

УНИВЕРЗИТЕТ СИНГИДУНУМ
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИМЕЊЕНУ ЕКОЛОГИЈУ ФУТУРА

Мсц Татјана М. Раткнић

**ИНТЕГРАЛНИ МОДЕЛ ЗАШТИТЕ И
УПРАВЉАЊЕ РИЗИЦИМА
ОД ШУМСКИХ ПОЖАРА
У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ**

докторска дисертација

Београд, 2018

SINGIDUNUM UNIVERSITY
FACULTY OF APPLIED ECOLOGY – FUTURA

Мсc Татјана М. Раткнић

**AN INTEGRAL MODEL OF PROTECTION
AND THE MANAGEMENT OF FOREST
FIRE RISKS IN THE REPUBLIC OF
SERBIA**

PhD dissertation

Belgrade, 2018

КОМИСИЈА ЗА ОЦЕНУ И ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

МЕНТОР:

др Јелена Миловановић, редовни професор Факултета за примењену екологију „Футура“, Универзитет Сингидунум Београд

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. др Борис Вакањац, ванредни професор Факултета за примењену екологију „Футура“, Универзитет Сингидунум Београд

2. др Татјана Ћирковић-Митровић, научни сарадник, Институт за шумарство Београд

Датум одбране:

Захваљујем се мојој менторки проф. др Јелени Миловановић, редовном професору Факултета за примењену екологију „Футура“ и члановима комисије, др Борису Вакању, ванредном професору Факултета за примењену екологију „Футура“ и др Татјани Ђирковић-Митровић, научном сараднику Института за шумарство.

Посебну захвалност дугујем др Месуду Аџемовићу са Факултета за примењену екологију „Футура“ и мојој колегиници са Института за шумарство др Љиљани Брашанац-Босанац на одвојеном времену, саветима и сугестијама које су ми пружили при изради докторске дисертације.

Изразиту захвалност дугујем колегама др Горану Ђорђевићу, начелнику Сектора за ванредне ситуације Браничевског округа, дипл. инж. геодезије Милети Бојовићу из Енергопројекта, дипл. инж. Браниславу Петковићу из ЈП Војводинашуме и дипл. инж. Филипу Јовановићу из Института за шумарство који су ми несебично помогли.

Захваљујем се директору Института за шумарство у Београду, др Љубинку Ракоњу и др Александру Лучићу.

Велику захвалност дугујем својој породици на помоћи, подршци и разумевању које су ми пружили током израде дисертације. Посебно се захваљујем мом оцу, др Михаилу Раткнићу коме и посвећујем овај свој рад.

РЕЗИМЕ

У раду је територија Европе подељена на 6 територијалних целина која углавном прате био регије Европе. С 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 који је намерно изазван, служи како за обнављање шума тако и за решење других еколошких проблема од повећања биодиверзитета станишта до спречавања неких болести код дивљих животиња.

Према штетама и последицама које изазивају, као и површинама шума које се сваке године униште, шумски пожари представљају светски проблем и захтевају ангажовање свих институција и субјеката друштва на спречавању њихове појаве и гашењу. Године са највећом изгорелом површином у Републици Србији су 2001, 2007 и 2012. У овом периоду изгорело је 37565 хектара или 39.08% од укупно изгореле површине у периоду 1955-2015. године. Ова анализа указује на обим штета од шумских пожара које се у појединим годинама могу сматрати природном катастрофом. Анализом ГИС-а највећа опожарена површина је 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.

Временски услови погодни за настанак и ширење шумских пожара карактерише скуп метеоролошких елемената у условима када они прелазе одређене граничне вредности које су значајне за оцену вероватноће појаве пожара и његовог брзог ширења у одређеном правцу. Најважнији климатски фактори који утичу на степен угрожености шума од пожара су температура ваздуха, падавине, релативна влажност ваздуха, облачност, ветар и дуги сушни период. Сви елементи који погодују настанку и ширењу шумских пожара јављају се у одређеним синоптичким ситуацијама, а најопасније су оне које настају због сушних периода уз високе температуре и ниску влажност ваздуха. Од посебног значаја је прогноза таквих ситуација уз одговарајуће локалне временске прилике

где представљају основу за правовремено упозорење о могућности настанка и ширења шумских пожара.

Један од најважнијих задатака који се спроводи у превентивном деловању заштите шума од пожара је прогнозирање опасности од шумских пожара. Штете од пожара се могу свести на најмању меру, систем откривања, припрема пред пожарну сезону, добра мобилност и спремност може спречити настанак шумских пожара. Проучено је 12 индекса процене опасности од шумских пожара из различитих делова света и ни један се не може директно применити на подручју Србије. Два индекса се користе у већини земаља (Канадски метеоролошки индекс (FWI) и индекс Ангстрома (I)), обављена је анализа дневних вредности ових индекса за период (2005-2015) и успостављена је корелација са базом података о шумским пожарима у овом периоду. 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. Модификовани индекс Ангстрома има значајно већу корелисаност са стварним догађајима шумских пожара тако да се препоручује за даљу примену. Примена индекса за процену опасности од шумских пожара прилагођена је и тестирана специфичним климатским условима Србије.

Шуме имају способност ревитализације и природног обнављања али су климатске промене ограничавајући фактор враћања екосистема у предходно стање (пре пожара). Детаљним статистичким анализама појединих еколошких фактора на сукцесију вегетације (1,2,5 и 10 година) констатована је појава инванзивних врста. Већ се у првој години појављује само једна дрвенаста врста *Robinia pseudoacacia* (багрем), инванзивна врста која прети да заузме станишта других врста, на пожариштима до 800 m надморске висине, силикатне геолошке подлоге.

Ревитализација шумских екосистема захтева велика финансијска средства, па се често ова станишта препуштају природној обнови 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 дошло 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.

Степен угрожености шума од пожара није исти за све шуме и све већи број пожара на отвореном простору (у које се убрајају и шумски пожари) захтевају организованији и стручнији приступ. Нова методологија процене угрожености шума од пожара која је тестирана на подручју општине Књажевац где је основа овог модела примена ГИС-а при чему је његово пројектовање текло у неколико фаза. Израдом концептуалног и логичког модела дефинисани су подаци који се прикупљају (лејери-ентитети), повезаност између података и логичке везе између података. Креирана је просторна база у mdb. формату, где су подаци унутар геодатабазе организовани по следећим тематским целинама: орографске карактеристике, климатски подаци, вегетација, класификација горивог материјала, ископавањачка карта, антропогени утицај. На аеро-снимцима је издвојено 30411 хомогених целина методом визуелне интерпретације. Технички напреднији поступак осматрања отвореног простора је даљинско управљање видео камером. На подручју општине Књажевац издвојене су три локације за могуће постављање термовизијских камера које у различитим удаљеностима покривају највећи део шумских површина подручја.

Кључне речи: шумски пожар, ревитализација пожаришта, индекс опасности, финансијска анализа, економска анализа, ГИС

SUMMARY

For the purpose of this study, the territory of Europe was divided into 6 territorial units that mainly correspond to the bioregions of Europe. On the one hand, forest fires cause enormous damage to natural ecosystems with a large number of deaths and material losses (Mediterranean countries, Balkan countries, Central European and Eastern European countries). On the other hand, the western and northern European countries use intentionally ignited controlled forest fires to restore forests and to address other environmental problems such habitat biodiversity improvement or wildlife diseases prevention.

Taking into account the damage and the consequences they cause, as well as the forest area they destroy each year, forest fires represent a worldwide problem and require the involvement of all institutions and entities of a society in their prevention and suppression. The Republic of Serbia recorded the largest burnt surface areas in 2001, 2007 and 2012. In these years, forest fires burnt a total of 37565 hectares or 39.08% of the total area burnt in the period from 1955 to 2015. This analysis indicates that the extent of damage caused by forest fires was so great in some years that they could be considered natural disasters. The GIS analysis recorded the largest deforested surface area (40.64%) in beech forest communities (*Fagetum moesiacaе montanum*). They were followed by Turkey oak and Hungarian oak forests (*Quercetum farnetto-cerris*) which accounted for 29.35% of the total burnt surface.

Weather conditions suitable for the occurrence and spread of forest fires are determined by a set of meteorological parameters with their values exceeding the limits significant for the forest *fire occurrence* and its rapid spread in a particular direction. The most important climate factors affecting the forest fire risk are air temperature, precipitation, relative humidity, cloudiness, wind and prolonged droughts. All the elements that favor the occurrence and spread of forest fires occur in certain typical synoptic situations with the most dangerous ones occurring during long dry periods with high temperatures and low humidity. The prognosis of such situations is of particular importance along with the knowledge of local weather conditions that together enable early warning of forest fire occurrence and spread.

One of the most important tasks undertaken in the preventive action of forest fire protection is the prediction of the forest fire danger. Fire damage can be reduced to a minimum, while a good fire detection system, adequate preparation for the fire season and good mobility and preparedness can prevent the occurrence of forest fires. A set of 12 forest fire risk assessment indices from different parts of the world were examined and none can be directly applied in Serbia. Two most common indices (The *Canadian Forest Fire Weather Index* (FWI) and the Angstrom Index (I)) were used to study the daily values of these indices for the period from 2005 to 2015 and to correlate them with the forest fire database for this period. There is relatively low to moderate correlation between the forest fires and the values of the *Canadian Forest Fire Weather Index* (FWI) and the Angstrom Index (I). In order to improve the assessment of the probability of fire occurrence in the open, we modified the Angstrom Index in the following way: we included the maximum air temperature in the formula instead of the mean air temperature and the minimum relative air humidity instead of the relative air humidity. The modified Angstrom Index shows significantly higher correlation with the actual events of forest fires and therefore it is recommended for further implementation. The application of the forest fire risk assessment index was modified to suit specific climate conditions of Serbia.

Forests have a natural capacity to recover and restore after fires with climate change as a limiting factor to ecosystem restoration to the previous state (before the fire). A detailed statistical analysis of the impact of some environmental factors on the succession of vegetation (1, 2, 5 and 10 years) points to the occurrence of invasive species. In the first year after the fire, only one of woody species *Robinia pseudoacacia* (locust) occurs and as an invasive species threatens to take over the habitats of other species at the burnt sites up to 800 m above sea level and silicate bedrocks.

Since the restoration of forest ecosystems requires great financial resources, they are often left to be naturally rejuvenated. Its resources are important renewable resources for the future and with the help of science and technology, they can replace a number of exhausted natural resources which are certain to disappear from the Earth. The establishment of new and the improvement of existing forests would emphasize numerous forest functions such as forest benefits to climate, conservation, erosion control, ambient aesthetics, tourism and recreation. It would further increase the yield of

other forest resources - wild berries, mushrooms, medicinal and aromatic plants, or improve hunting opportunities and the cumulative effect on the level of society would be significant.

A varying degree of forest fire threat and an increasing number of wildfires (which include forest fires) call for a more organized and more professional approach. A modern methodology of forest fire risk assessment, which was tested in the area of the municipality of Knjaževac, is based on the GIS application and its design had several important stages. A conceptual and logical model was created to define the data to be collected (layers-entities), the link between the data and their logical relationships. A spatial database was created in mdb. format, with the data being sorted within the geodatabase by the following thematic entities: soil characteristics, climate data, vegetation, classification of fuels, isoceraunic map, human impact. Aerial photographs were used to make 30411 homogenous entities using the method of visual interpretation. The remote-controlled video camera would a more advanced technological tool used for the surveillance of open space. Three sites were selected in the area of the municipality of Knjaževac to set up thermal imaging cameras at different distances so that they cover the largest portion of the forest surface area.

Keywords: forest fire, restoration of burnt areas, risk index, financial analysis, economic analysis, GIS

САДРЖАЈ

1. Увод	1
1.1 Основно о шумским пожарима	3
1.1.1 Дефиниција шумског пожара	3
1.1.2 Врсте и облици шумског пожара	3
1.1.3 Делови шумских пожара	5
1.2 Основно о ризику и управљању ризиком у заштити шума од пожара	6
1.3 Међународне иницијативе за одрживо коришћење шума и шумских екосистема	13
1.3.1 Стокхолмска декларација	13
1.3.2 Резолуција Генералне скупштине ОУН	15
1.3.3 Светска повеља о природи	15
1.3.4 Најробе декларација	17
1.3.5 Рио декларација о животној средини и развоју	18
1.3.6 Агенда 21	19
1.4 Иницијативе за одрживо коришћење шума и шумских екосистема	24
1.5 Конвенција о биолошком диверзитету	30
1.6 Конвенција у борби против дезертификације, у земљама које имају искуство са озбиљним сушама, нарочито у Африци	31
1.7 Оквирна Конвенција Уједињених Нација о климатским променама и Кјото протокол	32
1.8 Конвенција о пејсажу (пределу/крајолику)	33
1.9 Париски споразум	34
1.10 Законодавство и правни оквир у Србији	35
1.10.1 Закон о шумама („Сл. гласник РС“, бр 30/2010 и 93/2012)	35
1.10.2 Закон о заштити од пожара („Сл. гласник РС“ бр. 111/09)	36
1.10.3 Закон о заштити животне средине („Сл.гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009)	36
1.10.4 Закон о заштити природе („Сл. гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010 и 14/2016)	36
1.10.5 Закон о ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“ бр. 111/09, 92/11, 93/12)	37

<i>1.10.6 Правилник о шумском реду („Сл. гласник РС“ бр. 104/09)</i>	37
2. Предмет истраживања	38
3. Циљ истраживања	41
4. Методе истраживања	43
4.1 Развој ГИС-а у превенцији и адекватном гашењу шумских пожара	53
5. Резултати истраживања	56
5.1 Анализа шумских пожара у Европи	56
<i>5.1.1 Земље Медитерана</i>	56
5.1.1.1 Еколошке карактеристике	56
5.1.1.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју Медитерана	62
<i>5.1.2 Земље Балкана</i>	69
5.1.2.1 Еколошке карактеристике	69
5.1.2.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју Балкана	72
<i>5.1.3 Земље централне Европе</i>	76
5.1.3.1 Еколошке карактеристике	76
5.1.3.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју централне Европе	79
<i>5.1.4 Земље средње Европе</i>	82
5.1.4.1 Еколошке карактеристике	82
5.1.4.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју средње Европе	84
<i>5.1.5 Земље северне Европе</i>	86
5.1.5.1 Еколошке карактеристике	86
5.1.5.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју северне Европе	89
<i>5.1.6 Земље источне Европе</i>	90
5.1.6.1 Еколошке карактеристике	90
5.1.6.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју источне Европе	91
5.2 Анализа шумских пожара у Србији	93
<i>5.2.1 Број пожара и опожарена површина на подручју Србије</i>	93
<i>5.2.2 Опожарена површина према врсти пожара и власништву</i>	101
<i>5.2.3 Опожарена површина према типовима шума</i>	102
5.3 Климатске карактеристике и њихов утицај на настанак шумских пожара	119

<i>5.3.1 Температура ваздуха</i>	119
<i>5.3.2 Релативна влажност ваздуха</i>	128
<i>5.3.3 Падавине</i>	133
<i>5.3.4 Облачност</i>	140
<i>5.3.5 Ветар</i>	142
<i>5.3.6 Инсолација</i>	147
<i>5.3.7 Сушни период</i>	148
<i>5.3.8 Стандардизовани индекс падавина (SPI)</i>	150
<i>5.3.9 Типови климата Србије</i>	153
<i>5.4 Прогнозирање опасности од шумских пожара</i>	158
<i>5.4.1 Индекс Ангстрома (I)</i>	158
<i>5.4.2 Индекс Нестерова (N)</i>	159
<i>5.4.3 Модификован индекс Нестерова (M-N)</i>	160
<i>5.4.4 Баумгартнеров индекс</i>	161
<i>5.4.5 Кеит-Бирамов индекс суше (KBDI)</i>	162
<i>5.4.6 Модификовани Кеит-Бирамов индекс суше (Mod-KBDI)</i>	163
<i>5.4.7 Канадски метеоролошки индекс (FWI)</i>	163
<i>5.4.8 Индекс вероватноће настанка шумског пожара (WBKZ)</i>	169
<i>5.4.9 McArthur-ов индекс опасности од шумског пожара (FFDI)</i>	169
<i>5.4.10 Индекс опасности од шумског пожара Аустрије (F)</i>	170
<i>5.4.11 Индекс опасности од шумског пожара Чешке (FD)</i>	171
<i>5.4.12 Либански индекс опасности од шумског пожара (L)</i>	172
<i>5.4.13 Повезаност индекса опасности од шумског пожара за базом података о шумским пожарима</i>	175
<i>5.4.14 Корелациона повезаност између анализираних индекса</i>	181
<i>5.4.15 Анализа основних компоненти (PCA)</i>	185
<i>5.4.15.1 Анализа основних компоненти (PCA) код пожарних индекса</i>	185
<i>5.4.15.2 Модификовани индекс Ангстрома опасности од избијања шумских пожара</i>	190
<i>5.5 Ревитализација пожаришта</i>	202
<i>5.5.1 Биолошки мониторинг као део мониторинга животне средине</i>	205

<i>5.5.1.1 Принципи мониторинга екосистема</i>	205
5.5.1.2. Мониторинг екосистема уништеног пожарима и брзина природне ревитализације	206
5.5.1.3 Програм мониторинга	207
5.5.1.4 Концепт биомониторинга	209
5.5.1.5 Елементи биолошког мониторинга	210
<i>5.5.2 Анализа опожарених површина различите старости</i>	210
5.5.2.1 Анализа површина у првој години после пожара	210
5.5.2.2 Анализа површина у другој години после пожара	213
5.5.2.3 Анализа површина у петој години после пожара	214
5.5.2.4 Анализа површина у десетој години после пожара	217
<i>5.5.3 Квалитативно-квантитативни састав пожаришта (индекси диверзитета и уједначености)</i>	221
5.5.3.1 Анализа алфа (α) диверзитета	221
5.5.3.1.1 Зависност индекса диверзитета и уједначености од надморске висине, нагиба и старости пожаришта	225
5.5.3.1.1.1. Симпсонов индекс (D)	225
5.5.3.1.1.2. Симпсонов индекс диверзитета за одређене популације (1-D)	227
5.5.3.1.1.3. Симпсонов реципрочни индекс (1/D)	229
5.5.3.1.1.4. Шенон-Виверов индекс диверзитета (H)	231
5.5.3.1.1.5. Симпсонов индекс уједначености (E^2/D)	233
5.5.3.1.1.6. Евенесов индекс (индекс равномерности) (E)	234
5.5.3.1.2. Маргалефов индекс богатства врста (M)	234
<i>5.5.4. Сукцесија вегетације на опожареним површинама</i>	236
<i>5.5.5 Животне форме као индикатор станишних услова на пожариштима</i>	241
9.6. Биљне врсте као индикатори станишних услова на пожариштима	243
5.5.6.1 Однос врста према климатским карактеристикама	246
5.5.6.1.1 Однос врста према светлости (SV)	246
5.5.6.1.2 Однос врста према релативној влажности ваздуха (RV)	247
5.5.6.1.3 Однос врста према температури (T_{e_1})	249
5.5.6.1.4 Однос врста према континенталности (K_o)	251

5.5.6.2 Однос врста према карактеристикама земљишта	252
5.5.6.2.1 Реакција земљишта (pH)	252
5.5.6.2.2 Влажност земљишта (VZ)	254
5.5.6.2.3 Текстура земљишта (Te)	256
5.5.6.2.4 Азот (N)	257
5.5.6.2.5. Органска материја (Om)	259
5.5.7 <i>Анализа основних компоненти (PCA) и факторска анализа (FA)</i>	260
5.5.7.1 Анализа основних компоненти (PCA)	261
5.5.7.1.1 Анализа основних компоненти (PCA) код старости пожаришта 1 година	261
5.5.7.1.2 Анализа основних компоненти (PCA) код старости пожаришта 2 године	263
5.5.7.1.3 Анализа основних компоненти (PCA) код старости пожаришта 5 година	266
5.5.7.1.4. Анализа основних компоненти (PCA) код старости пожаришта 10 година	268
5.5.7.1.5. Анализа основних компоненти (PCA) за пожаришта после 1, 2, 5 и 10 година	271
5.5.7.2 Кластер анализа (CA)	273
5.5.7.2.1 Кластер-анализа за опожарене површине старости 1 година	274
5.5.7.2.2 Кластер-анализа за опожарене површине старости 2 године	275
5.5.7.2.3 Кластер-анализа за опожарене површине старости 5 година	276
5.5.7.2.4 Кластер-анализа за опожарене површине старости 10 година	277
5.5.7.2.5 Кластер-анализа за опожарене површине старости 1, 2, 5 и 10 година	278
5.6 Анализа рентабилности реконструкције шума оштећених шумским пожарима	282
5.6.1 <i>Вредносно мерљиви трошкови и користи</i>	284
5.6.2 <i>Вредносно немерљиве користи и трошкови</i>	289
5.7 Метода за одређивање степена угрожености шума од пожара	294
5.7.1 <i>Процена угрожености шума од пожара</i>	294
5.7.2 <i>Креирање ГИС-а</i>	295
5.7.3 <i>Орографске карактеристике</i>	300
5.7.4 <i>Климатске карактеристике</i>	307

<i>5.7.5 Геолошке и педолошке карактеристике</i>	311
<i>5.7.6 Вегетација и гориви материјал</i>	320
<i>5.7.6.1 Стање састојина по степену деградираности</i>	322
<i>5.7.6.2 Старост стабала</i>	323
<i>5.7.7 Гориви материјал</i>	324
<i>5.7.7.1 Мртво дрво и пањеви</i>	324
<i>5.7.7.2 Ивице шуме на граници шума /не шума</i>	325
<i>5.7.8 Исокерауничка карта</i>	328
<i>5.7.9 Карте примењиве опреме за гашење шумских пожара</i>	329
<i>5.7.10 Антропогени утицаји</i>	330
<i>5.7.10.1 Антропогени фактор-ризик од човека</i>	330
<i>5.7.10.2 Историја пожара и њен утицај на угроженост шума од пожара</i>	331
<i>5.7.10.3 Отвореност шумског комплекса</i>	331
<i>5.7.10.4 Степен уређености простора за туристичке и излетничке активности</i>	333
<i>5.7.10.5 Остале биотехничке мере заштите</i>	334
<i>5.7.11 Степен угрожености шума од пожара</i>	336
<i>5.7.12 Лоцирање камера и зоне видљивости</i>	337
6. Закључна разматрања и закључци	340
ЛИТЕРАТУРА	355
ПРИЛОГ 1	369
ПРИЛОГ 2	371
ПРИЛОГ 3	376

1. УВОД

Глобално загревање праћено је све интензивнијим и дуготрајнијим шумским пожарима у северним деловима планете, што резултира додатном емисијом угљендиоксида (CO₂) и убрзавањем климатских промена. За време шумских пожара на северној хемисфери, а на основу десетогодишњег праћења, закључено је да је за то време у атмосферу емитовано много више угљендиоксида, него што су шуме апсорбовале у процесу фотосинтезе, а ова тенденција ће се у перспективи само погоршавати. Пожари утичу на процесе унутар екосистема, дистрибуцију и структуру вегетације, на климу као и на процес кружења угљеника. Климатске промене мењају режим пожара и доводе до великог броја различитих еколошких ефеката [1]. У протеклој деценији на свим континетима где има вегетације, дошло је до прораста броја пожара, где пожари оваквог карактера стварају велике економске губитке [1, 2, 3].

Свест о штетним утицајима пожара на биодиверзитет, здравље људи и економију је све већа [3].

Шуме су увек сматране националним благом сваке земље, које поред свог еколошког значења у очувању важних животних циклуса, имају и привредну, туристичку, економску и рекреативно-здравствену функцију. Због великог значаја и једног од услова опстанка, човек је шуме чувао, неговао и обнављао. Некада су се шуме на нашој планети простирале на знатно већој површини него што је то данас. У Републици Србији шумовитост износи око 34% (укључујући шикаре и шибљаке) или око 2,3 милиона хектара од чега се око 50 % налази у приватном власништву. У структури површина шуме и шумског земљишта у Републици Србији високе шуме учествују са 50%, изданачке шуме са 28 %, а голети са 22% подесних за пошумљавање [4].

Негативни утицаји на шуме су различити: од разних врста болести дрвећа, шумских штеточина, временских неприлика, суша, поплава, ерозије, до деструктивног односа човека према шуми. Али ништа не може тако негативно и деструктивно да утиче на шуму као пожар. Шумски пожари су најекстремнији вид девастације или потпуног уништења шума. По штетама и последицама које

изазивају, као и површинама шума које се сваке године униште, шумски пожари представљају светски проблем и захтевају ангажовање свих институција и субјеката друштва на спречавању њихове појаве и гашењу. Појава пожара у шуми зависи од климатских прилика, стања влажности и количине горивог биљног материјала и активности човека [5].

На Конференцији о Климатским променама и безбедности [6] одржаној у Бриселу, подручје Србије је обележено као део територије Европе на којој ће се најдрастичније одразити промене у екосистемима, повећан број шумских пожара и негативан утицај на пољопривредну производњу.

На основу досадашњих констатованих промена климатских параметара, као и разматрања различитих сценарија промене климе (глобални, регионални), 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 читавом региону југоисточне Европе се наредних деценија могу очекивати још неповољнији ефекти на биолошку разноврсност (генетичку, специјску и екосистемску) који би се манифестовали кроз промену вертикалне и хоризонталне зоналности вегетације, повећање ризика нестанка бројних врста због синергетских ефеката климатских промена и фрагментације станишта, редистрибуцију и миграцију или нестанак појединих шумских врста услед високих температура и снижавања нивоа подземних вода и др.

Климатске промене изазивају дугорочно значајне промене у структурним и просторним карактеристикама глобалног биодиверзитета. Осим што директно утичу на фенологију биљака кроз повећање максималне или минималне годишње температуре, као и у количини и расподели падавина по годишњим добима, такође утичу на вегетацију и кроз измењену фреквенцију екстремних догађаја (нпр. летње суше, мраз, шумски пожари) [7].

1.1 ОСНОВНО О ШУМСКИМ ПОЖАРИМА

1.1.1 Дефиниција шумског пожара

Шумски пожар подразумева горење дрвећа у шуми, шумске простирке, шумског "мртвог" материјала, траве, лишћа, хумуса, тресета, корења дрвећа, као и другог горивог материјала који се може наћи у шуми [5].

1.1.2 Врсте и облици шумских пожара

Пожари могу бити: подземни, приземни и високи.

- a) Подземни шумски пожари се одвијају без пламена и најчешће гори тресет или хумус испод шумске органске простирке, а у дубљим слојевима разложено лишће, пањеви, жиле и други гориви материјал. Напредовање подземних шумских пожара је споро, тешко се откривају и брзо може да прерасте у отворени површински пожар. То су најчешће "тињајући" пожари који шумској вегетацији могу нанети велике штете, нарочито уништавањем корења дрвећа [8].
- b) Приземни шумски пожари су најчешћа врста пожара, нарочито у листопадним шумама. Код приземних пожара ватра захвата најчешће суву траву, жбуње и суво дрвеће. Највеће штете настају код засада младих култура, како лишћара тако и четинара, оштећењем дрвећа нарочито при земљи, где температура од 54 °C може да оштети кору дрвећа, што има за последицу сушење стабала, било појединачно или већих засађених површина. Ови пожари се брзо шире, често прелазе у високе пожаре и захватају крошње дрвећа. Брзина кретања приземног пожара зависи пре свега од врсте горивог материјала. Могу бити брзи и постојани или стабилни ниски пожари. У брзе приземне пожаре спадају пожари са брзом пробијајућом ивицом горења, брзине преко 0.5 m/min, где сагорева нагомилани покривач, опало лишће, гране, иглице четинара. Брзи приземни пожари карактеристични су за пролеће, када је површински слој горивог материјала доста сув и мале дебљине. У постојане или стабилне приземне пожаре спадају пожари са

средњом брзином ширења ивице пожара, мањом од 0,5 m/min (горење влажних грана, простирке са великом влажношћу, уз издвајање велике количине дима). Постојани или стабилни ниски пожари јављају се када је дебљи слој горивог материјала и када је влажност већа. Ово горење може бити и беспламено.

- с) Високи пожари или пожари крошње дрвећа, најчешће настају из приземних пожара, нарочито у четинарским шумама. Високи пожари су најчешће праћени јаким ветром, брзо се шире, јер ватра брзо прескаче са једне на другу крошњу и тешко се гасе. Приземни пожар најчешће представља саставни део високог пожара. Високим пожарима највише је подложна густа и млада четинарска шума, као и храстова шума на сувим и узвишеним местима, са доста грмља. Високи пожари најчешће настају лети, када због суше и јаког ветра могу потпуно да униште захваћено дрвеће. Високи пожар се најчешће шири у скоковима, што је повезано са сагоревањем шумског покривача на земљишту. Топлота приземног пожара загрева крошње дрвећа на већем растојању и у случају запаљења једне крошње дрвета, горење се брзо шири и на остале крошње. У периодима скокова горења, пожар се шири по крошњама дрвећа брзином од 3-5 m/s, а растојање од 80 m, пламен прелази за 15-20 s. Средња брзина ширења високог пожара износи 2-5 km/h, а у неким случајевима и 15-20 km/h. Високи пожари су праћени великим издвајањем топлоте. У крошњама дрвећа се стварају велики пламени језици и јаки вртложни стубови, правећи ватрене ковитлаце са доста искри и угарака. Загрејани ваздух и продукти сагоревања изазивају вертикалне струје и образовање конвективних стубова пречника неколико стотина метара. Њихово постепено кретање се поклапа са правцем продора фронта пожара. Конвективни стуб повећава доток ваздуха у зони пожара и проузрокују ветар који појачава пожар.

Према врсти и интензитету шумски пожари се деле на: слабе, средње и јаке.

Облици шумских пожара могу бити различити и зависе од:

- Облика терена (раван, стрм, изломљен),

- Врсте горивог материјала (лишћари, четинари, хомогени гориви материјал, хетерогени гориви материјал, ситан или крупан гориви материјал),
- Карактеристика ветра (јак, слаб, без ветра, смера ветра и сл.).

У зависности од деловања наведених фактора карактеришу се три облика шумских пожара: кружни, елиптични и неправилни. Кружни пожари се најчешће јављају на равном терену, када нема ветра и када је гориви материјал хомоген. Елиптични облик шумских пожара се јавља када је терен стрм, ветар слабе јачине, а гориви материјал хетероген. Неправилни облик шумског пожара јавља се када је терен неуједначеног нагиба, изломљен, када је ветар јак и када је гориви материјал хетероген.

1.1.3 Делови шумских пожара

Приликом избора опреме и средстава за гашење шумских пожара и одређивања плана гашења, важну улогу има и познавање делова шумских пожара.

- Чело шумског пожара је део који се набрже развија и шири под утицајем ветра или струјања ваздуха уз падину. Протеже се на страни супротном правцу дувања ветра. Пожар на челу се шири веома брзо, гори великим интензитетом и проузрокује највеће штете. Сузбијање овог дела пожара је најтеже и кључ је успеха сваке интервенције гашења.
- Прсти пожара најчешће се развијају у више неједнаких делова, од којих сваки има своје чело или врх, где се најбрже шири. Овај део пожара се разликује по величини и интензитету горења, што зависи од услова на терену. Карактеристично је што се у почетку гасе заједно са челом пожара, да би се спречило ширење у било ком смеру, а у другој фази се гасе са бочне стране.
- Бочне стране пожара развијају се између чела и репа пожара, са леве и десне стране. Ватра не гори тако интензивно и ширење је много спорије. Гашење овог дела пожара је лакше.
- Реп пожара се налази на крају пожара, на месту где је пожар инициран. Ватра на репу пожара гори најслабије, па је и ширење најспорије. У односу на чело и друге делове пожара, овај део се најлакше и најбрже гаси.

1.2 ОСНОВНО О РИЗИКУ И УПРАВЉАЊУ РИЗИКОМ У ЗАШТИТИ ШУМА ОД ПОЖАРА

Ризик се може посматрати као могућност настајања шумског пожара који може угрозити живот и здравље људи, шумско пространство, живи свет у шуми и саму животну средину [9].

Управљање ризиком у заштити шума од пожара подразумева скуп мера које имају за циљ да спрече појаву пожара у шуми, приправност свих субјеката који учествују у заштити шума од пожара, деловање на пожар када он настане, као и санацију терена после пожара [10].

Угроженост шума од пожара је 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, потребно је 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.

Принцип планског управљања је најприхватљивији, јер се само адекватним планирањем, праћењем ризика, адекватном организацијом и ефикасним деловањем ако ризични догађај настане, дају гаранције да могу да се спрече или минимализују губици који настају ризичним догађајем.

Управљање ризиком треба да буде укључено у све фазе развоја неке активности са циљем да омогући [5].

- поузданији основ за одлучивање и планирање,
- бољу идентификацију стања система и присутних или потенцијалних опасности,
- процену добитака или губитака проузрокованих ризиком,
- ефикаснију расподелу и употребу ресурса,

- боље управљање инцидентима, односно смањење губитака и трошкова ризика,
- већу безбедност и поверење,
- сагласност са релевантним законодавством,
- ефикасније управљање свим чиниоцима.

Процес управљања ризиком обухвата:

- a) утврђивање контекста управљања ризиком,
 - b) идентификацију ризика,
 - c) анализу ризика,
 - d) вредновање ризика,
 - e) третман ризика,
 - f) надгледање (мониторинг) ризика,
 - g) комуникацију и консултовање,
 - h) документовање ризика.
- a) Утврђивање контекста управљања ризиком подразумева дефинисање оквира у коме се ризик посматра, а који укључује унутрашње и спољашње окружење, као и све процесе управљања ризиком. Пре започињања било којих активности у вези са ризиком неопходно је познавање система у коме треба успоставити процес управљања ризиком. То подразумева разумевање стратегије, сврхе и циљева система, познавање структуре, знање о потенцијалним изворима ризика и обухвата дефинисање сврхе и циљева управљања ризиком, одлуке које се морају донети, врсте и обим активности, формулисање потреба за неопходним ресурсима, дефинисање улоге и одговорности различитих субјеката укључених у процес управљања ризиком, начине остваривања комуникације, прецизирање врсте и садржаја записа који документују процес управљања ризиком. На почетку процеса управљања ризиком значајно је да се одреде критеријуми за вредновање ризика. Критеријуми ризика се могу развијати или допуњавати на основу информација добијених и у току процеса управљања ризиком.

b) Идентификација ризика врши се са циљем формирања листе извора и фактора ризика, као и догађаја који могу утицати на остварење циљева дефинисаних у контексту управљања ризиком. Ови догађаји могу да онемогуће, умање, увећају или одложе остварење дефинисаних циљева. Како се идентификациони догађаји могу реализовати на различите начине, неопходно је формирање сценарија развоја ових догађаја. Сценаријо повезује факторе ризика на начин који резултира негативном последицом или неповољним ефектом. У поступку идентификације ризика најчешће се користе следеће технике: анкетирање, интервјуи, листе праћења догађаја, судови базирани на искуствима и записима, упоређивање, анализе, историја ранијих догађаја и сл.

с) Анализа ризика је поступак којим се врши опис идентификованих ризика и анализира њихов утицај на предмет деловања, процењује вероватноћа и последице реализације ризика, оцењује и класификује ризик, формира листу приоритетних ризика, предлажу методе за деловање на ризик и дефинишу методе праћења ризика. Процена ризика се врши кроз обједињавање процена вероватноће и последице за све сценарије ризика. Велики обим информација о учесталостима и последицама опасности треба интегрисати и представити у релативно јединственој форми за разумевање и одлучивање. То може бити јединствени бројни индекси, табеле, матрице, график или карта опасности и ризика. Анализа ризика се представља квалитативно, полуквалитативно, квантитативно и комбиновано [10].

Квалитативна анализа је заснована на квалитативним подацима и за описивање вероватноће и последица користи речи. Примењује се у случајевима где је овакав вид анализе довољан за одлучивање.

Полуквантитативна анализа описима вероватноће и последица придружује и одговарајуће бројне вредности и на тај начин врши њихово рангирање.

Квантитативна анализа користи нумеричке податке, тако да резултати анализе битно зависе од обима и квалитета података. Подаци ове анализе могу се користити и за моделирање исхода догађаја, што је у управљању заштите шума од пожара од великог значаја. У квантитативној анализи ризика најчешће се користе следећа методе: теорија вероватноће, статистика, теорија истраживања,

анализа осетљивости, показатељ ефикасности, метод сценарија, метод стабла догађаја, моделирање. Коришћење квантитативних оцена ризика у пракси захтева категоризацију и рангирање ризика, с обзиром на значај и утицај на посматрани систем. Категоризација и рангирање ризика мора бити резултат експертске процене, сагласно оквиру, садржају и циљу истраживања. Осим рангирања ризика може се извршити и рангирање фактора ризика, у односу на њихов утицај на појаву ризичног догађаја. Ранг листа треба да укаже на најзначајније факторе ризика, а самим тим и на начин и мере које ће ризик најефикасније умањити.

d) Вредновање ризика подразумева поређења нивоа ризика, са критеријумима ризика дефинисаних у поступку утврђивања контекста управљања ризиком. Ако процењени ризик задовољава утврђене критеријуме сматра се прихватљивим и не захтева додатне опције контроле, у супротном утврђује се листа приоритета ризика, као и начини деловања на ове ризике.

e) Третирање ризика је процес примене мера којима се утиче на величину ризика. Основне опције третирања ризика су: избегавање, задржавање, пренос и смањење ризика.

Избегавање ризика се постиже не ангажовањем у активностима које могу довести до ризика. У заштити шума од пожара избегавање ризика је негативан приступ решавања ризика, јер је ризик стално присутан и његово избегавање доводи до погоршања система и води ка стварању губитка.

Задржавање ризика постоји када се не предузимају никакве активности у вези са ризиком. У заштити шума од пожара задржавање ризика се примењује само када се процени да одређени ризик не може да нанесе велики губитак, или када деловање на ризик изискује велике материјалне губитке који су већи од неделовања на исти ризик.

Пренос ризика подразумева расподелу или преношење ризика на друге организације и субјекте. У заштити шума од пожара то је чест случај и тежи се укључивању више субјеката у решавању проблема као што су: институције које се баве шумарством, метеоролошке службе, разни државни органи и сл.

Смањивање ризика је везано за активности превенције. Многи ризици се могу смањити, а многи избећи применом превентивних мера, којима се смањује вероватноћа појаве нежељеног догађаја или потенцијалног губитка. Неке од мера за смањење ризика од настанка шумских пожара су: стратешко планирање, мониторинг, примена система за откривање и гашење пожара, примена биолошко-техничких мера заштите, одржавање путева, противпожарних пруга, образовање, едукација и сл. У заштити шума од пожара и управљање ризиком ово је један од најважнијих процеса и у делу спречавања да ризични догађај не настане, а и у делу смањења ефеката ризичног догађаја кад он настане.

- f) Мониторинг (праћење) ризика је континуирани процес праћења и процене параметара процеса управљања ризиком путем мерења, извештавања и повратне везе. На основу добијених информација доносе се одговарајуће одлуке о неопходним активностима управљања ризиком. У заштити шума од пожара мониторинг и праћење одређених утицајних ризика је неодвојив део сваког управљања ризиком и без њега овај систем не би могао да функционише.
- g) Комуникација и консултовање представља значајан аспект процеса управљања ризиком јер обезбеђује свим субјектима укљученим у овај процес, разумевање одлука и поступака у вези са ризиком.
- h) Документација треба да садржи: сврху и циљеве управљања ризиком, критеријуме ризика, изворе и врсту података, методе и технике идентификације ризика, начине комуникације, извештаје и евиденције у вези ризика. Основни документи управљања ризиком треба да буду планови и програми управљања ризиком. План је системски, организован и на научном принципу заснован документ којима се дефинишу циљеви, као и начини за њихово остварење. Планови заштите шума од пожара су саставни елементи сваког управљања ризиком који се односи на заштиту шума од пожара.

Систем управљања ризиком пројектован је за рад у више режима: рад у стационарном режиму, режим приправности, рад у режиму ризика и рад након ризика.

Превентивна заштита шума од пожара одговара стационарном режиму. Врши се праћење потенцијално опасних елемената који утичу на настанак шумских пожара: класификација вегетације и горивог материјала, одређивања категорије угрожености, изградња и одржавање противпожарних пруга и просека, примена биолошко-техничких мера заштите, изградња и уређење путева и прилаза за возила, водозахвата и извора, уклањање могућих узрочника паљења, уређење излетишта и рекреативних центара, изградња и уређење осматрачница, организација службе осматрања и обавештавања, уређење одговарајућег информационог система, израда планова заштите шума од пожара и сл. У овом режиму рада врши се прогноза опасности од настанка шумских пожара и примењује се на свим површинама под шумом, без обзира на власништво.

Рад у режиму приправности подразумева разраду и примену детаљних планова за превенцију шумског пожара на основу програма превентивног деловања. Омогућава формирање и опремање организационих јединица на свим нивоима, међусобну повезаност и координирано деловање. Појачавају се активности на праћењу потенцијално опасних елемената који утичу на настанак шумских пожара. Прогнозира се опасност од пожара и предузимају мере за заштиту потенцијално најугроженијих површина. Моделирање пожара се врши за све угрожене површине под шумама. У овој фази цео систем се припрема за рад у условима настанка шумског пожара.

Трећи елемент у управљању ризиком је **реаговање када шумски пожар настане**. Овај елемент одговара раду у режиму ризика. Да би овај део система ефикасно функционисао потребно је дефинисати и успоставити одговарајућу организациону структуру, која мора да дефинише: начине осматрања и уочавања акцидентних ситуација, начин брзог и правовременог обавештавања, тачну шему организације и организационих јединица које ће учествовати и реаговати на насталу ситуацију, врсту и количину опреме која ће се употребити у одговору на насталу ситуацију, врсту и количину средстава за гашење и начин логистичке помоћи, начин коришћења података од значаја за настали догађај и информисање

о насталом догађају. Ова фаза утиче на величину материјалне штете и губитака и од ње зависи ефикасност целог система управљања ризиком.

Четврти елемент у управљању ризиком у заштити шума од пожара је **санација терена**, односно радње и мере које се предузимају после гашења шумског пожара. Овај елемент одговара пост ризичном режиму када оштећени систем мора да се врати у функцију. Дужина трајања ових активности зависи од степена оштећења система и могућности санације.

Достигнут степен научног сазнања у овој области указује на потребу израде свеобухватног националног програма који би био одраз спремности свих субјеката за превенцију у заштити шума од пожара, за ефикасно и правовремено реаговање када шумски пожар настане и санацију површина након гашења пожара. Ефикасно управљање ризиком у заштити шума од пожара захтева адекватну примену свих режима функционисања система управљања ризиком.

1.3 МЕЂУНАРОДНЕ ИНИЦИЈАТИВЕ ЗА ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ШУМА И ШУМСКИХ ЕКОСИСТЕМА

Деградација животне средине која, ако се настави досадашњим темпом, озбиљно угрожава опстанак живота на земљи. Индустијски развој и трка за профитом су основни разлози енормног загађења животне средине, а томе је допринело и неумерено коришћење шумског фонда тј. уништавање шума на великим површинама. Због тога је битно умањен позитиван утицај шумских екосистема на животну средину (заштита квалитета ваздуха, заштита земљишта од ерозије, спречавање поплава, уравнотеженост водених токова, природних акумулација и других бројних општекорисних функција).

Да би се зауставили или бар ублажили деградациони процеси животне средине и прекомерна експлоатација обновљивих и необновљивих природних ресурса, Међународна заједница на челу са Уједињеним нацијама, усвојила је бројне декларације, резолуције и друге правне акте, којих се државе потписнице морају придржавати.

Наводе се најзначајнији међународни правни акти о заштити животне средине, неопходности очувања биодиверзитета и одрживом развоју у свим сферама људске активности која су директно или индиректно везана за значај шумских пожара на екосистеме и обезбеђење услова за одрживи развој.

1.3.1 Стокхолмска декларација

Конференција Уједињених нација о човековој околини одржана у Стокхолму јуна 1972. године усвојила је декларацију (Стокхолмска декларација) са бројним прокламацијама, односно начелима којих државе чланице УН треба да се придржавају, од којих наводимо само неке изводе:

"Човек је у исто време производ и творац своје околине која му даје физичку основу за одржавање живота и која му омогућава интелектуални, морални, друштвени и духовни развој. У дугој еволуцији људског рода на овој планети, пуној промена, достигнут је ступањ на коме је човек, захваљујући убрзаном развоју науке и технологије, стекао моћ да мења своју околину на

безброј начина и у облику без преседана. За човеково благостање и уживање основних људских права, укључујући ту право и на сам живот, од битног су значаја оба вида човекове околине – природна околина и она коју је човек створио.

„Заштита и унапређење човекове околине је кључно питање које погађа добробит људи и економски развој широм света“...

Усвојена су бројна начела, а навешћемо само нека:

Начело 1.-, *„Човек има основно право на слободу, једнакост и одговарајуће животне услове, у околини чији квалитет омогућава живот у достојанству и благостању, и он је носилац важне одговорности да штити и побољшава ту околину за садашње и будуће генерације“.*

Начело 2.- *„Природни ресурси земље, укључујући и ваздух, воду, земљиште, флору и фауну и посебно репрезентативне примерке екосистема, морају се брижљивим планирањем или одговарајућим управљањем сачувати за добробит садашњих и будућих генерација“.*

Начело 3. *„Капацитет земље да производи виталне обновљиве ресурсе мора бити одржан и, где год је потребан, поново успостављен или побољшан“.*

Начело 4. *„Човек има посебну одговорност да сачува и мудро управља наслеђем живог света природе, који је сада озбиљно угрожен комбинацијом неповољних чинилаца. Очување природе, укључујући живи свет природе, мора зато, да добије важно место у планирању привредног развоја“.*

Начело 5. *„Ресурси земље, који се не могу обнављати, морају се користити тако да се спречи опасност од њиховог будућег исцрпљивања и да се осигура да читаво човечанство дели корист од њиховог коришћења“.*

Начело 12. *„Ресурси треба да буду на располагању ради чувања и управљања животне околине, узимајући у обзир околности и посебно захтеве земаља у развоју и било које трошкове који могу произаћи из инкорпорирања заштите животне околине и њихове развојне планове и потребу за стављање на располагање, према њиховом захтеву, додатне међународне техничке и финансиске помоћи“.*

Начело 18. *„Наука и технологија, као део њиховог доприноса економском и социјалном развоју, мора бити примењива на идентификацију, избегавање и контролу ризика у животној средини, решавању проблема животне околине и за*

заједничко добро човечанства“.

1.3.2 Резолуција Генералне скупштине ОУН

Резолуција генералне скупштине ОУН (децембар, 1972. године) дефинише потребу за хитним и ефикасним спровођењем од стране владе и међународне заједнице, мера предвиђених да сачувају и унапреде средину за добробит садашњих и будућих генерација људи, одлучује да оснује Управни савет Програма Уједињених нација за животну средину (УНЕП) са следећим основним функцијама и одговорностима:

- a. да унапређује међународну сарадњу у области животне средине, и да препоручује, према потреби, политику са циљем да обезбеди опште политичке смернице за упутства и координацију програма у области животне средине унутар система УН са таксативно набројаним обавезама, оснивање фонда за животну средину који се користи за финансирање програма за унапређење животне средине.

1.3.3 Светска повеља о природи

Светска повеља о природи усвојена је 28. октобра 1982. године резолуцијом Генералне скупштине ОУН бр. 37/7 којом се потврђују основни циљеви УН, особито очување међународног мира и безбедности, развој пријатељских односа међу нацијама и остварење међународне сарадње за решавање међународних проблема у привредној, социјалној, културној, техничкој, интелектуалној и хуманитарној области.

Свесни да:

- a) Човечанство чини део природе и да живот зависи од непрекидног функционисања природних система који су извор енергије и хранљивих материја.
- b) Цивилизација има своје корене у природи, која је обликовала људску културу и утицала на сва уметничка и научна дела и да, управо живети у складу са природом, човек има најбоље могућности да развије своју креативност, да се

опусти и преда доколици.

Увереност да:

- a) Сваки облик живота је јединствен и заслужује да буде поштован, без обзира на његову корисност за човека, да би се признала другим живим организмима ова унутрашња вредност, човек мора да се руководи моралним кодексом акције.
- b) Деградација природних екосистема која произилази из прекомерне потрошње и злоупотребе природних извора, као и из неспособности да се међу народима и државама успостави одговарајући економски поредак, води пропасти привредних, друштвених и политичких структура цивилизације.

I – Општи принципи

Овом повељом су дефинисани бројни општи принципи:

1. Природа ће бити поштована, а њени принципи неће бити мењани,
2. Генетичка способност земље неће бити доведена у опасност, популација сваке врсте, дивље и домаће, биће очувана бар на таком нивоу да се обезбеди да преживи, у ту сврху неопходна станишта биће сачувана.
3. Ови принципи одржавања биће примењени на све просторе земљине површине, на копну и на мору, а посебно ће бити заштићени простори који су јединствени, репрезентативни узорци свих различитих врста еколошких система и станишта ретких и угрожених врста.
4. Еколошким системима и организмима, као и изворима који воде порекло из земље, мора или атмосфере које човек искоришћава, управљаће се на такав начин да се обезбеди и очува њихова стална и оптимална продуктивност, али тако да се тиме не доводи у опасност интегритет других еколошких екосистема или врста са којима они коегзистирају.

II – Функције

- Природна богатства се неће пустошити, већ ће бити коришћена са мером формулисаном наведеном Повељом:
- Биолошки извори неће бити коришћени преко границе њихове природне способности за регенерацију.
- Продуктивност земљишта биће одржана или побољшана мерама којим се осигурава његова дугорочна плодност и процес органског распадања и спречава ерозија и сваки други облик деградације.

- Пракса у погледу пољопривреде, испаше, шумарства и риболова биће прилагођена природним карактеристикама и границама зона њиховог распрострањења.
- Зоне деградиране људским активностима биће враћене у пређашње стање у сврхе које одговарају њиховом природном потенцијалу и у скаду са добробити погођене популације.

1.3.4 Најроби декларација

Најроби декларација (мај, 1982. године) констатује да се принципи и акциони план Стокхолмске декларације (из 1972. године) само делимично спроводе јер Акциони план није имао довољно утицаја на међународну заједницу у целини па се констатује да „Неке неконтролисане и непланске активности човека изазивају растуће погоршање животне средине“. Да „Дефорестација, деградација земљишта и вода и ширење пустиња досежу алармантне размере и озбиљно доводе у питање животне услове у великим деловима света. Болести повезане са негативним условима животне средине настављају да производе људске патње“. „Промене у атмосфери као што су оне у озонском омотачу, растућа концентрација угљендиоксида и киселе кише – загађење мора и унутрашњих вода, неопрезна употреба и одлагање опасних супстанци и изумирање биљних и животињских врста чине будуће озбиљне претње човековој средини“. „Државе треба да унапређују прогресивни развој права животне средине, укључујући конвенције и споразуме и да шире сарадњу у научном истраживању и менаџменту животне средине...“. „Поново се потврђује подршка јачању Програма Уједињених Нација за животну средину као главног каталитичког инструмента за глобалну сарадњу у области животне средине и позива да се увећају средства која треба да буду на располагању, посебно путем Фонда за животну средину ради решавања проблема животне средине. То нагони све владе и народе света да изврше своју историјску одговорност колективно или индивидуално, ради осигурања да наша мала планета преживи до будућих генерација у условима који гарантују живот у људском достојанству за све“.

1.3.5 Рио декларација о животној средини и развоју

Потврђује Декларацију УН о човековој околини која је усвојена 16. јуна 1972. године у Стокхолму и тражи да се на тој основи и даље ради. На овој конференцији су усвојени бројни принципи, од којих наводимо најзначајније за нас:

Принцип 1. – Људска бића имају централно место у бризи за одрживи развој.

Они имају право на здрав и продуктиван живот у хармонији са природом.

Принцип 4. - У циљу остваривања одрживог развоја, заштита животне средине представља интегрални део развојног процеса и не може се разматрати одвојено од њега.

Принцип 6. – Посебан положај и потребе земаља у развоју, нарочито најмање развијених, као и оних чија је средина најугроженија, имаће посебан приоритет. Међународне акције у области заштите животне средине и развоја такође би требало да поведу рачуна о интересима свих земаља.

Принцип 8. – У циљу остваривања одрживог развоја и вишег квалитета живота за све људе, државе треба да ублаже и укину неодрживе начине производње и потрошње и да потстичу одговарајућу демографску политику.

Принцип 15. – У циљу заштите животне средине, државе ће, у складу са својим могућностима, широко примењивати превентивне мере. Тамо где постоји опасност од велике или ненадокнадиве штете, непостојање потпуне научне сигурности неће се употребити као разлог за одлагање трошковно ефикасних мера за спречавање уништавања животне средине.

Принцип 16. – Национални органи треба да настоје да унапређују уградњу трошкова за заштиту животне средине у систем обрачуна трошкова и коришћење економских инструмената, имајући у виду принцип да, у начелу, загађивач треба да сноси трошкове последица загађивања, уз дужно поштовање јавних интереса и без ометања међународне трговине и инвестирања.

Принцип 20. – Жене имају виталну улогу у управљању животном средином и развојем. Њихово пуно учешће је стога битно за остваривање одрживог развоја.

Принцип 21. – Креативност, идеали и храброст омладине света треба мобилисати да би се исковало глобално партнерство у циљу постизања одрживог развоја и обезбеђивања боље будућности за све.

Принцип 25.- Мир, развој и заштита животне средине су међузависни и недељиви.

1.3.6 Агенда 21

Усвојена на конференцији УН о животној средини и развој у Рио де Женеиру садржи глобални програм акција за одрживи развој усвојен на конференцији УН о животној средини и развоју, Рио де Женеиро – 1992 године и један је од најсвеобухватнијих и најзначајнијих докумената о животној средини у развоју.

Агенда 21 наглашава најтеже проблеме у области животне средине са којима се свет данас суочава. Она има за циљ да тај исти свет припреми за изазове 21-ог века и одржава глобални концензус и политичку сагласност о недељивости развоја и животне средине.

Широко учешће јавности, невладиних организација и других група треба да буде што више охрабривано и подстицано.

Програм за даље спровођење Агенде 21

На специјалном заседању Генералне скупштине ОУН – а, одржане 23-27. јуна 1997. године (Рио 5) садржаног у Резолуцији генералне скупштине УН-С-19/2 усвојен је програм спровођења Агенде 21.

Конференција покреће ново глобално партнерство за одрживи развој - партнерство које поштује недељивост животне средине и развојних процеса. Агенда 21 усвојена у Риу, наглашава хитност доминантних проблема животне средине и развоја и има за циљ да припреми свет за изазов 21. века ради постизања дугорочних циљева одрживог развоја. Достизање одрживог развоја захтева интеграцију економских, социјалних и компоненти животне средине.

Конференција наглашава да поред постизања извесних позитивних резултата, учесници су дубоко забринути јер су глобални трендови за одрживи

развој лошији 1997. него што су били 1992. године.

Агенде 21 на свеобухватан начин и даље остаје од виталног значаја и хитнија је него икад.

