи број пожара регистрован у климатској зони В (60.9% од укупног броја) док је најмањи број забележен у климатској зони В-1-а (0.11 % од укупног броја). Комисија констатује да је ово потпоглавље обрађено веома детаљно и свеобухватно и да даје реалне резултате обављених аналитичких поступака.

У потпоглављу **Прогнозирање опасности од шумских пожара** кандидат констатује да је то један од најважнијих задатака који се спроводи у превентивном деловању заштите шума од пожара. На овај начин штете од пожара се могу свести на најмању меру, систем откривања, припреме пред пожарну сезону, добра мобилност и спремност може спречити настанак шумских пожара. Истиче се да процене опасности од шумских пожара базиране на сценарију када пожар настане, где ће се појавити и како ће се развити. Кандидат је проучио кроз литературне изворе 12 индекса процене опасности од шумских пожара из различитих делова света дао критички осврт и закључио да се ни један од ових индекса не може директно применити на подручју Србије. Кандидат је издвојио два индекса који се најчешће користе у већини земаља света (Канадски метеоролошки индекс (FWI) и индекс Ангстрома (I)) и обавио анализу дневних вредности ових индекса за период 2005-2015. године и успоставио корелацију са базом података о шумским пожарима у овом периоду. Констатовао је да постоји релативно слаба до умерене повезаности између шумских пожара и вредности Кандског индекса опасности од пожара (FWI) и Ангстромовог индекса опасности. У циљу побољшања процене могућности избијања пожара на отвореном извршена је модификација Ангстромовог индекса на следећи начин: уместо средње температуре ваздуха укључена је у формулу максимална температура ваздуха и уместо средње релативне влажности ваздуха укључена је у формулу минимална релативна влажност ваздуха. Кандидат закључује да модификовани индекс Ангстрома који он предлаже има значајно већи корелисаност са ставрним догађајима шумских пожара тако да га препоручује за даљу примену.

Комисија констатује да је ова анализа по први пут примењена на подручју Србије, даје релевантне закључке које могу имати значај у будућим концепцијама управљања ризиком од шумских пожара. Оно што је посебно значајно то је примена индекса за процену опасности од шумских пожара прилагођена и тестирана у специфичним климатским условима Србије.

У потпоглављу **Ревитализација пожаришта** кандидат утврђује развојне стадијуме кроз које пролази вегетација, од пожара до обнављања шума на том станишту. Указује се на неопходност успостављања мониторинга екосистема уништеног пожарима као и брзина природне ревитализације оштећених станишта (уништених станишта). Кандидат констатује да шуме имају способност ревитализације и природног обнављања али да су климатске промене ограничавајући фактор враћања екосистема у предходно стање (пре пожара). Детаљним статистичким анализама утврђује значај појединих еколошких фактора на сукцесију вегетације (1,2,5 и 10 година после пожара) али као један од најважнијих резултата је појава инванзивних врста. Већ у првој години кандидат констатује да се на пожаришту јавља само једна дрвенаста врста, *Robinia pseudoacacia* (багрем), инванзивна врста која прети да заузме природна станишта других врста, на пожариштима до 800 m надморске висине, силикатне геолошке подлоге.

Комисија констатује да је кандидат обавио детаљну анализу процеса сукцесије вегетације на опожареним површинама, указао на значај перманентног праћења кроз мониторинг површина захваћених пожарима, при чему потпуно исправно закључује да климатске промене имају далеко већи значај на ове процесе од природне сукцесије вегетације у прошлости. Значај који истиче у појави багрема као инвазивне врсте треба да усмери државну управу у организованом смањењу издвајања средстава у стимулацији производње садница ове врсте у расадницима. Ово је још један пример када се резултати са неких других подручја без критике и детаљних истраживања унесу у друге екосистеме.

У потпоглављу **Анализа рентабилности реконструкције шума оштећених шумским пожарима** кандидат констатује да ревитализација шумских екосистема захтева велика финансијска средства, па се често ова станишта препуштају природној обнови. Са друге стране, поставља питање целисходности улагања у подизање састојина врстама које су биле заступљене на овим локацијама. Истиче се да се шума и њени ресурси сврставају се у ресурсе будућности, јер су обновљиви, а уз помоћ науке и технологије могу постати замена за бројне природне ресурсе који су исцрпљени и чији је нестанак са планете изванредан. Подизањем нових и побољшањем стања постојећих шума дошле би до изражаја климатска, заштитна, антиерозиона, естетско-амбијентална, туристичко-рекреативна и друге функције шума, повећао би се принос осталих ресурса шума и шумских подручја – шумских плодова, гљива, лековитог и ароматичног биља, побољшало би се стање у ловству, па би и укупни ефекти на нивоу друштва били значајнији.

Комисија констатује да је кандидат у овом поглављу указао на то да је висина каматне стопе и процена рентабилности у вези са дужином производног циклуса. Посебном јединственом методологијом за израчунавање не мерљивих трошкова указао је да су користи веће од трошкова и да реконструкција шума уништених пожарима могу бити прихватљиви. Ова методологија је верификована и публиковањем у часопису **Applied Ecology and Environmental Research**, што представља велики допринос научним резултатима у овој области.

У потпоглављу **Метода за одређивање степена угрожености шума од пожара** кандидат напомиње да степен угрожености шума од пожара није исти за све шуме и све већи број пожара на отвореном простору (у које се убрајају шумски пожари) захтевају организованији и стручнији приступ. Ризик од настанка шумског пожара дефинише се као функција вероватноће настанка нежељеног догађаја и могућих последица. Кандидат предлаже нову методологију процене угрожености шума од пожара који је тесиран у оквиру шумских екосистема на подручју општине Књажевац. Основа овог метода је примена ГИС-а при чему је његово пројектовање извршено у неколико фаза. У првој фази, како кандидат истиче, кроз израду логичког и концептуалног модела података дефинисани су подаци који се прикупљају (лејери – ентитети), повезаност између података и логичке везе између података. Након дефинисања концептуалног и логичког модела, израђен је физички модел података. Сваком ентитету су дефинисани атрибути који га описују. Креирана је персонална просторна база у **mdb** формату. Просторни подаци унутар геодатабазе, како кандидат истиче, организовани су по следећим тематским целинама: **Орографски карактеристике** (дигитални модел терена, карта надморске висине, карта експозиције, карта нагиба, карта индекса спирања, карта степени топлоте, карта топлотне координате експозиције и нагиба), **Климатски подаци** (карта средње

годишње температуре ваздуха, карта средње годишње количине падавина, карта средње годишње релативне влажности ваздуха, сушни период, хидролошка карта са извориштима), **Вегетација** (карта типова шума, карта састојина по степену деградираности, карта састојина по старости, карта стање голети), **Гориви материјал** (карта мртвог дрвета, карта ивице шуме на граници шума/не шума), **Исокерауничка карта**, **Антропогени утицаји** (карта антропогеног утицаја, карта историје пожара, карта отворености комплекса, карта природних добара, карта туристичких објеката, карта степена уређености комплекса, степени уређености простора за туристичке и излетничке активности). Кандидат је, како наводи, на аеро-снимцима (делимично на сателитским снимцима) издвојио 30411 хомогених целима методом визуелне интерпретације. Применом ГИС-а и предложене методологије кандидат је издвојио четири степена по угрожености од шумских пожара. Први степен – веома велика угроженост обележена је црвеном бојом и заступљена је на 587 хектара, други степен – велика угроженост обележена је наранџастом бојом и заступљена је на 23602 хектара, трећи степен – средња угроженост обележена је жутом бојом и заступљена је на 38891 хектара, четврти степен – мала угроженост обележена је зеленом бојом и заступљена је на 6888 хектара, пети степен – нема угрожености обележена је плавом бојом.

Комисија констатује да је приказана методологија свеобухватна и да на основу веома детаљних анализа података од којих зависи избијање и ширење шумских пожара даје релевантне закључке. Ова методологија, односно део издвојених површина представља и део документа Сектора за ванредне ситуације у Процени угрожености тачније изради сценарија – највероватнији нежељени догађај: шумски пожар Ћуштица – Књажевац.