На глобалном нивоу обновљиви ресурси, посебно вода за пиће, шуме, горњи слој тла и морске залихе рибе, настављају да се користе изнад нивоа који омогућава регенерацију. Као резултат, растући ниво загађења прети да премаше капацитете глобалне животне средине, да их апсорбује, повећавајући потенцијалне препреке економском и социјалном развоју у земљама у развоју.

Невладине организације, образовне институције, научне заједнице, стручне институције и медији треба да јачају јавну свест и дискусију о односима између животне средине и развоја у свим земљама.

Економски развој, социјални развој и заштита животне средине су међузависне и међусобно појачавајуће компоненте одрживог развоја. Одрживи економски раст је основа за економски и социјални развој свих земаља, а посебно земаља у развоју.

Наводећи само неке од констатација садржане у Програму за даље спровођење Агенде 21, сматрамо да шумарски стручњаци треба да буду упознати са најзначајнијим одредбама Агенде 21 које се директно или индиректно односе на шуме као незаменљиви природни екосистем у очувању квалитетне животне средине.

У II делу Агенде који се односи на заштиту и управљање ресурсима важно је истаћи следеће:

- У поглављу 10, се говори о интегралном приступу планирању и управљању земљишним ресурсима у целини и према намени коришћења. За шумарство је интересантно из разлога што кроз планирање, управљање и систем вредновања земљишта и земљишних ресурса, шумарски стручњаци треба да инсистирају на њиховом укључењу у институције које раде на координативном механизму за управљање земљиштем и земљишним ресурсима с обзиром на дугорочну стратешку пројекцију пошумљавањем еродираних голети која се катастарски води као пољопривредна земљишта VI-VIII бонитетне класе плодности, и ако се никаквим агромилиорационим мерама не могу трансформисати у високо продуктивна за пољопривредну производњу, док би се

подизањем шумских екосистема пошумљавањем ефикасно зауставили даљи деградациони процеси оштећених земљишних ресурса на око 1.350.000 хектара. Тиме би позитивно утицали на животну средину и дугорочно остварили значајне економске ефекте кроз продукцију биомасе, а то је од фундаменталног значаја за економски просперитет земље на принципима одрживог развоја.

- Поглавље 11 – у Агенди 21 је посвећено Борби против губљења шуме - са четири програмска подручја (подпоглавља) А, В, С и D.

Подпоглавље А. Одржавање вишеструке улоге и функције свих типова шума, шумског и шумовитог земљишта.

Циљеви:

- a) Ојачати националне институције у циљу реализације пројекта заштите и одрживог управљања шумама и шумским добрима, повећати ефикасност програма и активности везаних за управљање и развој шума;
- b) Унапређивање образовања свих струка у овој области

Подпоглавље В. Повећање заштите, одрживог управљања и очувања свих шума и озелењавање опустошених подручја помоћу санирања шума, пошумљавања, поновног пошумљавања и других санационих мера.

Циљеви:

- a) Одржати и проширити област под шумом и дрвећем;
- b) Припремити и спровести националне програме и/или планове за управљање, очување и одрживи развој шума, који треба да се интегришу са другим видовима коришћења земљишта;
- c) Обезбедити одрживо управљање и где је погодно, заштиту постојећих и будућих шумских ресурса;
- d) Одржати и повећати еколошке, биолошке, климатске, социјално-културне и економске доприносе шумских ресурса;
- e) Олакшати и подржати ефикасно спровођење ваљаних принципа који нису законски обавезујући, а односе се на глобални консензус о управљању, конзервацији и одрживом развоју свих шума.

Подпоглавље С. Стимулисање ефикасног коришћења и процене поновног успостављања пуне вредности добара и услуга које обезбеђују шуме, шумска земљишта и шумовита земљишта

Циљеви:

- a) Стимулисати методологије у погледу инкорпорирања социјалних, економских и еколошких вредности дрвећа, шума и шумског земљишта у националне системе економског вредновања и обезбедити одрживо управљање шумама на начин који је конзистентан са коришћењем земљишта, заштитом животне средине и потребама развоја;
- b) Стимулисати ефикасно и одрживо коришћење свих типова шума и вегетације, укључујући и друга сродна земљишта и ресурсе који почивају на шуми, кроз развој ефикаснијих делатности (привреде) које се заснивају на експлоатацији шума, а у складу са плановима који интегришу све вредности шума;
- c) Стимулисати ефикасније и одрживије коришћење огревног дрвета и енергетских ресурса пореклом од шума;
- d) Стимулисати свеобухватније коришћење и економске доприносе подручја под шумом, инкорпорисањем еко-туризма у планирање и управљање шумама.

У овом подпоглављу је јасно дефинисано да све вредности шума – социјална и друге из става „А“, ставља у националне системе вредновања, затим да треба стимулисати рационално и одрживо коришћење, да треба стимулисати економске доприносе подручја под шумом, укључујући еко-туризам у планирање и управљање шумама.

Према томе, шумарски стручњаци морају да еволуирају у схватању да шумарство није само себи циљ, оно је део једног ширег друштвеног система развоја у новим условима одрживог развоја.

Подпоглавље D - Установљавање и/или јачање капацитета за планирање, процену и систематско осматрање шума и сродних програма, пројеката и активности, укључујући и комерцијалне процесе и трговину.

Циљеви:

- a) Ојачати или успоставити системе за процену и систематско праћење ефеката програма, пројеката и активности на квалитет и обим шумских ресурса, земљишта доступног пошумљавању и земљишта које је за закуп; интегрисати ове системе у континуирани процес истраживања и

деталнијих анализа, у циљу побољшања планирања и доношења одлука. Обезбедити учешће сеоског становништва у овим процесима.

- b) Обезбедити економистима, планерима који доносе одлуке у локалним заједницама исправне (стабилне) и адекватне ажуриране информације о шумама и ресурсима шумског земљишта.

1.4 ИНИЦИЈАТИВЕ ЗА ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ШУМА И ШУМСКИХ ЕКОСИСТЕМА

Од регионалних шумарских иницијатива у оквиру Европе неспорно је најважнији процес министарских конференција о заштити шума у Европи [11]. Министарска Конференција о заштити шума у Европи представља процес на високом политичком нивоу, у оквиру кога европске државе и Европска Заједница припремају опште смернице за политику газдовања шумама и јачају узајамну координацију и сарадњу. Она се бави свим аспектима трајно одрживог газдовања шумама у Пан - европском региону. У процес су укључене 44 земље Европе (Европска Заједница), 41. земља и међународне организације са статусом посматрача.

До сада је одржано шест састанака Министарске Конференције о заштити шума у Европи: Стразбур 1990., Хелсинки 1993., Лисабон 1998., Беч 2003. и Варшава 2007. године и у Београду 2017. године.

Сазивање Прве Министарске Конференције одражавало је вољу на политичком нивоу да се усклади заштита европских шума и подржи њихово одрживо коришћење. Учесници конференције су нагласили потребу прекограничне сарадње и договорили су се о Општој декларацији и о шест резолуција (резолуције су се, поред осталог, бавиле и Европском мрежом трајних индикаторских површина, заштитом шумских генетичких ресурса, децентрализованом базом података о шумским пожарима у Европи, адаптацијом газдовања планинских шума на нове еколошке услове, проширењем истраживачке мреже Евросилва итд.). Ове Стразбуршке резолуције иницирале су широку научну и техничку сарадњу у Европи. Стразбуршка конференција је уједно представљала значајан корак за интеграцију научних података у политичке одлуке о заштити европских шума.

На Другој Министарској Конференцији одржаној у Хелсинкију 1993. године, министри одговорни за шуме и шумске екосистеме у Европи усвојили су међународно признате „шумарске принципе на UNCED“. Следећи корак у историјском контексту концепције трајно одрживог газдовања шумама било је усвајање (између осталог) и Резолуције XI „Опште смернице за трајно одрживо

коришћење европских шума“ и резолуције X2 „Опште смернице за заштиту биодиверзитета европских шума.“ Ове опште смернице значе политичку обавезу држава потписница Хелсиншке резолуције и формулишу основни политички правац и дуготрајан циљ европског шумарства – да се задовоље захтеви који проистичу из притиска на европске шуме ради добијања различитих продуката и користи/услуга на начин који је у складу са њиховим трајно одрживим коришћењем, као и са захтевима заштите њиховог биолошког диверзитета. У Резолуцији X1 била је утврђена и нова јединствена дефиниција одрживог коришћења шума, према којој одрживо коришћење шума јесте *„управљање и коришћење шума и шумског земљишта на начин и у обиму, који одржава њихов биодиверзитет, продуктивност, способност обнављања, виталност и њихов потенцијал да испуњавају, сада и у будућности, одговарајуће еколошке, економске и социјалне функције, не само на локалном, већ и на националном и глобалном нивоу и то без негативног утицаја на остале екосистеме“*.

За даљу разраду и увођење Општих смерница у праксу, у оквиру процеса Хелсиншке Министарске Конференције, на нивоу експерата усвојен је и за национални ниво разрађен докуменат назван Пан-европски критеријуми и индикатори. Ови критеријуми и индикатори представљају одређени политички инструменат за вредновање и документовање постигнутог напретка на путу ка одрживом коришћењу шума.

Шест Пан-европских критеријума трајно одрживог коришћења шума гласи:

1. Очување и примерен развој шумских ресурса и доприноса свеопштом светском кружењу угљеника;
2. Очување здравља и виталности шумских екосистема;
3. Очување и подршка продуктивне функције шума (дрвни и недрвни продукти);
4. Очување, заштита и примерен развој биолошког диверзитета шумских екосистема;
5. Очување и примерен развој заштитних функција шума (посебно у односу према земљишту и води);
6. Очување осталих социјално-економских функција и услова.

Трећа Пан-европска Министарска Конференција о заштити шума у Европи, која је одржана у Лисабону од 2. од 4. јуна 1998. године декларисала је обавезу подршке необавезних Пан-европских смерница за трајно одрживо коришћење шума. Пан-европске смернице биле су израђене са циљем даље подршке трајној одрживости коришћења шума у Европи у облику „размене“ међународних обавеза до нивоа привредно-уређивачког планирања и рада у шумама. Смернице представљају основни оквир препорука и усмерења, на основу којих је могуће деловати у процесу практичног коришћења шума. Њихово коришћење је засновано на принципу добровољности. Ове смернице директно произилазе из резолуција Х1 и Х2 и поштују структуру шест Пан-европских критеријума, који су били идентификовани као кључни принципи трајно одрживог коришћења шума. Због прегледности подељени су на 2 дела и то „Смернице за привредно-уређивачко планирање“ и „Смернице за рад у шумама“.

Усмерене су на основне еколошке, економске и социјалне захтеве проистекле из одрживог коришћења шума у оквиру сваког критеријума. Ефективно увођење ових смерница у праксу, између осталог, у себи садржи и признавање статуса и права власника шума. Осим тога, увођење принципа трајно одрживог коришћења шума у праксу захтева непрестани развој и даље образовање стручних шумских привредника, власника шума и радника у шумским газдинствима, који ове смернице могу да користе као материјал на који се приликом коришћења могу ослонити и позвати.

На Четвртој Министарској Конференцији о заштити шума у Европи, која је одржана под слоганом "Living Forest Summit", представници земаља учесница и Европске заједнице потписали су Бечку Декларацију која је у оригиналу названа "European Forests - Common Benefits, Shared Responsibilities" и усвојили 5 резолуција, које наглашавају значај међуграничне сарадње, а у вези са постојањем националних шумарских програма, посвећују се економским аспектима одрживог коришћења шума, истичу значај социјалних и културних вредности шума, очувања биолошког диверзитета шума као и улогу шума у смањивању негативних утицаја климатских промена на животну средину.

На Петој Министарској Конференцији била је усвојена Варшавска Декларација министара. Ова декларација садржи одредбе које наглашавају улогу

шума у одрживом развоју друштва и значај за будуће генерације. У вези са декларацијом констатовано је да шуме побољшавају квалитет живота тиме што доприносе ублажавању утицаја климатских промена, заштити водних ресурса и пружају биомасу за енергију. Осим декларације, на седници су усвојене и две резолуције: Прва Варшавска резолуција – „Шуме, дрво и енергија“ која обавезује државе да прошире улогу шумарског сектора у производњи енергије, коришћењу биомасе за енергију и при смањивању емисије гасова из стаклене баште, као и да побољшају партнерство државних и приватних власника шума, дрвопрерађивачке индустрије и произвођача енергије. Друга Варшавска резолуција – „Шуме и вода“ упозорава на ресурсе воде и истиче улогу шума у заштити њеног квалитета и квантитета, превенцији поплава, смањивању утицаја суше и ерозије земљишта.

На шестој Министарској Конференцији усвојена је Београдска декларација министара. Министарска конференција је одржана у оквиру процеса „Животна средина за Европу“ (EFE). Наглашена је обавеза побољшања животне средине у земљама UNECE региона. Препозната је важна улогу EFE процеса као јединственог паневропског форума који се бави изазовима заштите животне средине као стуба одрживог развоја у региону, који заузврат доприноси искорењивању сиромаштва и побољшању квалитета живота и сигурнијем свету. Имајући у виду различитос развоја у UNECE региону, требало би одбранили приступ заснован на специфичним потребама. Заједно са грађанима и грађанским друштвом, укључујући и приватни сектор, тежиће се постизању и одржавању здраве животне средине за садашње и будуће генерације. Исказана је потреба за бављењем питањима заштите животне средине на интегрисан начин и потреба сарадње са другим регионима и размена научних и стечених искустава. Запажено је побољшање животне средине на паневропском нивоу и у неким подрегионима и земљама, док на другој страни констатовано и забрињујуће стање:

- више од 100 милиона људи и даље нема приступ исправној води за пиће и одговарајућој санитацији у паневропском региону
- загађење ваздуха углавном прашкастим честицама, штетним гасовима и азотним оксидима, скраћује просечан људски век за скоро годину дана и утичу на здрав развој деце у паневропском региону

- губици у биодиверзитету у екосистемима се и даље наставља ,
- потрошачки и производни одрасци су све већа брига: утицај отпада и саобраћаја на животну средину расте уз економски развој широм паневропског региона
- потрошња енергије и резултирајући гасови са ефектом стаклене баште су у порасту у паневропском региону, упркос побољшањима у енергетској ефикасности и повећања употребе обновљиве енергије у одређеним областима
- негативан утицај климатских промена се очекује у многим секторима економије и у природним ресурсима
- неодговарајуће управљање и одлагање опасних хемикалија и даље врши утицај на животну средину

Напоменуто је да је потребно формирање јасне визије ради побољшања институционалног оквира јачања примене прописа у областима животне средине, изградњу капацитете на локалном нивоу, усвајању приступа финансирању заштите животне средине, стратешком улагању и ослањању на заинтересоване стране у оквиру међународне сарадње.

У много случајева шуме су предмет и не шумарских иницијатива, али одлуке усвојене на оваквим форумима значајно утичу на шумарску привредну праксу у целом свету. На светском самиту о одрживом развоју (World Summit on Sustainable Development, (WSSD) у Јоханезбургу 2002. године шумарска привреда се неодвојиво уврстила у контекст одрживог развоја. Пажња је била посвећена бројнијим питањима у вези са шумарском привредом и потврдило се да одрживо коришћење шума, повећање њихових површина и њихово квалитативно побољшање могу да играју кључну улогу у достизању општих циљева и принципа, (о којима се договорило у Јоханезбургу), захваљујући улози шума у обезбеђивању одрживости животне средине и чињеници да велики део сиромашног становништва у њима обезбеђује своју егзистенцију.

Са гледишта међународног права горе поменуте иницијативе и документа имају углавном карактер правно необавезујућих инструмената. Националне владе због стратешког карактера шумске привреде испољавају веома резервисан став према закључивању глобалног споразума, којим би се утврдиле правно

обавезујуће дужности у области заштите и коришћења шума. Међутим, постоје инструменти међународног права, пре свега они усвојени у контексту одрживог развоја и заштите животне средине, чије обавезе укључују мере у сектору шумарске привреде и подржавају заштиту и одрживо коришћење шума.

Најзначајнијим споразумима оваквог типа су: 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, као и Конвенција о пејсажу (пределу/крајолику). Сви ови споразуми имају значајан утицај на интегрални модел заштите и управљање ризицима од шумских пожара.

1.5 КОНВЕНЦИЈА О БИОЛОШКОМ ДИВЕРЗИТЕТУ

Споразум је био усвојен 1992. године. Његов циљ је заштита биодиверзитета, одрживо коришћење његових елемената и праведна расподела користи које произилазе из елемената биолошког диверзитета. На VI седници Конференције уговорних страна споразума 2002. године био је усвојен Радни програм за заштиту биодиверзитета шума, који се састоји из три дела. Први се бави заштитом биодиверзитета, одрживим коришћењем и праведном расподелом користи од коришћења шумских генетичких ресурса. Други указује на потребу јачања институционалног и социо-економског оквира, неопходних за обезбеђивање заштите и одрживог коришћења шума. Трећи део је посвећен значају ширења знања, вредновању стања и трендова шумских екосистема и мониторинга. Радни програм се бави и специфичним питањима стратегије заштите *in-situ* (на станишту) и *ex-situ* (ван станишта) биодиверзитета шума, одрживог коришћења шумских ресурса, потребом сређивања и јачања заштићених подручја и потребом доследне имплементације закона о шумама. Истиче важност координације активности на националном нивоу и укључивању локалног становништва да газдују заштићеним подручјима у шумском земљишном фонду.

Програм истиче и потребу вредновања биодиверзитета шума у оквиру оцењивања стања и потенцијала шума код решавања питања заштите од шумских пожара, у вези ублажавања климатских промена и контроле инвазивних врста.

1.6 КОНВЕНЦИЈА У БОРБИ ПРОТИВ ДЕЗЕРТИФИКАЦИЈЕ, У ЗЕМЉАМА КОЈЕ ИМАЈУ ИСКУСТВО СА ОЗБИЉНИМ СУШАМА, НАРОЧИТО У АФРИЦИ

Деградација земљишта у Европи представља озбиљан проблем, а узрокују је или погоршавају људске активности, укључујући и неодговарајуће шумарске активности. Као последица јавља се губитак плодности земљишта, садржаја угљеника и биолошког диверзитета, смањење способности задржавања воде, нарушава се кружни ток гасова и хранљивих материја и успорава одстрањивање полутаната. Уговорене стране споразума су дужне да имплементирају мере које ће спречити деградацију земљишта и крајњу последицу – његово исушивање и стварање пустиња. Овакве мере обухватају и пошумљавање и одрживо газдовање шумама.

1.7 ОКВИРНА КОНВЕНЦИЈА УЈЕДИЊЕНИХ НАЦИЈА О КЛИМАТСКИМ ПРОМЕНАМА И КЈОТО ПРОТОКОЛ

Оквирна Конвенција Уједињених Нација о климатским променама је усвојена 1992. године. Главни циљ конвенције је стабилизација концентрације гасова који изазивају ефекат „стаклене баште“ у атмосфери на ниво који би спречио опасно деловање човека на климатски систем. Овакав ниво би требало да се постигне у оквиру одређеног временског периода, који би омогућио да се екосистеми адаптирају на природан начин и обезбедио да не буде угрожена производња намирница и да омогући, да се економски развој настави на одржив начин. Кјото Протокол усвојен 1997. године обавезује индустријске земље да смање или ограниче емисије гасова и да до 2012. године постигну конкретне и за сваку земљу специфичне циљеве у области емисија.

Шуме и шумска привреда имају значајну улогу при ублажавању климатских промена. Повећавање површина под шумама је значајна мера за подршку секвестрације угљеника, тј његовог усвајања и складиштења. Дрво има важну улогу при обезбеђивању биомасе (енергија), као и смањења емисије чврстих горива. Такође је еколошки погодан материјал, а у будућности може имати значајну улогу као резервоар угљеника.

Све више је изражена потреба за испитивањем утицаја климатских промена на шумске екосистеме, као и потреба за доношењем одговарајућих мера у вези прилагођавања оваквим утицајима. Мораће да се преиспитају не само ублажавајуће мере (смањење гасова који изазивају ефекат „стаклене баште“), него и мере адаптације (прилагођавање шума на климатске промене).

1.8 КОНВЕНЦИЈА О ПЕЈСАЖУ (ПРЕДЕЛУ/КРАЈОЛИКУ)

На 718. састанку Комитета Министара Савета Европе, усвојен је текст Европске конвенције о пејсажу и одлучено да се отвори за потписивање за државе чланице Савета Европе у Фиренци, 20. октобра 2000. године.

У Конвенцији термин пејсаж/предео означава подручје које људи опажају и чије су карактеристике/особине резултат активности и интеракције природних и/или антропогених фактора.

Циљ Конвенције је охрабривање јавне управе (државне власти) да усвоји политике и мере на локалном, регионалном, националном и међународном нивоу, за заштиту и планирање пејсажа широм Европе. Конвенцијом су обухваћени сви предели (пејсажи), укључујући изузетне али и обичне пејсаже, који детерминишу квалитет животног окружења људи. Текстом конвенције је предвиђен флексибилан приступ пределима/пејсажима чије специфичне особине захтевају различите типове акција, у распону од стриктне заштите, преко заштите, управљања и унапређивања актуелним/савременим стваралаштвом.

Конвенција предлаже правне и финансијске мере на националном и међународном плану у циљу дефинисања/обликовања политика заштите пејсажа/предела и унапређивање интеракције између локалних и централних власти, као и трансграничну сарадњу на заштити пејсажа. Испољава низ различитих решења које државе могу применити сагласно њиховим специфичним потребама.

Међувладини комитети (Committee for the activities of the Council of Europe in the field of biological and landscape diversity (CO-DBP) and the Cultural Heritage Committee (CC-PAR)) Савета Европе ће надзирати имплементацију Конвенције. Текстом је такође предвиђена награда Савета Европе за пејсаж, која ће бити додељивана локалној или регионалној управи/власти или невладиним организацијама, који уведу примерне и дугорочне политике или мере за заштиту, управљање и планирање пејсажа/предела.

1.9 ПАРИСКИ СПОРАЗУМ

На 21. конференцији Уједињених нација о климатским променама одржаног у Паризу 2015 године (Париски споразум), усвојен је нови глобални климатски споразум који представља темељ за борбу ограничења повећања температуре до 1.5 °C или испод 2°C. Као глобални циљ посебним члановима су истакнуте потребе заустављања прекомерене сече и деградација шума, унапређење управљања земљиштем, при чему је ту укључена и борба против шумских пожара.

1.10 ЗАКОНОДАВСТВО И ПРАВНИ ОКВИР У СРБИЈИ

У протеклом периоду донет је низ закона и подзаконских аката из области заштите животне средине. Могу се издвојити одређени закони који нешто конкретније регулишу заштиту животне средине од природних катастрофа, односно заштиту шума од шумских пожара:

- Закон о шумама („Сл. гласник РС“, бр 30/2010 и 93/2012) [12]
- Закон о заштити од пожара („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009) [13]
- Закон о заштити животне средине („Сл.гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009) [12]
- Закон о заштити природе („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010 и 14/2016) [12]
- Закон о ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009, 92/11, 93/12) [14]
- Правилник о шумском реду („Сл.гласник РС" бр.104/2009) [15]

1.10.1 Закон о шумама („Сл. гласник РС“, бр 30/2010 и 93/2012)

Циљ Закона о шумама је да обезбеди услове за одрживо газдовање шумама, унапреди њихову производну способност, биолошку разноврсност и њихов потенцијал за ублажавање климатских промена, а да се притом не угрозе екосистеми.

Општи интерес овог закона је очување, заштита и унапређење стања шума, као и подизање нових шума у циљу оптималне шумовитости, просторног распореда и структуре шумског фонда.

Корисник шума је дужан да донесе план заштите шума од пожара за све шуме свих облика својине у шумском подручју (државне шуме, шуме са правом својине, црквене шуме итд.) за период од пет година. Закон посебно дефинише обавезу корисника шуме да изврши санацију површина страдалих од шумских пожара, као и других елементарних непогода (ветар, снег, лед и слично).

У погледу обавезе понашања у шуми, Закон прописује забрану паљења ватре у шуми и на земљишту које се налази у непосредној близини шуме, на удаљености

мањој од 200 m од руба шуме. У посебним случајевима дозвољено је паљење ватре у шуми и на шумском земљишту на местима обележеним за ту намену.

За непоштовање наведених одредби, предвиђене су одговарајуће казне за правна и физичка лица.

1.10.2 Закон о заштити од пожара ***("Сл.гласник РС" бр.111/09)***

Законом о заштити од пожара је регулисана област заштите од пожара као и права и обавезе свих државних органа, органа аутономне покрајне, локалне самоуправе као и друга правна и физичка лица у области заштите од пожара. Законом је дефинисан систем заштите од пожара који је применљив и на отворене просторе у које спада и шумско земљиште. Систем заштите од пожара дефинише скуп мера за планирање, организовање и контролу мера и радњи заштите од пожара, за спречавање његовог избијања и ширења пожара, откривање и гашење пожара, као и отклањање последица пожара на шуме и шумске екосистеме.

1.10.3 Закон о заштити животне средине ***(„Сл.гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009)***

Законом о заштити животне средине као кровни закон у овој области, уређује се интегрални систем заштите животне средине којим се обезбеђује остваривање права човека на живот и развој у здравој животној средини. Сви субјекти система заштите животне средине су да чувају и унапређују животну средину. Као општи законски акт не разматра посебну проблематику шумских пожара већ је овај проблем укључен у појам заштите животне средине.

1.10.4 Закон о заштити природе ***(„Сл. гласник РС, бр. 36/2009, 88/2010 и 14/2016)***

Закон о заштити природе уређује заштиту и очување биолошке, геолошке и предеоне разноврсности као део животне средине. Једна од мера заштите природе

предвиђена Законом је ублажавање штетних последица које су настале активностима у природи у које су укључени и шумски пожари.

1.10.5 Закон о ванредним ситуацијама

("Сл.гласник РС" бр.111/09, 92/11, 93/12)

Закон о ванредним ситуацијама дефинише управљање у ванредним ситуацијама у које спадају и велики шумски пожари. Законом се уређују организација, финансирање и техничко опремање у ванредним ситуацијама. Предвиђа се формирање штабова за ванредне ситуације где су поред читавог низа елементарних непогода укључени и шумски пожари.

1.10.6 Правилник о шумском реду

("Сл.гласник РС" бр. 104/09)

Један од најзначајнијих подзаконских аката у заштити шума од пожара је Правилник о шумском реду ("Сл.гласник РС" бр.104/2009). Правилник дефинише одржавање шумског реда у шумама које су са различитим степеном угрожености посебно у четинарским шумама као и обавезе одржавања противпожарних пруга, изградњу осматрачница и водозахвата и других противпожарних објеката које морају бити у складу са посебном основом газдовања шумама.

2. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА

На подручју Србије ће се сагледати начин превенције који треба да спречи појаву шумских пожара.

Предмет истраживања је изнајлажање ефикасног модела управљањем ризиком у заштити шума од пожара кроз четири основна сегмента: приправности, превентивном заштитом шума од пожара, реаговање на настали шумски пожар и санацију терена.

Велики број шумских пожара, као и величине опожарених површина указују да досадашњи систем заштите шума од пожара није адекватан, да је врло мало функционалан и не даје резултате. Велики број пожара и опожарених површина, директно или индиректно утиче на знатне материјалне штете и низ других нежељених ефеката. 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:

- Приправност и учествовање свих субјеката у заштити шума од пожара су врло лоши (ЈП која газдују шумама, ватрогасне јединице, локалне самоуправе са својим штабовима за ванредне ситуације, остала привредна друштва, грађани, запослени у националним парковима и сл.), пошто немају одговарајући систем који у сваком тренутку прати ситуацију и уочава могуће ризике и делује на саме ризике. Слаба повезаност свих структура (тренутни систем не дефинише ову повезаност) доводи до тога да се за пожар касно дозна, захваћена површина се повећава, само гашење пожара се отежава. Не постоји адекватан систем осматрања и обавештавања, недовољан број и распоред осматрачница, непостојање техничких система надгледања (камере, метеоролошке станице, беспилотне летелице, надгледање летелицама из ваздуха и сл.), доводи до тога да се пожари не уочавају на време, када се уоче они су већ у разбукталој фази и толико велики да их је тешко гасити, што захтева велики број људи којих нема, потребу за опремом, средствима за гашење и великом организацијом.

- Дојава пожара и када се он примети је такође спора, нема одговарајућих средстава за везу којима брзо може да се дојави пожар , тако да се касни са интервенцијама.
- Повезаност свих структура које учествују у заштити шума од пожара није дефинисана, не постоји организован систем деловања ни пре, нити када пожар настане, у већини случајева свако ради посао за себе, што уопште не даје резултате. Ако се узме у обзир да је учешће грађана врло мало, јер их у шумским подручјима има све мање, а тренутно учешће војске је симболично, све акције реаговања своде се на деловање ватрогасних јединица, полиције и мањег броја радника шумских управа. Формирање јединственог система и међусобне повезаности свих структура, јасно дефинисане процедуре и обавезе у ситуацијама пре настанка пожара и након настанка пожара, допринеле би позитивнијем и ефикаснијем деловању и резултатима.
- Деловање у почетном стадијуму пожара је споро и неадекватно, број субјеката који учествују је мали, опрема за гашење пожара је неадекватна и погрешна, поготово када се узме у обзир да се сви шумски пожар не гасе истом опремом, већ да то зависи од врсте вегетације, врсте насталог пожара, конфигурације терена, нагиба и сл. Не постоје карте примењиве опреме за гашење.
- Систем процене угрожености шума од пожара код нас скоро да не постоји, нису дефинисани ризици који доводе до појаве пожара у шумама. У Србији (једино у овом делу Европе) угроженост шума од пожара се оцењује само у односу на вегетацију у шуми, који је само један од елемената за процену угрожености, не узимајући и друге јако битне елементе, као што су клима, утицај човека, орографија, уређеност шума, природне појаве као узрочници пожара, геолошка подлога, тип земљишта и историја пожара.
- Садашњи систем процене угрожености шума такође није повезан са индексом угрожености шума од пожара и не прате се метеоролошки услови који доводе до настанка пожара у шуми (влажност горивог материјала и сл.)
- Превентивна заштита се готово не спроводи, нарочито у приватним шумама. Мере превентивне заштите се не планирају ни када се врше засади површина (формирање младе шуме) у делу формирања биолошко-техничких мера

заштите, израде противпожарних препрека и путева, изради путева за ватрогасна возила, уређењу излетишта, уређењу водозаврата за гашење пожара итд. На постојећим површинама под шумом не спроводе се превентивне мере заштите, нити се одржава постојећа инфраструктура.

- Планови заштите од пожара се раде без одговарајућих прописа и правилника који дефинишу области заштита шума. Садашњи правилник који дефинише израду планова заштите од пожара не садржи дефинисане планове заштите шума од пожара, иако уредба за категоризацију предвиђа категоризацију земљишта и биљног покривача у категорији угрожености од пожара.

Управљање ризиком у заштити шума од пожара је важан економски фактор, јер би се изградњом правог система смањили број пожара и величина опожарених површина, трошкови гашења и штете проузрокована пожарима.

3. ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Да би се обезбедио ефикасни систем управљања у заштити шума од пожара неопходно је успоставити систем ефикасног превентивног деловања, класификовати ризике који утичу на настанак пожара у шуми, као и успостављање организационе структуре која обезбеђује целовит систем заштите шума од пожара са тачно дефинисаним процедурама како пре настанка пожара, тако и када се пожар примети, смањење времена од пријаве до изласка на место настанка пожара и његово сузбијање у што краћем времену, као и ефикасну санацију терена након пожара.

Постављен је научни и практични циљ.

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 има задатак:

- да класификује гориви материјал у шуми и анализира запаљивост
- анализира елементе и услове за настанак шумских пожара
- одреди могућност настанка пожара
- сагледа све ризике који утичу на настанак и развој шумских пожара
- формира фундаменталне базне податке о шумском горивом материјалу и изради одговарајући свеобухватни систем процене опасности од шумских пожара
- да предложи биолошко – техничке мере заштите за одређено подручје у циљу повећања отпорности шума на пожар
- да предложи начине израде планова заштите шума од пожара и карата примењиве опреме за гашење пожара
- да уради најефикаснију шему начина осматрања и обавештавања о насталим пожарима

Хипотетички оквир

Општа хипотеза:

- одговарајућом проценом угрожености од појаве смањиће се број шумских пожара, а у условима њиховог настанка смањиће се време гашења и површине захваћене пожаром.

Посебне хипотезе:

- идентификоваће се површине са највећим степеном угрожености од пожара.
- указаће се на неопходне нужне промене у садашњем систему заштите шума од пожара.

4. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

С обзиром на мултидисциплинарност докторске дисертације у раду ће се применити методе специфичне за поједине научне дисциплине. Научне методе истраживање дефинисане су по активностима у циљу реализације циљева дисертације:

а) Анализа шумских пожара у Европи

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)

б) Анализа шумских пожара у Србији

Законитости појаве пожара и величина опожарене површине може се утврдити на основу објективне и ажуриране статистике [16]. За подручје Србије, међутим, статистички подаци нису увек на одговарајућем нивоу, нарочито када се има у виду период после 2. Светског рата. За временски период од 1945. до 1955. постоје само подаци за подручје Србије без Аутономних покрајина. За касније периоде недостају подаци за 1967. и 1968. годину, или њихов приказ није дат по јединственој методологији (приказу). Велики део недостајућих података за период 1967-1975, компетиран је на основу података „Шумски пожари у Југославији“, који су добијени коришћењем података Савезног секретаријата за унутрашње послове и „извештаја стручних служби републичких и покрајинских секретаријата за пољопривреду, прехранбenu индустрију, шумарство, водопривреду, односно

привреду, где такође нису увек били комплетни подаци“ [16]. Посебан проблем представља одсуство података за подручје Косова и Метохије у периоду од 1999. до 2015. године.

ц) Метод коришћен код анализа климатских података

Одређени су вертикални градијенти температуре ваздуха, падавина и релативне влажности.

Анализирани су најважнији климатски фактори од значаја за угроженост шума од пожара: температура ваздуха, падавине, релативна влажност ваздуха, облачност и ветар као и дужина сушног периода. Ови елементи су најопаснији када настају због сушних раздобља, уз високу температуру и малу влажност ваздуха. Анализа и прогноза локалних временских прилика основа је за упозорење о могућностима настанка и ширења шумских пожара. Високе температуре ваздуха узрок су бржег губитка влаге у горивом материјалу и повећавања температуре ближе тачки паљења. Продужена суша, директно осунчавање и висока температура ваздуха стварају изузетно повољне услове за настанак и развој шумских пожара.

Количина падавина је значајан метеоролошки показатељ који утиче на влажност горивог материјала, влажност земљишта, степен релативне влажности ваздуха и сл.

Одређена је релативна влажност ваздуха.

Ветар има велики утицај како на појаву шумских пожара, тако и на развој и ширење пожара. Брзина и правац дувања ветра су врло важани елементи, јер директно утичу на смер ширења пожара, а имају и важну улогу у исправању влаге из горивог материјала у шуми.

Наведени подаци се користе за израду прогностичког система и модела простирања пожара.

д) Метод рада у истраживању сукцесије вегетације

Динамика сукцесије 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. Основне карактеристике пожаришта по старости приказане су

у Табели 1. 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 38⁰ и на различитим експозицијама.

Табела 1. Основне карактеристике пожаришта

Старост пожаришта	Ознака	Локација	Претходно станиште	Надморска висина	Експозиција	Нагиб	Геолошка подлога
1	Aa1	Тутин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	980	S	10	Кречњак
1	Aa2	Тутин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	950	S	15	Кречњак
1	Ab1	Столови	Западнобалканске црноборове шуме (<i>Pinus nigra</i>) на серпентиниту (G3.522)	940	S-SE	25	Серпентин
1	Ac1	Ушће	Западнобалканске црноборове шуме (<i>Pinus nigra</i>) на серпентиниту (G3.522)	808	W	7	Серпентин
1	Ac2	Трстеник (Нови Пазар)	Западнобалканске црноборове шуме (<i>Pinus nigra</i>) на серпентиниту (G3.522)	925	S	2	Серпентин
1	Ac3	Брезовица	Мезијске монодоминантне брдске букове шуме (G1.6911)	860	N	35	Пешчар
1	Ac4	Лиса 1	Вештачки подигнута састојина црног бора (G3.F14)	1158	S	20	Кречњак
1	Ac5	Лиса 3	Вештачки подигнута састојина црног бора (G3.F14)	1158	Se	15	Кречњак
1	Ac6	Гоч 1	Вештачки подигнута састојина црног бора (G3.F14)	296	E	8	Пешчар
1	Ac7	Гоч 2	Вештачки подигнута састојина црног бора (G3.F14)	288	W	10	Пешчар
1	Ac8	Својбор 1	Вештачки подигнута састојина црног бора (G3.F14)	603	W	24	Пешчар
2	Va1	Ушће	Западнобалканске црноборове шуме (<i>Pinus nigra</i>) на серпентиниту (G3.522)	790	W	20	Серпентин
2	Va2	Трстеник	Западнобалканске црноборове шуме (<i>Pinus nigra</i>) на серпентиниту	925	S	2	Серпентин

Старост пожаришта	Ознака	Локација	Претходно станиште	Надморска висина	Експозиција	Нагиб	Геолошка подлога
			(G3.522)				
2	Bb1	Стара планина	Балканске ацидифилне смрчеве шуме (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1850	S	20	Гранит
2	Bb2	Стара планина	Балканске ацидифилне смрчеве шуме (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1850	S	15	Гранит
2	Bb3	Стара планина	Балканске ацидифилне смрчеве шуме (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1870	S	20	Гранит
2	Bb4	Стара планина	Балканске ацидифилне смрчеве шуме (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1890	S W	25	Гранит
2	Bb5	Стара планина	Балканске ацидифилне смрчеве шуме (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1900	S W	25	Гранит
2	Bb6	Стара планина	Балканске ацидифилне смрчеве шуме (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1900	W	20	Гранит
5	Cb2	Видлич	Мезијске планинске букове шуме (<i>Fagus</i>) на кречњаку (G1.693)	1105	N E	8	Кречњак
5	Cb3	Видлич	Мезијске планинске букове шуме (<i>Fagus</i>) на кречњаку (G1.693)	1118	N E	6	Кречњак
5	Cb4	Видлич	Мезијске планинске букове шуме (<i>Fagus</i>) на кречњаку (G1.693)	1113	N	25	Кречњак
5	Cb5	Стол 2	Мезијске планинске букове шуме (<i>Fagus</i>) на кречњаку (G1.693)	810	N E	17	Кречњак
5	Cb6	Стол 3	Мезијске планинске букове шуме (<i>Fagus</i>) на кречњаку (G1.693)	794	E	20	Кречњак
5	Cb7	Стол 4	Мезијске планинске букове шуме (<i>Fagus</i>) на кречњаку (G1.693)	805	S	10	Кречњак
5	Cb1	Завој	Вештачки подигнута састојина црног бора (G3.F14)	830	SE	38	Пешчар
5	Ca1	Марков камен	Мезијске монодоминантне брдске букове шуме (G1.6911)	340	SE	15	Пешчар
10	Da1	Северни Кучај	Мезијске монодоминантне брдске букове шуме (G1.6911)	650	N	15	Пешчар
10	Db1	Тугин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	1150	S W	5	Кречњак
10	Db2	Тугин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	1100	SE	5	Кречњак
10	Db3	Тугин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	1100	N	10	Кречњак
10	Db4	Тугин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	1200	W	15	Кречњак
10	Db5	Тугин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	1200	W	10	Кречњак
10	Db6	Тугин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	1200	W	10	Кречњак
10	Db7	Тугин	Мешовите буково-јелове шуме на карбонатима (G4.612)	1250	S W	15	Кречњак
10	Dc1	Трстеник (Нови Пазар)	Западнобалканске црноборове шуме (<i>Pinus nigra</i>) на серпентиниту (G3.522)	700	SE	15	Серпентин

Извор: Оригинал

**е) Метод рада коришћен код анализе рентабилности реконструкције
шума оштећених шумским пожарима у Србији**

С обзиром да циљ инвестирања треба да буде што већи ниво остварених економских ефеката по јединици уложених финансијских средстава, ниво остварених ефеката зависи од квантитета и квалитета, како извршених издатака, тако и остварених прихода. Економска ефективност инвестиције се израчунава као однос добијених ефеката и извршених инвестиционих улагања или као однос извршених инвестиционих улагања и добијених ефеката [17], односно:

$$e = \frac{E}{\varepsilon} \rightarrow \textit{maximum} \text{ или } e' = \frac{\varepsilon}{E} \rightarrow \textit{minimum}$$

где су:

e и e' - економска ефективност;

E - добијени ефекти (остварени резултати);

ε - извршена улагања (утрошени ресурси).

У првом случају, формулом се исказује економски ефекат који се остварује по јединици мере извршених инвестиционих улагања и који треба да буде *максималан*.

У другом случају, формулом се исказују инвестициона улагања која се врше по јединици мере добијених економских ефеката и која треба да буду *минимална*.

За оцену економске ефективности инвестиционог улагања коришћена је “Cost-Benefit” анализа (динамички и статички приступ). Вредности производње рачунате су без узимања у обзир трошкова експлоатације, јер њихово укључивање прилично усложњава анализу (у дугим периодима могу се знатно променити, у складу са могућим променама технологије), што утиче и на промене нивоа продуктивности. Поред тога, преовладава тренд раздвајања експлоатације од узгоја шума. За обрачун вредности дрвета коришћене су цене дрвета “на пању” [18]. Као додатни аргумент за изостављање разматрања експлоатације, може се навести и да средства уложена у експлоатацију не утичу у великој мери на висину и рентабилност ангажованих средстава, јер остају везана у производњи релативно кратко време [19].

У анализу су укључени следећи трошкови: премазивање пањева у циљу сузбијања изданака (са ценом набавке средстава – 40.000 динара по хектару) и сеча избојака у трећој години од извођења поступка реконструкције и подизања нових састојина (22.400 динара по хектару).

Субвенција државе третирана је као добит (за организације које изводе поступке реконструкције) који износи 150.000 динара по хектару, у који су укључени трошкови припреме земљишта, вредност садница, трошкови садње, трошкови окопавања и плевљења у циљу подизања шума високог узгојног облика.

Трошкови куповине шумског земљишта нису узимани у обзир јер је предвиђено да се извођење ревитализације шума врши на просторима са дефинисаним власничким односима

Као добит анализирана је вредност дрвних сортимената у одговарајућој старости. На основу података о приносима дрвета и одговарајућих цена дрвних сортимената, израђене су радне табеле вредности дрвета за посматрану врсту дрвета, на различитим бонитетима. Овако добијене вредности су дисконтоване дисконтним стопама (у распону од 2-10%), чиме је добијено више различитих “садашњих вредности”, у зависности од примењене дисконтне стопе. Вредност производње дрвета је рачуната за различито трајање производног циклуса (од 20 до 140 година). Све рачунате величине изражене су по јединици површине (1ha).

За дрвне сортименте који су узети у обзир за рачунање вредности производње дрвета коришћене су цене “на пању” трупаца за резање I класе (5783 динара), трупаца за резање II класе (4728 динара), трупаца за резање III класе (3917 динара), рудничко дрво (4852 динара), просторно дрво (3595 динара), целулозно дрво (2655 динара) и шумски отпад (2.175 динара)¹.

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 ефикасности инвестиционих улагања

¹ 1 EURO = 124,00 динара

(нето садашња вредност² и интерна стопа рентабилности³), у раду су коришћене и статичке методе утврђивања новчано немерљивих трошкова и користи (конкретно, коришћена је метода ординарне лествице са квантитативном обрадом података).

ф) Метод коришћен код одређивања угрожености од шумског пожара

Параметри за процену угрожености шума од пожара су многобројни али се, због лакше примене у пракси, у методи процене угрожености узимају само они за које се сматра да су најбитнији и да највише утичу на угроженост шума од пожара:

- а) вегетација и гориви материјал
- б) природне појаве које утичу на настанак пожара
- ц) антропогени фактор (ризик од човека)
- д) климатске карактеристике
- е) дужина сушног периода
- ф) геолошка подлога и педолошке карактеристике
- г) орографске карактеристике
- х) отвореност шумског комплекса
- и) степен уређености простора за туристичке и излетничке активности
- ј) остале биотехничке мере заштите
- к) историја пожара на посматраном подручју

а) Вегетација и гориви материјал. Вегетација коју представља заступљену врсту дрвећа и гориви материјал у шуми из које произилазе различити типови горивог материјала представља основу на коју директно или индиректно делују

² Нето садашња вредност представља разлику између суме очекиваних новчаних примања од инвестиције и суме новчаних издавања за њено прибављање и кориштење и то у почетном моменту коришћења инвестиције (моменат $n=0$) [20]. Инвестиција се сматра економски оправданом ако њена нето садашња вредност није негативна ($NSV > 0$), тј. ако је однос између суме новчаних примања и суме новчаних издавања дисконтованих на почетни моменат периода коришћења ($n = 0$) већи од 0.

³ Интерна стопа рентабилности се може дефинисати као каматна стопа при којој је сума новчаних примања од инвестиције дисконтованих на одређени обрачунски моменат једнака суми новчаних издавања за прибављање и коришћење инвестиције, дисконтованих на исти обрачунски моменат [20]. Инвестиција је економски оправдана када је интерна стопа рентабилности већа (или бар једнака) од претпостављене калкулативне каматне (дисконтне) стопе ($ISR \geq i$).

сви остали фактори и чине да она у различитом степену буде угрожена од пожара.

Шуме се могу различито класификовати (по врсти дрвећа, начину подизања, старости, намени и сл.), али се најчешће деле на четинарске шуме, листопадне и мешовите шуме. Такође се узимају и посебне форма као што је шикара, шибљак, макија, гариг, деградирана шума, због њихове специфичности у погледу осетљивости на пожар. Културе вештачки подигнутих засада су у оквиру даље поделе вегетације, издвојене као посебна категорије, јер старост утиче на угроженост шума од пожара (са повећањем старости природних шума степен угрожености од пожара се смањује), док је код култура та разлика у границама занемарљивости.

Даља подела природних четинарских, мешовитих и листопадних шума извршена је према захтевима за светлошћу и према старости, мада и друга својства појединих типова шума утичу на њихову угроженост од пожара (садржај смоле, танина, етеричних уља, склоп шуме, приземна вегетација).

б) Природне појаве које утичу на настанак шумских пожара. И ако на природне појаве које могу изазвати шумске пожаре отпада нешто око 1% свих узрочника пожара у шуми, на ову појаву такође треба обратити пажњу. нпр пражњење или удар грома, као и дејство сунчеве топлоте када наиђе на одређени фокус и доведе до паљења најчешће суву траву као гориви материјал.

ц) Антропогени фактор-ризик од човека. Скоро 98 % шумских пожара су посредно или непосредно везани за делалатност човека. Присуство човека у шуми као пастира, туристе, сакупљача плодова, ловца повећава опасност од пожара у шуми. Нарочита угроженост произилази ако су његове активности везане са паљењем ватре: спаљивање стрништа, биљних одпадака и коришћење ватре за било коју намену у шуми. Зато ризик од човека као степен угрожености шума од пожара заузима важно место.

Уколико се шума према ризику од човека може сврстати у више категорија онда се утицај ових фактора на угроженост шума од пожара изражава кроз укупан број поена.

д) Климат и утицај климе на угроженост шума од пожара. Клима има узајамно деловање са свим чиниоцима који утичу на угроженост шума од

пожара. Поред тога што на исушивање горивог материјала утичу бројни параметри климе (температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, падавине, ветар, облачност, сушни период и сл.) у процени угрожености шума од пожара користе се три најзначајнија: средња годишња температура ваздуха, средња годишња количина падавина и средња годишња релативна влажност. Приликом коришћења ових параметара потребно је у процени утицаја климе на угроженост шума од пожара уградити и трајање сушних периода и њихов распоред у току године.

- е) Сушни период и утицај на угроженост шума.** Сушни период и трајање сушног периода је такође важно у оцени степена угрожености шума од пожара. Трајање сушног периода изражено у броју дана је један од најважних елемената који одређују степен опасности од настанка пожара. Да би се сагледала права опасност и угроженост шума од пожара извршена је подела на четири тромесечја, сходно степену опасности јер тај степен угрожености шума није исти у јануару и фебруару, као на пример у јулу и августу када је због велике температуре ваздуха та опасност већа.
- ф) Подлога (матични супстрат и тип земљишта) и њен утицај на угроженост шума од пожара.** Подлога, односно матични супстрат и тип земљишта такође утиче на угроженост шума од пожара. Садржај воде у горивом материјалу (иглице, лишће, грање), као и врста земљишта утичу на стање воде и задржавање воде у приземним и унутрашњим слојевима што утиче на горивост и угроженост горивог материјала у шуми.
- г) Орографске карактеристике.** Преовлађујући утицај имају надморска висина, нагиб и експозиција терена. На теренима са различитом надморском висином, експозицијом и различитим нагибима, различито је трајање и интензитет сунчевих зрака, а самим тим и услови за сушење горивог материјала
- х) Отвореност шумског комплекса** је основ за успешну превенцију избијања шумског пожара. Ту се убраја и уређеност противпожарних просека на којима се врши чишћење и кресање грана, проређивање и редукција горивог материјала.

и) Степен уређености простора за туристичке и излетничке активности
(одређена места на којима је дозвољено паљење ватре / роштиља, потребна упозорења и упутства за посетиоце у циљу превенције настанка пожара итд.

ј) Остале биотехничке мере заштите

к) Историја пожара и њен утицај на угроженост шума од пожара. Историја пожара, односно број пожара у одређеном временском интервалу на одређеном подручју утиче на одређивање степена угрожености шума од пожара. Наиме сам број пожара на посматраном подручју указује који део простора је подложнији настанку пожара и која је већа угроженост шума од пожара. Такође ни гориви материјал није исти на подручјима са честим настанцима пожара јер се на том месту мењају и временски услови који утичу на стање горивог материјала који је подложнији паљењу.

4.1 РАЗВОЈ ГИС-А У ПРЕВЕНЦИЈИ И АДЕКВАТНОМ ГАШЕЊУ ШУМСКИХ ПОЖАРА

На основу истраживања великог броја фактора изграђен је Географски информациони систем (ГИС), који подразумева реализацију следећих активности:

а) Израда тематских лејера. Извршено је креирање тематских лејера 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 је омогућило извршење различитих просторних анализа са базама података.

б) 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, графикона и сл.

Концептуални модел подразумева дефинисање структуре Геодатабазе, односно извршне функције ГИС-а. Конкретизовањем концептуалне шеме кроз дефинисање типова података (просторних ентитета и атрибута), домена и релација добијен је логички модел. Имплементацијом ове структуре у оквиру персоналне Геодатабазе и унос података представља реализацију физичког дата модела базе података

ц) Израда дигиталног модела терена и анализа орографских карактеристика од значаја за брзину и правац ширења пожара

Израђен је Дигитални 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-а. 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.

д) Анализа матичног супстрата и типова земљишта

Геолошке карактеристике имају велики утицај на тип вегетационог покривача. Пожар ће пре настати и брже се развијати на сувим, безводним теренима састављеним од водопропустљивих стена. Само гашење може бити отежано због геоморфолошких особина терена.

Издвојене су зоне са различитим типовима геолошке подлоге: чврсте – кластичне - седиментне стене, не кластичне 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. Извршиће се 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).

е) Анализа социо-демографских карактеристика

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.

ф) Истраживање екосистема

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.

г) Формирање базе података о насељима, објектима и путној мрежи

Приказане су лугарнице, магацински прстори, ловачки домови, радничке бараке, мензе, радионице, резервоари горива – бензиске станице, одмаралишта, музеји, манастирске зграде, куће за одмор, сеоска насеља, далеководи, ПТТ мрежа и друго.

За брзу интервенцију и гашење пожара у шуми у његовој иницијалној фази од одлучујећег је значаја могућност брзог допремања људства на место пожара. Због тога проходност терена којим ће се транспортовати људство представља један од одлучујућих услова за успешну борбу са пожарима.

Израђена је карта постојеће путне мреже на којој су црвеном бојом означени асфалтни путеви, жутом макадамски и пинк меки.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

5.1 АНАЛИЗА ШУМСКИХ ПОЖАРА У ЕВРОПИ

Шумски пожари су кључни елемент у систему Земље и повезују климатске карактеристике, људску активност и тип вегетације [21]. Са 200 – 500 милиона хектара изгореле површине током године, пожари проузрокују штете на већим површинама и уништавају биомасу широм света више него било који други фактори који негативно делују на природне екосистеме [22,23].

У циљу анализе карактеристика шумских пожара, територија Европе је подељена на следеће територијалне целине (Карта 1):

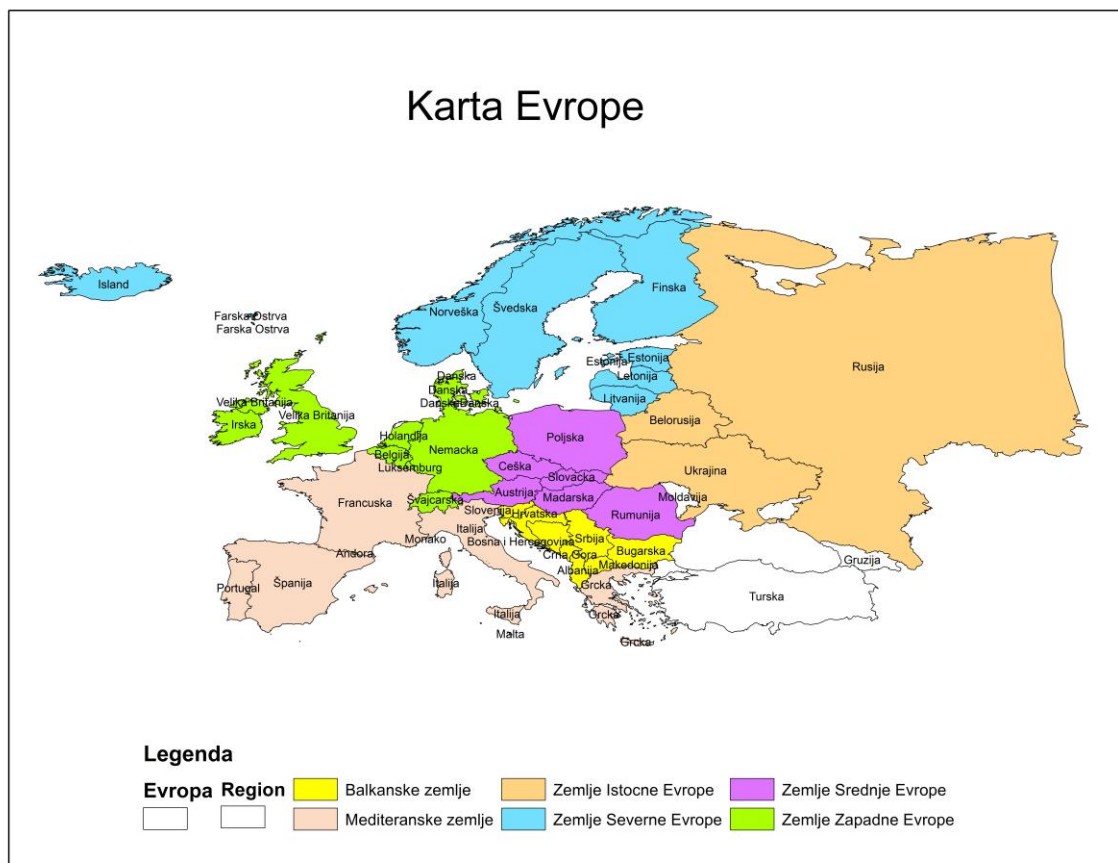
1. Земље Медитерана (Португалија, Шпанија, Француска, Италија и Грчка)
2. Земље Балкана (Македонија, Албанија, Црна Гора, Хрватска, Бугарска, Босна и Херцеговина и Словенија)
3. Земље централне Европе (Румунија, Мађарска, Аустрија, Словачка, Чешка, Пољска)
4. Земље западне Европе (Немачка, Данска, Холандија, Велика Британија, Ирска, Швајцарска)
5. Земље северне Европе (Норвешка, Шведска, Финска, Литванија, Летонија и Естонија)
6. Земље источне Европе (Руска федерација, Украјина и Белорусија)

5.1.1 Земље Медитерана

5.1.1.1 Еколошке карактеристике

Португалија. Површина шума и шумског земљишта, у Португалији износи 3.867.000 хектара што чини 41.5% територије. На 25.6% површине расту четинари, пре свега борови, на 61.4% лишћари, а на 12.7% мешовите шуме [11]. Од врста најзаступљенији су *Pinus maritima* (27%), *Eucaliptus sp.* (23%), *Quercus suber* (23%), *Quercus ilex* (13%), *Pinus pinea* (4%), хрстови (5%), *Castanea sativa* (1%), остали четинари (1%) и остали лишћари (3%) [24].

У Португалији има више климатских подручја с обзиром на утицај географске ширине и надморске висине, као и утицаја антициклона са Азора. Утицај Атлантика се осећа северно, а медитерана јужно од реке Тежо (Тахо). На југу, нарочито у Алентеју налазе се састојине храста плутњака и храста црнике. Јужно од Лисабона, на левој обали реке Тежа налазе се састојине *Pinus pinea*. На југу у провинцији Алгарве, у условима медитеранске климе заступљен је рогач (*Ceratonia siliqua*). Северно од Тежа налазе се састојине приморског бора (*Pinus pinea*) који се простире до 1000 m надморске висине. На северозападу доминира *Quercus robur*, на североистоку *Castanea sativa* или *Quercus toza*. Португалски храст (*Quercus lusitanica*) налази се у провинцијама Беира и Естрамадуре [24].



Извор: Оригинал

Карта 1. Анализирани територијалне целине на подручју Европе

Шпанија. Укупна површина шума и шумског земљишта, у Шпанији, износи 28.214.000 ha. У укупној површини шума четинари учествују са

10.458.000 ha или 37%, лишћари са 13.701.000 хектара или 48.5%, док су мешовите шуме заступљене на 4.080.000 хектара или 14.5% [11].

С обзиром на климатске услове издвајају се холарктичке влажне шуме и суве медитеранске шуме. Дефинишу се три шумска региона [24].

- 1. Северни регион** захвата атлантску обалу Пиринеја. Ово подручје је погодно за плантаже брзорастућих врста, док планински делови се користе као пашњаци. У приморској зони, где је природно станиште кестена, подигнуте су плантаже еукалиптуса и борова (*Pinus radiata* и *Pinus pinaster*).
- 2. Медитерански регион** се налази на крајњем југу (Белеарским и Канарским острвима) и представљена је стаништима на којима доминира *Pinus canariensis*. У шумама су присутни борови *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* и *Pinus laricio*. Од лишћарских врста заступљени су храст плутњак (*Quercus suber*) и црника (*Quercus ilex*). У циљу спречавања ерозије и фиксирања дуна предузета су значајна пошумљавања. У ту сврху је коришћен еукалиптус, канарски бор, *Libocedrus decurrens*, а и топола. У северном делу региона, у подручју са више падавина заступљене су шуме алпског бора и црнике.
- 3. Централни регион.** У овом подручју заступљени су *Pinus sylvestris*, *Pinus laricio*, *Pinus maritima*, *Quercus sissiliflora*, *Quercus pedunculata* и *Quercus toza*. На „правим платоима“ заступљене су шуме *Quercus ilex*, *Quercus lusitanica*, *Quercus suber*, као и чисте састојина бора. *Pinus pinaster*, *Pinus laricio*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*. У овом подручју су заступљене и састојине кестена. На висинама 1000-1800 m заступљене су шуме са *Abies pinsapo* (Sierra de Ronde и Sierra del Pinae). Пошумљавања су вршена са *Quercus ilex*, *Pinus pinea* и *Pinus pinaster*.

Француска. Укупна површина шума и шумског земљишта, у Француској, износи 17.262.000 хектара. У укупној површини шума четинари учествују са 4.471.000 хектара или 25.9%, лишћари са 11.140.000 хектара или 64.5%, док су мешовите шуме заступљене на 1.651.000 хектара или 9.6% [11].

Територија Француске може се поделити на равничарско и брежуљкасто, планинско и високо-планинско подручје.

Равничарско и брежуљкасто подручје Француске подељено је у четири зоне:

- 1. Медитеранско подручје.** Ово подручје карактерише ксерофилна шумска вегетација. На кречњацима карактеристичан је храст-црника (*Quercus ilex*). Услед претеране експлоатације, пожара и испаше на овим стаништима су данас заступљене површине са храстом прнаром (*Quercus coccifera*). Макије настале после пожара замениле су шуме приморског бора и храста плутњака. Обновом шума, на великим површинама су подигнете састојине алпског бора (на кречњачким теренима) и приморског бора (на силикатним теренима).
- 2. Атлантско подручје.** Карактеристика подручја је повећана влажност и мале температурне разлике, што погодује распрострањену храстова. У базену Гороне, заступљен је храст медунац (*Quercus pubescens*). На нешто дубљим и свежијим земљиштима формиране су шуме храста лужњака (*Quercus pedunculata*). На сувим силикатним земљиштима заступљен је *Quercus pyrenaica*. У пределу Landes de Gascogne, на песковитом силикатном земљишту, на око милион хектара заступљене су шуме приморског бора (више од једне трећине је оштећено пожарима за време и после Другог светског рата). На истоку (Grand Causes) атлантског подручја су обешумљене површине настале антропогеним утицајем и пашарењем. У базену Лоаре карактеристичан је храст китњак (*Quercus sesiliflora*), који је више прилагођен ксерофилним условима него лужњак (Tronçais, Blois, Verce, итд.). У Solognei, на песковитом земљишту, влажној зими, сувом лету, пошумљене су велике површине коришћењем борова (*Pinus sylvestris*, *Pinus maritima*, *Pinus laricio*). У Бретањи, налазе се ретке шуме храста китњака и лужњака, али влажна клима погодује појави букве.
- 3. Источна Француска.** У условима континенталне климе, зиме су хладније, а лета топлија и сувља. Долине Роне и Лоаре налазе се под медитеранским утицајем, али је његов утицај све мањи са удаљавањем од Медитерана. На најтоплијим местима налази се неколико састојина храста медунца (*Quercus pubescens*). Доминантне врсте у овим шумама су храст китњак,

граб (знатно северније), храст лужњак (на богатим алувијалним земљиштима) и буква (у условима довољне влаге за њен развој).

4. Париско подручје. У ово подручју, коме треба додати и север Француске, главне врсте у шумама су буква, храст китњак и граб.

У планинском подручју су прворазредни шумски терени, нарочито ако се ради о истоку Француске (Вогезима и Јури). Главне врсте које се јављају у чистим и мешовитим, састојинама су буква и јела. У Вогезима заступљене су састојине белог бора (*Pinus sylvestris*), док је у високим кланцима Јуре заступљена смрча (*Picea exelsa*). У Централном масиву у условима интензивне експлатације шума и пашарења обраслост је знатно мања. Јела се јавља ретко док доминира буква. У мање влажним пределима (Forez, Velay) налазе се простране шуме белог бора (*Pinus sylvestris*), али је вршена и интродукција смрче (у влажнијим зонама). У Пиринејима раширене су буква и јела, док је бели бор понекад заступљен на топлијим експозицијама. У северним пределима због влажне климе налазе се састојине јеле, смрче и букве. У предалпима, због релативно суве климе и интензивне експлатације подручје је прилично обешумљено. Заступљене су ретке шуме лошег стања храста медунца и белог бора. На Корзици се налазе шуме корзичког бора (*Pinus Laricio*).

У подручју високих планина клима је хладна и релативно сува. У северним Алпима смрча се простире до 1000 метара надморске висине. Јела се јавља ретко, док се ариш простире у вишим деловима (где нестаје буква и где је клима за њега довољно сува). У јужним Алпима у условима интензивног обешумљавања ариш осваја напуштене пашњаке. На најсубљим падинама ариш уступа место кривуљу (*Pinus mugo*). Местимично је раширен бели бор. Смрча и јела су местимично заступљене, док букве нема. У Пиринејима обешумљене површине су изнад 1500 метара надморске висине, (јела и буква су потпуно изчезли).

Италија. Површина шума и шумског земљишта, у Италији, износи 11.026.000 хектара. У укупној површини четинари учествују са 1.535.700 хектара, лишћари са 8.350.000 хектара, док су мешовите састојине заступљене на 1.139.400 хектара [11].

Распоред дрвенастих врста може се поделити у следеће зоне: Алпска, долина реке По, северни Апенини, централни Апенини, јужни Апенини и острвске планине (Сицилија и Сардинија) и зона макија.

Алпска зона се дели на предалпску и алпску. Предалпска зона се простире на надморским висинама од 200 до 800 метара. Годишња сума падавина је преко 1000 mm. То је подручје кестена са *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Corylus avellana* итд. На свежијим стаништима заступљена је и буква. На брежуљцима поред кестена долази и багрем, бреза и врло често бели бор. Плоднија земљишта насељава храст лужњак. На кречњачким теренима налазе се шуме *Quercus lanuginosa*, *Carpinus betulus* и *Ostrya carpinifolia*. Алпска зона се простире изнад 800 метара надморске висине. Годишња сума падавина је у интервалу од 1300 до 1500mm (у источним Алпима). Лета су топла и сува, док су зиме хладне. На најсувљим деловима овог подручја заступљен је црни бор, док су буква и јела изоловани на местима где годишње падавине прелазе 1500 mm (у источном делу Алпа где углавном доминира смрча). Заступљен је и ариш.

Долина реке По је пољопривредни регион са шумском вегетацијом у којој доминирају плантаже топола.

У зони Северних Апенина климатске карактеристике зависе од рељефа. У нижим деловима је као у долини Поа. У вишим деловима је топлије него у долини Поа, али су снежне падавине чешће. Годишња сума падавина се креће од 1300-2000 mm. У нижим пределима заступљене су састојине кестена и храстова, док су у вишим распрострањене шуме букве и јеле.

У централним Апенинима утицај мора је интензивнији него у претходној зони. У висинским зонама 400-800 метара налазе се шуме кестена, праћена са *Quercus pubescens*, јавором и јасеном. На влажнијим земљиштима унет је црвени храст (*Quercus rubra*). На вишим надморским висинама заступљене су шуме буква са јавором, планинским кестеном, липом и јасеном.

У зони јужних Апенина и острвским планинама Сицилије и Сардиније лета су знатно топлија, а зиме мање хладније него у предходној зони. Годишње суме падавине се крећу 700-900 mm. У нижим деловима налазе се шуме кестена, док је у пределима 800-1200 m је заступљена буква. На еоценском платоу заступљене су шуме цера (*Quercus cerris*) са *Quercus conferta* и *Quercus pedunculata*. Заступљене

су и састојине *Quercus pubescens*, *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Ulmus campestris* које чине прелаз ка макијама.

Зона Макије захвата велики део Сицилије и Сардиније од нивоа мора па до висине 1000 метара. Лета су сува, са просечном годишњом сумом падавина од 500mm. Клима је аридна, медитеранска.

Грчка. Укупна површина шуског земљишта износи 3.752.000 ha. Четинари су заступљени на 1.594.000 хектара (42,5%), а лишћари на 2.157.000 хектара (57,5%) [11].

Грчка се одликује медитеранском климом (јавља се и алпска медитеранска клима и умерено континентална медитеранска клима) са различитим карактеристикама у различитим регијама.

До висине од 700 m, на Криту, Пелопонезу као и до 400 m у Македонији и Тракији налази се подручје под шумама у којима доминирају *Quercus coccifera* и *Quercus aegilops*. Од четинара заступљене су шуме са *Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*. Гариг и макиа су честе. До висине од 1000 m заступљене су шуме са *Quercus pubescens*, *Quercus conferta*, *Quercus sessiliflora*, *Quercus pendunculata* и *Quercus cerris*. у Тесалији, на овој надморској висини се налази и питоми кестен. Од четинара заступљени су *Pinus laricio*, var. *pallasiana* и var. *austriaca*. У условима доминације влажних ветрова заступљена је буква, а од четинара *Abies cephalonica*, *Pinus sylvestris*, *Pinus leucodermis*, *Abies pectinate* и *Pinus peuce*.

5.1.1.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју Медитерана

У Табели 2 приказан је број шумских пожара у анализираним Медитеранским земљама за период од 1981 до 2015. године. Дистрибуција броја пожара по анализираним петогодишњим периодима приказана је на Графикону 1.

Табела 2. Број шумских пожара у периоду од 1981-2015

Година	Земља					
	Португалија	Шпанија	Француска	Италија	Грчка	Укупно
	Број пожара					
1981	6730	10878	5173	14503	1159	38443
1982	3626	6545	5308	9557	1045	26081
1983	4539	4791	4659	7956	968	22913
1984	7356	7203	5672	8482	1284	29997
1985	8441	12238	6249	18664	1442	47034
1986	5036	7570	4353	9398	1082	27439
1987	7705	8679	3043	11972	1266	32665
1988	6131	9247	2837	13588	1898	33701
1989	21896	20811	6763	9669	1284	60423
1990	10745	12913	5881	14477	1322	45338
1991	14327	13531	3888	11965	858	44569
1992	14954	15955	4002	14641	2582	52134
1993	16101	14254	4769	14412	2406	51942
1994	19983	19263	4618	11588	1763	57215
1995	34116	25827	6563	7378	1438	75322
1996	28626	16771	6401	9093	1508	62399
1997	23497	22320	8005	11612	2273	67707
1998	34676	22446	6289	9540	1842	74793
1999	25477	18237	4960	6932	1486	57092
2000	34109	24118	4603	8595	2581	74006
2001	26533	19547	4309	7134	2535	60058
2002	26488	19929	4097	4601	1141	56256
2003	26195	18616	7023	9697	1452	62983
2004	21870	21396	3775	6428	1748	55217
2005	35697	25492	4698	7951	1544	75382
2006	19929	16354	4608	5634	1417	47942
2007	18722	10936	3364	10639	1983	45644
2008	13832	11655	2781	6486	1481	36235
2009	26119	15643	4800	5422	1063	53047
2010	22026	11721	3900	4884	1052	43583
2011	25221	16414	4500	8181	1653	55929
2012	21176	17503	4105	8252	1559	52595
2013	19291	10626	2223	2936	862	35938
2014	7067	9771	2778	3257	552	23425
2015	15851	11928	4440	5442	510	38171
Укупно	654088	531128	165437	320966	52039	1723618
Просек	18688	15175	4727	9170	1487	49246
1981-1985	30692	41655	27061	59162	5898	164468

Година	Земља					
	Португалија	Шпанија	Француска	Италија	Грчка	Укупно
1986-1990	51513	59220	22877	59104	6852	199566
1991-1995	99481	88830	23840	59984	9047	281182
1996-2000	146385	103892	30258	45772	9690	335997
2001-2005	136783	104980	23902	35811	8420	309896
2006-2010	100628	66309	19453	33065	6996	226451
2011-2015	88606	66242	18046	28068	5136	206058

Извор:[25], Калкулација аутора

На целом подручју (Португалија, Шпанија, Француска, Италија и Грчка) забележено је укупно 1.723.618 пожара. У Португалији је од овог броја заступљено 37.9%, у Шпанији 30.8%, у Италији 18.6%, у Француској 9.6% и Грчкој 3.0%.

Највећи број пожара, у Португалији, забележен је 2005. (5.5%), 1998. (5.3%), 1995. (5.2%) и 2000. (5.2%). У ове четири године укупно је регистровано 138598 пожара или 21.2% од укупног броја. У Шпанији је у ове четири године забележено 97883 пожара или 18.4% укупног броја у анализираном периоду.

У Италији највећи број пожара био је 1985. (5.8%), 1992. (4.6%), 1981. (4.5%), 1990. (4.5%) и 1993. (4.5%). У ових пет година било је укупно 76697 пожара или 23.9% укупног броја у анализираном периоду.

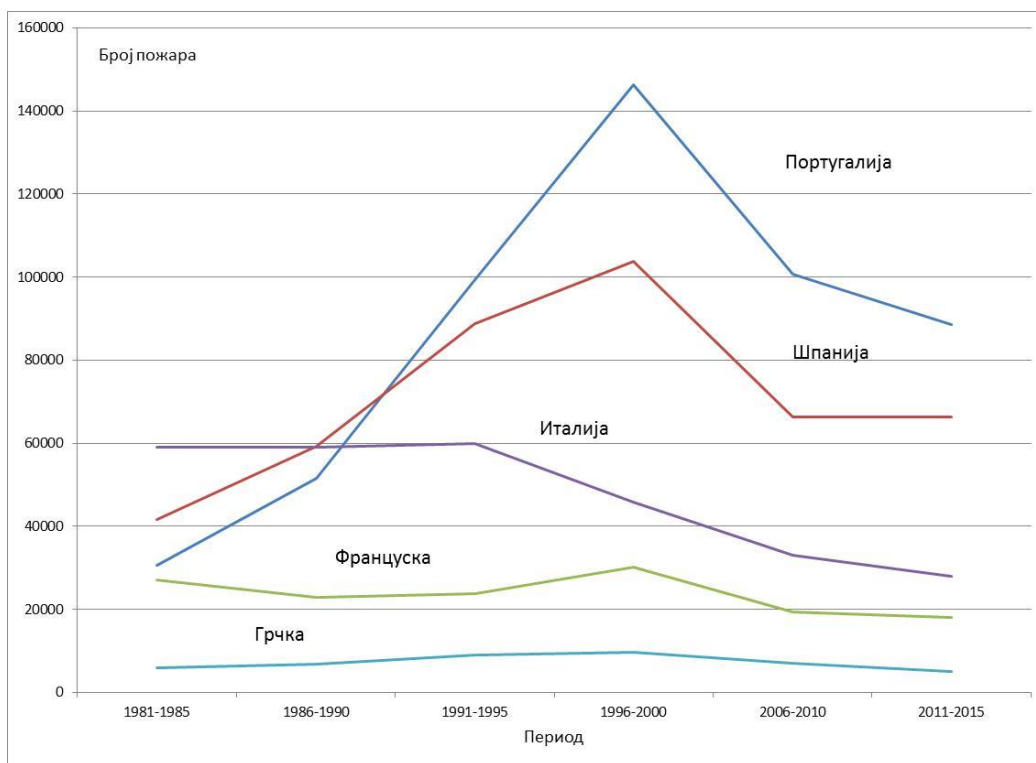
У Француској је у 1997, 2003, 1989 и 1995 години забележено укупно 28354 пожара или 17.1% укупног броја.

У Грчкој највећи број пожара забележен је 1992, 2000, 2001 и 1993, укупно 10104 односно 19.4% од броја пожара у анализираном периоду.

У циљу утврђивања динамике промене броја пожара током 1981-2015. године извршено је њихово груписање по петогодишњим периодима (Графикон 1). У Португалији и Шпанији након пораста броја пожара до периода од 1996 до 2000 региструје се њихов пад. У Италији број пожара има опадајућу тенденцију у периоду после 1991-1995. У Француској се региструје благо смањење броја пожара после периода 1996-2000, док је у Грчкој углавном на константном нивоу током целог анализираног периода (1981-2015).

У Португалији и Шпанији након пораста броја пожара до периода од 1996 до 2000 региструје се њихов пад. У Италији број пожара има опадајућу

тенденцију у периоду после 1991-1995. У Француској се региструје благо смањење броја пожара после периода 1996-2000, док је у Грчкој углавном на констатнтном нивоу током целог анализираниог периода (1981-2015).



Извор: Оригинал

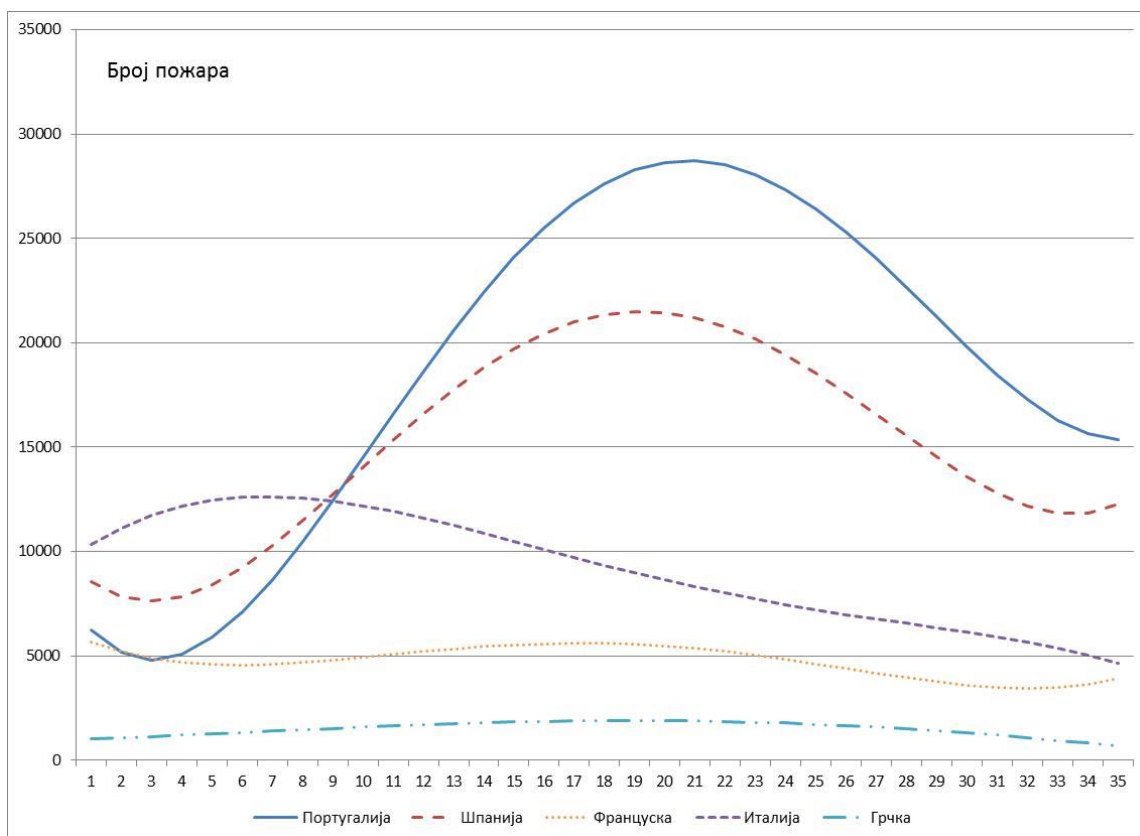
Графикон 1. Дистрибуција броја пожара по анализираним петогодишњим периодима

Једначине корелације о промени броја пожара током анализираниог периода (1980-2015. године) приказане су у Табели 3 и на Графикону 2.

Табела 3. Једначине корелације о промени броја пожара током анализираниог периода (1980-2015. године)

Земља	Једначина корелације	Коефицијент корелације - R	Коефицијент детерминације - R ²
Португалија	$Y=8235.4-2453.3x+498.2x^2-21.774x^3+0.2774x^4$	0.8526	0.7270
Шпанија	$Y=9864-1635.1x+343.25x^2-15.91x^3+0.2141x^4$	0.8214	0.6747
Француска	$Y= 6289.9-695.29x+89.68x^2-3.9123x^3-0,0532x^4$	0.5456	0.2977
Италија	$Y= 9310.9+1133.8x-119.97x^2+3.9928x^3-0.0457x^4$	0.7256	0.5265
Грчка	$Y= 988.91+39.293x+4.3416x^2-0.2545x^3+0,0026x^4$	0.6625	0.4389

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 2. Изравнате вредности броја пожара по годинама
(1-1981.....35-2015)

У Табели 4 приказана је опожарена површина (у хектарима) у анализираним Медитеранским земљама за период од 1981 до 2015. године.

Укупна опожарена површина на целом подручју износи 15.611.385 хектара. У Португалији је од ове површине заступљено 24.1%, у Шпанији 36.3%, у Италији 23.8%, у Грчкој 10.3% и у Француској 5.6%.

Највећа опожарена површина у Португалији забележен је 2003 (11.2%) и 2005 (8.9%). У ове две године укупна опожарена површина износила је 763988 хектара или 20.3% укупних површина страдалих од пожара.

У Шпанији је у три године (1985, 1994. и 1989.) забележена опожарена површина од 1348804 хектара или 23.8% укупних површина у анализираном периоду.

У Италији највећа опожарена површина је забележена 1981. (6.0%), 2007. (5.9%), 1983. (5.5%) и 1993. године (5.3%). У овом периоду изгорело је 874.006 хектара или 22.7% укупне опожарене површине у анализираним периоду.

У Француској највеће опожарене површине забележене су 1989. (8.7%), 2003. (8.45%) и 1990. (8.3%). Укупна изгорела површина у ове три године износила је 221.469 хектара или 25.4% укупних опожарених површина у анализираном периоду (1981-2015).

У Грчкој највеће опожарене површине забележене су 2007 (13.8%) и 2000. (8.9%), односно укупно 370.767 хектара или 22.7% укупних опожарених површина у анализираном периоду.

Табела 4. Опожарена површина (у хектарима) у анализираним Медитеранским земљама за период од 1981-2015.

Година	Земља					
	Португалија	Шпанија	Француска	Италија	Грчка	Укупно
	Број пожара					
1981	89798	298288	27711	229850	81417	727064
1982	39556	152903	55145	130456	27372	405432
1983	47811	108100	53729	212678	19613	441931
1984	52710	165119	27202	75272	33655	353958
1985	146254	484476	57368	190640	105450	984188
1986	89522	264887	51860	86420	24514	517203
1987	76269	146662	14108	120697	46315	404051
1988	22434	137734	6701	186405	110501	463775
1989	126237	426693	75566	95161	42363	766020
1990	137252	203032	72625	195319	38594	646822
1991	182486	260318	10130	99860	13046	565840
1992	57011	105277	16593	105692	71410	355983
1993	49963	89267	16698	203749	54049	413726
1994	77323	437635	24995	136334	57908	734195
1995	169612	143484	18137	48884	27202	407319
1996	88867	59814	11400	57988	25310	243379
1997	30535	98503	21581	111230	52373	314222
1998	158369	133643	19282	155553	92901	559748
1999	70613	82217	15906	71117	8289	248142
2000	159605	188586	24078	114648	145033	631950
2001	111850	93297	20642	76427	18221	320437
2002	124411	107464	30160	40791	6013	308839

Година	Земља					
	Португалија	Шпанија	Француска	Италија	Грчка	Укупно
	Број пожара					
2003	425726	148172	73278	91805	3517	742498
2004	129539	134193	13711	60176	10267	347886
2005	338262	188697	22135	47575	6437	603106
2006	75510	155345	7844	39946	12661	291306
2007	31450	86122	8570	227729	225734	579605
2008	17244	50322	6001	66329	29152	169048
2009	87416	120094	17000	73355	35342	333207
2010	133090	54770	10300	46537	8967	253664
2011	73813	102161	9400	72004	29144	286522
2012	110231	226125	8600	130814	59924	535694
2013	152756	58985	3608	29076	46676	291101
2014	19929	46721	7493	36125	25846	136114
2015	64443	103200	11160	41511	7096	227410
Укупно	3767897	5662306	870717	3708153	1602312	15611385
Средња вредност	107654	161780	24878	105947	45780	446040

Извор: [25], Калкулација аутора

На подручју јужне Европе током летњих месеци изгори неколико стотина хектара шума, жбунастих и травних површина сваке године узрокујући велике економске и еколошке штете, често и већи број људских жртава [26]. Медитеран се у климатским студијама сматра „врућом тачком“ [27] не само због евидентних промена већ и због узрочне повезаности између топлије и суве климе са повећањем ризика од интензивних екстремних врућина [28], као и повећањем ризика од пожара на отвореном [29]. 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 и почетак екстремних епизода у виду великих спаљених површина током целог пожарног периода [30].

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 [31].

Већина пожара настала је због непажње [32]. На подручју Медитерана изазивање пожара је комбинација природних фактора, који укључује вегетацијске карактеристике, топографију, временске услове и климатске промене у дејству са

праксом коришћења пожара као традиционални облик газдовања природним ресурсима (паљење травњака у циљу побољшања квалитета траве и слично) [33, 34, 35, 36, 37].

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 [38, 39, 40].

5.1.2 Земље Балкана

5.1.2.1 Еколошке карактеристике

Македонија - Република Македонија покрива површину од 25.713 km² где шумско земљиште заузима 988.000 ha [11]. На основу специфичних природних и географских карактеристика Македонију карактеришу две климатске зоне: медитеранска и континентална.

У Македонији се разликује неколико зона распрострањености заједница:

- Храстов појас се простире до 1.100 метара надморске висине и заузима 73% укупне шумске површине. У овим подручјима заступљена су климатско-зонална, углавном термофилне храстове и шуме кестена, као и орографско-едафијске и хидролошки условљене шумске и жбунасте заједнице. У западном делу могу се пронаћи најзначајније азоналне фитоценозе (*Aesculus hippocastanum*, *Quercus trojana* итд.).
- Централни део Македоније карактерише вегетација степа са типичним представницима (*Artemisia maritima*, *Astragalus onobrychis*, *Festuca valesiaca*, *Kochia prostrata*, *Koeleria macrantha*, *Morina persica*, *Onobrychis hupargyrea*, *Stipa pennata* итд.).
- Буков појас заузима планинска подручја између 1.100 и 1.700 m (око 22% укупне шумске површине). Разликује се под-планински и планински појас. Подпланински буков појас заступљен је на надморским висинама између 1.100-1.300 m (подручје зонална заједница, под називом *Festuco heterophyllae-Fagetum*), где се могу

пронаћи и рефугијални типови букових шума као и борове шумске заједнице.

- Планински појас се простире између 1.300 и 1.700 m (подручје климатогених колаца . *Calamintho grandiflorae-Fagetum*) и формирано је од различитих типова букових, буково-јелових шума и, у секундарним стаништима, шуме белог бора, јавора и брезе.
- Субалписки појас се налази између 1.700 m и приближно 2.100 m. У овим подручјима шуме су готово уништене, а могу се наћи парцијално шуме смрче, планинског бора и молике.

Албанија – Укупна површина шума и шумског земљишта у Албанији износи 1.040.200 хектара. Од ове површине четинарске шуме су заступљене на 143.900 хектара, лишћарске на 846.500 хектара и мешовите на 44.400 хектара [11]. Површина шума је знатно смањена у прошлости пожарима, претераном експлатацијом током периода концесије, девастацијом за време Другог светског рата и екстензивним пашарењем. Нетакнуте су шуме у неприступачним масивима, на северу и северистоку земље и око Скадра. У шумама лишћара на храст отпада 33%, а букву 15%. На високе шуме отпада око 38%, на шикаре 38% и макије 24%.

Црна Гора – Шуме у Црној Гори покривају 59,5% (826.792 ha), шумско земљиште 9,9% (137.480 ha), што укупно чини 69,4% територије Црне Горе. Националном инвентуром у шумским екосистемима регистровано је 68 врста дрвећа, 57 лишћарских и 11 четинарских врста. Појединачно најзаступљеније врсте су: буква, смрча, борови и јела.

Територија Црне горе је подељена на пет области:

1. Северни регион – У овом региону налазе се највећи комплекси црног бора и мешовитих шума белог бора и смрче.
2. Источни регион –Заступљене су шуме букве и јеле, смрче као и шуме молике.
3. Централни регион – Доминантне су шуме букве, мешовите шуме јеле и букве и шуме смрче.
4. Регион крша – Доминира претежно кречњак. Изразити су ерозиони процеси услед велике количине падавина на овом подручју.

5. Црногорско приморје – Интензивним антропогеним утицајем вегетација овог подручја је измењена тако да углавном доминирају разни деградациони облици у виду макија, шикара и камењара.

Хрватска – Шуме и шумско земљиште покривају 2.481.000 хектара, од чега је 202.800 хектара под четинарима, 2.086.000 је под лишћарима, а 192.200 хектара су мешовите шуме [11].

Хрватска се простире на четири биогеографска региона: Алпски, Континентални, Медитерански и Панонски. У шумским екосистемима је регистровано 260 аутохтоних шумских врста дрвећа, од којих 50 су економски значајни. Климатогена шумска вегетација у медитеранском делу Хрватске карактерише термофилне храстове шуме, затим букове шуме које покривају приморске обронке Динарских планина. Копнени део Хрватске због велике орографске разноликости условљава распрострањење великог броја зоналне вегетације.

Бугарска – Укупна површина шума и шумског земљишта у Бугарској износи 3.651.000 хектара, четинарске шуме су заступљене на 1.124.000 хектара, док су лишћарске заступљене на 2.527.000 хектара [11].

Шуме су прилично неравномерно распоређене. Шумовитост у планинским подручјима је висока и износи 70%, док је у равницама занемарљива. Услед екстензивног газдовања у прошлости високе шуме су заступљене на само 48% површине под шумом. Од четинарских врста доминира бор, док од лишћарских је највише заступљена буква и храст. Најважније врсте у храстова су: *Quercus robur*, *Quercus sessiliflora*, *Quercus pubescens*, *Quercus conferta* и *Quercus cerris*. Велики део храстових шума је девастиран и претворен у изданачке састојине.

Према надморској висини распоред врста је следећи:

1. У долинама и брежуљцима до 750 метара надморске висине заступљени су храст, јасен, јавор, топола, липа, врба, трепетљика;
2. од 750-850 метара надморске висине мешовите састојине букве и храст;
3. од 850-1.250 метара надморске висине доминира буква са нешто храста, граба, јасен и платана;

4. од 1.250-2.000 метара надморске висине заступљена је буква у мешовитим састојинама са бором и смрчком;

Босна и Херцеговина – Шуме и шумска земљишта у Босни и Херцеговини распрострањују се на површини од 2.734.000 хектара [11]. У државном власништву је 81%, а у приватном 19%. Претежно природне шуме разних развојних стадијума заузимају 81,5%, од чега су високе шуме присутне 47,6% и изданачке шуме на 33,9% површине. С обзиром на географски положај и утицај медитеранске, субмедитеранске, умерено континенталне и планинске климе, у саставу шума се појављује низ шумских заједница са преко 100 дрвенастих врста.

Словенија – Шуме и шумско земљиште у Словенији покривају 1.3264.000 хектара, од чега су четинари заступљени на 277.000 хектара, лишћари на 480.000 хектара и мешовите састојине на 507.000 хектара. Подручје Словеније због геолошких карактеристика, климатских услова (утицај Медитерана, Алпа и Панонске низије) и купираниости терена одликује се високим степеном диверзитета.

Већина шума се налази у висинском појасу букве (44%), мешовитим састојинама јеле и букве (15%) и букве и храста (11%). Термофилна станишта са припадајућим врстама заузимају свега око 12% површине под шумом.

5.1.2.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју Балкана

На подручју Балкана број пожара у периоду 1988-2015. године је веома варијабилан.

У овом периоду најмањи број пожара забележен је 1991. и износио је 288 (без података за Црну Гору, Хрватску и Босну и Херцеговину). Највећи број пожара забележен је 2000. године и износио је 27.372 (без података за Црну Гору). У погледу укупног броја пожара најмањи број је регистрован у Црној Гори, а највећи у Бугарској, али треба имати у виду различити период података са којима се располаже по појединим земљама (Табела 5).

Табела 5. Број шумских пожара у анализираном периоду (1988-2015)

Година	Земља							Укупно
	Македонија	Албанија	Црна Гора	Хрватска	Бугарска	Босна и Херцеговина	Словенија	
	Број пожара							
2001-2005	575	1555	162	1358	2214	21096	473	27433
2006-2010	1542	770	324	1113	2990	13904	478	21121
2011-2015	1360	391	319	1206	2499	9015	485	15275
Укупно	3477	2716	805	3677	7703	44015	1436	63829
Средња вредност	232	181	73	245	514	2934	96	4255

Извор:[25], Калкулација аутора

На целом подручју забележено је укупно 106.175 пожара. У Македонији од овог броја заступљено 14.5%, у Албанији 23.1%, У Црној Гори 3.9%, у Хрватској 29.6%, у Бугарској 19.4%, у Босни и Херцеговини 27.2% и у Словенији 1.2%.

Највећи број пожара у Македонији забележен је 2000. (17.3%), 2007. (9.5%), 2008. (8.3%) и 2011. (7.6%). У ове четири године укупно је регистровано 2935 пожара или 42.7% од укупног броја у анализираном периоду. Најмањи број пожара забележен је 1995. године.

У Албанији највећи број пожара био је 2000. (10.6%), 2003. (8.9%), 1997. (8.5%) и 1992. (7.6%). У овом периоду било је укупно 3.080 пожара или 35.5% укупног броја у анализираним периоду. Најмањи број пожара забележен је 2014. године.

У Црној Гори је у 2007, 2012. и 2003. години забележено укупно 495 пожара или 61.5% укупног броја у анализираном периоду.

У Хрватској највећи број пожара забележен је 2000, 2012. и 2003. са укупно 1.807 односно 27.2% укупног броја.

У Бугарској је највећи број пожара забележен је 2000, 2007. и 2012. године са укупно 4.385 односно 30.7% укупног броја.

У Босни и Херцеговини највећи број пожара забележен је 2000, 2003, 2007. и 2012. са укупно 53.238 односно 79.7% укупног броја.

У Словенији највећи број пожара забележен је 2003, 2012, 1998. и 2007. са укупно 683 односно 32.3% укупног броја.

У Табели 6 издвојене су године са највећим бројем пожара на подручју Балканских држава. Издвајају се 2000, 2003, 2007. и 2012. године као период са највећим бројем пожара у анализираном периоду.

Табела 6. Године за највећим бројем пожара

Држава						
Македонија	Албанија	Црна Гора	Хрватска	Бугарска	Босна и Херцеговина	Словенија
Године са највећим бројем пожара						
2000	2000	2007	2000	2000	2000	2003
2007	2003	2012	2012	2007	2003	2012
2008	1997	2003	2003	2012	2007	1998
2011	1992				2012	2007

Извор: [25], Калкулација аутора

У Табели 7 приказана је опожарена површина (у хектарима) у анализираним Балканским земљама за период од 1988 до 2015. године. Укупна опожарена површина на целом подручју износила је 1.243.539 хектара. У Македонији је од ове површине заступљено 14%, а Албанији 23.1%, у Црној Гори 1.5%, у Хрватској 25.3%, у Бугарској 19.4%, у Босни и Херцеговини 15.6% и у Словенији 1.1%.

Највећа опожарена површина у Македонији забележена је 2000 (21.8%), 2007. (18.8%), 2011. (9.9%), 1993. (8.3%) и 2012. (5.8%). У ових пет година укупна опожарена површина износила је 112.345 хектара или 64.6% укупних површина страдалих од пожара. Најмања опожарена површина забележена је 1995.

У Албанији је у четири године (2007, 2012, 2011 и 2008) забележена опожарена површина од 246771 хектара или 86.0% укупних површина у анализираном периоду.

У Црној Гори највећа опожарена површина је забележена је 2012, 2007, и 2011. године. У овом периоду изгорело је 16.566 хектара или 87.3% укупне опожарене површине у анализираним периоду.

У Хрватској највеће опожарене површине забележене су 2000, 1998, 2003, 2012. и 2007. Укупна изгорела површина у ових пет година износила је 172331 хектара или 54.7% укупних опожарених површина у анализираном периоду.

Табела 7. Опожарена површина (у хектарима) за период 1988-2015.

Година	Земља							Укупно
	Македонија	Албанија	Црна Гора	Хрватска	Бугарска	Босна и Херцеговина	Словенија	
	Број пожара							
2001-2005	14214	10256	836	54626	34330	48332	3019	165613
2006-2010	42710	152856	7246	36148	60625	31173	1921	332679
2011-2015	33000	112905	10895	51962	28156	83244	1443	321605
Укупно	89924	276017	18977	142736	123111	162749	6383	819897
Просек	5995	18401	1725	9516	8207	10850	426	54660

Извор: [25], Калкулација аутора

У Бугарској највеће опожарене површине биле су 2000, 2007, 2001, 1993, 1994. и 2012. Укупно је у овом периоду изгорело 169.551 хектар или 70.1% укупних изгорелих површина у анализираном периоду.

У Босни и Херцеговини највеће опожарене површине биле су 2012, 2003, 2000. и 2007. године, са укупно 133.928 хектара или 69.2% изгорелих површина.

У Словенији године са највећом изгорелом површином су биле 2003, 1993, 2006, 1998 и 2012. година. У ових пет година укупно је изгорело 7.539 хектара или 57.3% од изгорелих површина анализираног периода.

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.

5.1.3 Земље централне Европе

5.1.3.1 Еколошке карактеристике

Румунија – Укупна површина шума и шумског земљишта, у Румунији, износи 6.648.000 хектара. Од укупне површине под шумом четинарске су заступљене на 30%, а лишћарске на 70%. Најзаступљенија су шуме букве, 20% су шуме храстова и 21% осталих лишћара [11].

У флористичком погледу Румунија се дели у 11 зона – вегетацијских типова:

1. Алпска зона. У овој зони налазе се мање површине под аришом и лимбом. Горњу шумску границу чини смрча, а делимично је присутна и буква.
2. Шуме смрче. Чисте смрчеве шуме налазе се на великим површинама у северним деловима земље. На планинама лоцираним на југу Румуније смрча је ограничена на више надморске висине. Поред смрче, на мањим површинама јавља се и ариш (ређе лимба).
3. Мешовите шуме смрче, јеле и букве се простире испод шума смрче. У северним деловима земље спуштају се до брежуљкастих подручја, док је на југу ограничен на подручје средње високих планина.
4. Шуме јеле – једнодобне налазе се у зони мешовитих шума смрче, јеле и букве.
5. Чисте букове састојине су веома распрострањене (од малих надморских висина до горње границе вегетације). У мањој мери примешане су и остале врсте лишћара (граб, брест, липа, храст). У овоме типу шума четинари имају секундарну улогу.
6. Шуме букве и храста китњака су типичне за брежуљкасто подручје. Буква се налази у засенченим подручјима, а храст на сунчаним и сувим гредама и брежуљцима.
7. Шуме храста китњака лоциране су на ограниченим стаништима у нижим пределима. Јавља се у чистим и у мешовитим састојинама (углавном лужњаком, цером или медунацем).
8. Шуме храста лужњака, цера и медунаца распрострањене на нижим надморским висинама. Цер и медунац налазе се углавном на југу и западу земље.

9. Силвостепа је зона на истоку, југу и западу земље, а карактерише се високом летњом температуром и просечним падавинама испод 500 m/m. У јужним деловим ове зоне распрострањен је *Quercus pedunculiflora*
10. Степе се налазе у југоисточном делу земље. Падавине испод 400 м/м, са веома високом летњом температуром. Земљиште је чернозем са високим садржајем карбоната и хумуса. Природну вегетацију сачињавају траве и грмље, углавном *Stipa* и *Artemisija* врста. Ово се земљиште користи у пољопривреди, а шуме углавном имају заштитни карактер.
11. Ливадско подручје у Подунављу простиру се у плавном подручју Дунава где је од 700.000 хектара (14%) под шумом. Најзаступљеније су тополе и врбе.

Мађарска – Укупна површина шума и шумског земљишта, у Мађарској, износи 1.948.000 хектара. Од укупне површине четинарске шуме су заступљене на 185.000 хектара, лишћарске на 1.635.000 хектара и 128.000 хектара су мешовите [11].

Високе шуме су заступљене са 56%, а 42% су ниске шуме. Четинари се налазе углавном у деловима земље поред аустријске границе од чега скоро 90% отпада на бели бор (*Pinus sylvestris*).

Аустрија – Укупна површина шума износи 3.351.000 хектара. Шуме четинара заступљене су на 1.987.000 хектара, лишћари на 514.000 хектара. На 853.000 хектара заступљене су мешовите шуме [11].

Шуме Аустрије су груписане у 7 великих региона.

1. Ниске и топле равнице на истоку

а) *Винородни региони доње Аустрије* – Клима је континентална, екстремна температурна амплитуда достиже 22°C, а падавине су ниске (450-500 mm). Шуме покривају 13,5% површине зона. Заступљене су шуме храста и граба.

б) *Бечка равница и северни Бургенланд* – У овој зони под шумом је свега 3% земљишта. Заступљене су шуме црног бора, цера и медунца. На западу, који је влажнији, заступљени су лишћари, а у долинама тополе, врбе и јова.

ц) *Брежуљци Штајерске и централног Бургенланда* – У нижим пределима заступљене су шуме храста, граба и кестена, док у вишим се налазе шуме бора, јеле и букве. Вештачка пошумљавања су вршена бором и смрчом.

2. Регион шума Muhl-a, северно од Дунава (Waldviertel) – На овом подручју заступљене су шуме са јелом, смрчом, брезом и буквом. Учешће бора и букве расте према истоку. На појединим површинама унет је ариш.

3. Алпски Vorland или субалпски теснац – На овој површини шуме учествују са 12-20%. Заступљене су шуме букве, храста, граба, јавора, бреста, трепетљике и врбе. Бор, ариш и смрча вештачки су унете. Поред Дунава налазе се шуме врбе, тополе, јове, јасена, липе, храста и бреста. На брдовитим локалитетима заступљена је јела, смрча и буква.

4. Северозападни Предалпи, Vorarlberg и долина Lech-a – У највишим деловима налазе се шуме бреста у мешовитости са осталим лишћарима. Најбољи услови постоје за јелу и букву, док учешће бора расте према истоку.

5. Североисточни Предалпи и Бечка шума (Wienerwald) – У овом подручју Ариш је аутохтона врста. Најисточнија алпска зона (Бечка шума), покривена је буквом, храстом, китњаком, медунцем, грабом итд. У западној зони налазе се мешовите састојине букве и јеле. Јужно од Беча налазе се састојине црног бора. У осталом делу Предалпа заступљене су састојине ариша, бора и мешане састојине букве, јеле и смрче.

6. Источни Предалпи или Предалпи Штајерске – У овој зони заступљене су састојине ариша и мешовите састојине букве и јеле.

7. Централни Алпи, Штајерска, Корушка и Тирол – У овој зони доминира ариш, често помешан са смрчом, а у вишим пределима са лимбом.

Словачка – Укупна површина под шумом у Словачкој износи 1.931.600 ha. Четинарске шуме заступљене су на 600.000 ha, лишћарске на 957.500 ha и мешовите на 374.100 ha [11].

У планинским пределима, у шумама обично доминирају густо, једнодобне састојине четинара [41].

Чешка – Укупна површина под шумом и шумским земљиштем, у Чешкој, износи 2.647.000 ha. Четинарске шуме су заступљене на 1.879.000 хектара, лишћарске на 392.000 ha, а мешовите на 376.000 ha [11].

Пољска – Укупна површина под шумом и шумским земљиштем, у Пољској, износи 9.200.000 ha. Четинари су заступљени на 6.009.000 ha, лишћари

на 1.697.000 ha и мешовите на 1.353.000 ha [11]. Код четинарских врста доминирају монокултуре белог бора, посебно на сиромашним земљиштима [42].

5.1.3.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју централне Европе

Број шумских пожара највећи је у Пољској док је најмањи у Словачкој (Табела 8.). Највећа опожарена површина је такође у Пољској, а најмања у Аустрији (Табела 9.).

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. Суша се као природни феномен посматра као дејство метеоролошких, хидролошких, пољопривредних, економских и других услова или аналитички што омогућава процену интензитета, трајања, учесталости суше које изазивају последице по животну средину [43].

Табела 8. Број шумских пожара на подручју централне Европе

Година	Земља						
	Румунија	Мађарска	Аустрија	Словачка	Чешка	Пољска	Укупно
	Број пожара						
2001-2005	1085	1430	954	2193	4333	50723	60718
2006-2010	934	1919	2272	1356	1812	42775	49753
2011-2015	1700	7550	1739	1448	1448	39822	52259
Укупно	3719	10899	4965	4997	7593	133320	162730
Средња вредност	248	727	451	333	506	8888	10849

Извор: [25], Калкулација аутора

Табела 9. Опожарена површина (у хектарима) на подручју централне Европе

Година	Земља						
	Румунија	Мађарска	Аустрија	Словачка	Чешка	Пољска	Укупно
	Опожарена површина (ха)						
2001-2005	5585	5850	71	3148	2211	39722	2016

2006-2010	5028	15006	210	1779	1065	18051	2060
2011-2015	11128	33172	772	2901	2928	19402	1328
Укупно	21741	54028	1053	7828	6204	77175	5404
Просек	1449	3602	96	522	414	5145	360

Извор: [25], Калкулација аутора

У Румунији суша утиче на 48% површине. У изузетно сушним годинама просечан принос износи 30 до 60% од потенцијала станишта. За период од 1901 до 2010. године повећање температуре ваздуха је било 0.5°C, док су падавине посебно на југу, југоистоку и истоку земље биле у дефициту. То је захтевало и израду посебне стратегије за борбу против суше, где и борба против шумских пожара заузима значајно место [43].

Шумски пожари у Аустрији не играју главну улогу у поређењу са оштећењима у шумским екосистемима који настају под утицајем других природних поремећаја (нпр. олује, поткорњаци и друго) [44]. Очекује се да са климатским променама, друштвено-економских промена као и тренду пружања екосистемских услуга значај шумских пожара ће бити све већи [45,46,47]. Како су последице шумских пожара на ове промене непознате повезани су са метеоролошким условима [28]. Констатован је стални раст средњих температура ваздуха, као и пад количине падавина (Central Institute of Meteorology and Geodynamics Vienna, 2015) [44]. На основу 2700 пожара у периоду од 1993 до 2014. године постављен је WebGis портал у циљу прикупљања података о јављању, узроцима, карактеристикама и доступности [44].

У Словачкој, шумски пожари се дешавају спорадично и углавном су узроковани намерним или ненамерним паљењем од стране становништва или посетилаца у шумама. Њихова појава је уско везана са сушом која у Словачкој настаје одмах након отапања снега. Паљењем травњака пожар се шири на оближње шуме. Очекује се да појава екстремних временских догађаја везана за климатске промене буде учесталија и самим тим број пожара и штете веће. Тренутно постоји реална претпоставка повећања инциденције и озбиљности ових пожара. Ово је последица појаве честих екстремних временских догађаја као једне од манифестација тренутних климатских промена. Систем за рано откривање који се развија, базира се на квантификацији параметара шумског горива [48].

У Чешкој законодавство у области контроле шумских пожара има за циљ да минимизира ризик од пожара изазваних људским активностима. Анализа статистичких података о шумским пожарима показује дугорочни опадајући тренд броја шумских пожара. Број становника у руралним подручјима није главни узрок настанка шумских пожара [49].

Основне карактеристике у заштити шума од пожара у Чешкој су:

- 1) Законодавство о спречавању, гашењу и санацији оштећења екосистема добро је развијено;
- 2) Техничка опрема и организациона структура контроле ватре је врло ефикасна;
- 3) Ваздушна контрола ватре је на високом нову у време високог ризика од пожара;
- 4) Ватрогасци су опремљени најсавременијом опремом;
- 5) Технологије шумских операција у отклањању дрвног отпада је унапређена чиме се смањује ризик од пожара;
- 6) Едукација која има за циљ подизање јавне свести усмерена је на превенцији шумских пожара.

У Пољској главни фактори који утичу на настанак пожара су температуре ваздуха и падавине који директно утичу на влажност горива и његову осетљивост за паљење. Климатске промене услед глобалног загревања постају све више значајне и укључују климатске варијације и осцилације [50].

Анализа дугорочних временских серија указује на тренд повећања температуре ваздуха и тренд опадања количине падавина, нарочито у периоду после 1982. године. Ова појава је утицала на повећање броја пожара и опожарене површине. Недостатак влаге настао током сушних летњих месеци није се могао надокнадити током топлих зима из снежног покривача што узрокује повећање опасности од шумских пожара у Пољској [50,51].

Основни проблем код шумских пожара у Мађарској је појава инванзивних врста које угрожавају природна станишта уништавајући аутохтоне врсте. Као инванзивне врсте дефинисани су багрем (не клон багрема) и кисело дрво, као и млечика која се агресивно шири на пожариштима.

5.1.4 Земље средње Европе

5.1.4.1 Еколошке карактеристике

Немачка – Укупна површина шума и шумског земљишта, у Немачкој, износи 11.076.000 хектара. Немачка је једна од најшумовитијих држава у Европи и покрива трећину укупне територије државе. Четинарске шуме заступљене су на 6.530.000 хектара док су лишћари заступљени на 4.546.000 хектара [11]. Шуме букве заузимају око 74%, док су шуме храста заступљене на око 18% површине. Четинари су заступљени са 60%, док су лишћари заступљени са 40%.

Данска – површине под шумом и другим шумовитим површинама износи 636.000 хектара [11]. Од тога шуме четинара су заступљене на 314.000 хектара, лишћари су присутни на 186.000 хектара, док 136.000 хектара представљају остале шумовите површине. Шуме су неравномерно заступљене. Највеће површине су дуж високог гребена Jutland, као и на северном Zealand и на Bornholm. Велике површине су присутне у близини великих градова.

Од четинарских врста најзаступљенија је смрча (19%). Четинари се користе на пешчаним теренима и у подручју дина. Храст и буква су аутохтоне врсте док су четинари сађени у последњих 200-300 година. Преовлађују оморика, ситка и дуглазија.

Холандија – Површина под шумом и шумским земљиштем, у Холандији, износи 365.000 хектара. Четинари су заступљени на 112.000 хектара, лишћари на 76.000 хектара, док су мешовите састојине заступљене на 177.000 хектара [11]. Засади ван шума – поред путева, река и канала износи 48.000 km. На високе шуме отпада 89%, ниске шуме 9%, док 2% отпада на ливадске шикаре.

Од четинарских врста најзаступљенија је дуглазија, јапански ариш и корзикански бор. На обали и острвима сади се бели и црни бор у циљу везивања дина. Од лишћара најважнији је храст као и букове шуме али је заступљена и топола. Мешовите састојине су углавном састављене од јасена, јавора и храста. У зони пустара присутна је претежно бреза. Код формирања мешовитих састојина употребљава се и јапански ариш и црвени храст.