У **Закључним разматрањима и Закључцима** кандидат је дао преглед резултата истраживања, и посебно наглашава:

Медитеран се у климатским студијама сматра „врућом тачком“ (IPCC, 2007) не само због евидентних промена већ и због узрочне повезаности између топлије и суве климе са повећањем ризика од интензивних екстремних врућина, као и повећањем ризика од пожара на отвореном. Благе зиме са кишом уместо снега утичу на повећано исушивање финог горивог материјала, који после топлих и сувих лета повећава ризик од пожара, што медитерански регион чини подручје склоно великом броју пожара. То је разлог што је највећи број пожара и изгореле површине у Европи на подручју јужне Европе, односно у Португалији, Шпанији, Француској, Италији и Грчкој. Демографске промене у земљама Медитерана су још један од фактора који је утицао на повећање опасности од пожара последњих деценија. Тако на пример у Грчкој, Последица ових промена је 300.000-500.000 хектара изгорелих шума и шумског земљишта.

На подручју Балкана за све анализиране државе године са највећом изгорелом површином у хектарима су 2007, 2000, 2012, 2011. и 2003. У овом периоду изгорело је 63.8% од укупно изгореле површине. Када се има у виду да су недоступни подаци о пожарима у појединим годинама и државама та површина би била знатно виша, али и ова анализа указује на обим штета од шумских пожара који се у појединим годинама могу окарактерисати као природна катастрофа.

Истраживање услова настанка шумских пожара на подручју средње Европе ишла су у различитим правцима, али доминантне су климатске промене и њихова веза са читавим низом негативних последица на природне екосистеме. Очекује се да појава екстремних временских догађаја везана за климатске промене буде учесталија и самим тим број пожара и штете веће.

У Немачкој је до пре неколико година спаљивање биљних остатака у шуми је било дозвољено, што је имало за последицу ширење пожара на шуме. На основу анализе спаљених површина констатовано је да је биодиверзитет стабилан или се повећава након прописаних спаљених интервенција. Контролисано спаљивање такође остварују већину својих директних циљева регенерације или одржавања отворених предела у туристичке сврхе уз разумне трошкове. Пожари на подручју Холандије настају углавном услед војних активности, због чега су оне ограничене искључиво на зимски период после дозволе локалних власти и ватрогасних служби. Пожари на подручју Велике Британије настају као резултат паљења пашњака за испашу стоке, оваца и дивљачи. Још увек је раширена пракса спаљивања грана и припреме земљишта за пошумљавање или природну регенерацију.

У Шведској почетком 1800. године почиње коришћење земљишта где доминира индустријско шумарство. Развијена је мрежа путева за извоз дрвне грађе и створени су ефикасни системи за благовремено сузбијање пожара. У газдовању шумама у прошлости доминирало је спаљивање биљних остатака после сече, а враћање на претходну површину је било око 58 година, односно годишње је спаљивано око 1.7% укупне шумске површине. Престанком коришћења ове праксе узроковало је нестанак па и изумирање многих врста чији је животни циклус био везан за ватру (углавном безкичмењака). Још један ефекат је констатован као негативан, а то је одсуство сукцесије вегетације после пожара и јављањем врста као што су бреза, трепетљика и врбе тако да су данас ове врсте постале реткост. У Финској прописано паљење површина предложено је у разним упутствима и програмима за заштиту шума, сертификацији шума где је наведено да ће усред климатских промена доћи до повећања ризика од шумских пожара у будућности. Истражује се могућност спречавање, превенције и смањење ризика од шумских пожара али увођење контролисаног паљења због повећања биодиверзитета. У Литванији током пожарне сезоне примењују се контролне мере шума посебно на тресетним земљиштима. Шуме на оваквим земљиштима су посебно осетљиве јер могу довести до великих и дуготрајних шумских пожара.

У Западној Русији многе површине под тресетом су биле исцрпљене шездесетих година XX века за пољопривреду и производњу биоенергије. Многе од ових претходно култивисаних земљишта су напуштене али нису врећене у изворни карактер мочвара. Напуштена тресетишта омогућила су опоравак борових шума (у процесу сукцесије вегетације). На овај начин су створена нова пожарна жаришта. Овај проблем је нарочито значајан јер угљен-диоксид који се том приликом ослобађа остаје у атмосферу и представљаће највећи проблем у повећању угљен-диоксида у атмосфери и изазваће још драстичније климатске промене на глобалном нивоу. Чврсте честице које садрже угљеник, производ непотпуног сагоревања биомасе и фосилних горива, транспортују се на Антарктик преко дима и остају у атмосфери око недељу дана. Током овог времена могу знатно да поремете локалне климатске услове. Што се тиче пожара у Украјини највећи проблем су пожари који су захватили подручја која су претрпела радиоактивна загађења од нуклеарне катастрофе у Чернобилу. Чврсте честице настале током пожара на отвореном поред загађења транспортују и радиоактивне честице (цезијум 137) на шире просторе преко Белорусије до Финске.