Белгија – Укупна површина шума и шумског земљишта износи 698.000 хектара. Четинарске шуме су заступљене на 296.000 хектара, лишћарске на 368.000 хектара, док су мешовите заступљене на 34.000 хектара.

Издвојено је пет великих природних региона:

- 1. Јурски регион** има средњу надморску висину од 300 m. Карактерише се благом климом (средња температура ваздуха 8-9°C и падавина 800-1.000 mm). На овом подручју доминирају шуме китњака и лужњака, јасена и јавора, а присутна је и буква. Четинари су вештачки унети и то бели бор на песковитом и смрча на глинастом земљишту.
- 2. Арденски регион** има средњу надморску висину од 400 m. Клима је оштра, хладна и влажна средња температура ваздуха се креће од 6-8.6°C и падавине 1.000-1.350 mm. Ово је подручје шума букве и китњака. На већим површинама унете су смрча и бели бор, али и дуглазија, јела и ситка.
- 3. Зона шкриљаца и кречњака** налази се северно од Ардена и јужно од Самбре и Мезе, Namur и Liegea. Земљиште је таласасто, али доста униформно. Падавине се крећу између 750 и 1.000 mm. Аутохтоне шуме лишћара су мало заступљене. Преовлађују вештачки подигнуте састојине белог бора, црног бора и смрче.
- 4. Равница са иловастим и песковитим тлом** налази се у централном делу. Надморска висина је од 20 до 200 m. Клима је блага и врло погодна за шумску вегетацију (средња температура ваздуха је 9°C и падавине од око 720 mm). Шуме су састављене од храста, јасена и црне и беле тополе. Високе шуме лишћара, углавном букве, налазе се само у неколико масива (нпр. шума Soignes, Neverlee-Meerdel). На песковитим земљиштима заступљен је бели бор као и корзикански бор. У долинама реке заступљене су плантаже топола.
- 5. Кампине** је пространа песковита равница које се од Escuata пружа све до границе Холандије и Немачке. Просечна годишња температура износи 9.3°C, а просечне падавине су око 700 mm. Све шуме у овом региону су вештачке при чему доминира бели бор.

Велика Британија – Површина шума и шумског земљишта у Великој Британији износи 2.865.000 хектара. Четинарске шуме су заступљене на 1.555.000

хектара, шуме у којима доминирају лишћари на 1.100.000 хектара, док су мешовите заступљене на 210.000 хектара [11].

Доминантна врста у Великој Британији је храст, који је на сиромашним кречњачким земљиштима замењен буквом (посебно на југоистоку и централном деу земље). Поред храста и букве на северу и западу земље заступљен је и јасен. Заступљени су и јавор и брест, као и бреза. Од четинарских врста углавном је заступљен бели бор (на најсувљим стаништима у Шкодској). На југу је унет *Pinus laricio*, на подручју Highland-а унет је Европски ариш, док су за пошумљавање тресетишта коришћена ситка (*Picea sitkaensis*). На истоку су унете дуглазија и јапански ариш.

Ирска – Укупна површина шума и шумског земљишта у Ирској износи 669.000 хектара. Шуме у којима доминирају четинари заступљене су на 561.000 хектара, у којима доминирају лишћари на 96.300 хектара, док су мешовите заступљене на 11.400 хектара [11].

Шуме су заступљене на сиромашним земљиштима која нису погодна за пољопривредну производњу. У подигнутим плантажама доминирају *Picea excels*, *Picea sitchensis*, *Larix europaea*, *Larix leptolepis*, *Pinus sylvestris*, *Pinus murrayana*. Од лишћара најзаступљенији су храст, јасен и буква.

Швајцарска – Укупна површина шума и шумског земљишта у Швајцарској износи 1.186.000 хектара. Четинари су заступљени на 502.000 хектара, лишћари на 235.000 хектара и мешовите састојине на 448.000 хектара.

5.1.4.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју средње Европе

Број шумских пожара највећи је у Немачкој док је најмањи у Данској – без пожара (Табела 10). Највећа опожарена површина је у Великој Британији, а најмања у Данској – без пожара, и Холандији (Табела 11).

Табела 10. Број шумских пожара у земљама средње Европе

Година	Земља							Укупно
	Немачка	Данска	Холандија	Белгија	В.Британија	Ирска	Швајцарска	
	Број пожара							
2001-2005	4746	0	0	0	0	0	648	4746
2006-2010	4070	0	0	0	0	0	385	4070
2011-2015	3604	0	3	5	59	53	460	3604
Укупно	12420	0	3	5	59	53	1493	12420
Просечно	828	0	0	0	4	4	100	828

Извор: [25], Калкулација аутора

Табела 11. Опожарена површина (у хектарима) у земљама средње Европе

Година	Земља							Укупно
	Немачка	Данска	Холандија	Белгија	В.Британија	Ирска	Швајцарска	
	Број пожара							
2001-2005	2016	0	0	0	0	0	1487	2016
2006-2010	2060	0	0	0	0	0	584	2060
2011-2015	1328	0	566	2289	32349	31830	375	1328
Укупно	5404	0	566	2289	32349	31830	2446	5404
Ср. вредност	360	0	51	153	2157	2122	163	360

Извор: [25], Калкулација аутора

У Немачкој је до пре неколико година спаљивање биљних остатака у шуми је било дозвољено, што је имало за последицу ширење пожара на шуме. Обнова травњака и пашњака коришћењем пожара се појављује у Baden-Warttemberg [52]. Светска баштина UNESCO-а у долини Средње Рајне такође се третира контролисаним спаљивањем [53]. 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.

У Данској нису регистровани пожари на отвореном.

Највећи део површина у Холандији је у власништву државе [54], а 40% је под полуприродном вегетацијом на топлим стаништима. Главни циљ је очување одређених биљних врста као што је *Arnica montana* и појединих врста инсеката. 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 Шкотској се спаљује слама на њивама, пракса која је престала са коришћењем у Енглеској и Велсу. Са ових површина под утицајем ветра, ватра се шири и на шумске површине. Контролисано спаљивање коришћено је и код заустављања болести папака код јелена, као и уништавање боровнице за припрему станишта за тетреба. Поступак контролисаног коришћења пожара развио се на основу америчког и аустралијског метода [55].

5.1.5 Земље северне Европе

5.1.5.1 Еколошке карактеристике

Норвешка – Укупна површина шума и шумског земљишта у Норвешкој износи 12.000.000 хектара. Четинари су заступљени на 5.372.000 хектара, лишћари на 4.497.000 хектара и мешовите шуме на 2.131.000 хектара [11].

Најраспрострањеније врсте дрвећа су смрча, бели бор и бреза. Издвојене су три зоне вегетације као последица географске ширине, висине и удаљености од мора.

Виши региони су покривени маховином и лишајевима. Од раштрканог дрвећа заступљене су бреза, врба и клека. *Dryas octopetala* је карактеристична врста ове зоне. На нижим надморским висинама (испод ове зоне) заступљена у

проређеним састојинама бреза, јова, трепетљика, јаребика. Знатно ниже распоређени су четинари од којих је најважнији бели бор и смрча. На западној обали смрча и бели бор се налазе у мешовитим састојинама са лужњаком, липом, јавором и лескарима.

Шведска – Укупна површина шума и шумског земљишта у Шведској износи 30.919.000 хектара. Четинари су заступљени на 23.175.000 хектара, лишћари на 2.200.000 хектара и мешовите шуме на 5.554.000 хектара [11].

Климатски услови омогућавају шумску вегетацију да се налази на целој територији. Вегетациони период на југу има 240, а на северу 130 дана. У подручју са кратким вегетационим периодима расту дрвенасте врсте у виду жбуња.

Разликују се четири шумске зоне:

- 1. Зона бреза.** Ова зона није укључена у укупну површину шума. Земљиште је углавном голо, са грмоликим брезама, без економске вредности. Ову зону, која се налази у планинском северозападу, користе Лапонци као пашњаке.
- 2. Шуме четинара** су заступљене до 60° северне ширине. Најзаступљеније врсте су смрча и бели бор које најчешће расту у мешовитим састојинама. Бор насељава сувља и сиромашнија земљишта, а смрча богатија, влажнија и на већим висинама. Бреза (*Betula verrucosa* и *Betula pubescens*) је свуда заступљена.
- 3. Шуме четинара на југу** састављене су од мешовитих шума бора и смрче, у којима има око 10% брезе и 4% осталих лишћара. На појединим подручјима заступљен је и храст лужњак. На богатијим земљиштима јавља се и буква (у прелазној зони ка лишћарима).
- 4. Зона букве** чине природне мешовите састојине храста лужњака, храста китњака, букве, јасена и јавора. Пошумљавања у овој зони вршена је углавном смрчом.

Финска – Укупна површина шума и шумског земљишта у Финској износи 23.311.000 хектара. Четинари су заступљени на 1.851.000 хектара, лишћари на 1.612.000 хектара и мешовите шуме на 3.186.000 хектара [11].

Шумске површине на северу земље се не користе због малог прираста и лоших приступних саобраћајница. Ове површине представљају заштићена подручја.

На шуме највећи утицај имају климатске карактеристике Финске. На југу, на обали Балтика, заступљене су шуме лишћара са храстом, јасеном и јавором. На највећем делу земље простиру се шуме од *Pinus sylvestris* у којима се *Betula verrucosa*, *Betula pubescens* јављају као пионирске врсте.

На пожариштима насељавају се *Alnus incana* и *Populus tremula*, док на северу земље шуме уступају место тундри (на северу се све више простире бреза која на крајњој зони распрострањава шума формира жбунасте формације). Бели бор (*Pinus sylvestris*) се простире до језера, а смрча до 68° северне ширине. Јавор, храст и јасен се простире до 62°, липа до 63.5° али као врста која се размножава семеном.

У Финској, у циљу производње катрана шумске површине су паљене све до половине XIX века. На овим површинама су (тада) сејани јечам и раж. Последица је да су шуме у јужном делу Финске релативно младе (започеле су свој развој у току друге половине XIX века). Смрча је населила борове састојине као доња етажа. Шуме у северним деловима су знатно старије, али су и мање приступачне.

Литванија – Укупна површина шума и шумског земљишта у Литванији износи 2.045.000 хектара. Четинари су заступљени на 1.851.000 хектара, лишћари на 1.612.000 хектара и мешовите шуме на 3.186.000 хектара [11].

Смрча је заступљена на 42% површине, док су тврди лишћари заступљени на 4-5%. У државним шумама шуме лишћара су на 67%, док су четинари на 33%. У приватним шумама 52% су четинари, а на 48% лишћари.

Летонија – Укупна површина шума и шумског земљишта у Летонији износи 3.149.700 хектара. Четинари су заступљени на 1.389.600 хектара, лишћари на 1.308.300 хектара и мешовите шуме на 451.800 хектара [11].

Бор је заступљен на 28.9%, а јела на 17% укупне површине под шумом. Од лишћара најзаступљенија је бреза (27.9%), јавор (7.7%), црна и бела јова (5.1% и 9.8%), јасен (0.8%) и храст (0.7%).

Естонија – Укупна површина шума и шумског земљишта у Естонији износи 2.358.000 хектара. Четинари су заступљени на 828.000 хектара, лишћари на 922.000 хектара и мешовите шуме на 598.000 хектара [11].

Од врста белог бора (*Pinus sylvestris*) је заступљен на 38%, смрча (*Picea abies*) на 24%, бреза (*Betula pendula* и *Betula pubescens*) на 30, односно 27%, трепетљика (*Populus tremula*) на 1.6% и јова (*Alnus incana*) на 4.1% укупне површине.

5.1.5.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју северне Европе

Број шумских пожара највећи је у Шведској док је најмањи у Естонији (Табела 12). Највећа опожарена површина је у Шведској, а најмања у Литванији (Табела 13).

Табела 12. Број шумских пожара

Година	Земља						
	Норвешка	Шведска	Финска	Литванија	Летонија	Естонија	Укупно
	Број пожара						
2001-2005	769	29131	6987	3537	3904	712	55055
2006-2010	612	21075	8360	2672	4193	462	47414
2011-2015	277	17699	5489	748	2346	202	36826
Укупно	1658	67905	20836	6957	10443	1376	139295
Ср. вредност	111	4527	1894	464	696	92	9286

Извор: [25], Калкулација аутора

Табела 13. Опожарена површина (у хектарима)

Година	Земља						
	Норвешка	Шведска	Финска	Литванија	Летонија	Естонија	Укупно
	Број пожара						
2001-2005	2521	11327	2296	1599	3698	2817	34273
2006-2010	9229	14990	4119	1636	4761	4752	49527
2011-2015	1141	18196	2151	571	1628	262	34014
Укупно	12891	44513	8566	3806	10087	7831	117814
Ср. вредност	859	2968	779	254	672	522	7854

Извор: [25], Калкулација аутора

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. Птица *Oendrocopus leucotos* је на ивици изумирања и ограничена је на старије листопадне састојине, док је у прошлости била честа у целој земљи. Према шведским сертификационим критеријумима у оквиру Савета за управљање шумама потребно је спалити 5% годишње површине под шумама за регенерацију.

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 спречавања, превенције и смањења 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. Евидентан је неостатак против пожарне опреме јер гашење тресетишта захтева велику количину воде. Практично ови пожари се најчешће гасе природно после обилних падавина.

5.1.6 Земље Источне Европе

5.1.6.1 Еколошке карактеристике

Руска федерација – Укупна површина шума и шумског земљишта у Руској федерацији износи 882.975.200 хектара. Четинари су заступљени на 442.867.000 хектара, лишћари на 213.647.000 хектара и мешовите шуме на 226.461.000 хектара [11].

Украјина – Укупна површина шума и шумског земљишта у Украјини износи 9.616.000 хектара. Четинари су заступљени на 3.554.000 хектара, лишћари на 5.009.000 хектара и мешовите шуме на 1.053.000 хектара [11].

Доминантна врста је бели бор (*Pinus sylvestris*) и заузима 33% укупне површине. Средњедобне монокултуре белог бора представљају велики ризик од избијања шумских пожара [56]. Од осталих врста заступљена је смрча (*Picea abies*) на 7.5%, углавном на Карпатима [57].

Белорусија – Укупна површина шума и шумског земљишта у Белорусији износи 8.935.300 хектара. Четинари су заступљени на 4.325.600 хектара, лишћари на 3.836.600 хектара и мешовите шуме на 772.9000 хектара [11].

Доминантне врсте су *Pinus sylvestris* (56%) и *Picea abies* (11%). Бресе (*Betula spp.*) су заступљене у већим групама у зони лишћарских врста са 18% [58].

5.1.6.1.1 Број пожара и опожарене површине на подручју источне Европе

Број шумских пожара (Табела 14) као и опожарена површина (Табела 15) је највећа у Руској федерацији, док су најмањи у Белорусији.

Табела 14. Број шумских пожара за анализирани период 1991-2015.

Година	Држава			Укупно
	Руска федерација	Украјина	Белорусија	
	Број пожара			
1991-1995	77389	26700	14750	118839
1996-2000	93229	12400	5800	111429
2001-2005	82978	9200	3120	95298
2006-2010	118341	7020	1520	126881
2011-2015	79436	4800	1200	85436
Укупно	451373	60120	26390	419044
Средња вредност	90275	12024	5278	

Извор: [25], Калкулација аутора

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 која паљењем услед климатских промена, доводе до процеса уништења тресетне подлоге и неповратно нестајање ових станишта. 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.

Табела 15. Опожарена површина (у хектарима) за анализирани период 1991-2015.

Година	Држава			Укупно
	Руска федерација	Украјина	Белорусија	
	Опожарена површина (ha)			
1991-1995	3544715	36100	27550	3608365
1996-2000	7900969	31000	23240	7955209
2001-2005	7206941	34500	25300	7266741
2006-2010	8702110	27900	14940	8744950
2011-2015	11324103	21000	9800	11354903
Укупно	38678838	150500	100830	38930168
Средња вредност	7735768	30100	20166	

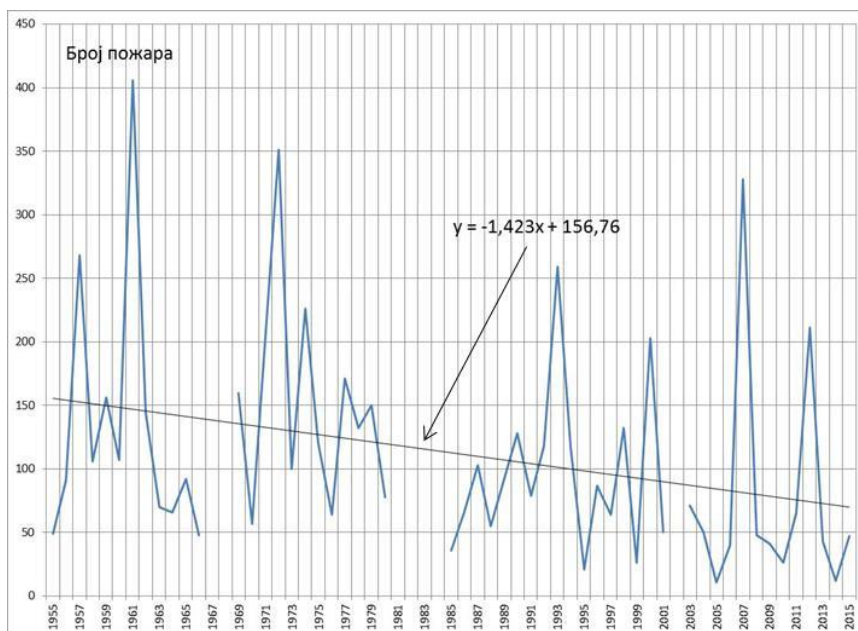
Извор: [25], Калкулација аутора

Што се тиче пожара у Украјни 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.

5.2. АНАЛИЗА ШУМСКИХ ПОЖАРА У СРБИЈИ

5.2.1 Број пожара и опожарена површина на подручју Србије

Законитости појаве пожара и величина опожарене површине може се утврдити на основу објективне и ажуриране статистике [16]. За подручје Србије, међутим, статистички подаци нису увек на одговарајућем нивоу, нарочито када се има у виду период после 2. Светског рата. За временски период од 1945. до 1955. постоје само подаци за подручје Србије без Аутономних покрајина. За касније периоде недостају подаци за 1967. и 1968. годину, или њихов приказ није дат по јединственој методологији (приказу). Велики део недостајућих података за период 1967-1975, комплетиран је на основу података „Шумски пожари у Југославији“, који су добијени коришћењем података Савезног секретаријата за унутрашње послове и „извештаја стручних служби републичких и покрајинских секретаријата за пољопривреду, прехранбену индустрију, шумарство, водопривреду, односно привреду, где такође нису увек били комплетни подаци“ [16]. Посебан проблем представља одсуство података за подручје Косова и Метохије у периоду од 1999. до 2015. године (Графикон 3).



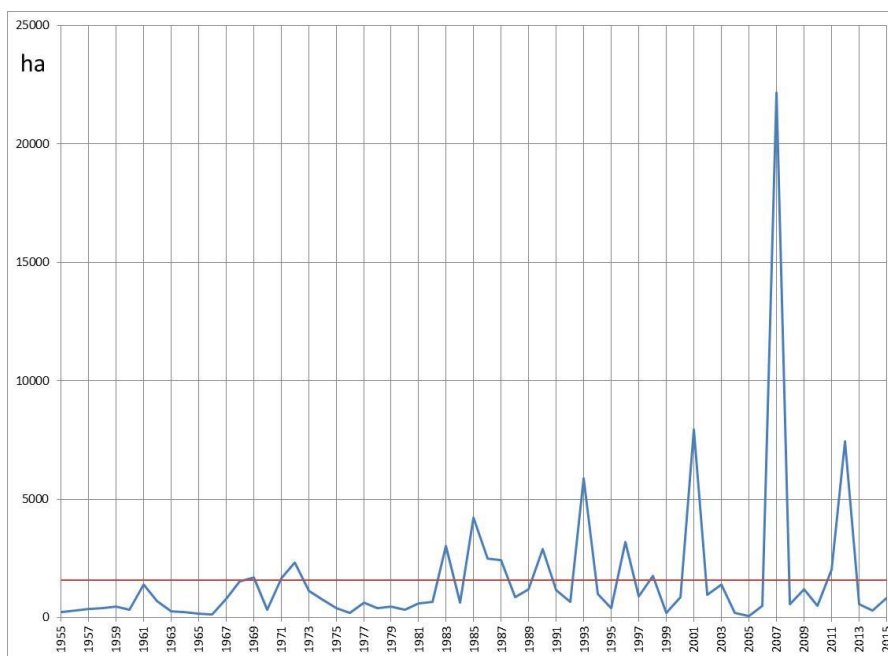
Извор: Оригинал

Графикон 3. Број пожара у анализираном периоду (1955-2015)

У табели 16 дати су подаци о броју пожара, као и укупној и просечној опожареној површини за период од 1955. до 2015. године. У Републици Србији у овом периоду избило је укупно 6043 пожара од чега је 4357 регистровано на подручју централне Србије, 857 на подручју Војводине и 784 на подручју Косова и Метохије⁴.

Укупна опожарена површина за овај период износи 96239 ха. У централној Србији опожарена површина је износила 76576 хектара, на Косову 7263, а на подручју Војводине 14392 хектара (Графикон 4). Просечна опожарена површина за Србију износи 17.2 ха, за централну Србију износи 19.0 ха, за подручје Косова 6,2 ха и за Војводину 18,0 ха (Графикон 5).

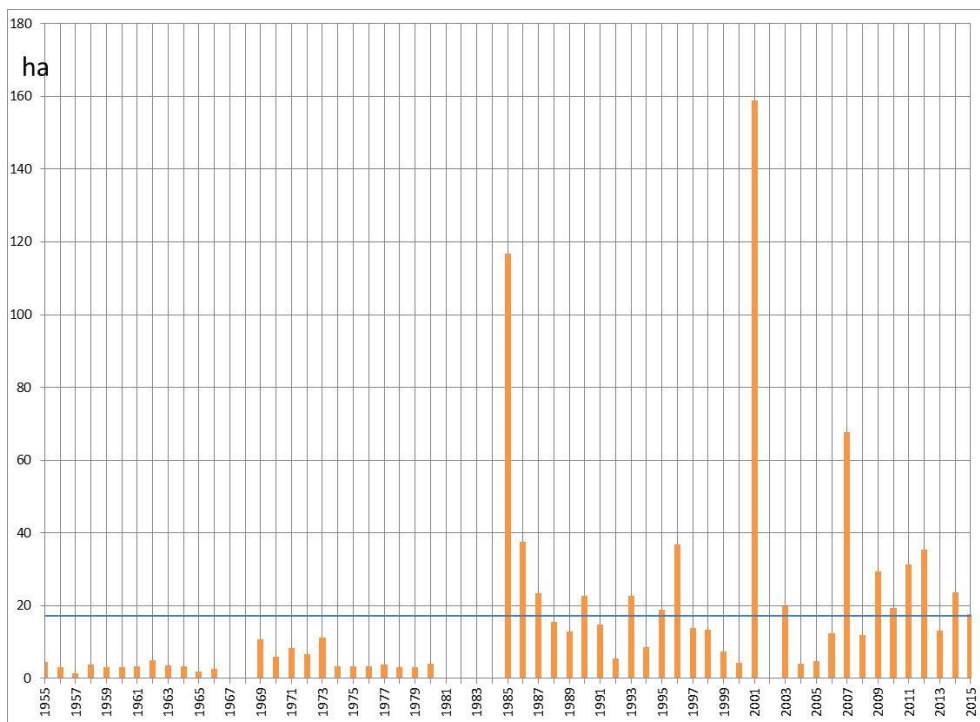
Укупан број пожара по десетогодишњим периодима приказан је у Табели 17 и на Графикону 6. Највећи број пожара забележен је у периоду од 1955 – 1965. године (1555). Међутим највећа опожарена површина забележена је у периоду од 2006-2015. године (36111 хектара) (Графикон 7.). У овом периоду је и највећа просечна површина пожаришта (Графикон 8 и Табела 18). То указује да су шумски пожари и поред мањег броја појава далеко разорнији и изазивају знатно веће штете у шумским екосистемима.



Извор: Оригинал

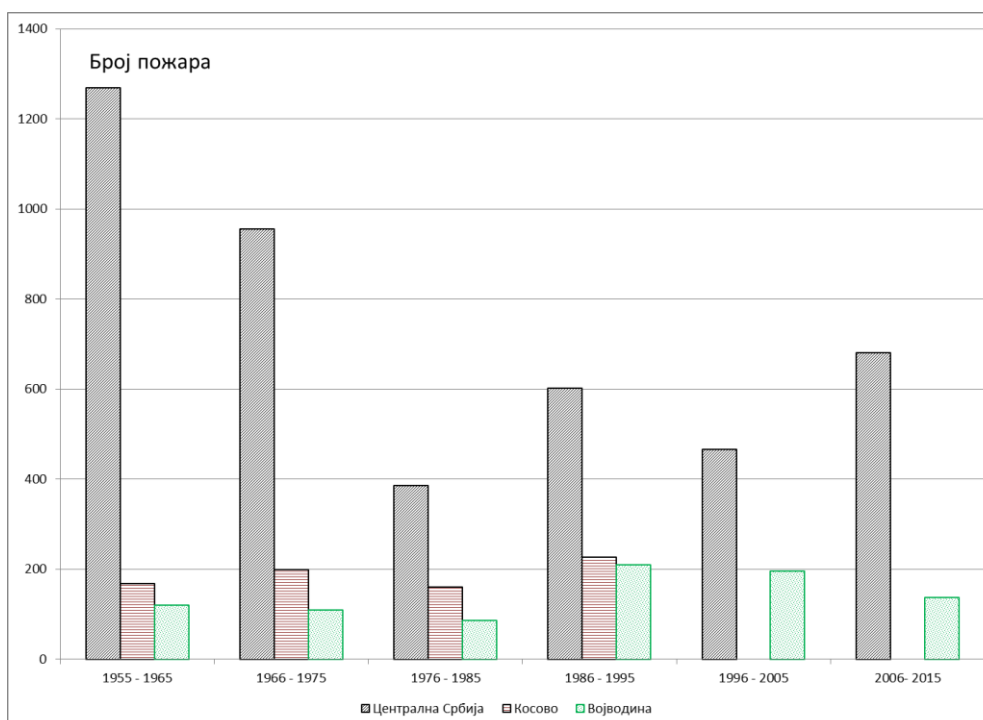
Графикон 4. Опожарена површина у анализираном периоду (1955-2015) у ха

⁴ За подручје Косова и Метохије нису доступни подаци за период од 1999 до 2015. године, као и подаци о броју пожара за подручје Србије за 1967, 1968, 1981, 1982, 1983, 1984 и 2002. годину.



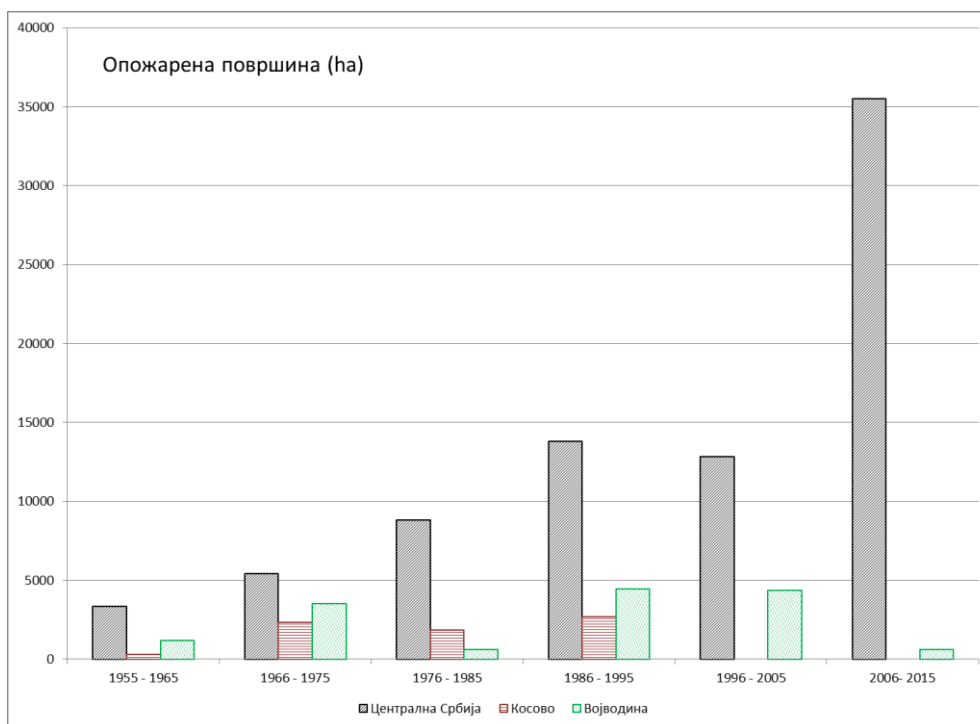
Извор: Оригинал

Графикон 5. Просечна опожарена површина у анализираном периоду (1955-2015) у ha



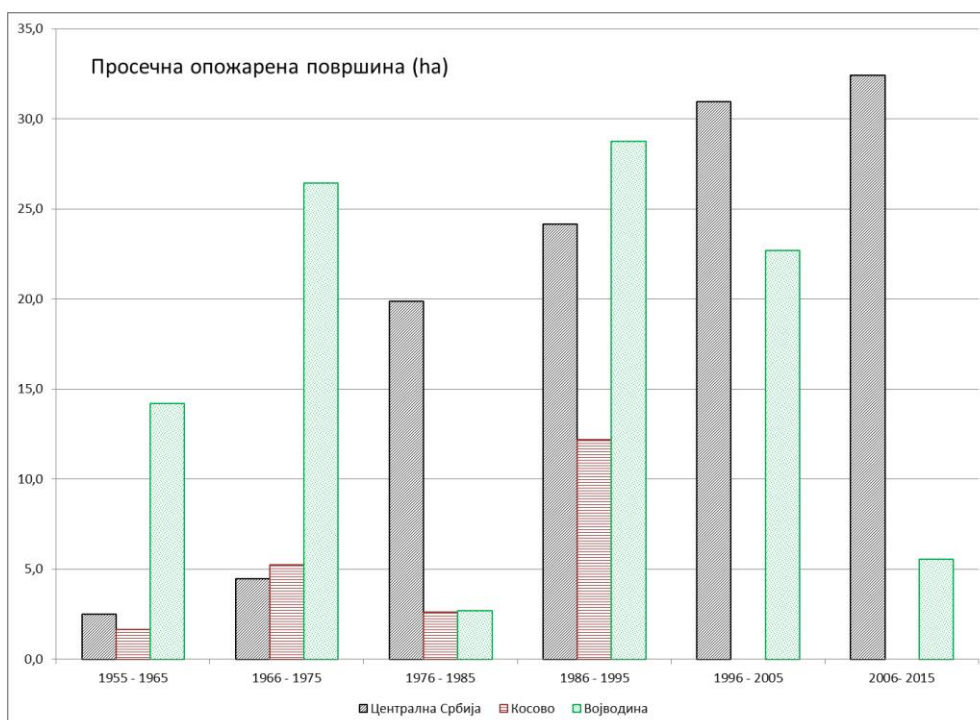
Извор: Оригинал

Графикон 6. Број пожара по територијалним целинама и десетогодишњим периодима



Извор: Оригинал

Графикон 7. Опожарена површина по територијалним целинама и десетогодишњим периодима



Извор: Оригинал

Графикон 8. Просечна опожарена површина по територијалним целинама и десетогодишњим периодима

Табела 16. Број шумских пожара и опожарена површина у хектарима за период од 1955-2015

Година	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно
	Број пожара				Опожарена површина (ха)				Просечна опожарена површина (ха)			
1955	33	13	3	49	70	18	130	218	2.1	1,4	43,3	4,4
1956	75	12	4	91	119	6	155	280	1.6	0,5	38,8	3,1
1957	228	30	10	268	279	73	24	376	1.2	2,4	2,4	1,4
1958	89	10	7	106	238	9	157	404	2.7	0,9	22,4	3,8
1959	111	31	14	156	243	72	156	471	2.2	2,3	11,1	3,0
1960	88	11	8	107	283	10	34	327	3.2	0,9	4,3	3,1
1961	343	15	48	406	1062	8	308	1378	3.1	0,5	6,4	3,4
1962	123	13	8	144	670	6	23	699	5.4	0,5	2,9	4,9
1963	56	5	9	70	84	1	165	250	1.5	0,2	18,3	3,6
1964	54	9	3	66	151	63	9	223	2.8	7,0	3,0	3,4
1965	68	18	6	92	121	23	20	164	1.8	1,3	3,3	1,8
1966	37	3	8	48	68	1	49	118	1.8	0,3	6,1	2,5
1967	Нема података				397	214	200	811				
1968	Нема података				949	293	276	1518				
1969	116	36	8	160	962	699	42	1703	8.3	19,4	5,3	10,6
1970	44	13		57	330	2	5	337	7.5	0,2		5,9
1971	127	63	10	200	652	929	87	1668	5.1	14,7	8,7	8,3
1972	279	48	24	351	1122	92	1106	2320	4.0	1,9	46,1	6,6
1973	82	7	11	100	138	4	989	1131	1.7	0,6	89,9	11,3
1974	195	17	14	226	228	17	527	772	1.2	1,0	37,6	3,4
1975	75	11	34	120	260	22	115	397	3.5	2,0	3,4	3,3

Година	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно
	Број пожара				Опожарена површина (ха)				Просечна опожарена површина (ха)			
1976	33	11	20	64	80	73	55	208	2.4	6.6	2.8	3.3
1977	107	51	13	171	400	184	60	644	3.7	3.6	4.6	3.8
1978	80	37	15	132	300	40	68	408	3.8	1.1	4.5	3.1
1979	90	37	23	150	356	41	69	466	4.0	1.1	3.0	3.1
1980	41	24	13	78	225	79	15	319	5.5	3.3	1.2	4.1
1981	Нема података				419	126	62	607				
1982					506	71	20	657				
1983					2763	76	198	3037				
1984					352	236	47	635				
1985	34		2	36	3390	915		4205	99.7			116.8
1986	36	11	19	66	2227	44	213	2484	61.9	4.0	11.2	37.6
1987	60	33	10	103	2133	260	18	2411	35.6	7.9	1.8	23.4
1988	25	21	9	55	683	99	66	848	27.3	4.7	7.3	15.4
1989	48	20	25	93	931	115	154	1200	19.4	5.8	6.2	12.9
1990	92	18	18	128	1824	101	976	2901	19.8	5.6	54.2	22.7
1991	55	7	17	79	430	405	333	1168	7.8	57.9	19.6	14.8
1992	44	22	52	118	325	148	181	654	7.4	6.7	3.5	5.5
1993	157	65	37	259	4245	1299	131	5875	27.0	20.0	3.5	22.7
1994	70	28	18	118	617	176	2018	1003	8.8	6.3	112.1	8.5
1995	15	1	5	21	397	3	341	397	26.5	3.0	68.2	18.9
1996	45	17	25	87	539	40	2622	3201	12.0	2.4	104.9	36.8
1997	28	8	28	64	468	123	293	884	16.7	15.4	10.5	13.8
1998	78	8	46	132	1103	123	523	1749	14.1	15.4	11.4	13.3

Година	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно
	Број пожара				Опожарена површина (ха)				Просечна опожарена површина (ха)			
1999	11	Нема података	15	26	60	Нема података	133	193	5.5		8.9	7.4
2000	147		56	203	691		186	877	4.7		3.3	4.3
2001	38		12	50	7472		472	7944	196.6		39.3	158.9
2002					884		85	969				
2003	70		1	71	1379		23	1402	19.7		23.0	19.7
2004	38		12	50	170		32	202	4.5		2.7	4.0
2005	11			11	52			52	4.7			4.7
2006	36		4	40	460		34	494	12.8		8.5	12.4
2007	259		26	328	22000		161	22161	84.9		6.2	67.6
2008	43		5	48	467		108	575	10.9		21.6	12.0
2009	32		9	41	1178		32	1210	36.8		3.6	29.5
2010	20		6	26	500		3	503	25.0		0.5	19.3
2011	55		10	65	2023		13	2036	36.8		1.3	31.3
2012	142		69	211	7233		227	7460	50.9		3.3	35.4
2013	39		4	43	523		38	561	13.4		9.5	13.0
2014	8		4	12	281		3	284	35.1		0.8	23.7
2015	47		47	827		827	17.6		17.6			
Укупно	4357	784	857	6043	76576	7263	14392	96239				
Средње	81	21	17	112	1276	173	252	1604	19.0	6.2	18.0	17.2

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Табела 17. Укупан број пожара, укупна и просечна опожарена површина у десетогодишњим периодима

Година	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно
	Број пожара				Опожарена површина (ха)				Просечна опожарена површина (ха)			
1955-1965	1268	167	120	1555	3320	289	1181	4790	2.5	1.6	14.2	3.3
1966-1975	955	198	109	1262	5408	2299	3503	11210	4.5	5.2	26.4	6.9
1976-1985	385	160	86	631	8791	1841	594	11186	19.9	2.6	2.7	22.4
1986-1995	602	226	210	1040	13812	2650	4431	18941	24.2	12.2	28.8	18.2
1996-2005	466		195	694	12818		4369	17473	30.9		22.7	29.2
2006-2015	681		137	861	35492		619	36111	32.4		5.5	26.2

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Табела 18. Просечан број пожара, просечна опожарена површина и просечна опожарена површина у десетогодишњим периодима

Година	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно	Централна Србија	Косово	Војводина	Укупно
	Број пожара				Опожарена површина (ха)				Просечна опожарена површина (ха)			
1955-1965	115	15	11	141	302	26	107	435	2.5	1.6	14.2	3.3
1966-1975	119	25	14	158	511	227	340	1121	4.5	5.2	26.4	6.9
1976-1985	55	23	12	90	879	184	59	1119	19.9	2.6	2.7	22.4
1986-1995	60	23	21	104	1381	265	443	1894	24.2	12.2	28.8	18.2
1996-2005	52		22	77	1282		437	1747	30.9		22.7	29.2
2006-2015	68		14	86	3549		62	3611	32.4		5.5	26.2

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Године са највећом изгорелом површином у хектарима су 2007, 2001. и 2012. У овом периоду изгорело је 37.565 хектара или 39.08% од укупно изгореле површине. Ова анализа указује на обим штета од шумских пожара које се у појединим годинама могу окарактерисати као природна катастрофа.

5.2.2 Опожарена површина према врсти пожара и власништву

У Табели 19 приказана је опожарена површина у хектарима по врсти пожара и власништву.

Табела 19. Опожарена површина у хектарима и власништво

Год.	Укупно	Опожарена површина у хектарима							
		Укупно		Државне шуме			Приватне шуме		
		Приземни	Високи	Укупно	Приземни	Високи	Укупно	Приземни	Високи
1985	4205	2766	1439	2228	1360	859	1986	1406	580
1986	2484	1131	1353	709	612	96	1776	519	1257
1987	2411	2015	396	1725	1623	102	686	392	294
1988	848	522	326	232	175	57	616	347	269
1989	1200	1079	121	390	341	49	810	738	72
1990	2901	1764	1137	1709	918	791	1192	846	346
1991	1168	741	427	565	525	40	603	216	387
1992	654	505	149	544	395	149	110	110	0
1993	5675	4347	1328	3376	2260	1116	2299	2087	212
1994	1003	927	82	811	736	75	198	191	7
1995	397	383	14	173	165	8	224	218	6
1996	3201	1548	1653	2871	1218	1653	330	330	0
1997	884	869	15	510	495	15	374	374	0
1998	1749	1500	249	1495	1267	228	254	233	21
1999	193	191	2	113	111	2	80	80	0
2000	13018	10368	2650	7944	5800	2144	5074	4568	506
2001	877	775	102	459	358	101	418	417	1
2002	1538	963	605	969	475	494	599	488	111
2003	1402	1202	200	418	239	179	984	963	21
2004	234	233	1	147	147		87	86	1
2005	54	49	5	32	28	4	22	21	1
2006	899	899		757	753	4	146	146	
2007	22161	20778	1383	7801	7064	737	14360	13714	646
2008	575	497	78	423	376	47	152	121	31
2009	1169	969	200	212	194	18	957	775	182
2010	690	667	23	467	445	22	223	222	1
2011	5537	5117	420	4208	4023	185	1329	1094	235
2012	7460	2820	4640	5108	1337	3771	2352	1483	869
2013	849	849		787	614	173	235	235	
2014	284	138	146	52	50	2	232	88	144
2015	1033	930	103	894	861	33	139	69	70
Укупно	86753	67542	19247	48129	34965	13154	38847	32577	6270

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

5.2.3 Опожарена површина према типовима шума

Опожарена површина према типовима шума, власништву и врсти пожара приказана је у Табелама 20-25. Од укупне опожарене површине у чистим састојинама лишћара приземни пожар у државним шумама је заступљен са 88.9% укупног броја пожара у анализираном периоду. Високи пожар је у државним шумама заступљен са 58.6%, док је у приватним заступљен са 41%. Најзаступљенији су пожари у буковим шумама. У државним шумама букве приземни пожар заступљен је на 22.9% укупно опожарене површине чистих састојина, док су у приватним шумама присутне на 12.7%. Високи пожар у буковим шумама је заступљен са 4.6% (у државним), односно 1.6% (у приватним).

У храстовим шумама приземни пожар заступљен је на 18.6% (државне шуме), односно 19.5% (приватне шуме). Високи пожар био је на 0.5% у државним шумама и 2.5% у приватним шумама.

У шумама осталих тврдих лишћара, шумама тополе и осталим меким лишћарима у државним шумама је било приземног пожара на 9.6%, док је у приватним био заступљен са 6.7%. Високи пожар државним шумама био је заступљен на 1.4%, а у приватним на 0.6% (Табела 20).

Од укупне опожарене површине у чистим састојинама четинара приземни пожар у државним шумама је заступљен са 26.6% укупног броја пожара у анализираном периоду. Високим пожар је у државним шумама заступљен са 37.3%, док је у приватним заступљен са 29.7%. Најзаступљенији су пожари у шумама црног бора. У државним шумама црног бора приземни пожар заступљен је на 9.7% укупно опожарене површине чистих састојина, док су у приватним шумама присутне на 14.2%. Високи пожар у шумама црног бора је заступљен са 21.9% (у државним), односно 2.1% (у приватним). У шумама белог бора приземни пожар заступљен је на 9.9% (државне шуме), односно 9.1% (приватне шуме). Високи пожар био је на 8.5% у државним шумама и 3.2% у приватним шумама. У шумама смрче у државним шумама је било приземног пожара на 5.2%, док је у приватним био заступљен са 6.3%. Високи пожар државним шумама смрче био је заступљен на 2.3%, а у приватним на 0.5%. Најмање опожарене површине констатоване су у шумама јеле, као и шумама осталих четинарских врста (Табела

21).

Од укупне опожарене површине у мешовитим састојинама лишћара приземни пожар у државним шумама је заступљен са 32.7% укупног броја пожара у анализираном периоду. Високи пожар је у државним шумама заступљен са 12.6%, док је у приватним заступљен са 20.8%. Најзаступљенији су пожари у мешовитим шумама храстова и осталих лишћара. У државним шумама овог типа шуме приземни пожар заступљен је на 13.1% укупно опожарене површине мешовитих шума лишћара, док су у приватним шумама присутне на 14.2%. Високи пожар заступљен је са 4.8% (у државним и у приватним шумама). У мешовитим шумама букве приземни пожар заступљен је на 10.2% (државне шуме), односно 13.3% (приватне шуме). Високи пожар био је на 2.0% у државним шумама и 4.5% у приватним шумама. Мешовите шуме букве обухватају састојине у којима се поред букве јављају још и храстови као и састојине са осталим лишћарима (Табела 22).

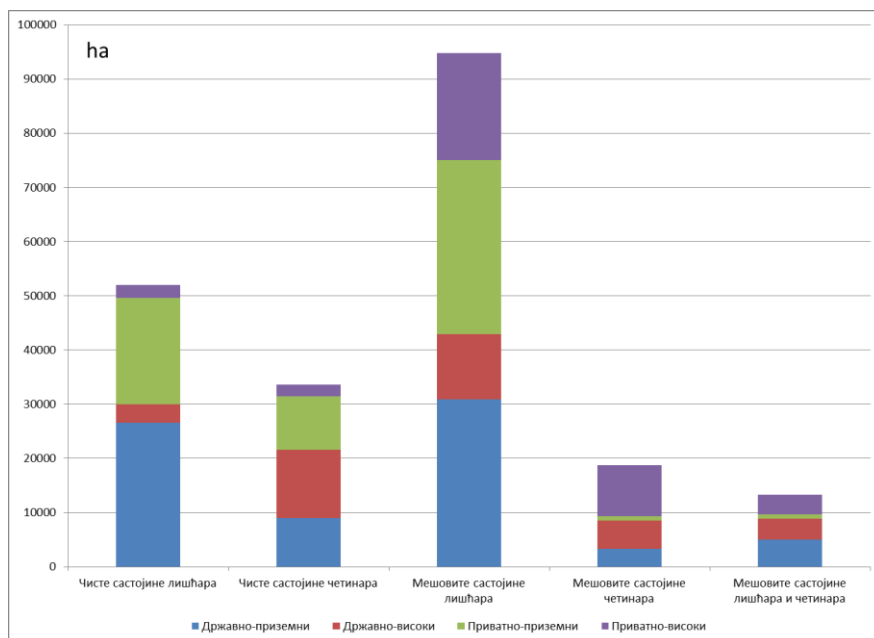
Од укупне опожарене површине у чистим састојинама лишћара приземни пожар у државним шумама је заступљен са 17.4% укупног броја пожара у анализираном периоду. Високим пожар је у државним шумама заступљен са 28.3%, док је у приватним заступљен са 50.2%. Најзаступљенији су пожари дефинисани као „остали четинари“. У државним шумама овог типа приземни пожар заступљен је на 5.7% укупно опожарене површине, док су у приватним шумама присутне на 1.1%. Високи пожар у шумама „осталих четинара“ је заступљен са 12.7% (у државним), односно 46.6% (у приватним). У мешовитим шумама црног бора и белог бора приземни пожар заступљен је на 8.3% (државне шуме), односно 1.1% (приватне шуме). У овом типу шума високи пожар је заступљен на 12.9% у државним шумама и на 2.9% у приватним шумама. У мешовитим шумама смрче и јеле у државним шумама приземни пожар је био заступљен на 3.5%, а у приватним шумама са 1.8%. Високи пожар у мешовитим државним шумама смрче и јеле био је заступљен на 2.5%, а у приватним на 0.7% (Табела 23).

Од укупне опожарене површине у мешовитим шумама лишћара и четинара приземни пожар у државним шумама је заступљен са 37.6%. Високим пожар је у државним шумама заступљен је са 29.3%, док је у приватним заступљен са 27.7%.

Најзаступљенији су пожари у мешовитим шумама смрче, јеле и букве. У државним шумама овог типа приземни пожар заступљен је на 14.6%, док су у приватним шумама присутне на 22.2%. Високи пожар у мешовитим шумама смрче, јеле и букве заступљен са 8.3% (у државним), односно 22.2% (у приватним). У мешовитим шумама осталих лишћара и четинара приземни пожар заступљен је на 13.6% (државне шуме), односно 2.1% (приватне шуме). Високи пожар био је на 15.0% у државним шумама и 3.7% у приватним шумама. У мешовитим шумама црног бора, белог бора и храста приземни пожар је у периоду од 1985 до 2015. године био заступљен на 9.3%, док је у приватним био заступљен са 0.9%. Високи пожар у државним шумама овог типа мешовитости заступљен је на 5.9%, а у приватним на 1.8% (Табела 24).

Подаци о опожареној површини, с обзиром на промењену структуру података приказана је у Табели 25.

На графичком приказу (Графикон 9) види се да је највећа површина обухваћена пожарима била у мешовитим састојинама лишћара (44.6%), затим чистим састојинама лишћара (24.5%), чистим састојинама четинара (15.8%), мешовитим састојинама четинара (8.8%), док је најмање био у мешовитим састојинама лишћара и четинара (6.3%).



Извор: Оригинал

Графикон 9. Заступљеност опожарене површине у хектарима по типовима шума, власништву и врсти пожара

Табела 20. Опожарене површине у чистим шумама лишћарских врста (у хектарима)

Год.	Чисте састојине				Буква				Храстови				ОГЛ				Топола				ОМЛ			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
2015	257	7	64	0	172	7	32		82		28				4							3		
2014	1	0	0	194				85				85			24	1								
2013	447	10	18	0	283	10	3		127		15		37											
2012	684	411	638	195	209	404	172	20	334	5	169	160	107		291	15	9	2			25		6	
2011	3173	1	784	11	2745		562		180		169	11	232	1	3		16						50	
2010	429	0	200	1	143		3		285		53	1			44						1		100	
2009	87	0	745	2	13		168		38		573	2	35		3		1						1	
2008	106	0	14	26	41		9	26	28				9		5		20				8			
2007	3631	86	9779	223	2002	71	3999	85	1319	3	5184	129	306	12	593	9	4	2					1	
2006	526	0	145	0	201				292		135		4		10		29							
2005	8	3	0	0	2				2								4	3						
2004	63	0	33	2	14		8	1	12		16	1	7		4		30						5	
2003	329		664	21	83		102		183		524	1	53		10	20	10							
2002																								
2001	236	23	251		48		44		163		205		8	23			15					5		
2000	5028	23	2680	198	2086	8	930	113	2186	4	930	113	475	11	1582	85	229	83			55			
1999	95	9	66		10		8		16		2		29	9	17		39				1		39	
1998	1138	54	110		329	45	30		342		25		204		55		257				6	8		

Год.	Чисте састојине				Буква				Храстови				ОТЛ				Топола				ОМЛ			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
1997	342	3	240		7		5		7		225		61	3	3		252				17		7	
1996	834	332	267		266		33		95		216		343	320	3		121	12			9		15	
1995	53		122		4		109		14		12		9		1		3				23			
1994	562	6	89		252		61		103	2	9		31	4	19		82				94			
1993	1394	147	842	168	850	102	72		407	41	713	153	121	4	57	15	16							
1992	132	249	14		21	242	1		78		12		13		1		20					7		
1991	422	32	130	260	20		4	1	44		33	207	74		93	52	207				77	32		
1990	1633	69	369	49	362	8	112		1007	80	223	44	143	1	34	5	30				91			
1989	236	1	635	22	13	1	4		132		381		9		36		50				32		7	
1988	591	2	239	228	70		1	180	374		110	20	136		123	26	4	2			7		5	2
1987	2614	65	125	79	1510	60	28		966	4	48	71	117	1	48	1	7				14			7
1986	537	98	210	483	86	5	79	137	85	1	44	290	247	92	87	56	22				97			
1985	1012	1747	206	220	77	1418	75	212	805	147	104	3	10	182	26	5					116		1	
Укупно	26600	3378	19679	2382	11919	2381	6654	860	9706	287	10158	1291	2820	663	3152	313	1478	19	85	0	681	47	237	9

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Табела 21. Опожарене површине у чистим шумама четинарских врста (у хектарима)

Година	Чиста састојине				Смрча				Јела				Црни бор				Бели бор				Остали четинари			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
2015	210	26	30	30	23	3			2				7		30	30	178	23						
2014	13	1	0	0													10				3	1		
2013	167	2	0	0	33								12	2			111				11			
2012	107	3186	29	176	39	12					3		65	3143	26	172		28		4	3	3		
2011	532	124	14	224	17		8	38	2				504	117	5	174	4	7		12	5		1	
2010	13	22	9	0	10								1	18			1	4	6		1		3	
2009	23	18	1	180										9			23	9					1	180
2008	77	22	4	5	61								3		4	5	12	22			1			
2007	975	664	147	400	243	14	1	2					28	49	80		689	535	66	398	15	66		
2006	40	4	0	0									39	4							1			
2005	17	1	0	0													17	1						
2004	7	0	5	0			3										7		2					
2003	71	96	15		7	5							11	6			53	85	15					
2002																								
2001	36	83		1	3	2								39			33	41					1	
2000	518	1091	4299	117	153	32	18	13	13				304	976	4243	104	47	57	38		1	26		
1999	7	2		20									2				4	2		20	1			
1998	266	212	49	20	82	48	1						163	142			14	15	48	20	7	7		
1997	25	12	1	73	15	1											5	11	1	73	5			
1996	309	1350	3		4	14							54	147	3		251	1187						
1995	27	8	8	6									3	5	8	6	22	3			2			
1994	192	83	37	7	78	20	4	7					84	53				10	33		50			

Година	Чиста састојине				Смрча				Јела				Црни бор				Бели бор				Остали четинари			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
1993	634	753	426	24	286	405	28					19	57	30		140	285	368	24	189	2			
1992	73	619	165		19	20							5	100		54	118	65			476			
1991	47	9	3	20	8		3	2				33	3		7		1		11	6	5			
1990	2030	1235	123	221	84	27	12	1	9			2	693	955	4	2	1236	177	107	216	8	76		
1989	110	56	207	22	8		16		6				65	26	150		31		38	22		30	3	
1988	736	305	96	56	66	32	3					1	215	84	3	18	332	189	90	37	123			
1987	723	667	4033	256	87	10	2002	2	3	2		1	562	599	22	53	30	56	2007	200	41		2	
1986	544	72	173	43	260	5	9						191	53	10	1	33	7	154	42	60	7		
1985	425	1850	107	249	156	113	2	100					199	890	95	147	9	1	10	2	81	846		
Укупно	8954	12573	9984	2150	1742	763	2110	165	35	2	3	4	3257	7382	4813	719	3346	2874	3048	1081	614	1546	10	180

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Табела 22. Опожарене површине у мешовитим састојинама лишћара (у хектарима)

Година	Мешовите састојине лишћара				Букве - храста и осталих лишћара				Букве - осталих лишћара				Храста - осталих лишћара				Осталих лишћара			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
2015	357		5				3				2		357							
2014	36	1	86				70				8				8		36	1		
2013	71		147				4		70					143		1				
2012	414	37	669	6	220	37	192	6					192		464		2		13	
2011	286		293				155		39		58		204		77		43		3	
2010	2		10												10		2			
2009	16		18				15						8		3		8			
2008	172		103				81						92	2	7		80	2	15	
2007	2276	44	3782	5	705	12	2385	1	216		195	1	524	32	1078	2	831		124	1
2006	184		1		95								60		1		29			
2005	3		21								20		1		1		2			
2004	47		48				30				10		21		8		26			
2003	54		284		6		189				12		40		78		8		5	
2002																				
2001	232		2689		153		178		10				10		90		59			
2000	2332	4	2089	333	479	4	601	111	272		30		650		1405	222	931		53	
1999	62		62		30		30								14		32		18	
1998	450		913		162		818		1		1		117		86		170		8	
1997	126		337		75		317		5				45		17		1		3	
1996	545		374		149		180		48		7		35		5		313		182	
1995	85		116		81		70						26				4		20	

Година	Мешовите састојине лишћара				Букве - храста и осталих лишћара				Букве - осталих лишћара				Храста - осталих лишћара				Осталих лишћара			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
1994	74	3	117		57		110						9	3	7		8			
1993	464	167	1232	23	89	165	234		113		493		205	2	408	8	57		97	15
1992	167	8	116		40		1						85		80		42	8	35	
1991	64		175	122	56		37	10			101	2	8		12	3			25	107
1990	7377	1894	2101	2152	1645	85	409	200	837	536	1281	374	4443	20	287	20	452	1253	124	1558
1989	1875	1053	1152	161	757		390	29	661	43	598	51	161		135	6	296	1010	29	75
1988	3975	2383	1326	2975	476	301	287	24	614	587	618	2814	2490	602	282	2	395	893	139	135
1987	2005	180	1819	317	335	20	20	18	240	25	818	45	742	94	264	3	888	41	717	251
1986	1224	50	3335	621	342	9	299	390	17	11	12		208		2145	4	657	30	879	227
1985	5960	6151	8703	12999	623	31	1151	202	15	2	88		1668	3838	6336	4313	3654	2480	1128	8484
Укупно	30935	11975	32123	19714	6575	664	8256	991	3158	1204	4352	3287	12401	4593	13451	4583	9027	5718	3617	10853

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Табела 23. Опожарене површине у мешовитим састојинама четинара (у хектарима)

Година	Мешовите састојине четинара				Смрче - јела				Црни бор - бели бор				Остали четинари			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
2015																
2014																
2013	2								2							
2012	87	132							87	132						
2011	31	60							28	60			3			
2010	2		5	1				1	1		2		1		3	
2009	68		2						68		2					
2008		20								20						
2007	8	1	3	3					8		3	3		1		
2006	2								2							
2005																
2004	7		2													
2003	55	57							55	57						
2002																
2001	20		13		12		12		4		1		4			
2000	173	482		167	98	244			73	238			2			167
1999	12	4			5	4			7							
1998	80	12	3	1	46	8	3		30	4		1	4			
1997	9	51			2	50			3	1				4		
1996	47	34	4	13	25	34	3	13			1		22			
1995	2										2					
1994	51	15	5		5	2	1		23	13	3		21		1	

Година	Мешовите састојине четинара				Смрче - јела				Црни бор - бели бор				Остали четинари			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
1993	189	208	1		34	12			11	196	1		144			
1992	88	83			23	30			63	10		2	43			
1991	2	97	15						1	10	15		1	87		
1990	987	1764	372	2753	197	35	285	108	454	955	57	14	336	774	30	2631
1989	199	56	44	680	119		10		52		34		28	56		680
1988	380	466	8	354	35		1	1	205	78		8	140	388	8	345
1987	100	159	54	315	20	16	33		62	24	21	13	18	119		302
1986	191	210	52	962	24	4		2	148	93	41	480	19	113	11	480
1985	472	1390	175	4138	26	26			172	526	19	14	274	836	156	4124
Укупно	3264	5301	758	9387	671	465	348	125	1559	2417	202	535	1060	2378	209	8729

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Табела 24. Опожарене површине у мешовитим састојинама лишћара и четинара (у хектарима)

Година	Састојине лишћара и четинара				Смрча - јела - буква				Црни бор - бели бор - храст				Осталих четинара и лишћара			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
2015	18				2								16			
2014																
2013	158								157				1			
2012	46	5	147	492	4	5	47	92	1		100	200	41			200
2011	1												1			
2010																
2009			9				9									
2008	21												21			
2007	174	8	3	15	1				172	8	1		1		2	15
2006	2								2							
2005																
2004																
2003	43	25							42				1	25		
2002																
2001	11	179		40		2							11	177		40
2000	726	222	6	30	57	10			102	72	6	30	567	140		
1999																
1998									8							
1997	1		10										1		10	
1996	476	8			5	6				2			468			
1995	1224				1224											

Година	Састојине лишћара и четинара				Смрча - јела - буква				Црни бор - бели бор - храст				Осталих четинара и лишћара			
	Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне		Државне		Приватне	
	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В
1994	33		175	127	20			2	13						175	125
1993	195	28			100				4	28			81			
1992	221	34							130	34			91			
1991	87	18			1				3				83	18		
1990	97	175	15	4	46	1	4	3	20	173	8		31	1	3	1
1989	102	27	65	18	63		65	3	10			15	29	27		
1988	410	393	24		97		6		39		8		274	393	10	
1987	491	111			150	110			269	1			72			
1986	365	18	45		138	18	3		206		3		21		39	
1985	103	2646	227	2961	37	956	190	2850	61	469	2		5	1221	35	111
Укупно	5005	3897	726	3687	1945	1108	324	2950	1239	787	128	245	1816	2002	274	492

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

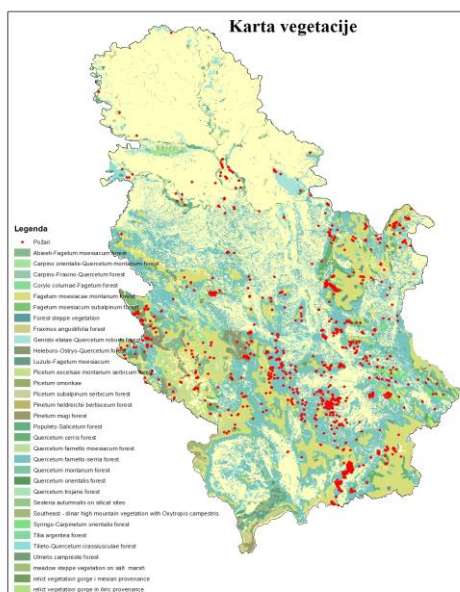
Табела 25. Опожене површине у шумама (ha) за период 1980-1984. године

Тип шуме	Година										Укупно
	1984.		1983.		1982.		1981.		1980.		
	Својина										
	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	
Чисте састојине	733	357	1980	560	904	397	341	197	904	88	6461
Лишћара	391	287	554	369	585	312	131	151	783	59	3622
Букве	113	6	193	69	357	2	32	12	8	4	796
Храста лужњака	24		100	55	98	1	21		5		304
Храста китњака	6	4	37	72	46	144	21	21	718	12	1081
Цера	4	4	127	115	26	68	15	13	1	10	383
Крупне границе		2	1	5		56		19	8	11	102
Јасена	2		4		12						18
Граба		2			2	5	2		1	19	31
Багрема	37	50	1	13		36	19	30	7	3	196
ОТЛ	183	219	1	40	11			56	23		533
Топола	21		111		9		8		12		161
Врба	1		18		1		12				32
ОМЛ					23		1				24
Четинара	342	70	1426	191	319	85	210	45	121	29	2838
Смрча	10	19	96	28	36	12	99	2	5	1	308
Јела	3		1								4
Црни бор	198	30	1232	107	243	60	90	34	93	26	2113
Бели бор	92	21	64	1	30	3	9	8	14	2	244
Остало	39		33	55	10	10	12	1	9		169

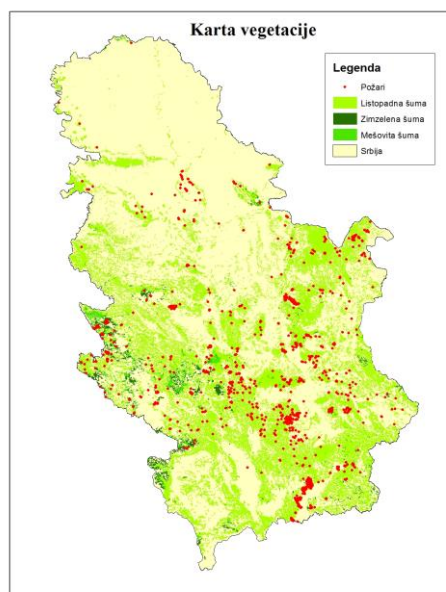
Тип шуме	Година										Укупно
	1984.		1983.		1982.		1981.		1980.		
	Својина										
	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	Друштвено	Приватно	
Мешовите састојине	2427	6430	7556	8996	3556	6517	3977	4084	1568	1473	46584
Лишћара	1821	4975	5595	6920	3029	3655	3494	3659	1300	1272	35720
Букве-храста-граба	728	926	1280	1611	1126	138	734	584	575	418	8120
Лужњака-јасена	72	506	20	36	20	585	1	605	5	1	1851
Китњака-граба	21	400	50	47	105	132	11	255	6	27	1054
Границе-цера	219	81	219	259	95	366	61	340	72	163	1875
Остало	781	3062	4026	4967	1683	2434	2687	1875	642	663	22820
Четинара	488	1440	1855	2068	436	2831	343	345	227	164	10197
Смрче-јеле			109	5	42	43	36		3		238
Белог-црног бора	86	912	791	238	240	2413	79	80	54	23	4916
Остало	402	528	955	1825	154	375	228	265	170	141	5043
Лишћара-четинара	118	15	106	8	91	31	140	80	41	37	667
Смрче-јеле-букве	13	4	8		13	3		30		2	73
Бели-црни бор-храст	105		47		48	2	25	49	19	33	328
Остало		11	3	8	30	26	115	1	22		216
Укупно	9480	20361	28599	28668	13380	20742	12954	12841	7416	4681	159122

Извор: Оригинал, Калкулација аутора

Број пожара и опожарена површина по шумским заједницама приказани су у Табели 26 и на картама 2 и 3.



Карта 2. Карта вегетације са регистрованим пожарима



Карта 3. Карта вегетације на основу Corine 2012

Табела 26. Број пожара и опожарена површина (ha) у зависности од шумских заједница

Тип шуме	Број пожара	Опожарена површина
	%	%
<i>Abieti-Fagetum moesiicum</i>	0.27	0.05
<i>Carpino orientalis-Quercetum montanum</i>	0.64	0.28
<i>Carpino-Fraxino-Quercetum</i>	0.21	0.20
<i>Corylo columnae-Fagetum</i>	0.32	0.37
<i>Fagetum moesiicae montanum</i>	14.82	40.64
<i>Fagetum moesiicum subalpinum</i>	0.54	0.68
<i>Genisto elatae-Quercetum roboris</i>	0.32	0.18
<i>Heleboro-Ostryo-Quercetum</i>	13.16	5.73
<i>Luzulo-Fagetum moesiicum</i>	0.16	0.37
<i>Picetum excelsae montanum serbicum</i>	0.75	1.26
<i>Picetum omorikae</i>	0.05	0.00
<i>Picetum subalpinum serbicum</i>	0.16	0.54
<i>Pinetum mugi</i>	0.27	0.10
<i>Populeto-Salicetum</i>	1.50	0.18
<i>Quercetum cerris</i>	2.68	4.27
<i>Quercetum farnetto moesiicum</i>	0.16	0.07
<i>Quercetum farnetto-cerris</i>	51.04	29.35
<i>Quercetum montanum</i>	10.33	12.05
Реликтна вегетација клисура	0.43	0.28
<i>Syringo-Carpinetum orientalis</i>	0.75	0.79

Тип шуме	Број пожара	Опожарена површина
	%	%
<i>Tilia argentea</i>	0.27	0.04
<i>Tilieto-Quercetum crassiusculae</i>	1.18	2.57
Укупно	100.00	100.00

Извор: Оригинал

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.

5.3 КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА НАСТАНАК ШУМСКИХ ПОЖАРА

Временски услови погодни за настанак и ширење шумских пожара, карактерише скуп метеоролошких елемената у условима када они прелазе одређене граничне вредности. Одређивање граничних вредности сваког елемента најважније је за оцену вероватноће појаве пожара и његовог брзог ширења у одређеном правцу.

Најважнији климатски фактори који утичу на степен угрожености шума од пожара су: температура ваздуха, падавине, релативна влажност ваздуха, облачност и ветар, као и дуги сушни периоди. Сви елементи који погодују настанку и ширењу шумских пожара јављају се у одређеним синоптичким ситуацијама, а најопасније су оне које настају због сушних периода уз високе температуре и ниску влажност ваздуха. Анализа и прогноза таквих ситуација и одговарајућих локалних временских прилика основа је за правовремено упозорење о могућности настанка и ширења шумских пожара.

За детерминисање климатских карактеристика територије Србије коришћени су подаци са 51. метеоролошке станице чије су локације и надморске висине дате у Прилогу 1.

Од анализираних метеоролошких станица најмању надморску висину има Неготин (42 mnm), а највишу Копаоник (1710 mnm). Обрађени подаци односе се на период 2005-2015 године и повезан је са расположивом базом података о шумским пожарима на територији Србије. Посебној анализу подвргнуте су и дневне вредности метеоролошких података за климатолошке станице Београд, Нови Сад, Лозница, Ниш, Врање и Златибор.

5.3.1 Температура ваздуха

Температура ваздуха је један од основних климатолошких елемената. Њена директна функционална зависност је везана за географску ширину (биланс зрачења, односно дужину осунчавања), географску дужину (удаљеност од мора) и надморску висину.

Висока температура ваздуха помаже бржем губитку влаге у горивом материјалу и повећава температуру ближе тачки паљења. Продужена суша, директно осунчавање и висока температура ваздуха стварају изузетно повољне услове за настанак и развој шумских пожара.

За утврђивање ризика од шумских пожара, а посебно за планирање мера заштите шума од пожара важно је за одређена подручја пратити температуре ваздуха за један дужи временски период.

Температура ваздуха у Србији, односно њен годишњи ток, првенствено је условљен Сунчевом радијацијом, положајем и рељефом. Најкраћи израз за приказ топлотног стања одређеног места је средња годишња температура ваздуха. Међутим, она није довољна за општу категоризацију термичких услова, јер температура ваздуха подлеже колебању у току године. Годишње периодске промене најбоље се могу изразити средњим месечним вредностима температуре.

Анализа података за средње месечне температуре ваздуха (Табела 27) показала је да је на свим анализираним станицама најхладнији јануар.

Табела 27. Средње месечне и средње годишње температуре ваздуха за период 2005-2015.

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
<200 m													
Неготин	0.8	1.3	7.2	13.1	18.4	22.3	24.4	23.9	18.3	12.0	7.2	2.2	12.7
Бечеј	0.4	0.8	6.7	12.1	18.2	21.9	23.7	23.1	17.9	11.9	6.9	2.0	11.1
Сента	0.6	1.1	6.8	13.3	18.3	21.9	23.8	23.2	17.8	12.0	6.9	1.9	12.3
Шабац	1.7	1.8	7.1	12.3	16.9	21.0	22.8	21.9	17.1	12.0	6.7	2.2	11.8
Зрењанин	0.9	1.3	6.8	12.8	17.6	21.2	23.2	22.7	17.6	12.0	7.4	2.3	12.2
Кикинда	0.7	1.1	6.7	12.7	17.6	21.2	23.2	22.5	17.4	11.7	7.1	2.1	12.1
Сремска Митровица	0.9	1.4	6.8	12.5	17.4	20.8	22.5	21.8	17.1	11.9	7.0	2.2	11.9
Велико Градиште	0.8	1.4	6.7	12.5	17.3	20.9	23.1	22.4	17.4	11.9	7.3	2.2	12.0
Римски Шанчеви	1.0	1.3	6.8	12.8	17.5	20.9	22.8	22.4	17.3	11.9	7.2	2.3	12.1
Вршац	1.6	1.9	7.2	13.2	17.8	21.2	23.2	22.9	18.1	12.7	8.3	3.2	12.7
Бачки Петровац	1.1	1.4	7.0	13.0	17.9	21.3	23.1	22.4	17.4	11.9	7.2	2.4	12.2
Сомбор	0.9	1.3	6.6	12.6	17.3	21.0	22.9	22.0	16.9	11.4	6.7	2.6	10.9
Бела Црква	1.2	1.7	7.1	12.7	17.5	21.0	23.0	22.7	17.8	12.4	7.7	2.7	12.4
Палић	0.6	1.0	6.5	12.6	17.4	21.2	23.2	22.4	17.2	11.5	6.7	1.8	11.9
Алекса Шантић	-0.7	1.3	5.8	12.9	17.3	20.9	23.2	21.8	17.1	12.4	6.2	1.9	11.8
Лозница	1.8	2.3	7.4	12.7	17.2	21.0	23.0	22.3	17.3	12.1	7.5	2.9	12.3
Смедеревска Паланка	1.4	1.9	7.0	12.5	17.2	20.9	23.1	22.4	17.4	11.9	7.5	2.8	12.2
Ђуприја	0.8	1.4	6.6	12.1	16.8	20.5	22.5	22.1	17.1	11.6	7.0	2.3	11.8
Београд (опсерваторија)	2.2	2.8	8.2	13.9	18.5	22.1	24.4	23.8	18.8	13.3	8.7	3.6	13.4
Зајечар	0.0	0.6	6.2	11.8	16.9	20.7	22.9	22.2	16.9	10.7	6.3	1.3	11.4
Крушевац	1.1	1.9	7.1	12.4	17.1	20.8	22.8	22.6	17.5	11.8	7.2	2.5	12.1
Љубовија	0.6	1.9	6.7	12.3	16.8	20.1	21.7	21.3	16.8	11.9	6.5	2.5	11.6

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Ваљево	1.5	2.1	7.1	12.5	17.1	21.0	23.1	22.5	17.4	12.0	7.3	2.7	12.2
Алексинач	1.9	2.5	7.7	13.3	18.1	21.8	24.0	24.0	18.7	13.0	8.3	3.4	13.1
Крагујевац	1.7	2.1	7.1	12.3	16.9	20.8	23.0	22.4	17.4	12.0	7.8	2.9	12.2
Средња вредност	1.0	1.6	6.9	12.7	17.5	21.1	23.1	22.5	17.5	12.0	7.2	2.4	12.1
200-500 m													
Ниш	1.4	2.1	7.3	12.8	17.5	21.1	23.6	23.4	18.4	12.4	7.7	2.7	12.6
Краљево	1.2	2.0	7.1	12.4	16.8	20.6	22.7	22.4	17.4	11.9	7.2	2.4	12.1
Лесковац	0.7	1.8	6.8	11.9	16.7	20.5	22.6	22.4	17.1	11.4	6.7	2.1	11.8
Врњачка бања	1.7	3.5	7.6	13.2	18.8	21.5	23.3	22.9	18.7	12.3	8.9	3.9	15.1
Рековац	1.0	1.4	6.4	12.1	16.6	20.1	22.0	21.9	16.9	11.7	7.4	2.5	11.7
Буковичка бања	-0.7	-1.3	5.2	10.5	16.3	19.7	21.0	21.2	16.1	11.7	6.5	1.8	10.7
Прокупље	0.3	1.0	6.5	11.7	16.2	19.9	21.8	21.7	16.5	11.3	6.3	2.4	11.2
Власотинце	1.3	2.4	7.3	12.8	17.4	21.0	23.0	23.0	17.9	12.3	7.5	2.7	12.4
Књажевац	0.5	1.3	6.7	12.1	17.3	21.1	23.2	23.0	17.4	11.3	7.1	2.0	12.0
Сокобања	0.0	0.7	5.9	11.6	16.4	20.1	22.4	22.0	16.7	11.0	6.4	1.7	11.2
Пожега	-0.8	0.3	5.6	10.8	15.3	19.1	20.8	20.4	15.6	9.9	4.2	1.2	10.2
Жагубица	-0.2	0.3	5.6	11.4	16.0	19.7	21.4	21.1	15.9	10.8	6.3	1.0	11.0
Александровац	1.2	1.2	6.5	11.8	16.1	19.6	21.8	21.8	17.0	11.7	7.2	2.3	11.6
Пирот	0.9	2.1	6.9	12.3	15.5	20.6	22.8	22.7	17.6	12.1	7.4	2.4	12.2
Куршумлија	0.7	1.4	5.9	11.0	15.5	19.0	21.2	21.0	16.0	10.9	6.5	2.0	11.0
Бујановац	1.2	2.2	6.6	11.5	16.0	19.8	22.0	22.4	17.4	12.2	7.0	2.2	11.8
Врање	0.8	2.1	6.7	11.8	16.4	20.0	22.5	22.6	17.3	11.9	7.0	1.9	11.8
Димитровград	-0.1	0.9	5.4	10.6	15.3	18.8	20.9	20.9	16.0	10.7	6.4	1.4	10.6
Ивањица	-0.3	0.2	5.2	10.6	14.9	18.7	20.4	20.0	15.2	10.2	5.2	1.0	10.0
Бабушница	-0.1	1.0	6.0	11.5	16.2	19.8	22.0	21.8	16.6	10.9	6.1	1.2	11.1
Средња вредност	0.5	1.3	6.4	11.7	16.4	20.0	22.1	21.9	16.9	11.4	6.8	2.0	11.6
500-1.000 m													
Нови Пазар	0.2	1.4	5.8	10.8	15.2	18.8	20.9	20.8	16.2	11.0	5.9	1.1	10.7
Рудник планина	0.8	0.3	5.0	10.1	14.5	18.1	20.3	20.7	15.6	10.6	7.0	1.6	10.3
Средња вредност	0.5	0.9	5.4	10.5	14.9	18.5	20.6	20.8	15.9	10.8	6.5	1.4	10.5
>1.000 m													
Златибор	-1.5	-1.5	2.7	8.0	12.6	16.2	18.5	18.5	13.5	8.9	4.7	-0.6	8.4
Сјеница	-3.1	-2.4	2.0	7.2	11.8	15.4	17.3	17.2	12.5	8.0	3.3	-1.9	7.3
Драгаш	-0.3	-0.2	3.6	8.3	12.8	16.4	18.8	19.0	13.7	9.4	5.4	0.9	9.0
Копаоник	-4.7	-4.9	-2.0	2.8	7.7	11.3	13.6	13.9	9.3	5.2	1.7	-2.8	4.3
Средња вредност	-2.4	-2.3	1.6	6.6	11.2	14.8	17.1	17.2	12.3	7.9	3.8	-1.1	7.3

Извор: [59], Калкулација аутора

Вредност средње годишње температуре ваздуха у нижим пределима показује висок степен уједначености (9.4 до 11.9⁰С). Међутим, са порастом надморске висине средња годишња температура се снижава, тако да на Копаонику (1710 м.н.м) износи само 3.9⁰С.

Средња годишња температура ваздуха за подручја са надморском висином до 300 m износи 11.0⁰С. Подручја са надморском висином од 300 до 500 m имају просечну годишњу температуру око 10.0⁰С. У планинским пределима преко 1000 m надморске висине средња годишња температура је око 6.5⁰С, а на висинама преко 1500 m надморске висине 2.9⁰С.

Најхладнији месец је јануар, са средњом месечном температуром у интервалу од -6.0°C (Копаоник) до 0.4°C (Београд). Највишу температуру има Београд због израженог урбаног утицаја. Са порастом надморске висине негативне температуре се преносе у фебруару (Златибор, Сјеница и Копаоник) и марту (Копаоник). Средња годишња температура ваздуха и распоред шумских пожара за период (2005-2015) приказана је на Карти 4 док је средња температура ваздуха у вегетационом периоду приказана на Карти 5.

Подручја са надморском висином до 300 m имају јануарску температуру од -1.0 до 0.0°C , а издваја се подручје Тимочке крајине и изражених котлина са средњом температуром од -3.0°C која је констатована у јануару. За места са надморском висином од 300 до 500 m, средње јануарска температура износи -1.0°C , а у местима са надморском висином преко 1000 m од -6.0°C до -3.0°C .

Најтоплији месец је јул са средњом месечном температуром у интервалу од 11.6°C (Копаоник) до 22.1°C (Неготин).

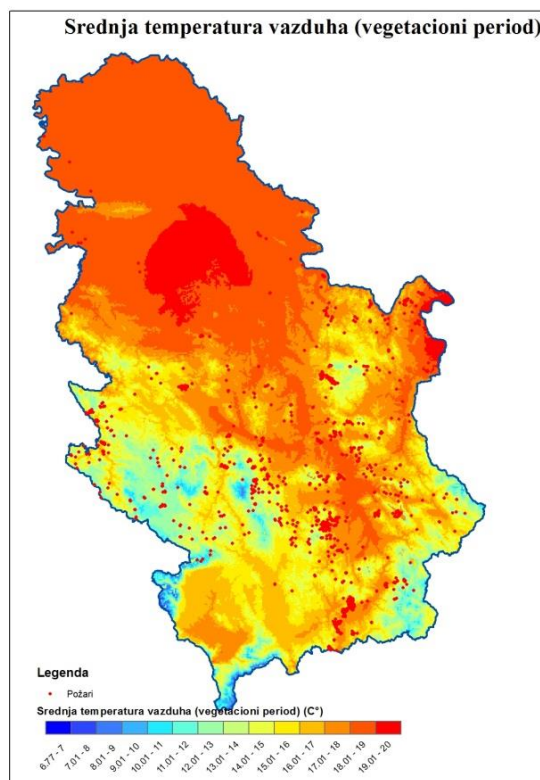
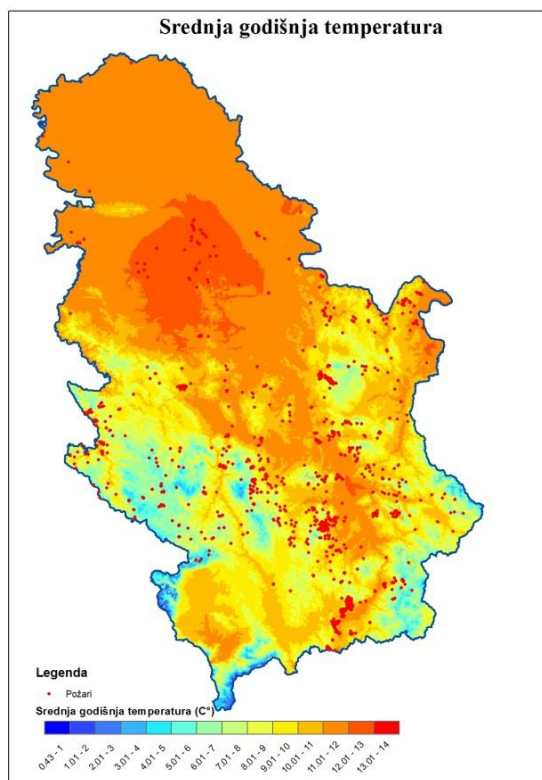
Подручја са надморском висином до 300 m имају јулску температуру од 20.4°C (Ћуприја) до 22.1°C (Неготин). За места са надморском висином од 300 до 500 m, средње јулска температура износи 19.2°C (Пожега) до 20.7°C (Лесковац и Врање), а у местима са надморском висином преко 1000 m од 11.6°C (Копаоник) до 16.3°C (Златибор).

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 приказани су у Табели 28.

Табела 28. Средња годишња температура ваздуха

Температура	Број бодова	Број пожара	%	Површина(ha)	%
До 9	10	591	31.6	14755.30	58.1
Од 9 до 12	20	1239	66.2	10539.67	41.5
Преко 12	30	41	2.2	114.29	0.4
Укупно		1871	100	25409.26	100

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Карта 4. Средња годишња температура ваздуха и распоред шумских пожара у анализираном периоду

Карта 5. Средња температура ваздуха у вегетационом периоду и распоред шумских пожара у анализираном периоду

Као један од показатеља утицаја температуре ваздуха на опасност од настанка шумских пожара је просечна максимална и минимална температура ваздуха (°C) (Табела 29 и 30).

Табела 29. Средње месечне максималне и средње годишње максималне температуре ваздуха за период 2005-2015.

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
do 200 m													
Неготин	4.2	5.1	12.5	18.9	24.3	28.1	30.8	30.7	24.8	17.4	11.2	5.4	17.8
Бечеј	3.8	4.8	11.8	19.0	23.9	27.2	29.7	29.6	24.5	17.9	11.7	4.9	17.4
Сента	4.9	6.6	12.6	19.6	25.3	28.8	30.0	30.0	24.4	19.1	11.9	5.9	18.3
Шабац	5.9	6.2	13.1	19.0	23.1	27.5	29.8	29.5	24.2	18.7	12.3	5.8	17.8
Зрењанин	4.2	5.3	12.3	18.8	23.6	27.0	29.6	29.6	24.1	17.9	12.0	5.2	17.5
Кикинда	3.4	4.5	11.3	17.7	22.5	26.2	28.5	28.3	23.1	16.9	11.0	4.4	16.5
Сремска Митровица	4.6	5.9	13.0	19.0	23.6	27.0	29.5	29.3	24.1	18.3	12.1	5.5	17.7

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Велико Градиште	4.4	5.6	12.6	19.0	23.8	27.6	30.4	30.1	24.3	17.8	12.2	5.6	17.9
Римски Шанчеви	4.6	5.4	12.4	18.7	23.3	26.6	29.3	29.2	23.9	18.0	12.2	5.6	17.5
Вршац	5.1	5.7	12.5	18.8	23.6	27.1	29.7	29.7	24.1	18.3	12.9	6.4	17.9
Бачки Петровац	4.9	5.8	12.9	19.6	24.1	27.3	29.8	29.5	24.1	18.2	12.5	5.9	17.9
Сомбор	4.4	5.4	12.3	18.9	23.5	27.0	29.5	29.2	23.8	18.0	11.7	5.1	17.5
Бела Црква	4.1	5.1	12.0	18.4	23.2	26.7	29.3	29.4	24.1	17.8	12.5	6.0	17.4
Палић	3.8	5.1	11.7	18.3	22.9	26.5	29.0	28.7	23.3	17.2	11.2	4.7	16.9
Алекса Шантић	2.7	4.8	11.2	18.9	24.4	27.5	29.4	29.2	24.0	17.8	11.0	4.9	17.3
Лозница	6.0	6.8	13.2	18.9	23.4	26.8	29.4	29.2	23.9	18.5	13.2	7.0	18.1
Смедеревска Паланка	5.6	6.6	13.1	19.1	23.7	27.2	30.0	30.1	24.5	18.4	13.2	6.7	18.2
Ћуприја	5.2	6.3	13.0	19.3	24.0	27.6	30.5	30.7	24.9	18.3	13.0	6.4	18.3
Београд (опсерваторија)	5.4	6.3	12.8	19.0	23.7	27.1	29.8	29.7	24.2	18.4	13.0	6.5	18.1
Зајечар	4.8	5.7	12.6	18.7	24.0	27.7	30.5	30.4	24.5	17.2	11.3	6.1	17.9
Крушевац	5.5	6.6	13.0	18.9	23.6	27.3	30.0	30.4	24.6	18.4	13.2	6.5	18.2
Љубовија	6.1	7.8	14.1	19.8	24.2	27.5	30.3	30.4	24.9	19.5	13.7	6.8	18.7
Ваљево	6.1	6.9	12.9	18.6	23.0	26.6	29.3	29.2	23.8	18.3	13.5	7.0	18.0
Алексинац	5.8	7.3	12.9	19.3	24.5	28.2	31.0	31.3	25.1	19.2	13.8	6.7	17.2
Крагујевац	6.0	6.7	12.9	18.6	23.3	27.0	29.8	29.9	24.3	18.4	13.5	7.1	18.2
Средња вредност	4.9	5.9	12.6	18.9	23.7	27.2	29.8	29.7	24.2	18.2	12.4	5.9	17.8
200-500 m													
Ниш	5.8	7.1	13.4	19.2	24.2	28.0	30.9	31.3	25.5	19.2	13.7	6.9	18.8
Краљево	6.3	7.5	13.6	19.1	23.6	27.3	29.8	30.2	24.5	18.5	13.2	7.2	19.2
Лесковац	5.3	6.9	13.1	18.9	23.9	27.6	30.5	31.0	25.2	18.9	13.0	6.2	18.4
Врњачка бања	4.6	6.4	12.5	18.7	21.3	27.2	29.5	29.7	23.9	17.5	12.5	5.9	18.0
Рековац	5.3	6.3	12.3	18.7	23.1	26.6	29.4	29.7	24.1	18.5	13.6	6.7	17.7
Буковичка бања	3.1	4.0	9.8	15.5	21.5	24.8	26.1	26.6	21.2	16.7	10.5	5.1	14.9
Прокупље	5.2	6.1	13.2	19.1	23.8	27.7	30.2	30.5	24.4	18.3	12.6	6.6	18.1
Власотинце	5.3	6.7	13.3	19.2	24.1	28.0	30.7	28.5	25.0	18.7	12.8	6.2	17.0
Књажевац	5.1	6.4	13.0	19.3	24.7	28.4	31.3	31.9	25.3	18.2	12.8	6.4	18.7
Сокобања	4.1	5.2	11.8	18.3	23.0	26.5	29.4	29.7	23.9	16.9	11.4	5.3	17.2
Пожега	3.6	5.9	12.4	18.2	22.7	26.1	28.6	28.8	23.2	17.2	10.9	4.1	16.9
Жагубица	4.2	5.0	11.4	17.9	22.5	26.2	28.5	28.7	22.8	17.0	11.9	5.2	17.0
Александровац	4.8	5.5	12.3	17.5	22.0	25.5	28.0	28.6	23.3	17.4	12.0	5.6	17.7
Пирот	5.1	6.9	12.8	18.6	23.2	26.8	29.8	30.3	24.7	18.8	13.2	6.4	18.2
Куршумлија	5.6	6.5	12.2	17.9	22.7	26.1	29.2	29.7	23.9	18.0	12.9	6.5	17.7
Бујановац	5.0	7.1	12.7	18.3	23.4	27.3	30.3	30.8	25.0	18.7	12.4	5.9	18.2
Врање	5.0	6.9	12.3	17.9	23.0	26.7	29.7	30.4	24.5	18.5	12.5	5.9	17.8
Димитровград	4.6	6.2	12.0	17.6	22.6	26.0	28.9	29.4	23.9	17.9	12.4	5.7	17.3
Ивањица	Нема података												
Бабушница	4.7	6.4	12.1	18.1	23.1	26.5	29.4	29.8	24.0	18.3	12.5	6.0	17.6
Средња вредност	4.9	6.3	12.4	18.3	23.1	26.8	29.5	29.8	24.1	18.1	12.5	6.0	16.9

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
500-1000 m													
Нови Пазар	5.1	7.5	12.9	18.9	23.9	27.3	30.2	30.6	24.5	18.6	12.3	5.5	18.1
Рудник планина	3.2	3.3	8.3	14.2	19.5	22.6	25.1	25.0	18.9	14.9	9.3	3.9	13.8
Средња вредност	4.2	5.4	10.6	16.6	21.7	25.0	27.7	27.8	21.7	16.8	10.8	4.7	16.0
>1000 m													
Златибор	2.5	2.8	7.6	13.2	18.0	21.4	24.1	24.5	18.7	14.0	9.6	3.3	13.4
Сјеница	2.1	3.2	8.0	13.5	18.3	22.0	24.7	25.3	19.8	15.1	10.3	3.3	13.9
Драгаш	4.8	4.9	9.0	14.1	19.1	22.9	25.7	26.3	20.5	15.7	11.4	5.9	15.1
Копаноник	-1.3	-1.6	1.8	6.7	12.0	15.5	18.2	18.8	13.6	9.4	5.5	1.0	8.3
Средња вредност	2.0	2.3	6.6	11.9	16.9	20.5	23.2	23.7	18.2	13.6	9.2	3.4	12.7

Извор: [59], Калкулација аутора

Табела 30. Средње месечне минималне и средње годишње минималне температуре ваздуха за период 2005 – 2015.

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
do 200 m													
Неготин	-2.6	-2.2	2.5	7.2	12.2	15.8	17.5	17.3	13.0	7.5	3.5	-1.0	7.6
Бечеј	-2.7	-2.8	1.7	7.6	12.0	15.5	16.6	15.9	12.1	7.2	3.1	-0.5	7.1
Сента	-2.3	-2.1	2.1	7.5	12.2	15.8	17.4	16.7	12.4	7.4	3.2	-0.6	7.5
Шабац	-1.6	-1.9	2.0	6.7	11.7	15.2	16.7	15.7	11.8	7.1	2.6	-0.6	6.9
Зрењанин	-2.1	-2.0	2.2	7.0	11.6	15.2	16.7	16.1	12.3	7.6	3.8	-0.2	7.4
Киkinda	-2.0	-1.9	2.6	7.8	12.3	15.8	17.6	17.1	12.9	7.9	4.0	0.0	7.9
Сремска Митровица	-2.3	-2.4	1.5	6.3	11.2	14.4	15.6	15.1	11.4	7.1	2.9	-0.6	6.7
Велико Градиште	-2.5	-2.3	1.6	6.3	10.9	14.1	15.8	15.5	11.9	7.2	3.3	-0.8	6.8
Римски Шанчеви	-2.2	-2.4	1.9	6.9	11.7	14.9	16.3	16.0	12.0	7.3	3.3	-0.5	7.2
Вршац	-2.1	-1.9	2.1	7.2	11.5	14.5	16.1	16.0	12.4	7.6	3.8	-0.2	7.3
Бачки Петровац	-3.1	-3.5	1.2	6.3	11.0	14.4	15.6	15.1	11.3	6.5	2.4	-0.8	6.3
Сомбор	-2.3	-2.4	1.7	6.5	11.2	14.6	16.1	15.4	11.3	6.6	2.8	-0.8	6.8
Бела Црква	-2.0	-2.0	2.1	7.0	11.7	14.9	16.4	16.2	12.6	7.9	3.3	-0.2	7.5
Палић	-2.4	-2.4	2.1	7.2	11.9	15.5	17.1	16.4	12.3	7.3	3.2	-0.7	7.3
Алекса Шантић	-4.1	-3.5	1.1	6.8	11.6	15.2	16.1	16.0	11.1	7.0	2.5	-0.9	6.7
Лозница	-1.4	-1.2	2.6	7.2	11.6	15.4	16.9	16.5	12.5	7.9	3.6	0.1	7.7
Смедеревска Паланка	-2.3	-2.2	1.6	6.1	10.4	14.0	15.5	15.1	11.4	7.0	2.8	-0.4	6.6
Ћуприја	-2.8	-2.6	0.9	5.4	10.0	13.3	14.9	14.5	11.0	6.6	2.6	-1.0	6.1
Београд (опсерваторија)	-0.4	-0.1	4.2	9.2	13.4	16.9	18.9	18.6	14.4	9.6	5.5	1.2	9.3
Зајечар	-3.9	-3.4	0.6	4.9	9.8	13.2	14.7	14.3	10.5	5.8	2.3	-2.4	5.6
Крушевац	-2.7	-2.2	1.7	5.9	10.4	14.2	15.6	15.1	11.4	6.6	2.5	-1.0	6.5
Љубовија	-2.1	-1.9	1.4	6.1	10.8	14.5	15.7	15.4	12.0	7.8	2.9	-0.9	6.8
Ваљево	-2.3	-2.0	2.0	6.6	11.2	15.1	16.8	16.3	12.1	7.1	2.6	-0.7	7.1
Алексинац	-1.4	-0.9	2.7	7.1	11.8	15.3	16.7	16.4	12.5	7.9	3.9	0.7	7.8

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Крагујевац	-1.9	-1.9	2.1	6.1	10.6	14.3	15.9	15.6	11.9	7.3	3.2	-0.4	7.0
Средња вредност	-2.3	-2.2	1.9	6.8	11.4	14.9	16.4	15.9	12.0	7.3	3.2	-0.5	7.1
200-500 m													
Ниш	-2.0	-1.5	2.4	6.9	11.3	14.8	16.4	16.4	12.5	7.6	3.5	-0.3	7.4
Краљево	-2.3	-1.9	2.1	6.3	10.6	14.3	15.9	15.7	11.8	7.1	2.8	-0.8	6.8
Лесковац	-3.0	-2.5	1.3	5.4	10.1	13.6	14.8	14.4	10.7	6.1	2.0	-1.1	6.0
Врњачка Бања	-3.3	-2.8	1.0	5.7	10.4	14.1	15.2	15.2	11.3	6.3	2.2	-1.2	6.4
Рековац	-2.8	-2.9	1.1	5.4	9.9	13.4	14.8	14.7	10.9	6.5	2.4	-1.3	6.0
Буковичка Бања	-3.4	-4.2	1.5	6.5	12.1	15.4	16.8	17.3	12.4	8.5	3.6	-0.7	7.2
Прокупље	-3.7	-3.2	0.7	5.2	9.7	13.4	14.6	14.5	10.5	6.0	1.5	-1.2	5.6
Власотинце	-1.9	-1.4	2.4	7.1	11.3	14.6	16.2	16.2	12.4	7.7	3.5	-0.3	7.3
Књажевац	-3.1	-2.5	1.5	5.7	10.6	14.0	15.4	15.2	11.1	6.4	3.0	-1.2	6.5
Сокобања	-3.8	-3.5	0.5	5.1	9.6	13.0	14.6	14.5	10.6	6.0	2.2	-1.9	5.5
Пожега	-4.1	-3.9	-0.1	4.2	9.1	13.0	14.2	13.7	10.3	6.1	0.9	-2.7	5.1
Жагубица	-3.7	-3.6	0.5	5.4	10.1	13.2	14.3	14.3	10.5	6.1	2.2	-2.3	5.7
Александровац	-2.1	-2.3	2.2	6.9	11.1	14.6	16.4	16.3	12.6	7.6	3.5	-0.7	7.2
Пирот	-3.0	-2.5	1.4	5.5	10.1	13.7	14.9	14.7	10.8	6.3	2.9	-1.5	6.3
Куршумлија	-3.2	-3.0	0.5	4.8	9.0	12.4	13.8	13.7	10.2	5.9	1.7	-1.7	5.4
Бујановац	-2.8	-2.7	1.0	4.9	9.4	12.9	14.3	14.6	10.4	5.9	2.0	-1.6	5.2
Врање	-2.8	-2.3	1.3	5.4	9.7	13.1	14.7	14.8	10.9	6.4	2.3	-1.4	6.1
Димитровград	-3.8	-3.3	0.2	4.4	8.9	12.1	13.5	13.6	10.1	5.8	2.0	-2.0	5.2
Ивањица	-4.2	-5.8	-0.4	4.2	8.4	13.5	14.1	13.4	9.1	5.7	0.9	-3.2	4.7
Бабушница	-4.8	-4.1	0.6	5.0	9.8	13.1	14.4	13.8	9.4	4.5	0.7	-3.4	5.0
Средња вредност	-3.2	-3.0	1.1	5.5	10.1	13.6	15.0	14.9	10.9	6.4	2.3	-1.5	6.0
500-1000 m													
Нови Пазар	-3,5	-2,2	0,9	4,8	9,1	12,7	14,1	13,8	10,3	5,9	1,4	-2,4	5,4
Рудник планина	-2,4	-2,6	1,5	6,5	10,8	14,4	16,4	16,6	12,3	7,5	4,1	-1,0	7,1
Средња вредност	-3,0	-2,4	1,2	5,7	10,0	13,6	15,3	15,2	11,3	6,7	2,8	-1,7	6,3
>1000 m													
Златибор	-4.5	-4.7	-1.0	3.8	8.1	11.6	13.6	13.7	9.6	5.4	1.4	-2.8	4.5
Сјеница	-7.4	-6.9	-2.9	1.5	5.3	8.8	10.0	9.8	6.7	2.6	-1.8	-6.0	1.7
Драгаш	-4.0	-4.6	-1.0	3.3	7.8	10.7	12.4	12.8	8.8	4.8	2.2	-3.3	3.6
Копаноник	-7.5	-7.8	-5.2	-0.6	3.8	7.3	9.1	9.5	5.7	1.9	-1.6	-5.7	0.8
Средња вредност	-5.9	-6.0	-2.5	2.0	6.3	9.6	11.3	11.5	7.7	3.7	0.1	-4.5	2.7

Извор: [59], Калкулација аутора

Средње максималне и минималне месечне температуре ваздуха, у поређењу са средњим месечним температурама, одликују се знатно већом променљивошћу, како у времену тако и у простору.

У Табели 29 приказане су средње месечне максималне и средње годишње максималне температуре. Оне показују да се средња годишња максимална температура ваздуха креће од 7.9°C (Копаоник) до 18.1°C (Ниш), у зависности од надморске висине места.

У годишњем току температурне разлике су значајне. Годишња амплитуда колебања средње месечне максималне температуре креће се од 18.7°C (Копаоник) до 25.7°C (Неготин).

Средња месечна максимална температура најхладнијег месеца (јануар) релативно се мало мења у простору, од -0.7°C до 5.3°C , док су у најтоплијем месецу (јул) промене температуре у простору знатно веће и колебају се у већим границама (од 17.3°C до 29.7°C).

Просечне максималне температуре ваздуха за одређена подручја у појединим месецима који су посебно пожарно угрожени као што су јул и август износе око или преко 30°C , што ствара добре услове за појаву шумских пожара, а опасност од настанка шумских пожара се повећава.

Средње минималне температуре су један од поузданих показатеља оштрине зиме у неком месту, а карактеришу и термички режим ноћних часова.

У Табели 30 приказан је ток средњих месечних минималних и средње годишње минималне температура ваздуха. Подаци показују да средња минимална температура има негативне вредности од децембра до фебруара у нижим, а од новембра до марта и априла у вишим пределима. Најниже негативне вредности јављају се у јануару, а највише позитивне у јулу.

Средња месечна минимална температура најхладнијег месеца (јануар) релативно се мало мења у простору од -9.8°C (Сјеница) до -2.3°C (Београд), док су у најтоплијем месецу (јул) промене температуре у простору знатно веће и колебају се у већим границама (од 7.5°C (Копаоник) до 16.3°C (Београд)).

Праћење температуре ваздуха за одређена подручја помаже приликом одређивања периода пожарне опасности и угрожености шума од пожара (Табела 31) и почетак припреме за пожарну сезону.

Табела 31. Пожарна опасност у зависности од температуре ваздуха

Температура ваздуха	-10 ⁰ С -10 ⁰ С	10 ⁰ С- 20 ⁰ С	20 ⁰ С – 25 ⁰ С	25 ⁰ С – 30 ⁰ С	30 ⁰ С - 40 ⁰ С
Опасност од настанка шумских пожара	мала	постоји	изражена	јачо изражена	велика

Извор: Оригинал

5.3.2 Релативна влажност ваздуха

Међу првим метеоролошким индексима опасности од пожара користила се само релативна влажност ваздуха с обзиром да она показује колико је ваздух засићен паром [5]. Од свих показатеља влажности ваздуха највећи практични значај има релативна влажност ваздуха, која карактерише степен засићења ваздуха воденом паром. Иако се у годишњем току вредности релативне влажности ваздуха веома мало колебају, оне зависе од топографских прилика, количине водене паре у ваздуху, температуре ваздуха, ветра, облачности, висине и честине падавина и др.

Као критеријум класификације најчешће се користи подела према којој је ваздух:

- веома сув, ако је $r < 55\%$,
- сув, ако је $55\% < r < 74\%$,
- умерено влажан, ако је $75\% < r < 90\%$,
- веома влажан, ако је $> 90\%$.

Релативна влажност ваздуха је у обрнутом односу са температуром: најнижа је у топлим месецима (јул, август) а највиша у децембру и јануару. Релативна влажност као један од метеоролошких елемената састоји се у томе да се при високој влази сунчева топлота троши на испаравање, а при ниској влази испаравање је мало па се топлота троши на турбулентну размену и загревање ваздуха. Сув ваздух и ниска релативна влажност имају тенденцију да упијају воду из горивог материјала, док влажан ваздух због велике садржине воде у себи не апсорбује воду из горивог материјала већ му је враћа. Средње вредности релативне влаге ваздуха нису исте за сва подручја и нису исте у свим месецима што утиче на угроженост шума од пожара. Вредности средње месечне и годишње

релативне влажности ваздуха по надморским зонама и метеоролошким станицама приказани су у Табели 32.

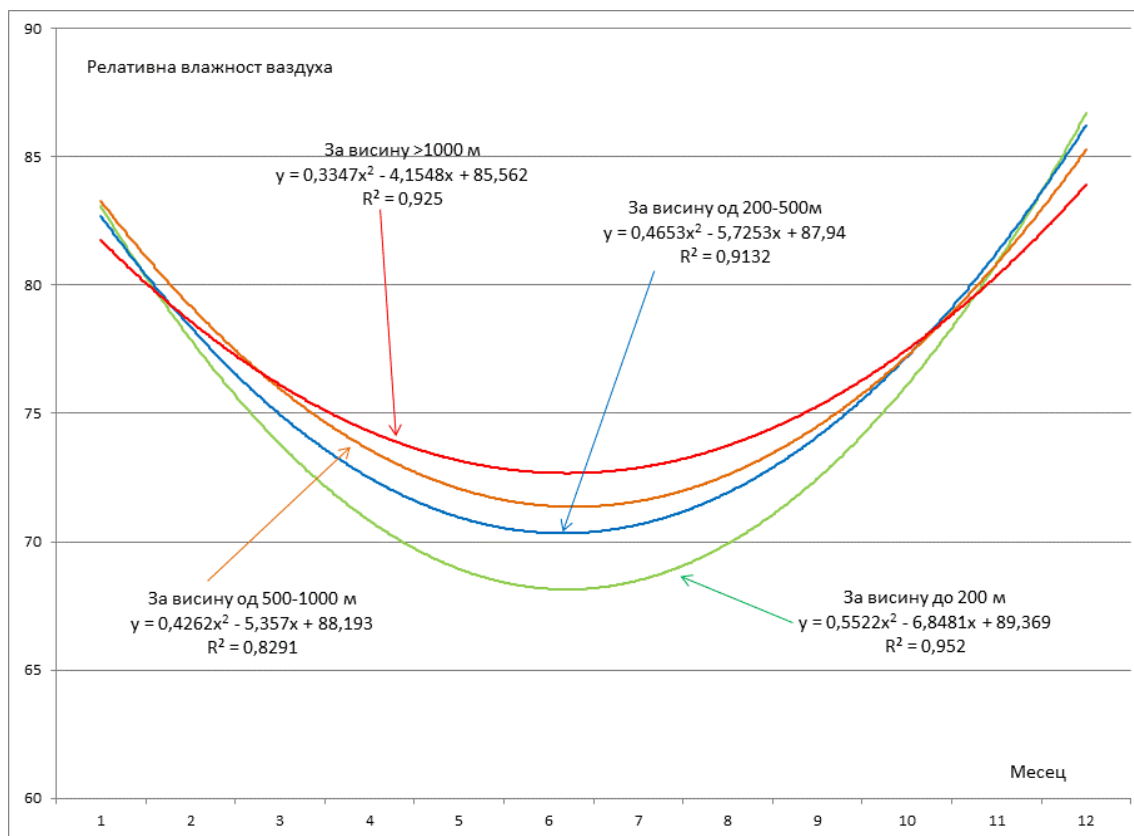
Табела 32. Средња месечна и годишња релативна влажност ваздуха (%) у Србији за период 2005-2015.

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
do 200 m													
Неготин	39	35	24	26	28	29	28	27	25	35	37	41	20
Бечеј	46	40	26	22	25	26	26	26	25	28	39	47	21
Сента	64	59	50	45	50	50	42	47	54	60	67	63	31
Шабац	58	58	41	45	38	42	43	39	51	52	50	59	23
Зрењанин	55	45	31	29	30	33	30	29	31	35	42	54	25
Кикинда	52	45	29	26	28	30	28	28	27	35	44	54	22
Сремска Митровица	55	45	29	28	30	30	30	28	30	33	43	53	24
Велико Градиште	39	36	24	24	26	27	24	25	27	30	35	44	19
Римски шанчеви	54	47	28	26	30	34	31	30	31	36	43	54	23
Вршац	41	37	25	25	28	27	27	26	28	31	36	41	19
Бачки Петровац	61	52	39	38	38	37	41	34	41	48	55	63	30
Сомбор	42	38	26	24	25	28	26	26	25	28	38	46	21
Бела црква	52	49	35	33	38	39	36	36	38	43	46	50	29
Палић	38	36	23	23	24	27	26	24	24	27	37	41	19
Алекса Шантић	62	62	32	42	36	42	39	41	40	45	50	55	27
Лозница	43	36	26	27	28	32	28	27	27	32	32	41	21
Смедеревска Паланка	43	37	25	25	28	30	27	27	29	34	39	45	21
Ђуприја	46	37	24	23	27	28	31	24	26	33	40	47	19
Београд (опсерваторија)	44	34	23	23	26	27	26	25	29	32	37	44	19
Зајечар	37	31	25	27	26	29	27	25	26	31	33	38	21
Крушевац	43	33	24	25	25	26	26	23	24	32	35	44	19
Љубовија	52	44	35	34	37	38	39	38	39	42	49	55	29
Ваљево	42	33	27	28	29	30	28	26	30	53	34	40	21
Алексинач	51	45	35	36	36	37	32	36	36	45	50	52	27
Крагујевац	45	40	29	27	31	32	28	26	26	36	38	42	21
Средња вредност	48.2	42.2	29.4	29.2	30.7	32.4	30.8	29.7	31.6	37.4	42.0	48.5	22.8
200-500 m													
Ниш	42	34	25	25	26	28	24	24	26	32	38	44	19
Краљево	43	36	26	25	29	31	28	27	28	34	40	46	20
Лесковац	36	30	23	23	24	26	23	22	22	27	33	39	18
Врњачка бања	48	41	31	30	31	34	33	34	36	41	49	52	22
Рековац	46	38	31	31	33	34	29	32	36	43	45	46	17
Буковичка бања	46	40	29	30	36	38	37	31	31	26	42	44	21
Прокупље	48	44	33	35	32	36	31	33	37	42	46	51	22
Власотинце	56	40	32	28	33	33	35	30	37	37	41	51	21

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Књажевац	50	44	33	29	32	37	33	32	35	42	43	48	26
Сокобања	51	46	35	34	39	39	38	33	39	47	50	50	28
Пожега	44	35	25	24	25	29	28	26	27	38	41	47	19
Жагубица	57	53	39	37	40	40	41	38	46	51	53	60	25
Александровац	33	32	25	26	26	30	29	26	31	35	44	41	19
Пирот	45	38	27	29	29	35	29	30	30	34	39	38	20
Куршумлија	43	36	30	26	28	30	27	25	27	32	36	41	21
Бујановац	60	49	37	27	31	33	34	28	38	46	57	66	19
Врање	43	36	23	23	24	26	22	21	22	30	37	44	18
Димитровград	43	34	27	24	26	30	25	24	24	31	35	43	19
Ивањица	53	46	40	35	32	41	36	37	42	45	47	54	25
Бабушница	45	46	57	51	44	36	35	35	42	52	56	43	27
Средња вредност	46.6	39.9	31.4	29.6	31.0	33.3	30.9	29.4	32.8	38.3	43.6	47.4	21.3
500-1000 m													
Нови Пазар	66	50	35	29	31	34	32	31	34	41	46	60	25
Рудник планина	53	45	43	39	42	44	42	38	47	51	45	53	29
Средња вредност	59.5	47.5	39.0	34.0	36.5	39.0	37.0	34.5	40.5	46.0	45.5	56.5	27.0
>1000 m													
Златибор	46	37	29	26	28	36	30	26	32	34	35	47	22
Сјеница	44	37	29	27	26	30	24	25	27	29	29	45	21
Драгаш	41	38	35	33	34	34	33	30	36	38	38	39	25
Копанник	35	34	36	32	35	40	31	33	34	25	25	27	16
Средња вредност	41.5	36.5	32.3	29.5	30.8	35.0	29.5	28.5	32.3	31.5	31.8	39.5	21.0

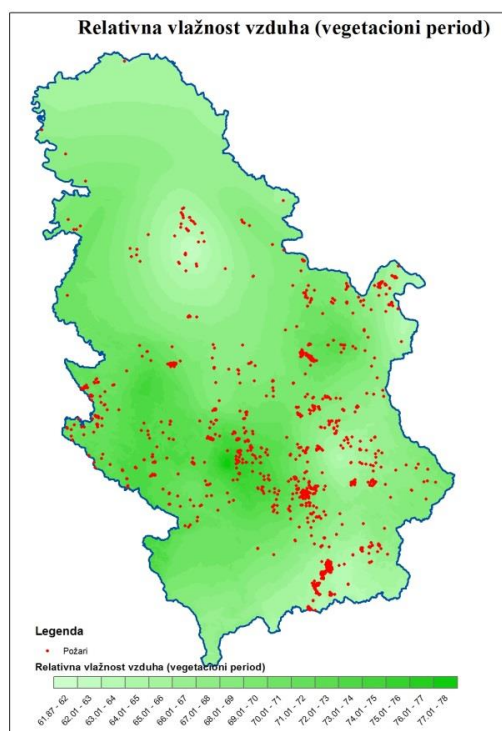
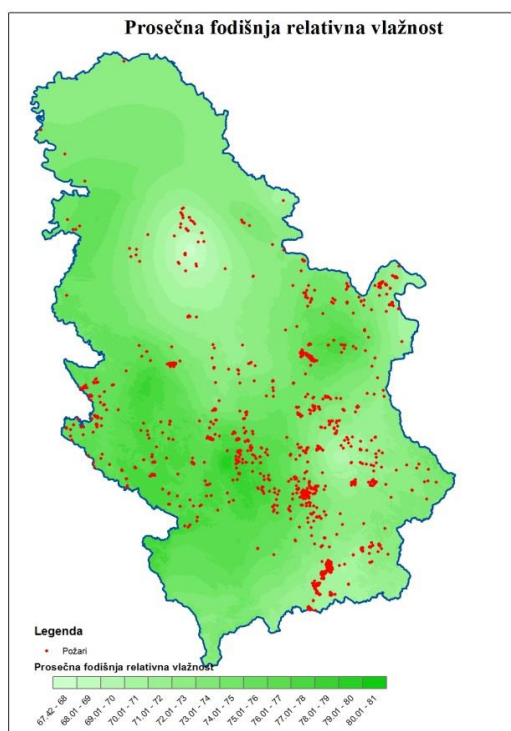
Извор: [59], Калкулација аутора

На основу приказаних резултата може се запазити да се 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) (Графикон 10).