У шумама на територији Републике Србије у периоду од 1956 до 2015. године забележено је укупно 6043 пожара и 96239 ха опожарене површине. Укупна опожарена површина за период 1985-2015 износи 86753 хектара. Приземни пожар био је заступљен на 67542 хектара док је високи био присутан на 19247 хектара. Опожарена површина државних шума учествују са 56%. Највећа опожарена површина забележена је у буковим састојинама и то у заједници *Fagetum moesiacaе montanum* 40.64%. Велика опожарена површина забележена је и у шуми сладуна и цера (*Quercetum farnetto-cerris*) 29.35% од укупно изгореле површине.

Уочава се да просечне температуре ваздуха за одређена подручја могу да се разликују и за више од 5 °C, што може бити од великог утицаја приликом процена опасности од настанка шумских пожара или приликом предузимања превентивних мера у заштити шума од пожара. Заступљеност зона са температурама ваздуха и бројем бодова којима се утврђује ризик од пожара указује да је до 9 °C број пожара од укупног броја у анализираном периоду 31.4%, док је опожарена површина 58.1%. Ова зона је у бодовном систему обележена са 10 бодова. Температуре у распону од 9 °C до 12 °C указују да је број пожара у анализираном периоду 66.2%, а опожарена површина 41.5%. Ова зона је у бодовном систему обележена са 20 бодова. За температуре које иду преко 12 °C број пожара у анализираном периоду је 2.2%, опожарена површина 0.4%. Ова зона је обележена са 30 бодова.

Максималне вредности релативне влажности ваздуха јављају у децембру и јануару (88.7% на Црном Врху). Минимална вредност релативне влажност ваздуха од 62.8% јавља се у јулу (Врање). Релативна влажност ваздуха до 70% указује да је број пожара од укупног броја у анализираном периоду 1.5%, док је опожарена површина 0.1%. Ова зона је у бодовном систему обележена са 30 бодова. Релативна влажност ваздуха од 71 до 79% указује да је број пожара од укупног броја у анализираном периоду 98.5%, опожарена површина 99,9%. Ова зона је обележена са 20 бодова.

У Србији су издвојене три основне климатске области са одређеним бројем подобласти. Највећи број пожара регистрован је у климатској зони В (60.9% од укупног броја) док је најмањи број забележен у климатској зони В-1-а (0.11 % од укупног броја).

Модификовани индекс Ангстрома има значајно већу корелисаност са стварним догађајима шумских пожара тако да се може препоручити његова даља примена.

Вредности Симпсоновог индекса постепено опадају са старошћу пожаришта, а вредности Симпсоновог индекса диверзитета постепено расту. Вредности Симпсоновог реципрочног, Шенон-Виверовог и Маргалефовог индекса такође расту са старошћу пожаришта, са благим падом у другој години. Диверзитет се повећава од прве до десете године од избијања пожара.

Симпсов индекс уједначености има средње вредности у свим нивоима старости пожаришта, док се вредности Евенесовог индекса налазе на граници између средњих и високих. У поређењу са Евенесовим индексом, чије су вредности међу собом сличне, вредности еквивалентног Симпсоновог индекса су унеколико варијабилније. Ипак, оба ова индекса показују да нема великих промена у уједначености у периоду од прве до десете године после пожара.

У анализи опожарених површина за сва четири периода од избијања пожара (1, 2, 5, 10 година) издвојене су три компоненте. Нумерички резултати показују да су прве две компоненте довољне да опишу 72,50% од укупне варијабилности података. Варијабле које највише објашњавају утврђену варијабилност су органске материје (Om), влажност земљишта (VZ), релативна влажност ваздуха (RF), реакција (pH) и текстура земљишта (Te).

Истраживана пожаришна поља из пете и десете године после пожара нису међусобно раздвојена, већ чине једну групу, заједно са три површинаме из прве (Aa1, Aa2, Ab1) и две површине из друге године (Ba1, Ba2). Ових пет површина представљају станишта мешовитих буково-јелових шума на карбонатима (прва година) и западнобалканских црноборових шума (углавном друга година). Остала анализирана поља се правилно групишу у две јасно раздвојене групе – прва година засебно од друге. Појединачна поља, пореклом из различитих пожаришних група (према старости), која су дисперзног распореда, указују на приближан ниво варијабилности унутар и између група.

Може се остварити рентабилност улагања у реализацију реконструкције шума страдалих од шумских пожара, искључиво на бази производње дрвета и то за различите висине дисконтних стопа у зависности бонитета станишта.

Производња дрвета може, у зависности од бонитета, поднети и нешто више каматне стопе у односу на досадашње процене, које су се кретале углавном око 3%. То се пре свега односи на боље бонитете, док на лошијим бонитетима може да падне и испод границе од 3%.

Висина каматне стопе и процена рентабилности улагања су у тесној вези и са дужином производног циклуса, јер се граница рентабилности мења у складу са висином дисконтне стопе. При нижим дисконтним стопама граница рентабилности се временски продужава, а при вишим скраћује. Дужина производног циклуса има значајну улогу код одређивања рентабилности улагања, нарочито са аспекта везаности дужине производног циклуса за производне циљеве (врста и квалитет дрвних сортимената који се производе).

На основу анализе не мерљивих користи и трошкова може се констатовати да су користи веће од трошкова (укупно посматрано), па пројекти реконструкције шума уништених шумским пожарима могу бити прихватљиви.

На основу изложених параметра за процену угрожености шума од пожара врши се за посматрано подручје сабирање броја бодова свих параметара који су заступљени и на основу броја бодова одређује се угроженост шуме од пожара. У првом степену веома велике угрожености заступљено је 0.84% (587,8747 ha), у другом степену велике угрожености заступљено је 33.73% (23602,92 ha), у трећем степену средње угрожености заступљено је 55.58% (38891,67 ha) и у четвртном степену мале угрожености заступљено је 9.84% (6888.04 ha).

Технички напреднији поступак осматрања отвореног простора је даљинско управљење видео камером. На подручју Књажевца издвојене су три локације за могуће постављање термовизијских камера које у различитим удаљеностима покривају највећи део шумских површина подручја.

ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

На основу представљеног садржаја и приказаних резултата докторске дисертације докторанда Татјане Раткњић може се констатовати да је кандидат одабрао веома актуелни научни и стручни проблем који је мултидисциплинарно сагледао кроз призму више научних дисциплина као што су науке о животној средини, економија животне средине и шумарство. Докторска дисертација и резултати истраживања потврдили су оправданост теме и њену актуелност и значај, постављене хипотезе су потврђене. Дисертација је систематична и прегледна. Резултати истраживања су читљиви и употребљиви за примену у пракси. На основу анализе свих поглавља и текста у целини, посебно резултата истраживања и могућности њихове примене, Комисија констатује да докторска дисертација кандидата Татјане Раткњић, мастер аналитичара заштите животне средине, представља оригиналан научни рад, да је задатак истраживања у потпуности испуњен, као и да добијени резултати имају значајну научну и апликативну вредност. Компетентност кандидата, актуелност изабраног проблема и значај спроведених истраживања у оквиру докторске дисертације Татјане Раткњић, потврђени су и објављеним оригиналним научним радом у референтном часопису са SCI листе:

Ratknić, T., Milovanović, J., Ratknić, M., Šekularac, G., Subić, J., Jeločnik, M., Poduška, Z. (2017): **Analysis of the profitability of the restitution of fire-affected beech forests in Serbia.** Applied Ecology and Environmental Research 15(4): 1999-2010.

Докторска дисертација кандидата Татјане Раткњић успешно је прошла процедуру провере на антиплагијаризам која је спроведена на Универзитету Сингидунум.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу предочене анализе, Комисија предлаже Већу департмана последипломских студија Факултета за примењену екологију Футура Универзитета Сингидунум да се израђена докторска дисертација **Татјане Раткњић**, мастер аналитичара заштите животне средине, под насловом „**Интегрални модел заштите и управљање ризицима од шумских пожара у Републици Србији**“, усвоји и да се кандидату одобри јавна одбрана.

У Београду, 1.04.2018.

Комисија у саставу:

1. Проф. др Јелена Миловановић, Факултет за примењену екологију „Футура“, Универзитет „Сингидунум“

2. Проф. др Борис Вакањац, Факултет за примењену екологију „Футура“, Универзитет „Сингидунум“

3. Др Татјана Ћирковић-Митровић, научни сарадник, Институт за шумарство Београд