Графикон 10. Изравнате вредности максималне релативне влажности ваздуха по надморским висинама станица и месецима

Средња релативна влажност ваздуха и распоред шумских пожара за период (2005-2015) приказана је на Карти 6 и средња релативна влажност ваздуха у вегетационом периоду и распоред шумских пожара приказана је на Карти 7.



Извор: Оригинал

Карта 6. Релативна влажност ваздуха и **Карта 7.** Релативна влажност ваздуха у распоред шумских пожара вегетационом периоду и распоред шумских пожара

Заступљеност зона са релативном влажношћу ваздуха и бројем бодова којима се утврђује ризик од пожара приказанио су у Табели 33.

Табела 33. Средња годишња релативна влажност ваздуха

Релативна влажност ваздуха	Број бодова	Број пожара	%	Површина (ha)	%
До 70%	30	28	1.5	23.32	0.1
Од 71 до 79%	20	1843	98.5	25385.94	99.9
Преко 81%	10				
Укупно		1871	100	25409.26	100

Извор: Оригинал

Када се има у виду да је релативна влажност ваздуха обрнуто пропорционална температури ваздуха, онда је разумљиво што зимски месеци имају највећу релативну влажност ваздуха, а летњи најмању.

Релативна влажност ваздуха од почетка године до јула, односно августа опада, а затим расте до краја године. Анализа просечних - месечних вредности

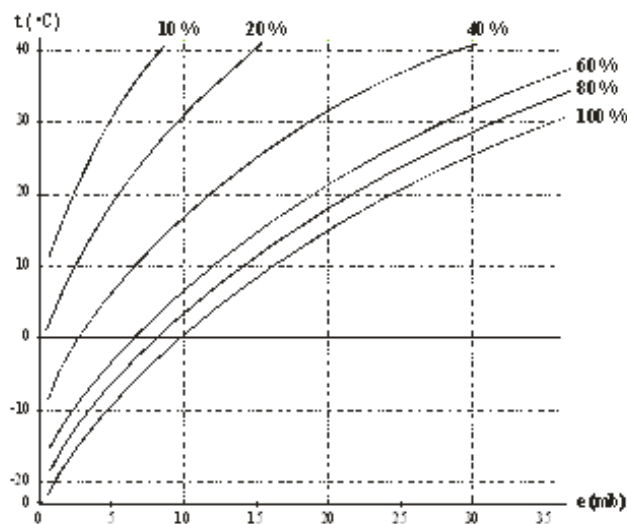
релативне влажности ваздуха на посматраним метеоролошким станицама показала је да се оне у највећој мери налазе у категорији умерено влажног ваздуха, док се у топлом делу године могу окарактерисати као суве.

Релативна влажност ваздуха уопштено показује стање атмосфере у односу према два метеоролошка елемента: температуре и влаге у ваздуху. Са становишта прогнозе релативне влажности ваздуха потребно је посебно алализирати промене температуре и промене количине влаге у ваздуху.

На графикон 11. дат је упоредни однос релативне влажности ваздуха у зависности од температуре ваздуха и притиску водене паре.

5.3.3 Падавине

Падавине су један од најважнијих климатолошких елемената. По својој природи падавине су најпроменљивији метеоролошки елемент. С обзиром на атмосферске процесе и карактеристике рељефа, падавине су на територији Републике Србије неправилно распоређене у времену и простору. Југозападни делови територије припадају маритимном режиму падавина (у хладној половини године падне више од 50% од укупне годишње количине падавина). Остали део републике Србије има континентални режим, у топлијој половини године пада више од 50% од годишње количине падавина.



Извор: [8]

Графикон 11. Однос релативне влаге, температуре ваздуха и притисак водене паре

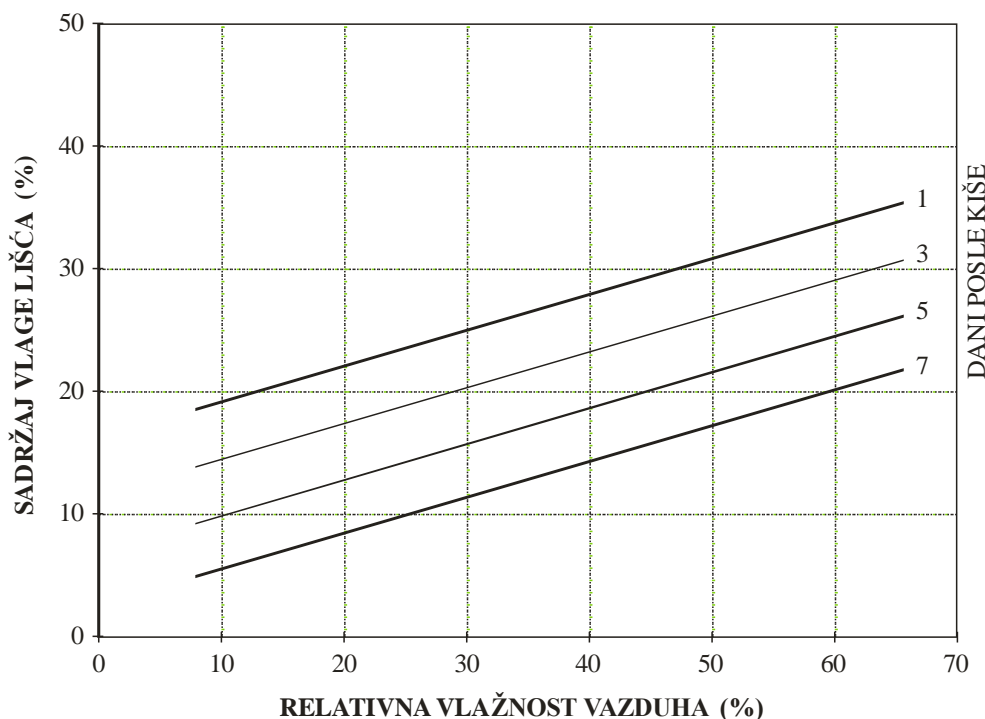
Регионална расподела падавина у Србији је веома неправилна, првенствено услед сложеног утицаја честине проласка циклона, степена континенталности и карактера рељефа (надморске висине, експозиције, морфолшког склопа).

За процену степена опасности од шумских пожара потребно је пратити хидролошки циклус у атмосфери у који се убрајају: киша, њено отицање, испаравање, кондензација и нова киша.

Падавине својим вишком или недостатком директно утичу на стање горивог материјала у шуми, у делу вишка или мањка влаге у горивом материјалу, што знатно повећава или смањује запаљивост и могућност ширења пожара.

На Графикону 12 дат је приказ утицаја влаге ваздуха и дана након кише на влагу лишћара.

Дужи сушни период утиче на количину влаге у већини врста шумског горивог материјала, па он знатно постаје осетљив на појаву шумских пожара. С друге стране дужи кишни период повећава количину влаге у горивом материјалу, што битно утиче на осетљивост горивог материјала на пожар, односно смањује опасност од настанка пожара.



Извор: [8]

Графикон 12. Утицај релативне влаге ваздуха и дана након кише на влагу лишћара

Количина падавина или кишни режим указују да сва подручја немају исти режим падавина и да то утиче на гориви материјал у шуми. Ситни гориви материјал се брзо суши и количина влаге у њему одређује његову запаљивост док крупнији гориви материјал дуже задржава влагу у себи и теже се пали.

Дужи кишни период омогућава већи садржај влаге у горивом материјалу што га чини тежим за паљење и горење и теже ширење пожара у шуми. Са друге стране краћи или дужи сушни временски период смањује садржај влаге у горивом материјалу и чини га погоднијим за паљење и горење.

Просечна годишња сума падавина у Србији за период 2005-2015. године износи 677.7 mm (Табела 34). Годишња количина падавина у просеку расте са надморском висином. Сувље области, са падавинама испод 600 mm, налазе се на североистоку земље, као и у долини Јужне Мораве и делу Косова. Области коју чине Подунавље, долина Велике Мораве и њен наставак према Врању и Димитровграду, имају током године око 650 mm падавина. Идући на исток, у области Хомољских планина годишње суме падавина достижу вредност од 800 mm. Слично је и у планинским пределима на југоистоку Србије. Већа и компактнија област према западу и југозападу представља најкишовитије пределе Србије. Према Пештерској висоравни и Копаонику вредност расте до 1000 mm годишње, а неки планински врхови на југозападу Србије имају обилније падавине (преко 1000 mm).

Већи део Србије има континентални режим падавина, са већим количинама у топлијој половини године. Највише кише забележено је јуну (11, 9% од укупне годишње суме падавина), јулу (9.9%) и у мају (9.6%). Најмање падавина има у фебруару или октобру, када у просеку падне 6 % од укупне годишње количине падавина.

Подручје југозападне Србије, услед карактеристика рељефа, обронака високих планинских масива и утицаја медитеранске климе, има медитерански режим падавина са максимумом у новембру, децембру и јануару, а минимумом у августу месецу.

Табела 34. Средње месечне и годишње падавине у Србији за период 2005-2015.

Метеоролошка станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
do 200 m													
Неготин	55.1	67.0	49.5	47.6	59.2	67.1	48.1	50.5	67.0	72.7	57.0	63.1	703.9
Бела Црква	54.3	50.4	45.5	47.3	80.1	70.3	85.4	61.0	52.3	59.4	48.2	47.1	695.8
Зрењанин	42.6	42.5	40.1	37.5	64.5	74.4	59.1	52.9	58.1	52.6	44.4	42.8	611.4
Сента	46.7	46.2	46.5	39.6	81.8	63.0	74.6	49.0	60.1	55.1	45.4	60.3	662.6
Кикинда	38.4	38.5	39.7	40.8	68.4	68.4	62.8	48.9	53.3	50.0	41.4	38.5	589.1
Ср. Митровица	47.5	42.3	39.6	45.0	81.7	70.0	53.9	63.2	51.5	64.7	43.6	39.2	637.8
В. Градиште	57.9	51.4	47.6	55.6	71.7	51.9	72.4	52.1	53.2	60.7	51.1	48.7	674.4
Вршац	52.5	48.5	41.8	50.7	66.1	69.4	87.2	70.3	50.7	56.4	47.7	45.0	686.3
Рим. Шанчеви	43.6	42.0	41.7	40.3	88.8	85.3	61.9	63.1	58.5	62.9	48.8	44.4	680.9
Бач. Петровац	42.7	40.4	38.9	42.5	80.6	85.7	62.5	54.1	58.6	58.0	47.0	40.7	666.4
Сомбор	45.3	40.9	38.4	39.7	84.3	73.3	60.4	59.2	57.1	57.1	48.1	48.9	652.7
Београд	62.2	55.0	57.0	42.7	85.8	78.3	69.7	57.2	58.5	56.1	44.8	53.8	721.2
Палић	38.9	40.6	39.4	41.8	76.5	73.5	62.9	56.0	56.1	55.3	45.7	42.6	629.3
Алекса Шантић	29.7	31.5	35.3	46.7	55.3	86.8	58.3	64.3	38.4	52.8	56.8	40.5	588.2
Лозница	65.1	59.2	74.4	62.0	108.5	93.7	66.2	79.7	67.5	79.4	61.8	70.2	887.8
См. Паланка	54.1	52.7	49.8	49.3	81.5	74.1	67.1	53.9	54.8	63.4	43.5	64.2	708.5
Ћуприја	60.5	59.8	55.3	55.3	78.9	69.3	64.4	43.7	45.9	66.6	54.4	60.0	714.2
Бечеј	39.1	35.9	44.0	38.9	65.5	72.6	52.7	53.1	45.5	50.3	48.2	42.3	581.7
Зајечар	51.2	52.5	47.0	52.5	59.2	58.8	57.6	53.0	47.2	69.3	48.4	57.9	654.5
Крушевац	50.0	51.9	60.3	61.4	72.5	70.4	49.6	42.0	49.5	64.7	50.1	58.6	683.8
Љубовија	62.9	60.9	71.8	54.3	94.6	114.6	91.1	87.1	72.5	85.1	72.6	80.3	941.3
Ваљево	50.2	51.8	65.5	59.4	109.6	95.1	75.7	66.2	61.1	64.9	53.6	62.1	815.0
Алексинач	51.0	54.5	52.1	53.1	69.9	54.4	52.2	35.8	40.2	59.3	50.9	58.4	637.0
Крагујевац	49.4	48.4	52.8	51.9	79.4	71.5	52.2	60.5	52.3	54.8	46.3	49.4	669.0
Неготин	55.1	67.0	49.5	47.6	59.2	67.1	48.1	50.5	67.0	72.7	57.0	63.1	703.9
Средња вредност	49.8	49.3	48.9	48.1	76.9	74.4	63.8	57.1	55.1	61.8	50.3	52.9	687.9
200 – 500 m													
Ниш	50.9	45.9	51.9	56.5	76.8	55.5	46.2	46.2	40.2	67.7	55.6	54.8	648.1
Краљево	49.2	50.1	64.5	61.1	93.7	91.8	63.2	64.2	55.3	65.9	48.9	53.5	761.5
Лесковац	53.6	46.2	56.6	62.0	72.1	60.3	46.2	42.9	43.5	72.9	60.8	61.0	678.4
Вр. Бања	56.1	58.0	68.3	55.8	73.2	104.2	93.4	76.7	49.3	86.4	74.4	68.1	874.6
Рековац	56.4	47.7	44.3	53.5	66.0	53.7	43.9	50.8	38.4	64.0	46.5	44.4	624.3
Бук. Бања	76.4	66.2	31.6	67.5	65.4	80.7	94.4	64.8	81.5	92.3	77.8	72.3	871.1
Прокупље	53.2	47.4	45.5	47.7	56.7	44.8	42.9	48.5	38.5	66.3	44.7	54.9	588.3
Власотинце	70.3	54.0	59.7	67.1	88.5	68.2	55.9	49.2	53.6	79.7	64.7	74.1	768.2
Књажевац	43.1	46.5	40.3	44.7	65.5	58.7	51.5	40.9	46.4	68.9	52.5	59.4	627.7
Сокобања	60.0	55.9	50.7	49.1	69.1	74.8	51.1	42.9	48.5	75.8	57.4	64.7	708.1
Пожега	46.5	45.0	53.2	54.9	86.0	88.0	64.6	43.5	61.2	57.4	50.7	50.6	702.0
Жагубица	54.8	47.2	44.9	59.9	79.5	67.3	56.8	62.6	50.0	62.7	51.4	54.6	679.3
Александровац	39.5	43.4	54.7	47.8	84.7	75.9	58.5	51.3	53.8	59.8	42.8	53.7	594.2
Пирот	49.5	39.8	45.5	99.4	75.7	75.7	47.0	54.2	49.4	65.2	49.4	44.5	646.2
Куршумлија	52.5	50.7	63.5	49.8	76.6	66.3	57.8	41.1	52.7	77.2	52.1	58.3	698.7
Бујановац	50.3	47.8	47.3	45.5	60.4	60.0	33.4	34.1	52.5	69.8	60.4	52.6	622.2
Врање	49.6	43.0	45.9	50.0	65.6	61.7	40.3	42.0	53.9	74.2	62.9	51.1	640.2
Димитровград	48.3	43.5	55.9	54.3	78.9	74.9	61.0	62.1	58.0	76.5	51.4	47.4	712.0
Ивањица	70.2	70.1	73.4	60.1	112.3	114.2	91.6	70.2	75.5	78.0	72.7	79.1	941.5
Бабушница	59.0	54.3	56.8	59.1	79.5	74.7	54.3	54.6	53.5	69.0	56.9	50.8	722.5
Средња вредност	54.5	50.1	52.7	57.3	76.3	72.6	57.7	52.1	52.8	71.5	56.7	57.5	705.5
500 – 1000 m													
Нови Пазар	47.9	41.4	56.0	46.8	72.5	69.7	51.8	42.1	58.4	65.4	56.3	52.7	670.1
Рудник Планина	64.8	73.3	76.5	71.1	125.7	100.9	83.1	75.4	69.7	74.8	58.5	72.5	970.1

Метеоролошка станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Средња вредност	56.4	57.4	66.3	59.0	99.1	85.3	67.5	58.8	64.1	70.1	57.4	62.6	820.1
>1000 m													
Златибор	70.4	73.0	83.4	73.7	116.9	119.3	94.0	71.0	99.9	82.0	77.8	77.4	1038.7
Сјеница	67.2	56.6	59.0	53.2	84.0	72.1	66.1	55.2	64.4	76.5	67.0	58.0	779.2
Драгаш	88.1	69.2	90.5	68.4	70.7	72.2	41.1	41.5	68.9	101.6	78.9	95.9	886.8
Копаоник	79.3	70.8	91.0	87.6	118.2	103.5	86.7	60.9	72.6	93.2	73.1	75.3	1012.1
Средња вредност	76.3	67.4	81.0	70.7	97.5	91.8	72.0	57.2	76.5	88.3	74.2	76.7	929.2

Извор: [59], Калкулација аутора

Вредност средње годишње суме падавина на анализираним станицама креће се од 539.3 mm у Александровцу до 1014.6 mm на Златибору.

Средња годишња сума падавина за подручја са надморском висином до 200 m креће се у интервалу од 594.4 mm (Алекса Шантић) до 912.8 mm у Љубовији, на станицама са надморском висином од 200 до 500 m сума падавина је у границама од 560.4 mm у Прокупљу, до 889.2 mm у Ивањици, а на станицама надморске висине 500-1000 метара је у распону од 649.7 mm у Новом Пазару, до 925.6 mm на планини Рудник. Подручја са надморском висином преко 1000 m имају просечну годишњу суму падавина од 751.2 mm (Сјеница) до 1014.6 mm (Златибор).

Најкишовитији месец је јун са средњом месечном сумом падавина у интервалу од 52.4 mm (Прокупље) до 117.8 mm (Рудник) и јул од 43.1 mm (Ниш) до 99.5 mm (Златибор).

На подручју са надморском висином до 500 mm средња месечна сума падавина најкишовитијег месеца јуна креће се од 52.4 mm (Прокупље) до 114.7 mm (Љубовија), од 500 до 1000 m је у распону од 67.1 (Нови Пазар) до 117.8 (Рудник), а на подручју са надморском висином преко 1000 m од 53.2 mm (Драгаш) до 108.8 mm (Златибор).

Најмање падавина има у фебруару, од 25.5 mm у Нишу, до 66.6 mm на Златибору.

На подручјима са надморском висином до 500 mm у фебруару падне од 25.5 mm у Кикинди, до 54.3 mm у Ивањици, а на подручју са надморском висином преко 1000 mm од 44.8 mm (Сјеница) до 60.8 mm (Златибор). У Табели 35 дате су процентуалне вредности просечних висина падавина по годишњим добима.

Најкишовитије сезоне на свим станицама, осим Драгаша, су пролеће и лето, када падне 55 - 60% годишњег талога.

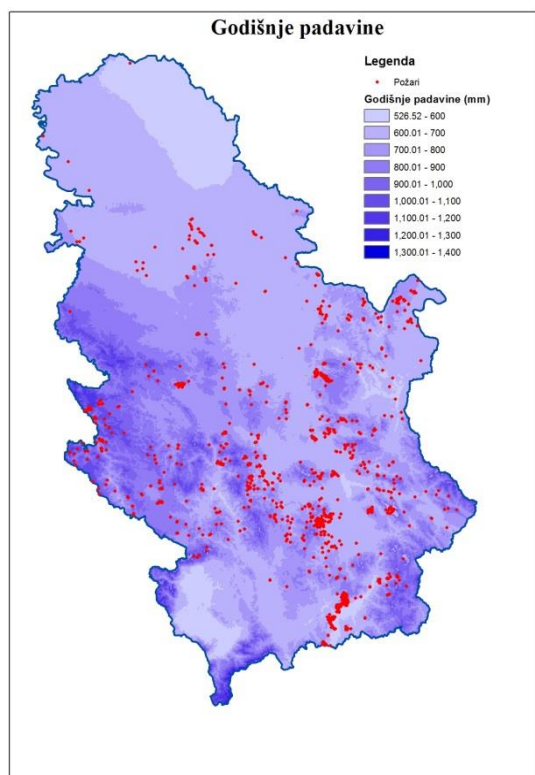
Табела 35. Просечне висине падавина по годишњим добима (%)
за период 2005-2015.

Метеоролошка станица	Надм. висина	Пролеће	Лето	Јесен	Зима
do 200 mm					
Неготин	42	27.3	22.8	29.0	20.9
Бечеј	75	29.3	28.9	23.2	18.6
Сента	80	30.9	27.1	25.1	16.9
Шабац	80	29.1	28.0	26.2	16.8
Зрењанин	80	27.4	27.1	26.8	18.7
Кикинда	81	30.8	27.9	24.9	16.4
Сремска Митровица	81	29.7	27.1	25.9	17.3
Велико Градиште	82	30.0	27.1	23.7	19.2
Римски шанчеви	84	30.5	29.6	22.8	17.0
Вршац	84	30.2	28.4	24.9	16.5
Бачки Петровац	85	30.0	26.7	26.0	17.3
Сомбор	88	28.7	29.0	25.5	16.7
Бела Црква	90	29.4	26.7	24.0	19.9
Палић	102	30.8	28.5	24.3	16.4
Алекса Шантић	120	28.5	29.6	26.6	15.3
Лозница	121	28.2	26.0	26.2	19.6
Смедер. Паланка	121	28.2	28.1	25.1	18.6
Ђуприја	123	30.1	24.6	24.6	20.6
Београд (опсерв.)	132	30.5	28.2	24.7	16.6
Зајечар	144	28.3	25.0	27.2	19.5
Крушевац	166	29.5	25.0	25.6	20.0
Љубовија	170	28.7	27.5	24.7	19.1
Ваљево	176	30.5	27.2	23.4	18.9
Алексинач	180	28.4	25.6	25.3	20.7
Крагујевац	185	29.5	28.3	23.8	18.4
Ниш	202	28.6	24.8	26.7	19.8
Краљево	215	30.2	26.5	23.7	19.5
Средња вредност	118.1	29.4	27.1	25.2	18.3
200 do 500 mm					
Лесковац	230	28.7	23.4	27.3	20.6
Врњачка бања	235	28.8	27.4	24.0	19.8
Рековац	251	29.7	25.9	24.5	19.9
Буковичка бања	264	27.2	28.0	25.1	19.6
Прокупље	266	28.3	25.4	26.8	19.6
Власотинце	271	28.6	23.8	26.3	21.2
Књажевац	281	29.1	25.0	27.1	18.8
Сокобања	300	27.7	24.0	28.0	20.3
Пожега	310	30.4	27.6	24.2	17.8
Жагубица	314	28.8	27.3	24.9	19.0
Александровац	360	31.4	29.3	23.2	16.1
Пирот	370	34.0	24.0	24.1	17.9
Куршумлија	382	28.0	26.7	25.6	19.6
Бујановац	400	27.7	24.2	29.0	19.1
Врање	432	29.5	23.9	28.4	18.1
Димитровград	450	30.8	27.0	24.0	18.2

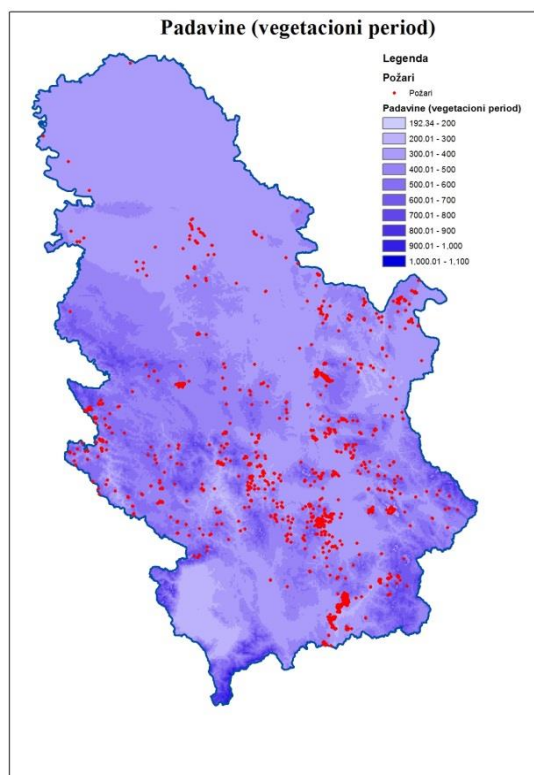
Ивањица	465	30.6	27.7	23.3	18.4
Бабушница	495	29.3	24.3	25.1	21.3
Средња вредност	337.6	29.4	25.8	25.6	19.2
500 do 1000 mm					
Нови Пазар	545	27.0	27.9	26.8	18.3
Рудник планина	700	29.6	27.6	23.0	19.8
Средња вредност	622.5	28,3	27.75	24.9	19.05
>1000 mm					
Златибор	1028	27.7	26.8	25.2	20.2
Сјеница	1038	27.1	27.6	27.1	18.2
Драгаш	1060	22.8	21.4	30.4	25.3
Копаоник	1710	30.8	26.5	23.2	19.5
Средња вредност	1209	27.1	25.575	26.475	20.8

Извор: [59], Калкулација аутора

Годишња сума падавина и распоред шумских пожара за период (2005-2015) приказана је на Карти 8 и сума падавина у вегетационом периоду и распоред шумских пожара приказана је на Карти 9.



Карта 8. Годишња сума падавина и распоред шумских пожара



Карта 9. Сума падавина у вегетационом периоду и распоред шумских пожара

Извор: Оригинал

Заступљеност зона са средњом годишњом сумом падавина и бројем бодова којима се утврђује ризик од пожара приказано су у Табели 36.

Табела 36. Средња годишња сума падавина

Годишња сума падавина	Број бодова	Број пожара	%	Површина (ha)	%
До 800	30	1389	74.3	13183.83	51.9
Од 800 до 1200	20	482	25.7	12225.43	48.1
Преко 1200	10				
Укупно		1871	100	25409.26	100

Извор: Оригинал

5.3.4 Облачност

Облачност је такође значајан климатски елемент који повећава или смањује степен угрожености шума од пожара, утиче на интензитет сунчевих зрачења, колебање температуре ваздуха у току дана и године и количине падавина, и на тај начин у вези је са проценом исушивања и влажења горивог материјала у шуми. Облачност одражава покривеност неба облацима, а изражава се у десетинама покривености. Статистичка обрада облачности заснива се на визуелном посматрању у терминима (07, 14 и 21 час). Осим количине облачности климатолошке обраде садрже и број облачних дана (покривеност већа од 8/10) и број ведрих дана (покривеност мања од 2/10).

Облачност спада у ред веома променљивих метеоролошких елемената, јер њено настајање зависи од низа чинилаца. Основни чиниоци који утичу на појаву облака и степен покривености неба су општа циркулација атмосфере изазвана разним циклонским поремећајима, оријентација високих облика рељефа на правац струјања влажних ветрова и влажност тла. Приказ месечног и годишњег тока облачности дат је у Табели 37.

Табела 37. Средња месечна и годишња облачност (1/10)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Алекса Шантић	7.1	6.6	5.6	5.2	4.6	4.7	3.6	3.6	4.1	4.8	5.8	7.1	5.2
Александровац	6.0	6.2	5.4	5.0	4.8	4.2	3.4	3.3	4.3	5.1	5.2	6.3	4.9
Алексинац	7.0	7.3	6.1	5.8	5.7	4.9	4.1	3.7	5.0	5.6	6.0	7.4	5.7
Бабушница	6.5	6.6	5.6	5.1	5.0	4.1	3.1	2.8	4.5	5.2	5.7	7.0	5.1
Бачки Петровац	7.1	6.9	5.3	4.7	4.4	3.8	3.0	2.9	4.2	4.7	5.9	7.3	5.0

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Бечеј	6.9	6.7	5.4	4.3	4.9	4.0	3.3	3.0	4.2	4.8	5.6	7.3	5.0
Бела Црква	7.2	7.1	5.6	4.9	4.8	4.0	3.2	2.9	4.4	4.9	5.8	7.6	5.2
Београд (Опсерваторија)	7.1	7.0	6.0	5.4	5.4	4.8	3.6	3.4	4.8	5.2	5.8	7.2	5.5
Бујановац	6.2	5.8	4.4	4.1	4.2	3.0	2.1	1.8	3.4	4.4	5.3	6.9	4.4
Буковичка Бања	7.1	6.8	5.6	6.1	5.3	4.7	4.8	4.2	5.2	5.3	6.0	7.0	5.7
Ђуприја	6.9	7.1	6.0	5.6	5.5	4.4	3.8	3.3	4.8	5.5	5.5	7.3	5.5
Димитровград	6.8	7.0	6.0	5.8	5.5	4.4	3.3	3.0	4.7	5.4	5.9	7.1	5.4
Драгаш	6.4	6.8	6.0	5.9	6.0	5.1	3.9	3.4	4.7	5.1	5.6	6.6	5.4
Ивањица	6.7	6.7	5.8	5.2	5.2	4.5	3.6	3.4	4.9	5.5	5.5	6.9	5.3
Кикинда	7.2	7.1	6.0	5.2	5.4	4.9	4.0	3.6	4.8	5.1	6.0	7.3	5.5
Књажевац	7.0	6.3	5.2	5.0	4.8	4.0	3.2	2.6	4.2	5.3	6.2	7.2	5.4
Коплоник	6.76	7.04	6.56	6.36	6.04	5.33	4.23	3.96	5.38	5.85	5.63	6.78	5.82
Крагујевац	7.0	7.1	6.0	5.6	5.5	4.8	3.8	3.6	4.8	5.4	5.6	7.2	5.5
Краљево	7.0	7.2	6.1	5.9	5.8	4.9	3.8	3.6	5.1	5.8	5.9	7.5	5.7
Крушевац	6.7	7.0	5.8	5.4	5.2	4.3	3.3	3.0	4.5	5.3	5.6	7.4	5.3
Куршумлија	6.8	7.1	6.0	5.8	5.6	4.7	3.6	3.3	5.0	5.6	5.9	7.3	5.6
Лесковац	6.9	7.0	5.9	5.9	5.4	4.4	3.4	2.9	4.6	5.4	5.8	7.5	5.4
Лозница	7.3	7.0	6.0	5.8	5.6	5.0	4.0	3.7	5.1	6.0	6.2	7.7	5.8
Љубовија	7.4	7.4	6.4	6.3	6.4	6.1	5.2	5.3	6.8	7.0	7.1	8.2	6.6
Неготин	6.5	6.3	5.3	5.1	4.9	3.6	2.9	2.7	4.2	5.3	6.5	6.6	4.9
Ниш	6.7	6.9	5.8	5.6	5.3	4.2	3.4	3.0	4.7	5.4	5.7	7.4	5.3
Нови Пазар	5.9	5.7	5.0	4.7	4.5	4.2	3.2	2.9	4.6	5.2	5.3	6.5	4.8
Палић	6.9	6.6	5.5	5.0	5.0	4.6	3.9	3.4	4.3	4.9	5.9	7.3	5.3
Пирот	6.9	6.8	5.5	5.5	5.0	4.1	3.2	3.0	4.4	5.3	5.9	7.5	4.7
Пожега	7.7	7.4	6.3	6.0	6.2	5.4	4.6	4.4	6.0	6.8	6.9	8.0	6.3
Прокупље	5.9	5.9	4.7	4.7	4.4	3.6	2.8	2.6	4.0	5.0	4.8	6.6	4.5
Рековац	6.7	6.9	5.7	5.2	4.7	4.1	3.2	3.1	4.2	5.2	5.4	6.9	5.2
Римски Шанчеви	6.9	6.7	5.6	5.1	4.9	4.5	3.6	3.2	4.3	4.9	5.8	7.3	5.2
Рудник Планина	7.0	7.2	6.0	5.5	5.4	4.7	4.0	3.4	4.9	5.4	5.5	7.2	5.6
Сента	2.6	2.8	2.0	1.9	1.7	1.6	1.2	0.9	1.8	2.3	2.7	3.9	2.1
Сјеница	6.7	6.9	6.1	6.0	6.0	5.4	4.6	4.2	5.7	5.9	5.8	7.0	5.9
Смедеревска Паланка	7.2	7.3	6.3	5.9	5.8	5.0	4.0	3.7	5.1	5.8	6.1	7.6	5.8
Сокобања	7.0	7.1	5.9	5.6	5.5	4.5	3.9	3.4	4.8	5.7	6.2	7.6	5.6
Сомбор	6.7	6.7	5.4	5.0	5.0	4.7	3.8	3.5	4.4	5.1	6.0	7.2	5.3
Сремска Митровица	7.0	6.8	5.5	5.3	5.2	4.6	3.7	3.3	4.6	5.3	6.0	7.3	5.4
Шабац	7.4	7.1	5.0	4.9	4.8	3.6	3.9	3.2	4.4	6.0	6.2	7.5	5.4
Ваљево	7.3	7.3	6.4	5.9	5.9	5.2	4.1	3.9	5.3	5.7	6.1	7.4	5.8
Велико Градиште	7.1	7.1	5.8	5.2	5.3	4.5	3.5	3.3	4.7	5.2	5.7	7.3	5.4
Власотинце	6.9	7.1	5.9	5.4	5.2	4.4	3.5	2.8	4.6	5.1	5.7	7.2	5.3
Врање	6.9	6.7	6.0	5.6	5.5	4.6	3.3	2.9	4.6	5.3	5.9	7.2	5.4
Врњачка Бања	7.0	7.2	6.4	5.8	5.4	5.8	3.9	3.7	5.1	5.7	6.1	7.5	5.8
Вршац	6.8	6.9	5.8	5.1	5.2	4.5	3.5	3.2	4.5	5.0	5.4	7.1	5.3

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Зајечар	7.0	7.2	6.4	5.9	5.8	4.6	3.7	3.4	5.0	6.2	7.1	7.3	5.8
Златибор	7.0	7.3	6.3	6.0	5.9	5.2	4.3	3.9	5.3	5.6	5.9	6.6	5.8
Зрењанин	6.5	6.5	5.5	4.7	4.9	4.3	3.3	3.1	4.2	4.8	5.4	6.7	5.0
Жагубица	7.3	7.5	5.8	5.1	4.9	3.7	3.2	3.0	4.5	5.4	5.5	6.9	5.1
Средња вредност	6.8	6.8	5.7	5.3	5.2	4.5	3.6	3.3	4.7	5.3	5.8	7.1	5.3

Извор: [59], Калкулација аутора

Из изнетих података види се да годишњи ток облачности на свим станицама показује одређене правилности. Средња месечна облачност опада од децембра до августа. У августу постиже свој минимум, а у наредним месецима се постепено повећава. Пролећни месеци имају нешто већу облачност од зимских.

Средња годишња облачност креће се у границама од 5.4 (Београд, Димитровград, Неготин) до 6.0 десетина (Сјеница).

Највећа облачност је код скоро свих станица забележена у децембру, а креће се у границама од 6.7 десетина на Златибору, до 7.8 десетина у Крагујевцу. Најмања облачност је у августу.

Из табеле се види да облачност није иста за сва подручја, да нека подручја имају већу облачност што смањује опасност од настанка шумских пожара као на пример Жагубица и Зајечар. Такође облачност није иста у свим месецима и годишњим добима, већа је у зимским него у летњим месецима што такође има утицај на појаву пожара.

5.3.5 Ветар

Ветар опредељује климу подручја на ком се појављује. Ако долази са мора доноси особине морске климе (обилне падавине), а ако дува из дубоко континенталних предела доноси особине континенталне климе (суви и хладно време). Ветар првенствено утиче на температуру и влажност ваздуха, а од њега зависе облачност, падавине и сл. При одређивању утицаја ветра на климатске особине постоји веза између појединих праваца ветра и осталих климатских и хидролошких појава.

Најчешћи правци ветра на отвореним теренима поклапају се са доминантним стањима поља ваздушног притиска. У осталим случајевима

струјање ваздуха се прилагођава различитим облицима терена, тако да се ваздушне масе сливају у правцу најповољнијих пролаза.

На простору Србије најпознатији и доминантни ветрови су кошава и етезија.

Кошава, југоисточни ветар, по просторној заступљености представља веома важан климатски елемент. Њено дејство се осећа у највећем дели Војводине, у источној Србији, Поморављу и Шумадији. Овај ветар има највећу снагу у долини Дунава између Великог Градишта и Новог Сада и у јужном Банату. Кошава се јавља у два вида, као топла и хладна. Прва настаје када се источно од Србије формира поље високог, а западно поље ниског ваздушног притиска. Ова кошава има фенска својста, те повећава температуру ваздуха. Друга, хладна кошава дува искључиво зими, када хладне ваздушне масе струје из правца југоистока, преко географског простора Србије ка циклону у западном медитерану. Кошава, у односу на остале правце, најчешће дува у Београду, Великом Градишту и Димитровграду.

За разлику од кошаве која углавном дува зими, етезија је карактеристичан ветар у летњем делу године. Пространо релативно слабо струјање настаје као последица високог ваздушног притиска над централном Европом и ниског у источном Средоземљу. Правац дувања је северозапад, доноси претежно суво, топло и ведро време и захвата целу територију Србије.

Великом заступљеношћу тишина одликују се добро заклоњене котлине западне и југоисточне Србије (Ваљево, Крагујевац, Краљево, Лесковац), док је у широко отвореним деловима Србије (Београд, Златибор) одсуство ветрова регистровано у врло малом броју (Табела 38).

Табела 38. Средње честине ветрова и тишине (‰)

Метеоролошка станица	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	С
Београд	75.5	45.5	109.0	251.0	67.5	81.5	156.0	126.0	89.0
Ваљево	41.0	69.5	82.0	32.5	19.0	51.0	201.0	101.0	404.0
Врање	95.0	260.0	125.0	18.5	39.0	94.5	94.0	39.5	235.0
Велико Градиште	36.0	13.5	132.0	202.0	12.5	30.0	97.5	139.0	338.0
Димитровград	5.0	22.0	199.0	298.0	5.0	8.5	125.0	229.0	110.0
Зајечар	56.0	175.0	78.0	28.5	42.0	221.0	126.0	71.5	204.0
Златибор	207.0	164.0	50.0	41.0	179.0	243.0	41.5	48.0	26.0
Крагујевац	86.5	34.5	12.0	72.5	99.0	113.0	32.5	104.0	447.0
Краљево	28.5	25.5	186.0	61.5	17.5	39.5	132.0	94.0	416.0

Метеоролошка станица	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Крушевац	98.0	87.0	115.0	85.0	125.0	41.5	80.5	99.5	269.0
Копаоник	113.0	151.0	105.0	70.5	151.0	174.0	56.5	63.0	117.0
Лесковац	107.0	27.0	44.0	76.0	98.5	70.5	45.5	96.5	436.0
Лозница	122.0	79.5	76.0	41.5	93.5	199.0	112.0	111.0	167.0
Неготин	74.0	68.5	100.0	56.5	19.5	31.0	133.0	202.0	316.0
Ниш	39.0	53.0	141.0	52.5	40.5	35.0	55.5	191.0	393.0
Пожега	59.0	69.0	94.0	58.5	20.0	33.5	69.5	207.0	390.0
Сјеница	133.0	60.5	49.0	94.0	58.5	97.5	42.5	102.0	362.0
Ћуприја	61.0	10.5	61.0	176.0	94.0	17.5	30.0	183.0	368.0

Извор: [59], Калкулација аутора

Највећу средњу брзину ветра (5.2 ms^{-1} , јужни правац) има Копаоник (Табела 39). На Копаонику су и брзине ветрова из осталих праваца знатно веће у односу на остале анализиране метеоролошке станице.

Табела 39. Средње брзине ветрова

Метеоролошка станица	N	NE	E	SE	C	CW	W	NW
Београд	2.6	2.1	2.6	2.6	2.2	1.9	2.4	2.6
Ваљево	1.8	1.6	2.2	2.2	0.9	0.7	2.3	2.7
Врање	3.3	3.0	2.8	2.8	2.5	3.0	3.3	2.7
Велико Градиште	1.9	1.2	1.9	1.9	1.8	1.5	1.8	2.3
Димитовград	0.3	1.1	2.3	2.3	0.5	0.5	1.9	3.1
Зајечар	1.6	2.1	2.1	2.1	1.5	2.1	2.3	2.2
Златибор	2.3	2.0	1.4	1.4	3.6	3.5	1.3	1.2
Крагујевац	2.0	1.1	0.5	0.5	2.0	1.4	0.8	2.2
Краљево	1.2	1.1	2.8	2.8	1.0	1.1	1.5	1.4
Крушевац	2.1	1.5	1.9	1.9	1.6	1.2	2.0	2.5
Копаоник	4.4	4.4	4.0	4.0	5.2	4.2	3.4	3.8
Лесковац	2.5	1.1	1.5	1.5	1.6	1.7	1.6	2.6
Лозница	2.4	1.9	1.9	1.9	1.4	2.1	2.3	2.9
Неготин	1.5	1.2	1.6	1.6	0.7	1.1	3.1	3.5
Ниш	1.3	1.6	2.0	2.0	1.4	1.1	1.3	2.6
Пожега	1.8	1.7	2.0	2.0	1.2	1.6	1.7	1.9
Сјеница	2.5	1.8	1.5	1.5	1.9	3.1	1.8	2.2
Ћуприја	1.9	0.6	2.1	2.1	2.1	0.8	1.0	2.6

Извор: [59], Калкулација аутора

Локални ветрови су карактеристична појава за читаву територију Републике Србије, при мирним и ведрим временским стањима. За појаву локалних ветрова и њихове карактеристике пресудну улогу има рељеф. Дању преовладава струјање ваздуха из долина и котлина ка планинама, док у ноћном периоду ситуација је обрнута, струјање ваздуха из планинског дела се креће према долинама и котлинама.

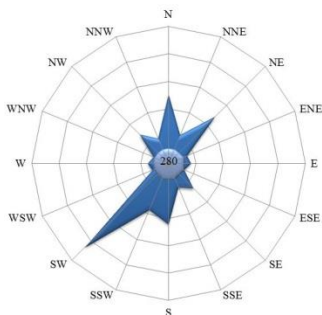
Ветар има велики утицај како на појаву шумских пожара, тако и на азвој и ширење пожара. Брзина и смер ветра утичу на смер ширења пожара и има важну улогу у исправању влаге из горивог материјала у шуми.

Утицај ветра на понашање пожара у шуми може бити различит:

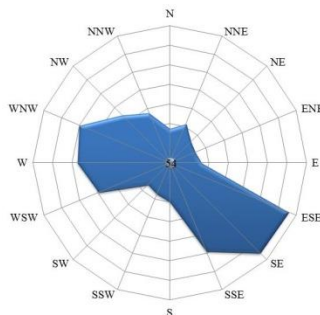
- елиминисање влаге повећава интензитет сушења горивог материјала,
- подстиче пожар на интензивније горење,
- изазива брже и неуједначеније ширење пожара по површини,
- повећава снабдевеност кисеоником, па појачава процес горења,
- преноси жишке и запаљене угарке преко пожарне линије на другу страну где изазива нове пожаре,
- изненадном променом правца може скренути главни фронт пожара, угрозити гашење и сигурност људи који учествују у гашењу,
- ствара ваздушне струје које настају услед померања прегрејаног ваздуха изнад пожара што изазива упад хладног ваздуха који заузима његово место.

Просторна варијабилност брзине и смера ветра омогућава вртложна и конвергентна струјања, па тиме диктира развој локалних временских услова. Такви услови утичу на распоред падавина и њихову велику варијабилност и утицај на климатске режиме.

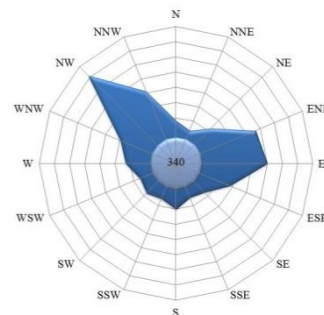
Руже ветрова за одређену област, брзина и смер ветра има значајну улогу приликом настанка шумских пожара, а нарочито велики значај има приликом ширења пожара. Избор тактике гашења шумских пожара базира се на познавању смера и брзине кретања ветра на одређеном подручју и у одређено време. Руже ветрова за анализирани метеоролошке станице приказане су на графиконима од 13 до 30.



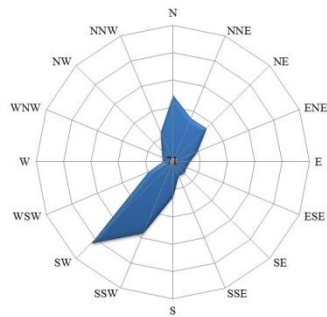
Графикон 13. Куршумлија



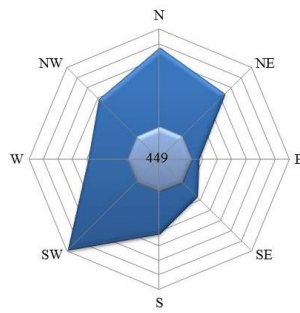
Графикон 14. Београд



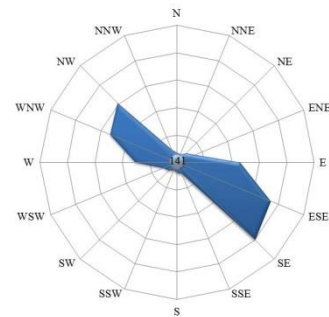
Графикон 15. Ниш



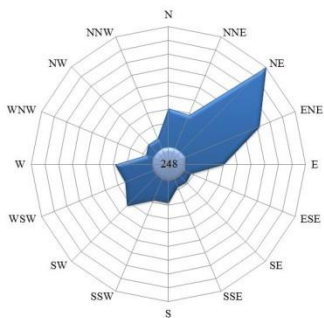
Графикон 16.
Златибор



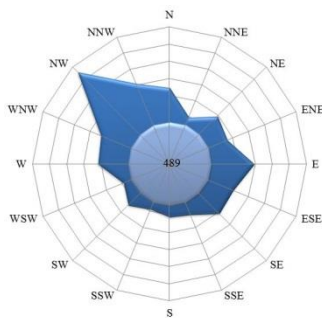
Графикон 17.
Нови Пазар



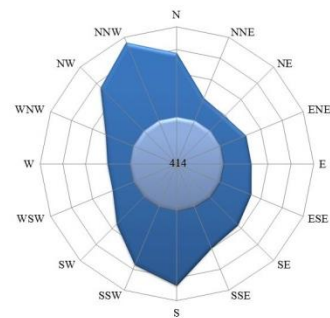
Графикон 18.
Димитровград



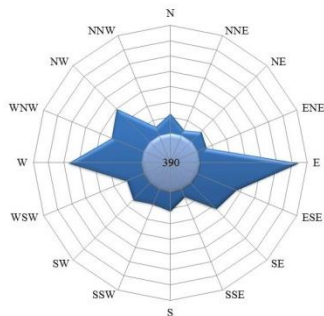
Графикон 19. Врање



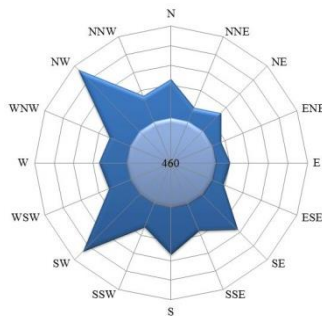
Графикон 20. Пожега



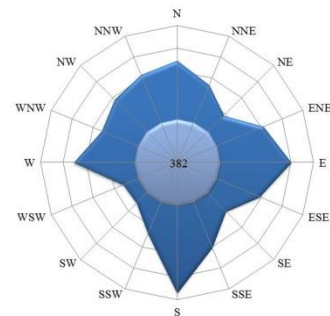
Графикон 21. Лесковац



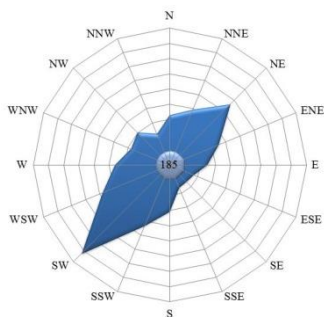
Графикон 22. Краљево



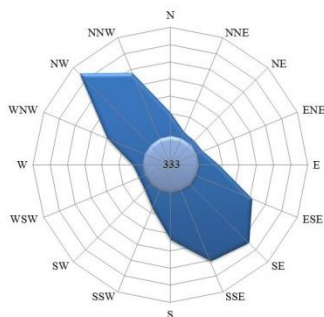
Графикон 23. Крагујевац



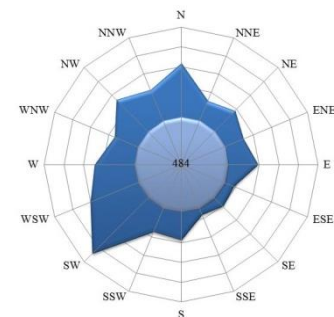
Графикон 24. Крушевац



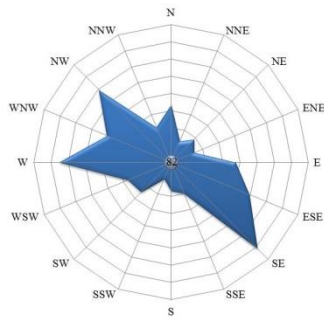
Графикон 25. Зајечар



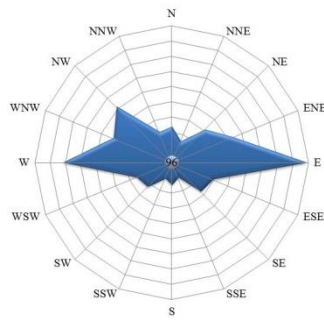
Графикон 26. Ћуприја



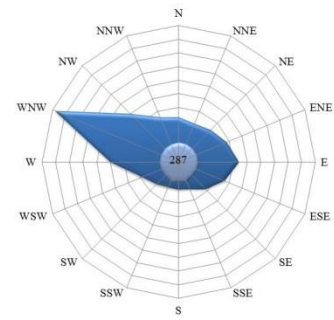
Графикон 27. Лозница



Графикон 28.
Нови Сад



Графикон 29.
Сремска Митровица



Графикон 30.
Неготин

Извор: [59], Калкулација аутора

5.3.6 Инсолација

Инсолација или осунчавање је дужина трајања сијања сунца и зависи од географске ширине, годишњег доба, висине сунца изнад хоризонта, облачности, конфигурације терена, природног окружења, урбанизације, насељености, квалитета ваздуха (загађености) и других фактора.

Осунчавање под којим се подразумева дужина трајања сунчевог сјаја изражена у часовима, представља значајну климатолошку величину, било са директним или индиректним утицајем. Дуже трајање сунчевог сјаја на одређеном подручју, узрокује бржем сушењу горивог материјала у шуми и доприноси бољим условима за настанак шумских пожара. Осунчаност није иста за сва подручја и подручја са већом осунчаношћу погоднија су за настанак и развој шумских пожара.

У Табели 40 дат је приказ просечне вредности сијања сунца (у часовима) за одређена подручја за период 2005-2015. година.

Табела 40. Просечне вредности сијања сунца 2005-2015

Станица	Месец												Год.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Палић	66.9	85.3	164.3	216.6	252.8	282.7	319.7	296.8	207.4	162.7	100.5	57.7	2213.5
Сомбор	63.5	79.1	158.8	216.1	254.3	281.6	316.0	295.3	198.3	150.6	85.9	52.0	2151.5
Зрењанин	71.5	85.0	161.7	215.0	253.4	285.1	314.0	297.1	206.5	161.8	108.8	61.8	2229.6
Кикинда	72.2	87.3	164.3	218.7	263.8	289.3	323.2	303.3	205.1	163.6	108.1	59.9	2258.9
Вршац	68.6	85.2	157.9	210.9	248.8	286.8	319.2	298.5	203.5	163.7	114.5	55.7	2228.8
Банатски Карловац	71.1	82.5	161.2	208.7	254.1	287.1	315.0	303.1	201.3	159.4	109.6	62.3	2223.2

Станица	Месец												Год.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Лозница	63.2	70.5	147.0	186.9	225.2	255.0	305.6	284.1	190.4	142.4	97.5	59.1	2026.9
Сремска Митровица	62.6	77.3	160.0	199.9	251.1	262.7	307.1	289.7	194.4	152.7	101.4	53.7	2043.4
Ваљево	70.8	79.9	147.9	179.9	229.1	256.0	302.3	284.2	189.1	148.5	110.6	72.0	2062.8
Београд	78.6	90.5	164.6	204.9	250.9	275.9	311.8	286.6	203.9	164.9	117.7	71.1	2221.4
Велико Градиште	68.1	83.5	152.2	202.5	240.0	270.6	314.2	297.8	193.1	148.8	101.6	59.8	2132.1
Смедеревска Паланка	83.0	92.7	163.0	202.0	243.7	275.4	315.5	290.1	200.8	160.3	120.5	76.8	2223.9
Неготин	73.3	87.4	159.4	206.0	260.7	298.4	337.2	306.3	217.1	142.4	80.9	70.9	2237.8
Златибор	80.0	87.2	150.4	165.1	210.8	241.9	285.5	281.8	185.2	151.7	118.0	81.4	2031.3
Сјеница	80.0	87.1	141.7	160.3	196.6	223.7	260.5	257.7	163.8	132.5	103.0	77.5	1892.1
Пожега	48.5	68.7	131.9	154.5	186.1	222.5	260.9	245.5	157.8	101.1	70.1	40.9	1688.5
Крагујевац	69.0	74.7	145.7	182.8	223.8	258.1	300.0	281.9	188.5	139.4	101.5	65.1	2030.6
Краљево	64.2	76.5	140.0	168.1	214.6	252.4	296.1	282.4	177.4	135.9	97.4	57.7	1962.6
Крушевац	65.4	72.5	142.5	174.2	218.3	258.8	307.7	286.4	190.4	144.4	98.8	58.8	2025.9
Њуприја	69.2	79.7	149.9	191.3	230.8	261.1	300.3	279.1	192.8	141.6	100.5	61.8	2065.9
Зајечар	67.0	75.4	124.6	166.6	224.8	260.4	300.8	264.8	162.5	112.8	70.8	62.5	1886.1
Ниш	61.3	79.6	153.0	179.9	215.1	248.1	284.1	281.6	196.4	142.8	89.2	49.7	1969.7
Лесковац	69.6	77.1	146.9	181.4	232.9	269.2	314.5	306.2	193.9	140.2	96.1	77.6	2084.6
Димитровград	76.2	87.7	144.8	170.1	216.4	260.7	306.5	289.8	197.7	144.9	103.4	66.9	2072.7
Врање	74.2	98.4	147.2	179.4	232.5	277.0	325.9	315.4	202.1	155.5	97.8	62.6	2175.8
Копаоник	78.2	77.0	130.3	159.9	189.9	225.1	278.8	274.3	174.5	155.0	114.3	90.6	1949.9
Црни Врх	75.2	77.5	144.9	184.8	219.5	262.0	513.6	284.4	189.5	137.2	99.5	79.6	2059.5
Палић	66.9	85.3	164.3	216.6	252.8	282.7	319.7	296.8	207.4	162.7	100.5	57.7	2213.5
Средња вредност	69.9	81.8	150.7	189.4	231.9	264.7	312.7	287.9	192.5	147.1	100.7	64.4	2084.4

Извор: [59], Калкулација аутора

Најсунчанији месец је јул са трајањем сијања сунца од 221.2 часа (Пожега) до 319.0 (Врање). Најкраће месечно осунчавање има децембар од 30.6 часова (Пожега) до 85.3 часова (Копаоник). Просечне годишње суме осунчаности у Републици Србији крећу се од 1447.6 часова (Пожега) до 2197.3 (Палић).

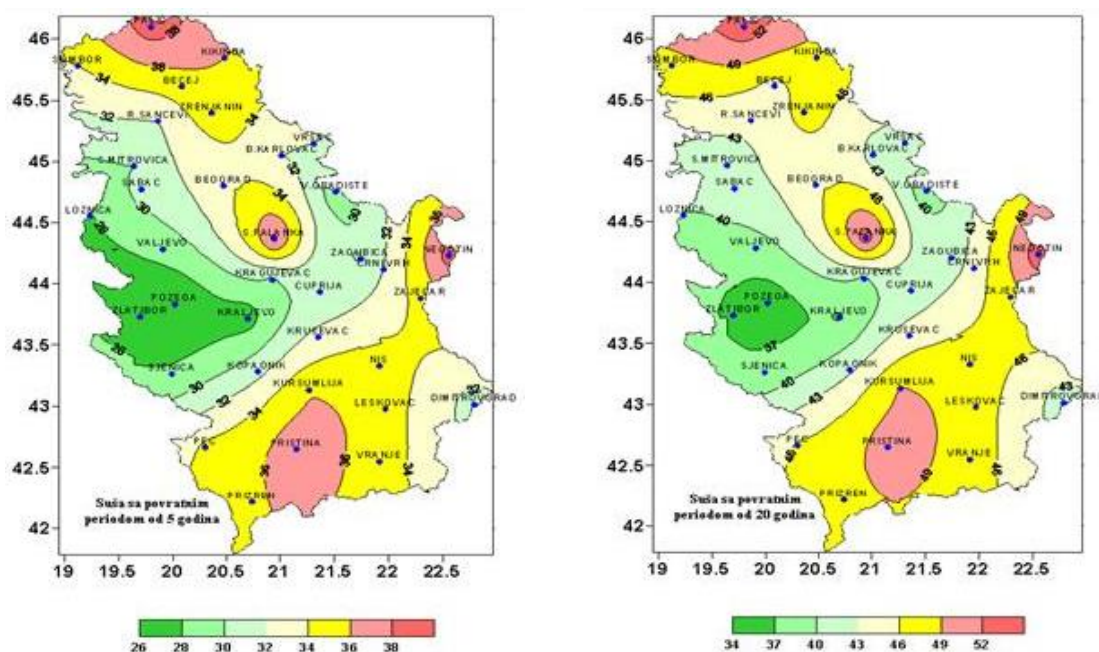
5.3.7 Сушни период

Суша се дефинише као природни феномен који настаје када падавине значајно одступају од нормалних вредности и изазивају озбиљне промене у хидролошком билансу који штетно утиче на земљишне продукционе системе. Постоје три врсте суша: метеоролошка, пољопривредна и хидролошка које су међусобно повезане и ако свака од њих има посебне факторе формирања утицаја. Са становишта шумског екосистема и појаве шумских пожара сва три облика суше имају изразити утицај. Међутим, најзначајније место ипак припада метеоролошкој суши, јер она предходи осталим типовима суша.

Приликом проучавања појаве суша у неком региону или подручју, метеоролошка суша (окарактерисана као значајно негативно одступање падавина од просека или појавом дужих безкишних периода) узима се као базна, која омогућује да се испитивање прошири на област пољопривредне и шумске суше (повезане са дефицитом падавина и влажности земљишта и захтевима усева и шума за водом) и хидролошке суше (повезане са дефицитом воде услед нарушавања биланса површинских и подземних вода).

Појава метеоролошке суше анализира се на основу дужине трајања безкишног периода изнад неког референтног нивоа. Резултати испитивања безкишних периода дужих од 15 дана показују да на подручју Републике Србије могу се издвојити неколико подручја : Војводина, долине Велике и Јужне Мораве, Тимочка Крајина и Косово и Метохија где је појава суше израженија. Трајање сушног периода у овим регионима и подручјима, на бази вишегодишњег праћења, износи више од 32 дана за повратни период од 5 година.

На Карти 10 и 11 дат је приказ максималног трајања безкишног периода (мањи од 15 дана) за одговарајући повратни период од 5 година (слика лево) и 20 година (слика десно) за вегетацијски период април-септембар у Србији.



Извор: [59]

Карта 10 и 11. Трајање безкишног периода за период април-септембар у Србији

За процену опасности од настанка шумских пожара потребно је познавати и у оцену укључити сушна раздобља. Често статистички подаци о сушном периоду не дају праву слику за оцену опасности. На пример податак о десет кишних дана у месецу не дају податке да ли су били узастопно или у неком размаку на два или три дана, па такви подаци не дају праву слику. Појава падавина у неком раздобљу није статистички независна величина, јер суви и кишни дани нису равномерно распоређени већ они имају велику просторно-временску варијабилност. Посматрање сушних раздобља мора се вршити за конкретан период који служи за оцену опасности јер статистички подаци о сушним раздобљима праћењем предходног периода не даје реалне податке [5]. Стандардизовани индекс падавина (SPI) је један од показатеља услова влажности, што са становишта заштите шума од пожара може да одреди јаснију слику утицаја влажности на одређивање опасности од настанка шумских пожара.

5.3.8 Стандардизовани индекс падавина (SPI)

У индексе који карактеришу услове влажности, а која има велики утицај на настанак шумских пожара спада и стандардизован индекс падавина (SPI). Стандардизовани индекс падавина је релативно једноставан, али врло применљив показатељ услова влажности. Стандардизован индекс падавина је у ствари количина падавина забележена током неког временског периода представљена преко вредности случајне променљиве која има стандардизовано нормалну расподелу вероватноће. Вредности статистичких параметара који су неопходни за спровођење овог индекса добијају се обрадом дугогодишњег низа података о падавинама. Примена оваквог поступка омогућава једноставну класификацију неке количине падавина и њено квалитативно одређење на основу одговарајуће вероватноће појаве. Оваквим поступком постиже се и међусобна упоредивост података о падавинама из временских периода неједнаке дужине, као и података из сезона и локација са расподелом количине падавина [60].

Стандардизованим индексом падавина у оквиру праћења услова влажности, обухваћено је и одређивање вредности индекса на основу количине падавина забележених у предходних 30, 60 или 90 дана. Осим ових вредности израчунавају се и

вредности стандардног индекса падавина за предходних 1,2,3,4,5,6,9,12 и 24 месеци и то по истеку сваког календарског месеца, што је за процену опасности од настанка шумских пожара веома значајно. Уместо бројних вредности стандардни индекс падавина, као погодније за коришћење, дају се квалитативне оцене услова влажности што је погодније за оперативно коришћење. Пре свега јер постоји корелација између величине и трајања аномалија у режиму падавина индекс штетних последица на пољопривреду, шумарство, водопривреду, што коришћењем ових података може помоћи при процењивању неповољних услова влажности.

Спектар временских скала у којима се може одредити стандардизовани индекс падавина омогућује његову широку примену од краткорочног планирања до истраживања дугорочних колебања у режиму падавина. Вредности стандардног индекса падавина утврђене за период од једног до три месеца релативно добро могу описати стање продуктивне влаге у површинским слојевима земљишта, и може се користити за оцену услова влажности у којима се одвија раст и развиће биљног покривача што је врло важно приликом развоја и ширења пожара на отвореном простору [5].

У Табели 41 дат је приказ категоризације услова влажности на основу стандардног индекса падавина која је усвојена за оперативну употребу.

Табела 41. Категоризација услова влажности на основу стандардног индекса падавина

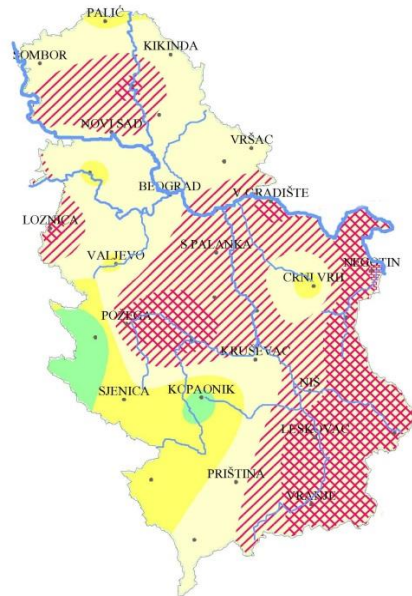
Вредност	Услови влажности	Вероватн.	Ознака
$SPI = -2.326$	Изузетна (катастроф.) суша	0.01	ИС
$-2.326 < SPI = -1.645$	Екстремна суша	0.04	ЕС
$-1.645 < SPI = -1.282$	Јака суша	0.05	ЈС
$-1.282 < SPI = -0.935$	Умерена суша	0.075	УС
$-0.935 < SPI = -0.524$	Сушно	0.125	С
$-0.524 < SPI < +0.524$	Нормални услови влажности	0.40	Н
$+0.524 = SPI < +0.935$	Мало повећана влажност	0.125	МВ
$+0.935 = SPI < +1.282$	Умерено повећана влажност	0.075	УВ
$+1.282 = SPI < +1.645$	Јако влажно	0.05	ЈВ
$+1.645 = SPI < +2.326$	Екстремно влажно	0.04	ЕВ
$SPI = +2.326$	Изузетно влажно	0.01	ИВ

Извор: [59].

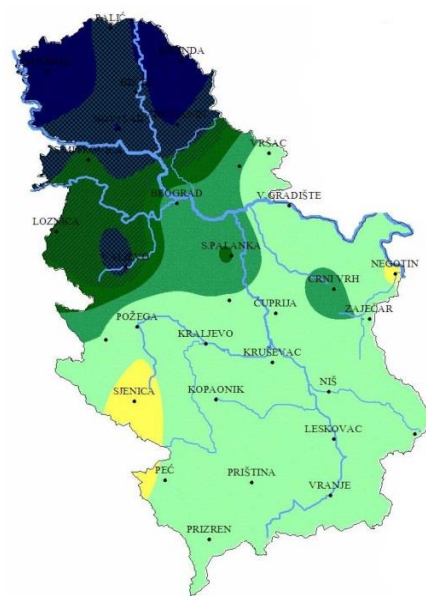
На картама 12-17 дат је приказ подручја по интензитету суше (SPI) за територију Републике Србије као и број шумских пожара.



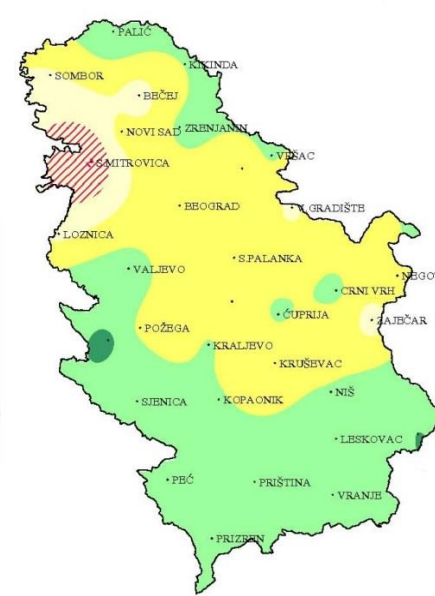
Карта 12. Оцена услова
влажности у вегетационом
периоду 2012. године на
основу вредности
Стандардизованог индекса
падавина (SPI)
Опожарена површина - 7460
хектара



Карта 13. Оцена услова
влажности у вегетационом
периоду 2011. године на
основу вредности
Стандардизованог индекса
падавина (SPI)
Опожарена површина - 2036
хектара

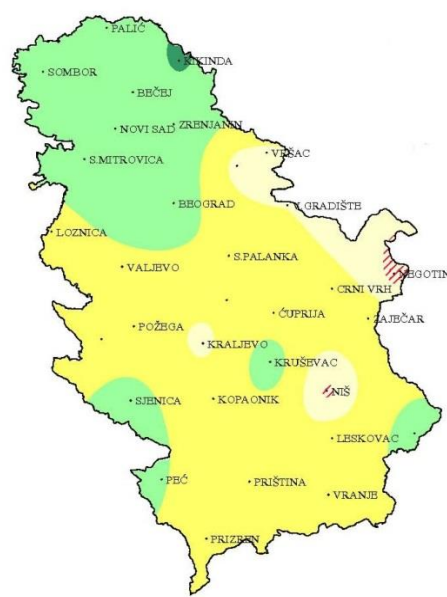
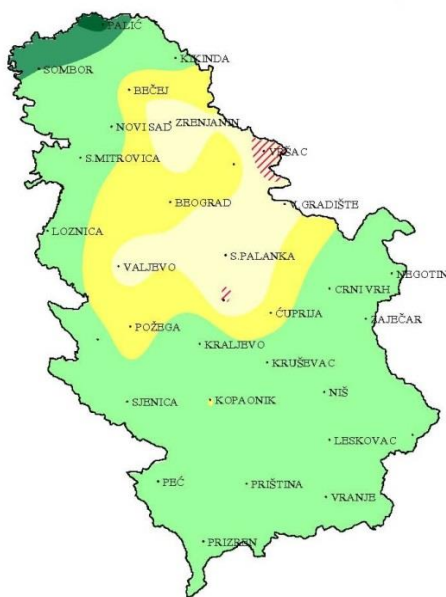


Карта 14. Оцена услова
влажности у вегетационом
периоду 2010. године на
основу вредности
Стандардизованог индекса
падавина (SPI)
Опожарена површина – 503
хектара



Карта 15. Оцена услова
влажности у вегетационом
периоду 2009. године на
основу вредности
Стандардизованог индекса
падавина (SPI)
Опожарена површина – 1210
хектара

Извор: [59].



Извор: [59].

Карта 16. Оцена услова влажности у вегетационом периоду 2008. године на основу вредности Стандардизованог индекса падавина (SPI)
Опожарена површина - 576 хектара

Карта 17. Оцена услова влажности у вегетационом периоду 2007. године на основу вредности Стандардизованог индекса падавина (SPI)
Опожарена површина - 22161 хектара

5.3.9 Типови климата Србије

У Србији су издвојене три основне климатске области са одређеним бројем подобласти [61].

Прва област (А) обухвата Војводину и Перипанонски обод, Поморавље и источну Србију, до Нишаве. Ова климатска област има одлике континенталне климе. У оквиру ње издвојено је пет подобласти: А-1-а, А-1- б, А-2-а, А-2-б и А-2-в.

Подобласт А-1-а обухвата равничарске терене Војводине и Перипанонског обода, као и лесковачку котлину.

Апсолутне екстремне температуре ваздуха у овом подреону крећу се од 32.6⁰С до 42.3⁰С. Годишња амплитуда температуре је изнад 22.0⁰С. Средња

зимска температура креће се изнад 1°C , а летња изнад 20°C . Пролећне температуре се незнатно разликују од јесењих. Средња годишња сума падавина у нижим пределима износи око 520 mm, а на појединим местима и преко 650 mm. Најмање падавина има зими, док су пролећне падавине незнатно веће од јесењих.

Климатска подобласт А-1-в обухвата Тимочку крајину, од Књажевца до Неготина и Кладова. Одлике климе ове подобласти су:

- Највеће вредности измереног ваздушног притиска,
- Средња годишња температура ваздуха нагло расте ка североистоку (Неготину),
- Највиши степен континенталности,
- Годишње амплитуде температура износе 25°C ,
- Највећа честина антициклонске временске ситуације,
- Зиме су хладније, а дужина трајања снежног покривача већа него у осталим равничарским подручјима Србије.

Климатска подобласт А-2-а обухвата планине јужно од Ваљева (Соколске планине, Повлен, Маљен, Суворор) и планине јужног дела Шумадије (Рудник, Котленик и Гледићке планине).

Просечне температуре ваздуха у овој подобласти крећу се од 7.0°C до 9.3°C . Просечна температура ваздуха најтоплијег месеца на планинама не прелази 18.4°C , а годишње амплитуде су испод 20°C .

У овом подреону је врло изражен утицај рељефа на количину падавина, тако да станице испод надморске висине од 1000 m имају просечну суму падавина преко 1000 mm.

Климатска подобласт А-2-в обухвата зону млађих веначних планина, почев од Ђердапа на северу до Нишке котлине на југу. Средње годишње температуре у овом подреону су испод 10°C . Пролеће је хладније од јесени. Јесењи месеци имају мање падавина од пролећних.

Климатска подобласт А-2-в обухвата Сврљишке планине и Стару планину. У зони од 1200 - 1800 m.n.m. је појас хладне и снежне бореалне планинске климе са средњим годишњим температурама ваздуха од 4°C до 7°C и 950-1100 mm падавина. Изнад ове зоне (1700-2000 m.n.m.) простира се појас субалпске климе са средње годишњом температуром ваздуха од 2.5°C до 4°C и сумом падавина од

1000-1150 mm, дуготрајним снежним покривачем, великим бројем дана са мразом и скраћеним вегетационим периодом.

Климатска област В налази се јужно од климатске области А.Обухвата подручје од граница са Македонијом и Бугарском на истоку, са Босном и Херцеговином на југоистоку и Црном Гором на западу. На северу је ограничена долином Западне Мораве и Нишаве, а на југозападу са климатском области В. Највећи део климатске области Б припада умереноконтиненталној клими.

Средње годишње температуре ваздуха у овој климатској зони крећу се у великом распону (од 2.7°C на Копаонику до 10.8°C у Врању). На већини метеоролошких станица овог реона регистроване су негативне средње месечне температуре у фебруару и децембру, што је карактеристично за ову климатску област. Пролећа су хладнија од јесени, а та разлика постаје већа са порастом надморске висине. Идући од југоистока ка северозападу удео пролећних падавина се смањује на рачун јесењих.

У оквиру ове климатске области издвојене су две подобласти: В-3-а и В-3-б.

Климатска подобласт В-3-а обухвата подручје Пештерске висоравни.

Лета у Новом Пазару су за 3°C топлија него у Сјеници. Просечне децембарске температуре су негативне. Јесење падавине су веће од пролећних, а у просеку се више талога излучи лети него зими.

Климатска подобласт В-3-б обухвата Косовску висораван. Просечна летња температура ваздуха износи 19°C , а јесен је топлија од пролећа. Просечна годишња количина падавина се спушта испод 600 mm.

Трећа климатска област V приближно се поклапа са регионално-географском границом Косова и Метохије.

На северном делу Косова доминира маритимни утицај, а долином Призренске Бистрице континентални утицај.

У овој области издвојене су подобласти: метохијска долина (V-1-а), планина Шара (V-2-а) и Проклетије (V-2-б).

Климатска подобласт V-1-а обухвата Метохијску котлину, а карактеришу је ниже годишње вредности ваздушног притиска. Највише средње годишње

температуре у овој области јављају се у Призрену. Пролећни месеци су хладнији од јесењих, а зимске температуре су позитивне.

Само се у овом подреону Србије максимум средње месечних падавина јавља у једном од зимских или јесењих месеци. На западном ободу котлине просек годишњих падавина износи око 1150 mm, док се идући према Косову падавине смањују на 600 mm.

Климатска подобласт V-2-а обухвата планину Шару. До надморске висине од 700 m само јануар има негативну просечну температуру ваздуха. На висинама од 1000-1100 m просечну негативну месечну температуру имају јануар и фебруар, а на висинама од 1700-1800 m.n.m. децембар, јануар, фебруар и март.

У највишим зонама Шаре (изнад 2300 m) просечне негативне температуре јављају се од новембра до априла (шест месеци). Средње годишње падавине на овом подручју крећу се од 800 до 1300 mm.

Климатска подобласт B-2-б обухвата Проклетије. За овај подреон нема мерених података, то јест, климатске прилике ових планина нису довољно проучене.

У Табели 42. приказан је број пожара и опожарена површина по климатским зонама. Највећи број пожара и опожарене површине регистровано је у климатској зони B.

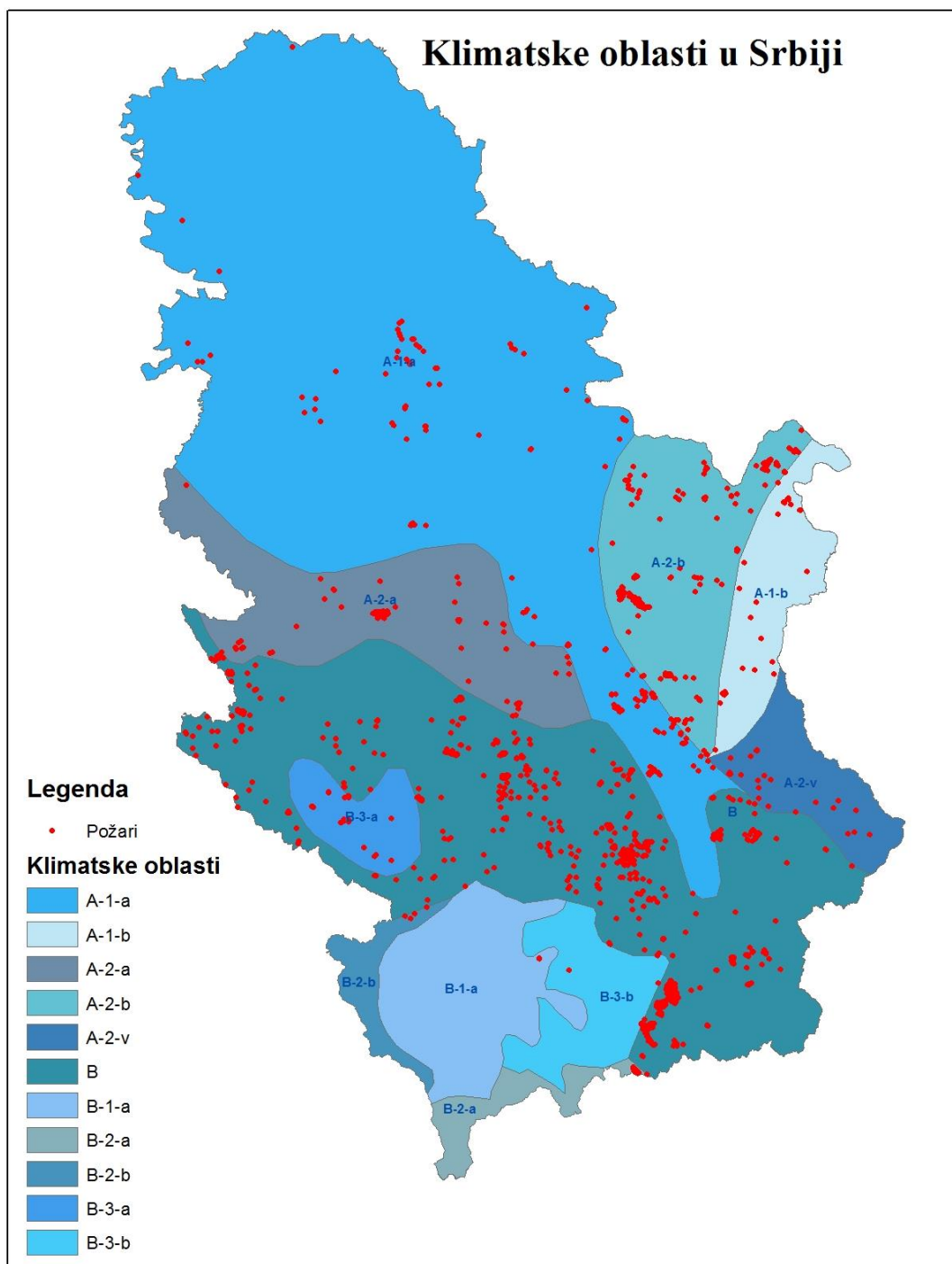
Табела 42. Климатске области и број пожара

Климатске области	Број пожара	%	Површина (ha)	%
A-1-a	167	8.9	1746.85	6.9
A-1-b	37	2.0	339.32	1.3
A-2-a	217	11.6	820.12	3.2
A-2-b	209	11.2	2117.95	8.3
A-2-v	24	1.3	8154.01	32.1
B	1140	60.9	11386.30	44.8
B-1-a	2	0.1	8.20	0.0
B-2-a	33	1.8	348.55	1.4
B-2-b	4	0.2	195.80	0.8
B-3-a	33	1.8	249.11	1.0
B-3-b	5	0.3	43.06	0.2
	1871	100	25409.26	100

Извор: Оригинал

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).

Распоред пожара по климатским зонама приказан је на Карти 18.



Извор: Оригинал

Карта 18. Климатске области и распоред шумских пожара

5.4. ПРОГНОЗИРАЊЕ ОПАСНОСТИ ОД ШУМСКИХ ПОЖАРА

Прогнозирање опасности од настанка шумских пожара је један од најважнијих задатака који се спроводи у превентивном деловању заштите шума од пожара. На тај 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. Процене опасности од шумских пожара се базира на сценарију када пожар настане, где ће се појавити и како ће се развијати. Елементе за одређивање времена појаве пожара дефинише пожарна сезона, односно динамика настанка шумских пожара, која се одређује дугогодишњим праћењем.

Критеријуми за процену где ће се пожар појавити одређује подручје, врста горивог материјала на датом подручју, орографске и климатске прилике и доступност узрочника пожара. Од ових параметара зависи и како ће се пожар развијати, односно које мере треба предузети ради њиховог сузбијања.

Систем процене састоји се од индекса који описују стање основних компоненти опасности:

- стање шумског горивог материјала дефинисано њиховом врстом, количином, влажношћу и просторним распоредом;
- ризик од пожара, односно вероватноћа избијања пожара у шуми, дефинисана природом и активностима који их узрокују.

Стање шумског горивог материјала утврђује се директно (узимањем узорка са терена) и посредно на основу метеоролошких података.

5.4.1 Индекс Ангстрома (I)

Ангстромов индекс развијен је у Шведској у првој половини двадесетог века са циљем предвиђања појаве шумског пожара [62]. Базира се на релативној влажности ваздуха и температури ваздуха и показује вероватан број пожара за било који дан током пожарне сезоне [63] дат је моделом:

$$I = R/20 + (27-T)/10$$

где је:

R релативна влажност ваздуха (%),

T је температура ваздуха (°C).

Ризик од потенцијалног настанка шумског пожара подељен је у пет класа (Табела 43).

Табела 43. Ангстромов индекс потенцијалне опасности од избијања шумског пожара

Индекс опасности (I)	Ризик
$I > 4.0$	Појава пожара није вероватна
$4.0 < I < 3.0$	Неповољни услови за настанак пожара
$3.0 < I < 2.5$	Повољни услови за настанак пожара
$2.5 < I < 2.0$	Повољнији услови за настанак пожара
$I < 2.0$	Појава пожара је веома вероватна

Извор: [63].

На основу Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара израђене су карте ризика [64].

5.4.2 Индекс Нестерова (N)

Индекс суше Нестерова (1949) у процени ризика од избијања шумских пожара користи се у земљама бишег СССР-а, заснован је на синоптичким дневним подацима о температури, влажности ваздуха и падавинама. Математички модел је представљен разликом између температуре и тачке росе.

$$N = \sum_{i=1}^w T_i * T_i D_i$$

где је:

N - индекс Нестерова,

W је број дана од последњих падавина већих од 3 mm,

T - средња вредност дневне температуре (°C) и

D је тачка росе (°C).

Нестеров је опасност од избијања шумских пожара поделио у пет класа (Табела 44).

Табела 44. Индекс Нестерова потенцијалне опасности од
избијања шумског пожара

Индекс опасности (N)	Ризик
$N < 300$	Нема ризика за настанак пожара
$301 < N < 1.000$	Низак ниво ризика за настанак пожара
$1001 < N < 4.000$	Средњи ризик за настанак пожара
$4.001 < N < 10.000$	Висок ризик за настанак пожара
$I > 10.000$	Екстремно висок ризик за настанак пожара

Извор: [65].

Индекс Нестерова је прилагођен за употребу у Португалији [66] и Аустрији [67] Тестиран је и упоређен са KBDI индексом на подручју Индонезије, где се показао као веома применљив за предвиђање и рано упозорење на ризик од шумског пожара [68].

5.4.3 Модификован Индекс Нестерова (M-N)

Модификовани индекс Нестерова је развијен 1952 године, и познат је као индекс сушења [69] Користи се на подручју Русије заједно са Индексом Нестерова узимајући у обрачун редукциони фактор (K)

$$M-N = K \sum_{i=1}^w T_i * T_i D_i$$

где је K фактор који зависи од тренутних падавина (Табела 45 и 46).

Табела 45. Вредност корекционог фактора у зависности од количине падавина

Падавине (mm)	0	0.1–0.9	1.0–2.9	3.0–5.9	6.0–14.9	15.0–19.,0	>19.0
K	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	0

Извор: [70].

Табела 46. Модификовани индекс Нестерова потенцијалне опасности од
избијања шумског пожара

Индекс опасности (N)	Ризик
$100 < MN < 1.000$	Нема ризика за настанак пожара
$1.001 < MN < 2.500$	Низак ниво ризика за настанак пожара
$2.5001 < MN < 5.000$	Средњи ризик за настанак пожара
$5.001 < MN < 10.000$	Висок ризик за настанак пожара
$MN > 10.000$	Екстремно висок ризик за настанак пожара

Извор: [70].

Модификовани индекс Нестерова успешно је коришћен у предвиђању шумских пожара у Либану [70]. Компаративно је тестиран са Keetch Вугам-овим индексом суше, као и са индексом Нестерова, при чему је дао добре резултате за рано упозорење на ризик од избијања шумских пожара [70].

5.4.4 Баумгартнеров индекс

Баумгартнеров индекс развијен је у западној Немачкој 1967. године и базира се на падавинама и потенцијалној евапотранспирацији [62]. Обрачунава се на основу Модела.

$$BI = P - PE \text{ (suma 5 dana)}$$

где је:

P падавине (mm) и

PE потенцијална евапотранспирација (mm).

Подељен је у пет класа током осам месеци (Табела 47).

Табела 47. Бумгартнерова скала потенцијалног избијања шумских пожара

Месец	Класа ризика				
	1	2	3	4	5
Март	+5 >	[+5,-3]	[-3, -9]	[-9, -15]	-15
Април	+3 >	[+3,-8]	[-8, -16]	[-16, -27]	-27
Мај	-3 >	[-3,-16]	[-16,-25]	[-25, -35]	-35
Јун	-12 >	[-12,-24]	[-24,-32]	[-32,-41]	-41
Јул	-12 >	[-12,-24]	[-24,-31]	[-31,-40]	-40
Август	-8 >	[-8,-20]	[-20,-28]	[-28,-37]	-37
Септембар	-6 >	[-6,-8]	[-18,-26]	[-26,-35]	-35
Октобар	-6 >	[-6,-8]	[-18,-26]	[-26,-35]	-35

Извор: [62].

У поређењу са индексом Нестерова и Ангстрома у Националном парку Словачки рај ретко се појављивао до највишег ранга ризика [62]. Баумгартнеров индекс је показао добре резултате за предвиђање шумских пожара на подручју Западних Алпи [72].

5.4.5 Кеит-Бирамов индекс суше (KBDI)

Кеит-Бирамов индекс суше (Keetch-Byram Drought Index) креиран је за подручје Сједињених Америчких Држава и заснива се на мерењу горњег слоја земљишта [73], ранг суше креће се од 0 до 800 при чему је вредности 800 представљају екстремо суве услове. Математички модел овог индекса приказан је формулом:

$$KBDI_t = KBDI_t + DF$$

при чему се $KBDI_t$ обрачунава на основу Модела:

$$DF = \frac{[800 - KBDI_{t-1}][0.968e^{(0.0875T+1.5552)} - 8.30]dt}{[1 + 10.88e^{(-0.001736R)}]} * 10^{-3}$$

где је:

T дневна максимална температура ($^{\circ}C$),

R је средња годишња сума падавина (mm),

dt је време повећања дужине дана и

$KBDI_{t-1}$ је Кеит-Бирамов индекс суше у времену $t-1$.

Дневна количина падавина KBDI се смањује када је укупна количина падавина већа од 5 mm (за 24 часа). KBDI индекс суше подељен је у нивое (Табела 48).

Табела 48. KBDI индекс потенцијалне опасности

Вредности индекса	Опис	Ниво опасности
0 – 150	Горњи слој земљишта и простирка су влажни	Потенцијална опасност је минимална
15 – 300	Горњи слој земљишта и просторка су влажни али не доприносе интензитету ватре	Понашање ватре је предвидљиво
300 – 500	Горњи слој земљишта је влажан и просторка је сува и може допринети интензитету пожара	Понашање ватре је донекле предвидљиво
500 – 700	Горњи слој земљишта и простирка су врло суви. Површински отпад и органска део доприносе интензитету ватре	Избијање пожара је значајно
700 - 800	Горњи слој земљишта и простирка су изузетно суви. Вегетација подстиче активно сагорева и доприноси потенцијалу пожара.	Понашање пожара је непредвидљиво

Извор: [73].

Утврђено је да KBDI има јаку корелацију са пожарима на подручју Хаваја [74], а на подручју Малезије је био прихваћен као метод за процену ризика од појаве шумских пожара [75].

5.4.6 Модификовани Кеит-Бирамов индекс суше (Mod-KBDI)

Кеит-Бирамов индекс суше (KBDI) се није показао као добар индикатор предвиђања шумских пожара на подручју области Мисисипија [76,77,78], због чега је било непходна корекција модела. Ову корекцију урадили су [79] за подручје Медитерана укључивши у модел падавине.

$$DF = [[200 - KBDI_{t-1}][1.713e^{(0.0875T+1.5552)} - 14.59]dt/[1 + 10.88e^{(-0.001736R)}]] * 10^{-3}$$

Гранична вредност падавина је 3 mm, па је модификована једначина:

$$Mod\ KBDI = ModKBDIt-1 + DF - (R - 3)$$

Модификовани Кеит-Бирамов индекс суше (Mod-KBDI) може се користити у условима летње суве климе [79].

5.4.7 Канадски метеоролошки индекс (FWI)

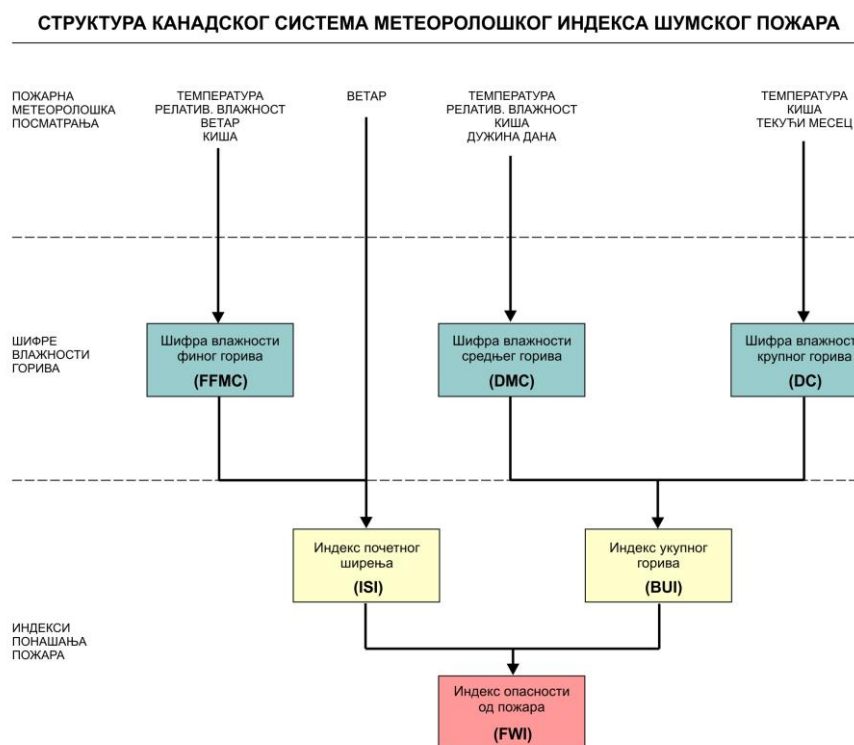
За процену опасности појаве шумских пожара, у великом броју земаља, користи се **Канадски метод (Fire Weather Index, FWI)**. Овај метод базира се на моделу процене запаљивости шумског горивог материјала и зависности од прошлих и тренутних временских услова.

Табела 49. Енглеско-српски еквивалент термина канадског система метеоролошког индекса шумског пожара

Енглески	Српски
FFMC (Fine Fuel moisture code)	PVFG (Показатељ влажности финог горива)
DMC (Duff moisture code)	PVSG (Показатељ влажности средњег горива)
DC (Drought code)	PVKG (Показатељ влажности крупног горива)
ISI (Initial spread index)	IPŠ (Индекс почетног ширења)
BU (Buildup index)	IUG (Индекс укупног горива)
FWI (Fire Weather index)	IOP (Индекс опасности од пожара)

Извор: [5]

Састоји се од шест компоненти: три примарне, две посредне и једне која означава јачину појединачног пожара у стандардној врсти горива (Слика 1).



Извор: [5].

Слика 1. Структура канадског система метеоролошког индекса шумског пожара

Показатељ влажности финог горива PVFG (Fine fuel moisture code - FFMC) нумерички оцењује садржај воде у простирци и другог финог горива у шуми. Овај показатељ је индикатор релативне лакоће запаљивости и горивости финог горива. Типичан је за дебљину слоја мртве шумске органске простирке од 2-3 cm, тежине око 5 t/ha.

Елементи за утврђивање показатеља финог горива су: дневна температура, релативна влажност ваздуха и брзина ветра.

Количина падавина у протеклих 24 часа већа од 0,6 mm показује влажност горивог материјала до раног поподнева у најтоплијем делу дана. Та вредност је најповољнија за оцену запаљивости. Ветар се користи за израчунавање индекса почетног ширења ватре у метрима у минути.

Показатељ влажности средњег горива PVSG (Duff moisture code-DMC) нумерички оцењује просечну влажност компактне органске простирке умерене

дубине и дрвног материјала средње величине. Овај показатељ типичан је за дебљину мртве шумске простирке 5-10 cm и тежине око 50 t/ha. Првенствени је извор енергије које даје кретање пожара у већини врста горивог материјала.

Елементи који одређују овај показатељ су: температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, падавине у предходних 24 часа веће од 1,5 mm и дужина дана. Чинилац дужине дана мења се из дана у дан током пожарне сезоне. Дужина дана утиче на трајање исушивања горивог материјала. Температура од 21⁰C и релативна влага од 45% у подне у месецима у којима су дани најдужи, има двоструко већи учинак него у месецима када су дани краћи при истим метеоролошким параметрима.

Показатељ влажности крупног горива PVKG (Drought code-DC) нумерички оцењује просечан садржај воде у дубини компактне органске простирке и крупног дрвног материјала. У крупном дубоком слоју мртве шумске простирке, слојеви могу садржати и до 350-400 % воде у односу према тежини сувог горивог материјала. На местима где гори крупни гориви материјал, пожар се тешко гаси и тешко се контролише.

Елементи који утичу на овај показатељ су: температура ваздуха, падавине у предходних 24 часа веће од 2,9 mm, текући месец за извођење броја који описује садржај воде у слоју испод 10-20 cm дубине мртве шумске простирке и тежине од 440 t/ha.

Ови показатељи влажности (модула метеоролошких индекса пожара), имају следећа значења за запаљивост и постојаност ватре: PVFG-запаљивост; PVSG-постојаност и јачина ветра; PVKG-отежано гашење и контрола.

Индекс почетног ширења IPŠ (Intial spread index – ISI) показује комбиновани утицај брзине ватре и показатеља влажног финог горивог материјала. Помоћу њега се врши нумеричка процена могућности ширења пожара непосредно након његовог избијања. Да би се одредио индекс почетног ширења пожара, потребни су подаци о брзини ветра на отвореном на висини од 10 m. За индекс почетног ширења постоје четири класе брзине ширења ROS (Rate of spread). Падине стрмије од 20% могу повећати брзину ширења (Табела 49).

Табела 50. Брзина ширења (РОС)

IPŠ	Класе брзине	Брзина	Могућност манифестације
0-7	споро	1,5 m/min	
8-12	умерено	3,0 m/min	пожар у облику бакљи
13-17	брзо	6,1 m/min	могућ пожар у крошњама
>18	врло брзо	18,3 m/min	пожар у крошњама и умножавање фронта

Извор: [8].

Индекс укупног горења IUG (Buildup index – BU) је комбинација показатеља влажности средњег горива и показатеља влажности крупног горива. Он је нумерички показатељ укупне количине горива доступне пожару који се шири. Нумеричка вредност овог индекса креће се од 0 до 400.

Индекс опасности од пожара IOP (Fire weather index – FWI) је комбинација индекса почетног ширења и индекса укупног горива. Овај индекс је нумерички показатељ потенцијалног интензитета ватре у стандардном типу горива и означава степен произведене енергије по јединици дужине фронта пожара. Вредност индекса опасности од пожара зависи само од метеоролошких елемената и израчунава се свакодневно. Добијене вредности показују за дату област степен опасности од пожара у временском интервалу око поднева, што омогућује временску и просторну упоредивост овог показатеља. Овај индекс показује тежину локализације, величину ширења и величину штете која притом може да настане. **Индекс опасности од пожара, као коначни индекс, користи се за све планске активности.**

Показатељ влажности финог горива FFMC (PVFG) се рачуна по формули:

$$FFMC=59,5 (250-m)$$

$$m=147,2 (101-FFMC)/(59,5+FFMC)$$

где је:

m - садржај воде финог горива добијен као функција воде у ваздуху.

Разликују се два случаја. Први, када је у протеклих 24 часа било падавина и други када падавина није било. У првом случају рачуна се “шифра равнотеже воде за сушење”, а у другом “шифра равнотеже воде за влажење финог горива”. На садржај воде финог горива утиче количина падавина већа од 0,6 mm. Количина падавина већа од 5,8 mm не утиче на влажност финог горива због његове zasiћености. Показатељ влажности финог горива FFMC је први модул

индекса опасности од пожара, који представља влажност слоја лишћа до дубине 2-3 cm. Под условима стандардног дана (температура 21⁰C, релативна влажност 45% и брзина ветра од 3,6 m/s у 12 сати) временско заостајање FFMC износи 2/3 дана. Ово значи да за мање од једног стандардног дана са наведеним условима може се очекивати да ће фина горива изгубити око две трећине своје влаге. Наиме FFMC представља садржај влаге који се очекује у фином гориву у току поподневног максимума опасности од пожара између 14 и 16 часова. Како сви пожари који започињу у слоју финог горива, вредност показатеља влажности FFMC је најпогоднија за оцењивање запаљивости и појаве пожара.

Показатељ влажности средњег крупног горива (DMC), такође узима у обзир садржај влаге у горивом материјалу од предходног дана. Такође уважава чињеницу ако је падала киша. У том случају показатељ влажности средњег крупног горива DMC је функција падавина. DMC је показатељ влажности у дубини од 5-10 cm, и добија се на основу формуле:

$$DMC = DMC_0 \text{ (ili } DMC_r) + 100 K$$

$$K = 1,894 (T' + 1,1) (100 - H) Le^{10-6}$$

где су:

DMC_0 = DMC предходног дана;

DMC_r = DMC ако је падала киша;

T' = температура ваздуха у 12 часова;

H = релативна влажност ваздуха у 12 часова;

Le = видљивог дела дана;

r = падавине у mm у предходних 24 часа

Време које је потребно да средње крупно гориво изгуби 2/3 влаге је 12 дана. У поређењу са финим горивом, средње гориво се далеко спорије суши до постизања равнотежног садржаја влаге. На садржај влаге средњег горива утиче количина падавина већа од 1,5 mm.

Показатељ влажности крупног материјала (DC), третира затечено стање. Он показује влажност крупног горива до 20 cm дубине. Пожари који су захватили крупни гориви материјал тешко се гасе и изузетно се тешко контролишу. Показатељ влажности крупног горива DC, добија се из релације:

$$DC = DC_0 \text{ (ili } DC_t) + 0,18 (T + 2,8) + 0,5 Le$$

где су:

$DC_o = DC$ предходног дана,

$DC_t = DC$ после кише,

T = температура ваздуха у 12 часова,

L_e = дужина видљивог дела дана,

r = падавине у mm за протекла 24 часа.

Величина DC је дугопериодични индикатор који је осетљив на сезонско исушивање које траје 2, 3 па и 4 месеци.

Из предходних вредности се рачунају два међуиндекса. Индекс почетног ширења ватре ISI и индекс укупног горива BUI .

$$ISI=0,208 f(W) f(F)$$

$$BUI=0,8 DMC \times DC/(P+0,4 DC)$$

где су:

$f(W)$ = функција ветра,

$f(F)$ = функција влажности финог горива,

DMC = показатељ влажности средњег горивог материјала,

DC = показатељ влажности крупног горивог материјала.

У Табели 51 дат је приказ бројчаних вредности који одређују индекс опасности од шумских пожара (ИОП) на основу којих се одређује степен опасности од настанка шумских пожара.

Табела 51. Степен опасности од појаве пожара

<i>IOP (FWI)</i>	Степен опасности пожара
од 0 до 5.2	Веома ниска опасност
од 5.2 до 11.2	Ниска опасност
од 11.2 до 21.3	Умерена опасност
од 21.3 до 38.0	Висока опасност
од 38.0 до 50.0	Веома висока
веће или једнако 50.0	Екстремна опасност

Извор[5].

Канадски модел је тестиран и усвојен на Новом Зеланду, Фиџију, Аљасци, Мексику, Чилеу, Аргентини и Европи.

5.4.8 Индекс вероватноће настанка шумског пожара (WBKZ)

Систем процене опасности од шумских пожара развијен је у Норвешкој почетком седамдесетих година у Метеоролошком институту [5]. Индекс вероватноће настанка шумских пожара дат је формулом:

$$WBKZ=1/100 \times (T_{13} + 10) \times L_{13}$$

где су:

T_{13} = температура ваздуха у 13 часова по локалном времену,

L_{13} = разлика између засићеног притиска водене паре код T_{13} и стварног стања притиска водене паре у T_{13} . То је дефицит влаге и показује релативну влагу ваздуха.

У случају када има падавина, индекс вероватноће настанка шумског пожара се редукују по формули:

$$\text{Редукција} = 4RR$$

где је:

RR = падавине у mm у протеклих 24 часа

Израчунавање WBKZ започиње у пролеће, након отапања снега. До појаве младог лишћа употребљава се константа 3. То значи да се дневни допринос WBKZ множи са фактором 3 за тај период. У следећих 30 дана константа је 2, а у лето константа износи 1 [8]. За процену индекса вероватноће настанка пожара примењује се таблица ризика (Табела 52).

Табела 52. Таблица ризика

Ниво ризика	WBKZ
мали ризик	5-20
умерени ризик	21-40
велики ризик	41-70
врло велики ризик	више од 70

Извор: [8].

5.4.9 McArthur-ов индекс опасности од шумског пожара (FFDI)

Индекс опасности од избијања шумских пожара развијен је од стране McArthur (1970) за подручје Аустралије [80].

$$FFDI = 2e^{(-0.45+0.978\ln(DF)-0.0345RH+0.0338T+0.0234U)}$$

где је:

T температура (°C),

U је брзина ветра (km/h),

RH је релативна влажност (%),

DF је фактор сушења. Фактор сушења је мера влаге у гориву, на коју утиче киша и број дана од претодне кише. Израчунава се на основу Модела:

$$DF = [0.191(I+104)(N+1)^{1.5}]/3.52(N+1)^{1.5}+R-1$$

где је:

N број дана од последње кише,

R је укупна количина падавина у последњих 24 часа (mm),

I је количина падавина потребна за враћање влаге у земљишту (200 mm).

Потенцијална опасност од шумских пожара (FFDI) подељена је у 6 нивоа (Табела 53).

Табела 53. Индекс опасности од шумског пожара (FFDI)

Индекс опасности од шумског пожара (FFDI)	Ризик
Катастрофични	100+
Екстремни	75-99
Озбиљан	50-74
Веома висок	25-49
Висок	12-24
Низак до средњи	0-11

Извор: [80]

Овај индекс се показао као један од најпрецизнијих за предвиђање опасности од шумских пожара у Аустралији [81], Канади [82], САД ([83], у Грчкој, Италији [84], Португалији [85] и Шпанији [86].

5.4.10 Индекс опасности од шумског пожара Аустрије (F)

Индекс опасности од шумског пожара (F), развијен је на подручју Аустрије [74]. Добија се комбинацијом метеоролошких параметара и садржаја влаге у гориву на основу Модела:

$$F = \max(U0,U) FMI$$

где је:

U брзина ветра у km/h и

U0 праг брзине ветра како би се осигурало да опасност од пожара буде већа од 0, чак и код нулте брзине.

FMI је индекс влаге који се обрачунава на основу Модела:

$$FMI = 10 - 0.25(T - H)$$

Индекс опасности од шумског пожара (F) подељен је на 5 новoa (Табела 54).

Табела 54. Индекс опасности од шумског пожара (F)

Индекс опасности од шумског пожара (F)	Ризик
0 - 0.7	Низак
0.7 - 1.5	Средњи
1.5 - 2.7	Висок
2.7 - 6.1	Веома висок
> 7	Екстремни

Извор: [87]

Овај индекс је показао добре резултате у Аустрији [88] и Швајцарској [89], док је у Италији показао велики степен ограничења у могућности примене [90].

5.4.11 Индекс опасности од шумског пожара Чешке (FD)

Индекс опасности од шумских пожара у Чешкој базира се на комбинацији метеоролошких података и влажности земљишта [91]. Примењује се у периоду од 1. марта до 15-тог октобра и обрачунава се на основу Модела.

$$FD = (b1U - b2F) (b3T - b4H)$$

где је:

T температура ваздуха у (°C),

H је влажност ваздуха (%),

U је брзина ветра у m/s,

F је влажност земљишта (%),

b1, b2, b3, b4 су процењени параметри модела.

Подељен је на 6 новoa опасности (Табела 55).

Табела 55. Индекс опасности од шумског пожара (FD)

Индекс опасности од шумског пожара (FD)	Ризик
< 0.9	Веома низак
0.9 – 1.7	Низак
1.7 – 3.0	Средњи
3.0 – 6.0	Висок
≥6.0	Веома висок

Извор: [91]

Индекс опасности од шумског пожара (FD) се користи у Немачкој и Шведској и даје добре резултате у проценама избијања шумских пожара [92].

5.4.12 Либански индекс опасности од шумског пожара (L)

Либански индекс опасности од шумских пожара добија се на основу података о температури ваздуха, температури површинског слоја земљишта и тачке росе [71], а приказана је моделом .

$$L = 1.18 T + 1.075 S + D$$

где је:

T температура ваздуха (°C) ,

S температура земљишта (°C),

D тачка росе (°C).

Подељен је на 5 нових опасности (Табела 56).

Табела 56. Индекс опасности од шумског пожара (L)

Индекс опасности од шумског пожара (L)	Ризик
0 < 15	Без пожара
15 - 30	Низак ниво ризика
30 - 45	Средњи ризик
45 - 60	Висок ризик
> 60	Екстремно висок ризик

Извор: [71]

Препоручује се за коришћење у земљама у развоју у сличним климатским условима.

Табела 57. Преглед метода за процену ризика од избијања шумских пожара са карактеристикама модела

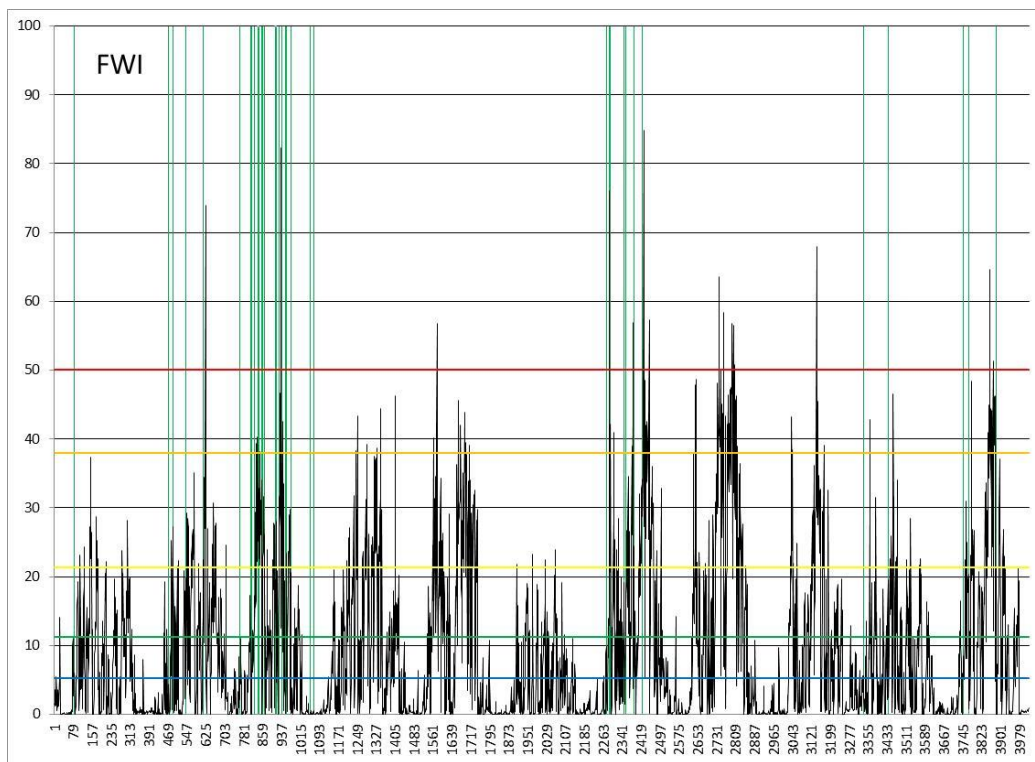
Индекс опасности од пожара	Држава	Година	Карактеристике области развоја	Параметри који се мере	Карактеристике модела	Тестиране и прихваћене за примену
Angstrom	Шведска	1949	Поларна клима, висока сума падавина и висока влажност	Температура и влажност ваздуха	Дневни искуствени индекс, лак за мерење	Шведска, Немачка
Нестеров	Русија	1967	Поларна клима, висока сума падавина и висока влажност	Тачка росе и температура	Кумулативни индекс, лак за мерење	Словачка, Немачка
М-Нестеров	Русија	1968	Поларна клима, висока влажност	Тачка росе и температура	Кумулативни индекс, лак за мерење	Русија, Канада
KBDI	Јужни део Сједињених Америчких Држава	1968	Врућа и топла лета са високом влажношћу ваздуха	Температура и средња годишња количина падавина	Кумулативни индекс, компликован за мерење	САД, Аустралија, Индонезија
Baumgartner	Немачка	1967	Висока сума падавина, хладно и облачно током зиме	Падавине и евапотранспирација	Кумулативни индекс, лак за мерење	Немачка
М-KBDI	Грчка	2011	Медитеранско подручје	Температура и средња годишња количина падавина	Кумулативни индекс, компликован за мерење	Грчка, Индонезија, Малезија
FWI	Канада	1970	Влажно са високом сумом падавина током лета, веома хладна зима	Температура, релативна влажност и падавине	Кумулативни индекс, компликован за мерење	Канада, Кина, Чиле, Индонезија, Мексико, Нови Зеланд, Јужна Африка, Шпанија, Шведска, Тајланд, Енглеска, Аргентина
F	Аустралија	2008	Висока сума падавина и висока влажност	Температура и релативна влажност	Кумулативни индекс, лак за мерење	Аустралија, Швајцарска

Индекс опасности од пожара	Држава	Година	Карактеристике области развоја	Параметри који се мере	Карактеристике модела	Тестиране и прихваћене за примену
			лети			
FD	Чешка	2014	Вруће и суво лето, хладна зима са јаким ветром	Релативна влажност, температура, брзина ветра и влажност земљишта	Кумулативни индекс, лак за мерење	Чешка, Немачка и Шведска
Либански индекс опасности	Либан	2016	Медитеранско подручје	Температура, тачка росе и температура земљишта	Кумулативни индекс, лак за мерење	Либан
Модификовани метод Angstrom-a (Раткнић Татјана, 2017)	Србија	2017	Суво и топло пролеће, лето и јесен са мало падавина	Максимална температура и минимална влажност ваздуха	Дневни индекс, лак за одређивање	Србија

Извор: [71], Оригинал

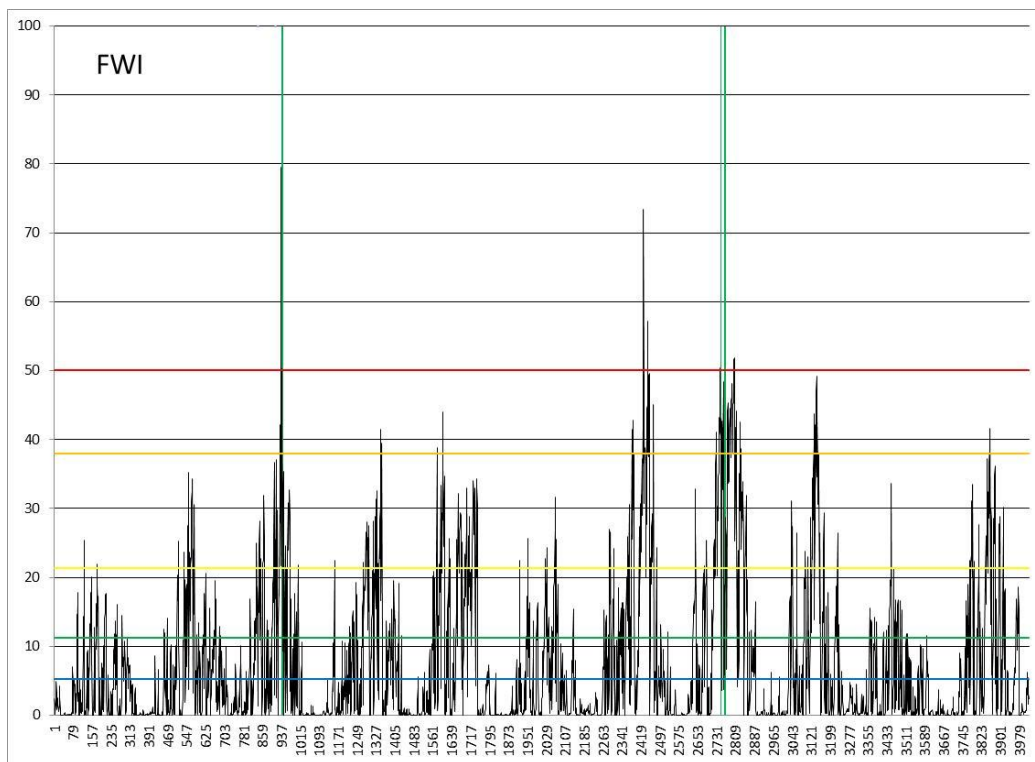
5.4.13 Повезаност индекса опасности од шумског пожара за базом података о шумским пожарима

На основу увида у индексе опасности од шумских пожара који се користе у свету издвојени су два која показују најбоље резултате у процени (Канадски индекс (FWI) и индекс Ангстрома (I)). Дневне вредности ових индекса за период 2005-2015 доведени су у везу са стварним шумских пожарима који су у том периоду били на подручју Србије. Вредности ових индекса приказани су на графиконима 31-42.



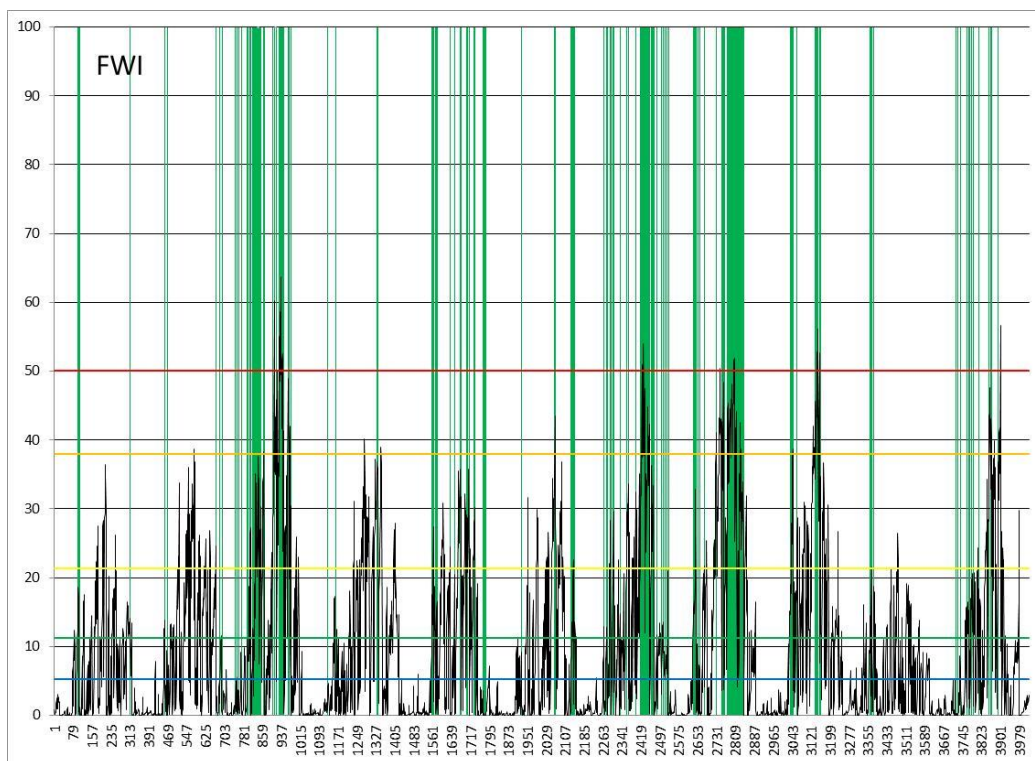
Извор: Оригинал

Графикон 31. FWI за подручје које покрива Метеоролошка станица Нови Сад



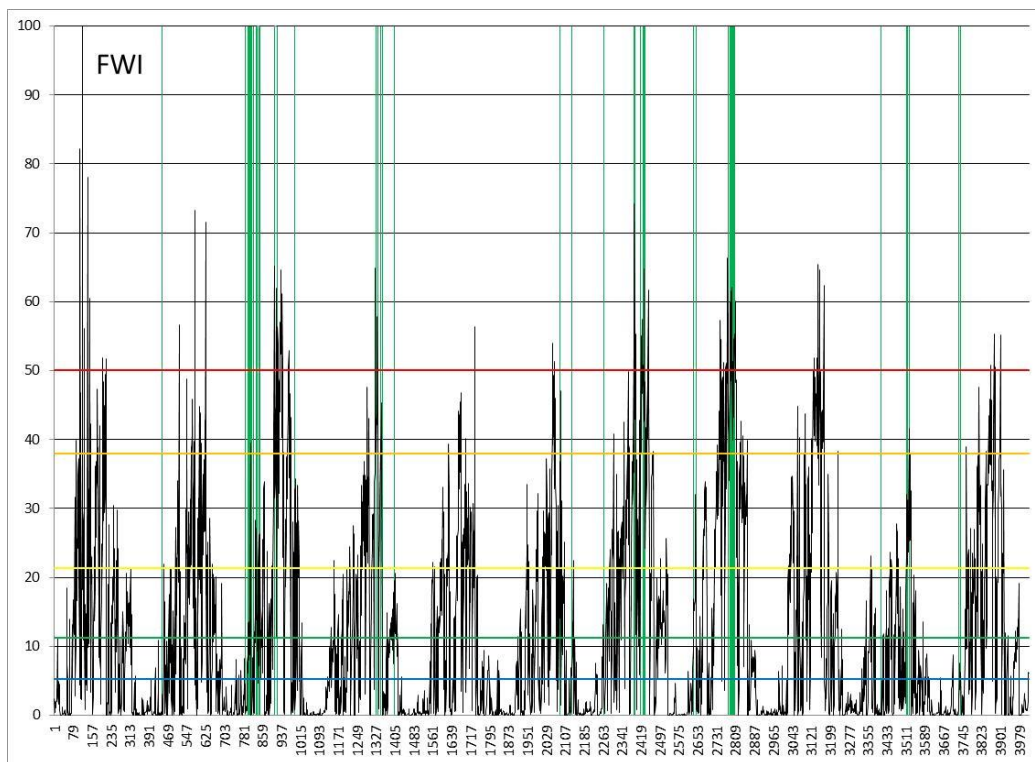
Извор: Оригинал

Графикон 32. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Лозница



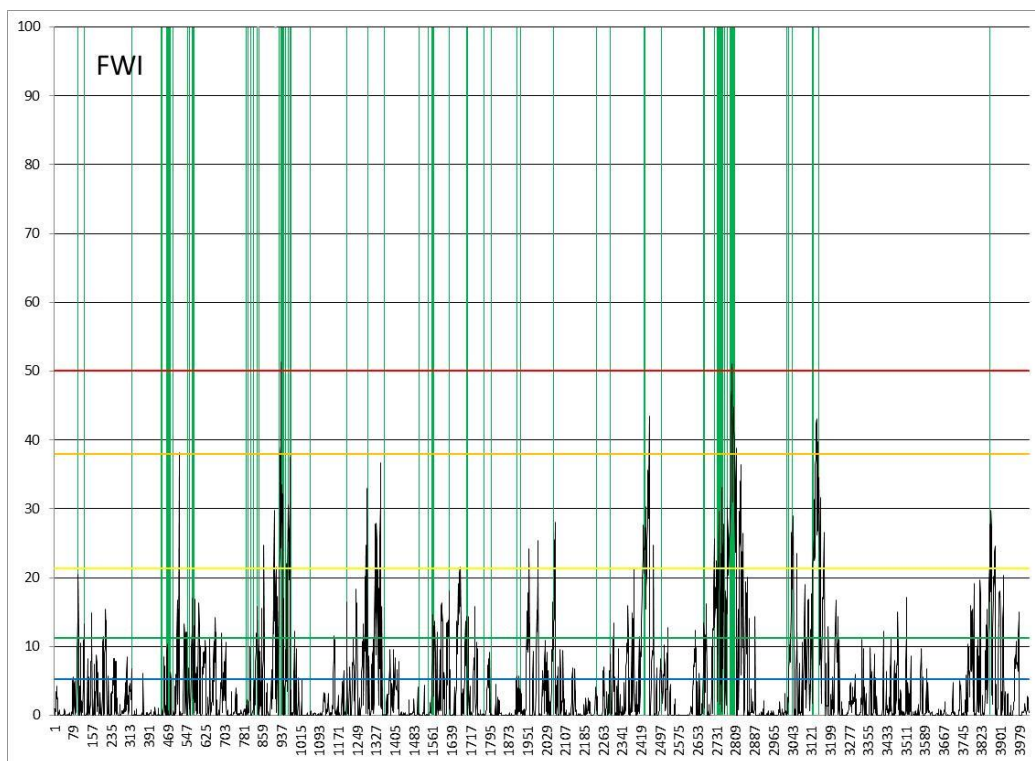
Извор: Оригинал

Графикон 33. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Ниш



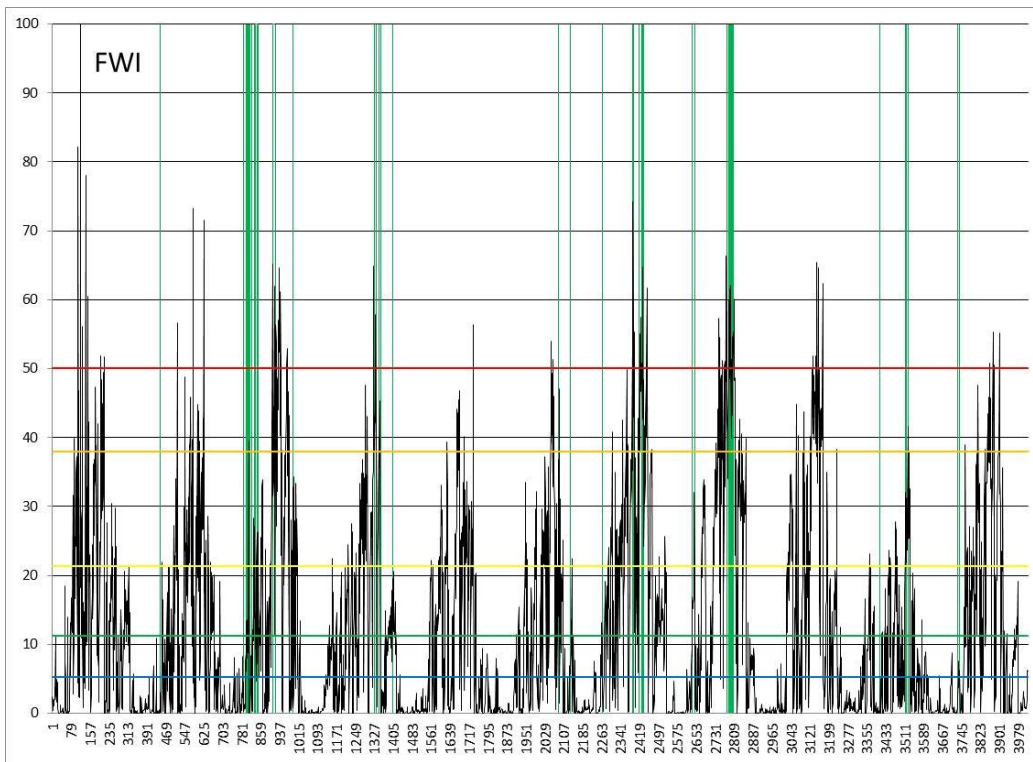
Извор: Оригинал

Графикон 34. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Браће



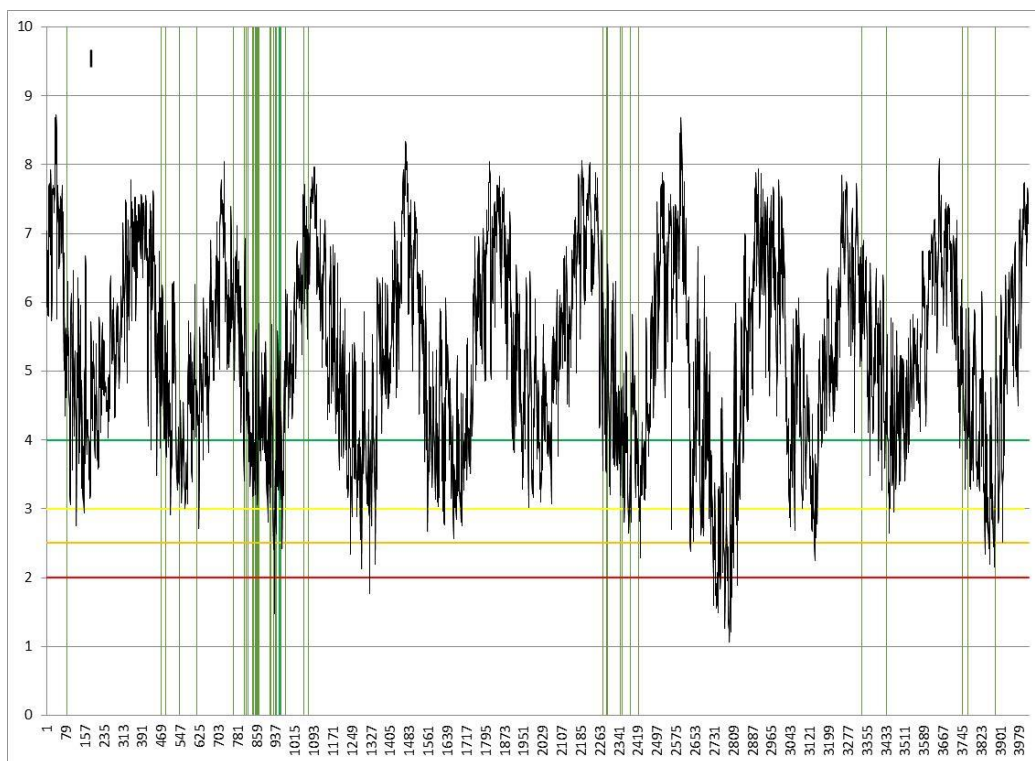
Извор: Оригинал

Графикон 35. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Златибор



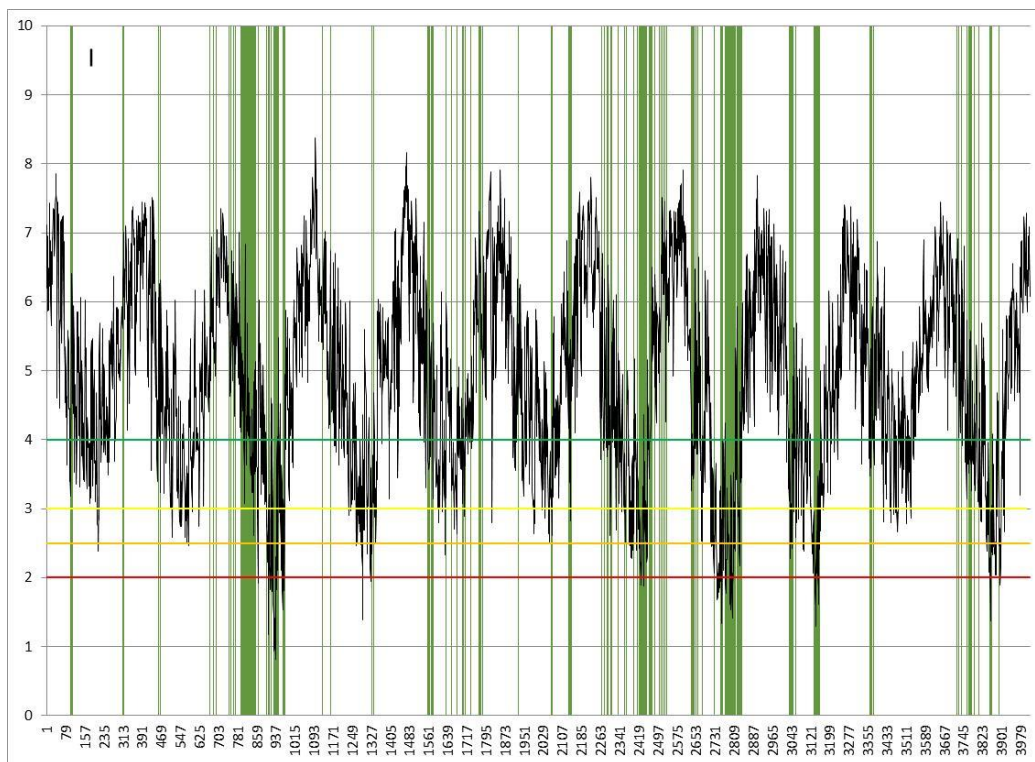
Извор: Оригинал

Графикон 36. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Београд



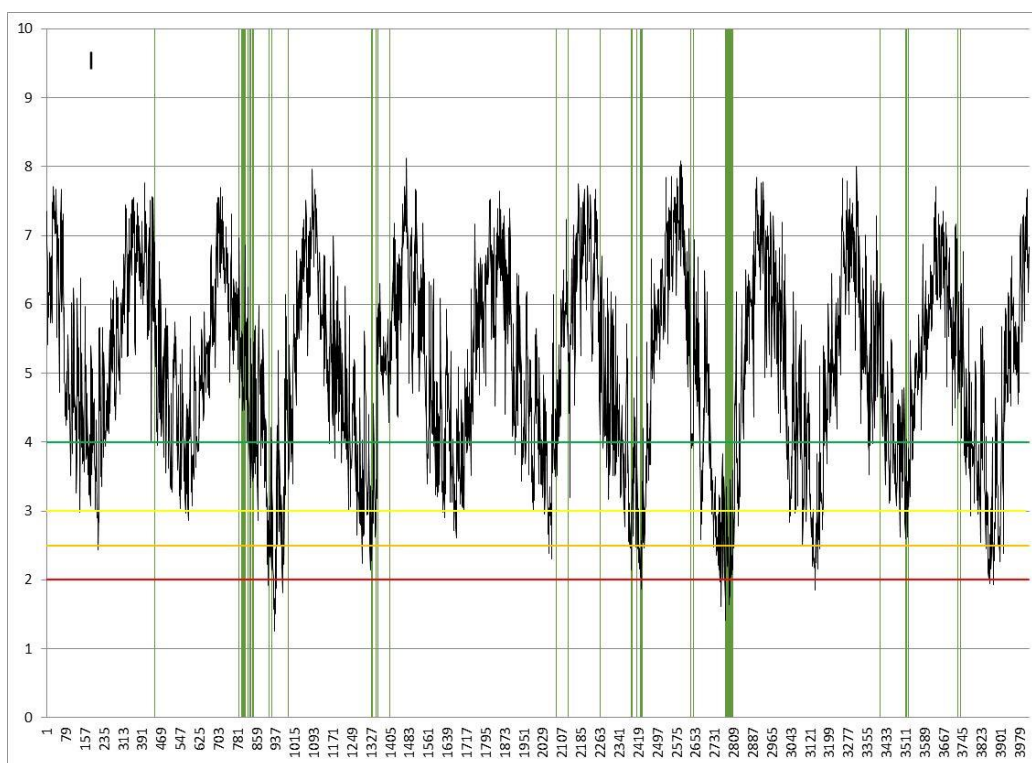
Извор: Оригинал

Графикон 37. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Нови Сад



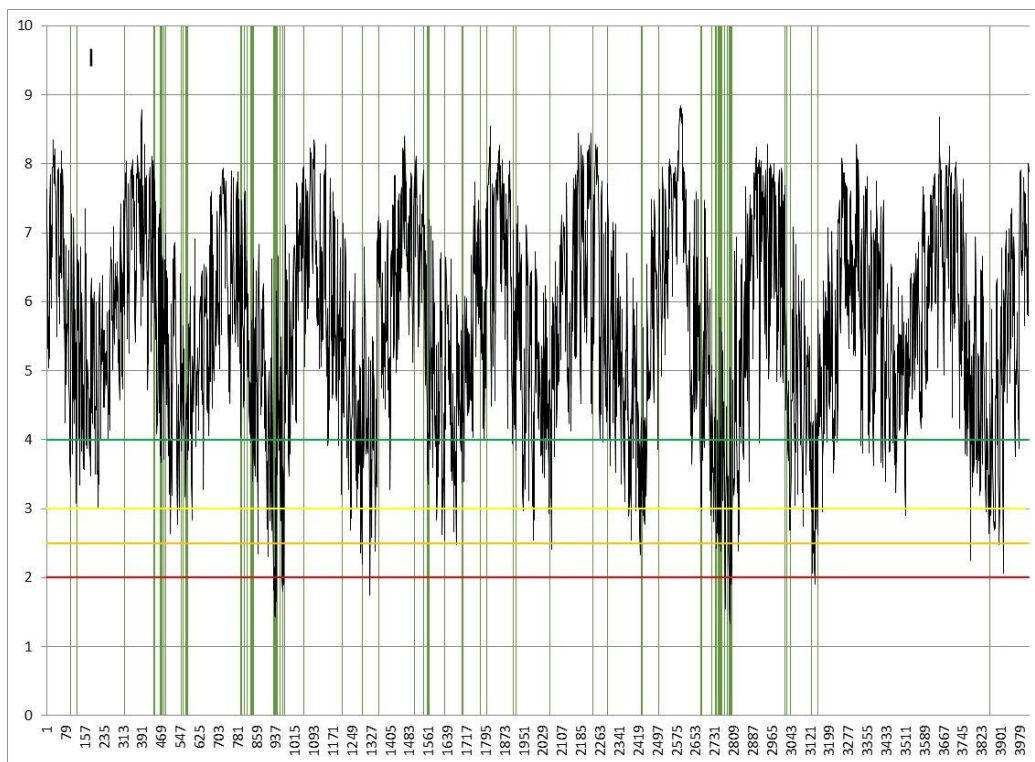
Извор: Оригинал

Графикон 38. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Ниш



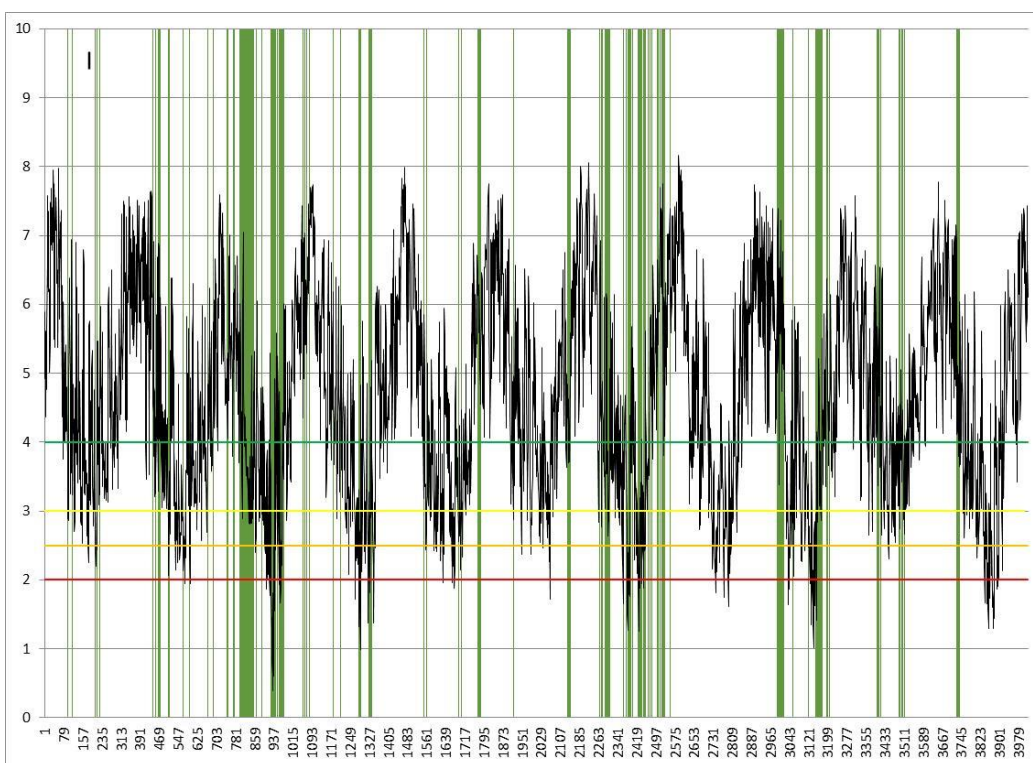
Извор: Оригинал

Графикон 39. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Врање



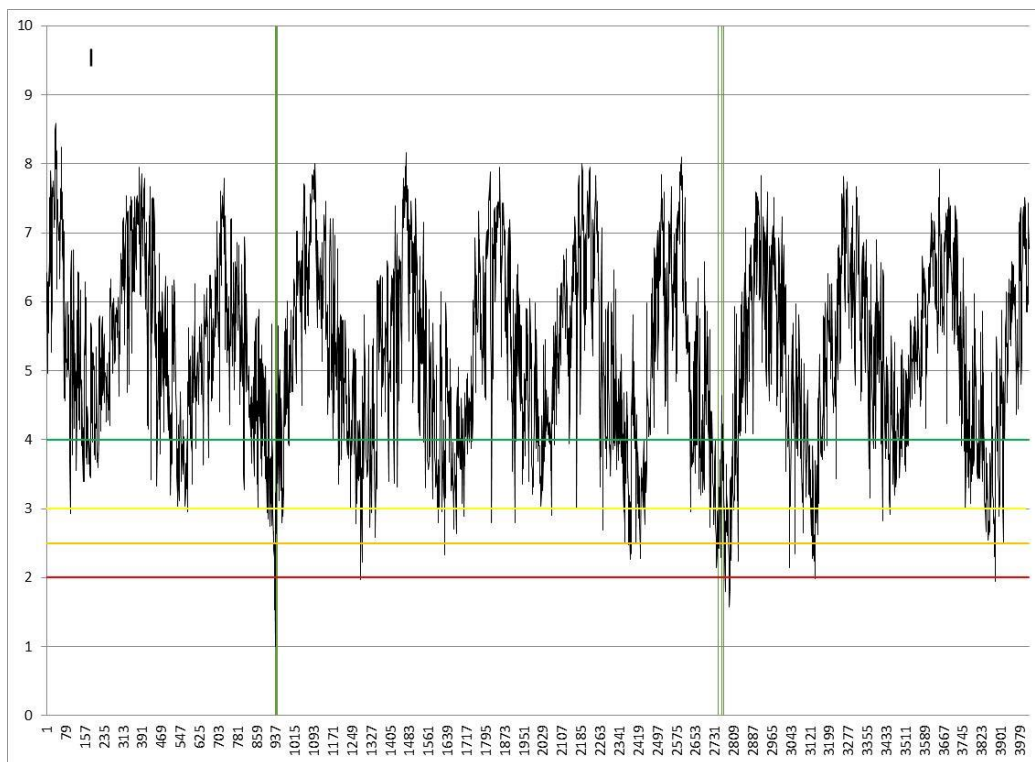
Извор: Оригинал

Графикон 40. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Златибор



Извор: Оригинал

Графикон 41. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Београд



Извор: Оригинал

Графикон 42. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Лозница

5.4.14 Корелациона повезаност између анализираних индекса

Успостављена је корелациона веза између Канадског индекса опасности од шумског пожара (FWI) и Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара. Резултати ове анализе приказани су у Табели 58 и Графикону 43.

Вредност F-теста указује на ниво значајности од 95% и креће се у интервалу од 3564.17 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 6792.99 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Коефицијент детерминације показује да је варијабилност променљивих објашњена од 47.01% (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 78.77% (на подручју које покрива метеоролошка станица Ниш). Стандардна грешка процене је у интервалу од 5.33 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 8.92 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Durbin-Watsonov

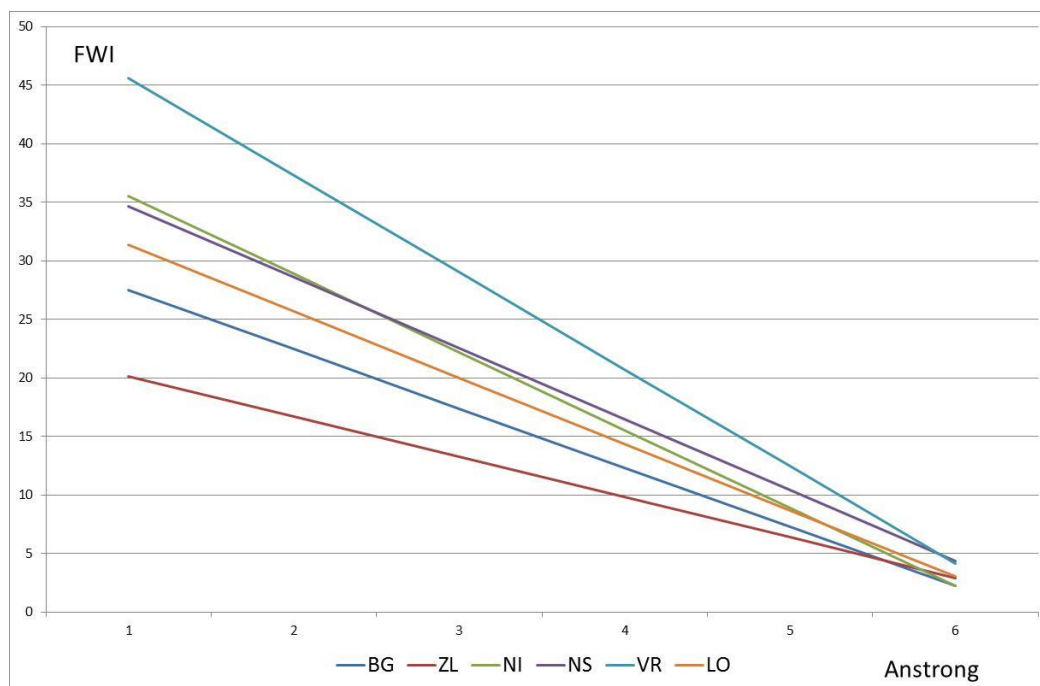
тест указује да постоји могућност серијске корелације између анализираних индекса.

Табела 58. Корелациона повезаност између FWI и Ангстромовог индекса

Једначина корелације	Показатељи регресије	Вредности
FWI BG = 32,55050 - 5,05612 Arn BG	Стандардна грешка регресије	8.81199
	Коефицијент корелације	0.6939
	Коефицијент детерминације	0.4815
	F-тест	3729.23*
	Durbin-Watsonov тест	0.4784
FWI ZL = 23,6056 - 3,44797 Arn ZL	Стандардна грешка регресије	5.32571
	Коефицијент корелације	0.6856
	Коефицијент детерминације	0.4701
	F-тест	3564.17*
	Durbin-Watsonov тест	0.462327
FWI NI = 42,1762 - 6,65934 Arn NI	Стандардна грешка регресије	7.30639
	Коефицијент корелације	0.7877
	Коефицијент детерминације	0.6205
	F-тест	6569.41*
	Durbin-Watsonov тест	0.627677
FWI NS = 40,708 - 6,06484 Arn NS	Стандардна грешка регресије	7.55785
	Коефицијент корелације	0.7495
	Коефицијент детерминације	0.5619
	F-тест	5152.68*
	Durbin-Watsonov тест	0.74761
FWI VR = 53,8867 - 8,28917 Arn VR	Стандардна грешка регресије	8.9092
	Коефицијент корелације	0.7927
	Коефицијент детерминације	0.6284
	F-тест	6792.99*
	Durbin-Watsonov тест	0.850062
FWI LO = 37,0057 - 5,66669 Arn LO	Стандардна грешка регресије	7.35494
	Коефицијент корелације	0.7132
	Коефицијент детерминације	0.5087
	F-тест	4159.77*
	Durbin-Watsonov тест	0.572449

Извор: Оригинал

Тренд промена између оригиналних вредности Канадског индекса опасности од шумског пожара (FWI) и Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара (Arn) показује опадајуће вредности. Најниже вредности има метеоролошка станица Златибор, затим Београд и Лозница. Вредности за Ниш и Нови Сад се преклапају док највише вредности има метеоролошка станица Врање.



Извор: Оригинал

Графикон 43. Корелациона повезаност између Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и Ангстромовог индекса опасности од избијања шумских пожара

Корелациона повезаност Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и Ангстромовог индекса приказани су у табели у Табели 59.

Вредност F-теста указује на ниво значајности од 95% и креће се у интервалу од 3252.35 (на подручју које покрива метеоролошка станица Нови Сад) до 5481.84 (на подручју које покрива метеоролошка станица Београд). Коефицијент детерминације показује да је варијабилност променљивих објашњена од 44.73% (на подручју које покрива метеоролошка станица Нови Сад) до 57.71% (на подручју које покрива метеоролошка станица Београд). Стандардна грешка процене је у интервалу од 0.61 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 1.00 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање).

Durbin-Watsonov тест указује да постоји могућност серијске корелације и креће се у интервалу од 0.83 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање) до 1.00 (на подручју које покрива метеоролошка станица Београд).

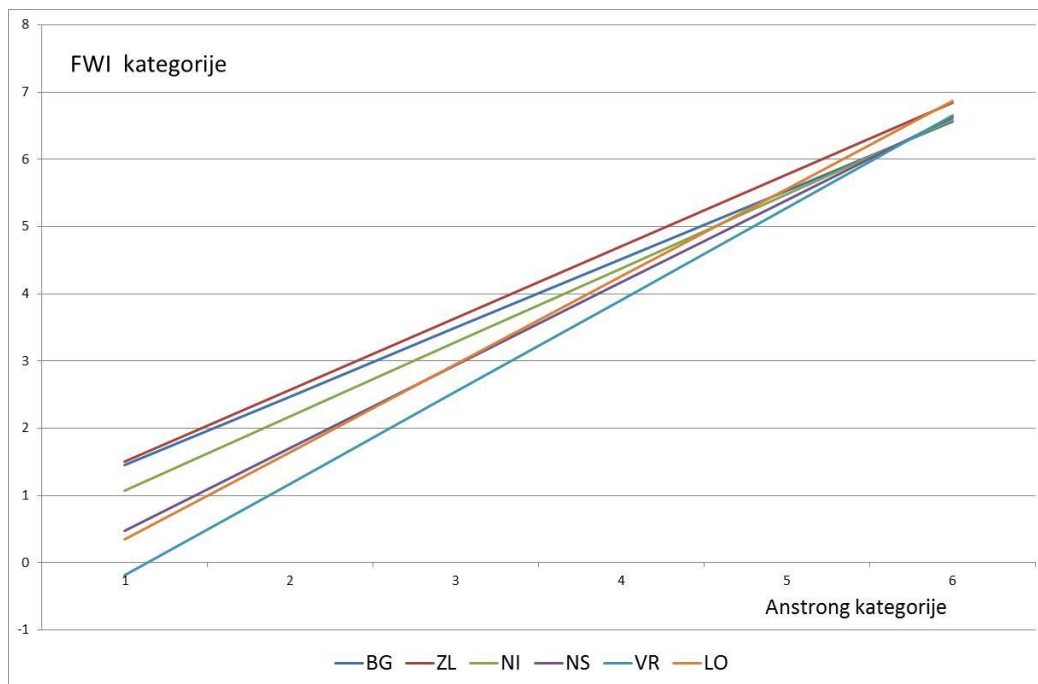
Табела 59. Корелациона повезаност индекса опасности између FWI и Ангстромовог индекса

Једначина корелације	Показатељи регресије	Вредности
FWIkat BG = 0,42531 + 1,02278 Arnkat BG	Стандардна грешка регресије	0.828758
	Коефицијент корелације	0.7597
	Коефицијент детерминације	0.5771
	F-test	5481.84
	Durbin-Watsonov test	0.998262
FWI kat ZL = 0,430859 + 1,06951 Arnkat ZL	Стандардна грешка регресије	0.606549
	Коефицијент корелације	0.7027
	Коефицијент детерминације	0.4939
	F-test	3920.86
	Durbin-Watsonov test	0.921652
FWI kat NI = -0,029941 + 1,10297 Arnkat NI	Стандардна грешка регресије	0.834425
	Коефицијент корелације	0.7434
	Коефицијент детерминације	0.5526
	F-test	4961.47
	Durbin-Watsonov test	0.86536
FWI kat NS = -0,753638 + 1,23062 Arnkat NS	Стандардна грешка регресије	0.899055
	Коефицијент корелације	0.6688
	Коефицијент детерминације	0.4473
	F-test	3252.35
	Durbin-Watsonov test	0.765472
FWI kat VR = -1,56133 + 1,36811 Arnkat VR	Стандардна грешка регресије	1.00131
	Коефицијент корелације	0.7166
	Коефицијент детерминације	0.5136
	F-test	4243.05
	Durbin-Watsonov test	0.832258
FWI kat LO = -0,965007 + 1,30599 Arnkat LO	Стандардна грешка регресије	0.833776
	Коефицијент корелације	0.6745
	Коефицијент детерминације	0.4550
	F-test	3353.87
	Durbin-Watsonov test	0.888676

Извор: Оригинал

Коефицијенти корелације указују на средњу повезаност између Канадског индекса опасности од шумског пожара (FWI) и Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара код метеоролошких станица Лозница и Нови Сад, док је јака повезаност констатована код метеоролошких станица Београд, Ниш, Врање и Златибор.

На основу Графикона 44 могу се издвојити четири групе. Прву групу чини повезаност индекса на подручју које покрива метеоролошка станица Врање, другу групу Лозница и Нови Сад, трећу групу Ниш и четврту групу Београд и Златибор.



Извор:Оригинал

Графикон 44. Корелациона повезаност између степена Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и степена Ангстромовог индекса опасности од избијања шумских пожара

5.4.15 Анализа основних компоненти (PCA)

PCA је примењена да би се утврдила варијабилност података између и унутар анализираних пожарних индекса у циљу избора најбоље варијабле за дискриминацију. Резултати ових анализа су представљени нумерички и графички.

5.4.15.1 Анализа основних компоненти (PCA) код пожарних индекса

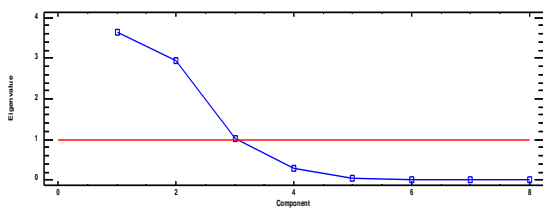
У анализи основних компоненти (PCA) података који се односе на метеоролошке станице за период осматрања од 2005. до 2015. издвојене су три компоненте (за метеоролошке станице Београд, Лозница, Врање, Нови Сад и Ниш), односно две комопоненте за метеоролошку станицу Златибор. (Графикон 45). Резултати ове анализе приказани су нумерички у Табели 60. Према добијеним својственим и процентуалним вредностима, прве три компоненте (координате) су

довољне да објасне 95.093% (МС Београд), 85.447% (МС Лозница), 84.686% (МС Врање), 84.569% (МС Нови Сад), 78.451% (МС Ниш), док је са две компоненте објашњено 73.579% (МС Златибор) од укупне варијабилности коришћених података. Вредности којима свака варијабла (климатски фактор) доприноси укупној варијабилности података (по првој, другој и трећој оси) приказане су у Табели 61.

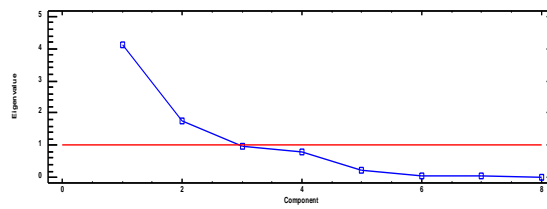
Табела 60. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

Компонента број	МС Београд			МС Златибор			МС Лозница		
	Eigenvalue	Процент варијансе	Процент кумулативно	Eigenvalue	Процент варијансе	Процент кумулативно	Eigenvalue	Процент варијансе	Процент кумулативно
1	3.6412	45.515	45.515	4.13493	51.687	51.687	3.93318	49.165	49.165
2	2.9446	36.807	82.323	1.75138	21.892	73.579	1.72075	21.509	70.674
3	1.02162	12.770	95.093	0.981057	12.263	85.842	1.18181	14.773	85.447
4	0.303902	3.799	98.891	0.789277	9.866	95.708	0.728652	9.108	94.555
5	0.0383908	0.480	99.371	0.247008	3.088	98.796	0.307368	3.842	98.397
6	0.0246749	0.308	99.680	0.0536181	0.670	99.466	0.0732289	0.915	99.312
7	0.0154799	0.193	99.873	0.0322346	0.403	99.869	0.0431831	0.540	99.852
8	0.0101346	0.127	100.000	0.0104908	0.131	100.000	0.0118249	0.148	100.000
	МС Врање			МС Нови Сад			МС Ниш		
1	3.87681	48.460	48.460	4.17875	52.234	52.234	3.65856	45.732	45.732
2	1.64824	20.603	69.063	1.50923	18.865	71.100	1.60052	20.007	65.739
3	1.24982	15.623	84.686	1.07756	13.469	84.569	1.01699	12.712	78.451
4	0.826939	10.337	95.023	0.783121	9.789	94.358	0.872095	10.901	89.352
5	0.259255	3.241	98.263	0.336785	4.210	98.568	0.708196	8.852	98.204
6	0.0842699	1.053	99.317	0.05531	0.691	99.259	0.0863007	1.079	99.283
7	0.043637	0.545	99.862	0.0412457	0.516	99.775	0.0453051	0.566	99.850
8	0.0110306	0.138	100.000	0.0180042	0.225	100.000	0.012035	0.150	100.000

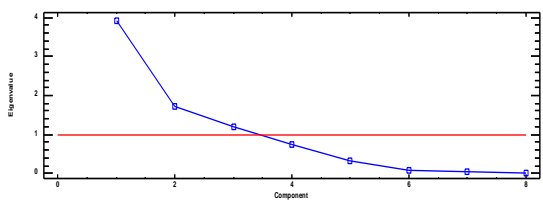
Извор: Оригинал



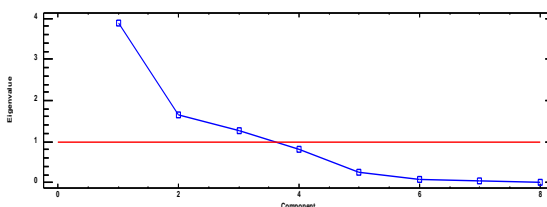
(a) МС Београд



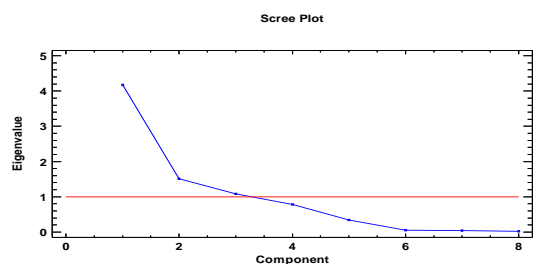
(b) МС Златибор



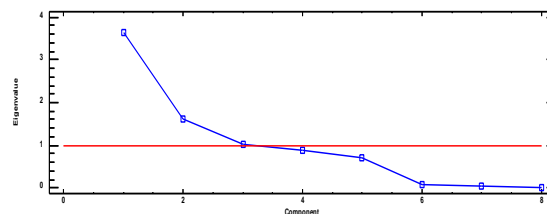
(c) МС Лозница



(d) МС Врање



(e) МС Нови Сад



(f) МС Ниш

Извор: Оригинал

Графикон 45. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности по метеоролошким станицама

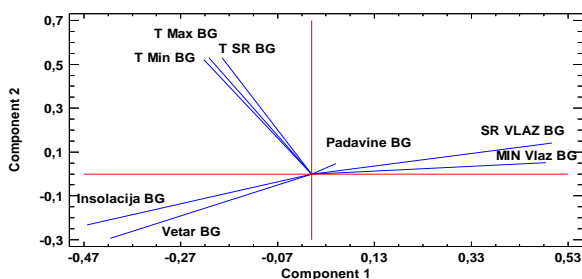
Табела 61. Вредности којима свака варијабла (климатске карактеристике) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних узорака пожара и коришћених података

Фактор	МС Београд			МС Златибор			МС Лозница		
	Компоненте			Компоненте			Компоненте		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T Max	-0.2226	0.5216	-0.0273	0.4448	0.2963		0.4633	0.2659	-0.0627
T Min	-0.1845	0.5309	0.0494	0.3745	0.4614		0.3798	0.4770	-0.0080
T SR	-0.2121	0.5303	0.0030	0.4265	0.3589		0.4381	0.3624	-0.0405
MIN Vlaz	0.4842	0.0511	0.0960	-0.3982	0.3705		-0.3921	0.4191	0.0207
SR VLAZ	0.4964	0.1402	0.0455	-0.3931	0.3951		-0.3683	0.4596	-0.1120
Vetar	-0.4157	-0.2944	0.1500	0.1084	-0.2967		0.0961	-0.1764	0.7409
Insolacija	-0.4639	-0.2317	0.1123	0.3897	-0.2638		0.3863	-0.2644	-0.0797
Padavine	0.0503	0.0465	0.9749	-0.0572	0.3458		-0.0363	0.2874	0.6528
	МС Врање			МС Нови Сад			МС Ниш		
T Max	0.4722	0.2469	0.0086	0.4558	0.2492	-0.0788	0.4965	0.1948	0.0280

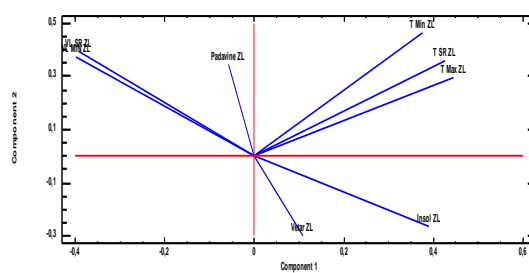
Фактор	МС Београд			МС Златибор			МС Лозница		
	Компоненте			Компоненте			Компоненте		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
T Min	0.3977	0.4282	0.1120	0,3870	0.4455	-0.0231	0.4339	0.3766	0.0982
T SR	0.4566	0.3138	0.0334	0,4450	0.2952	-0.0316	0.4847	0.2619	0.0507
MIN Vlaz	-0.3942	0.3379	0.2729	-0,3982	0.3582	0.1609	-0.3925	0.4245	-0.0133
SR VLAZ	-0.3692	0.3755	0.2887	-0,3690	0.4255	0.0936	-0.3556	0.5025	-0.1438
Vetar	0.0471	-0.3154	0.7726	0,0785	-0.2240	0.8533	-0.0799	-0.2643	0.8487
Insolacija	0.3393	-0.3805	0.3687	0,3786	-0.2463	0.2544	0.2031	-0.2079	-0.2457
Padavine	-0.0362	0.3973	0.3091	-0,0141	0.4818	0.4059	-0.0456	0.4537	0.4307

Извор: Оригинал

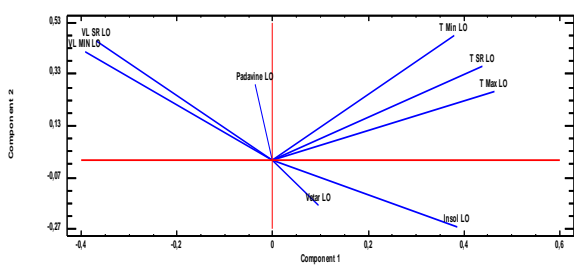
На графикону тачака расејања (Графикон 46) види се геометријска дистанца између истраживаних климатски параметара и може се запазити варијабилност између њих.



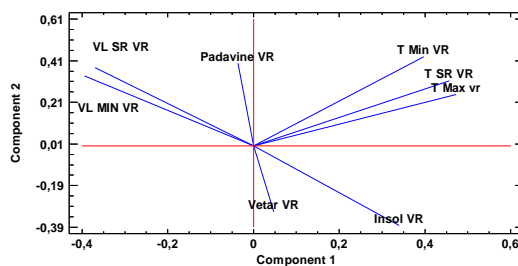
(a) МС Београд



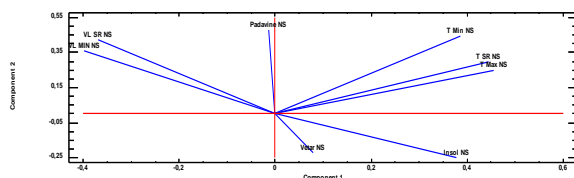
(b) МС Златибор



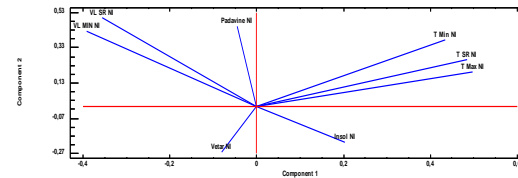
(c) МС Лозница



(d) МС Врање



(e) МС Нови Сад



(f) МС Ниш

Извор: Оригинал

Графикон 46. Дводимензионални приказ дистрибуције података за подручја која покривају одговарајуће метеоролошке станице (тачке расејања)

Према првој компоненти, истраживана поља су међу собом раздвојена у две групе. Једну групу чине површине средња, минимална и максимална температура ваздуха. Овој групи се придружују и падавине. Другу групу чине минимална и максимална релативна влажност ваздуха, док трећа обухвата ветар и инсолацију.

Ако посматрамо заступљеност броја дана у анализираном периоду од 2005 до 2015. године (укупно 4017 дана), заступљеност екстремне опасности од пожара код Канадског индекса је 164 (0,68% укупног броја), веома високе 687 (2.85 %), висока опасност 2658 (11,03%), умерена опасност 3543 (14.70%), ниска опасност 3355 (13.92%) и веома ниска опасност 13695 (56.82%) (Табела 62).

У погледу екстремне опасности од могућности избијања шумских пожара регистрован је у Врању (83 дана), а најмањи број дана забележено је на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор (3 дана).

Заступљеност броја дана по Ангстромовом индексу опасности од избијања шумских пожара, појава пожара је веома вероватна у 244 дана (1.01%) од укупног броја дана, повољнији услови за настанак пожара је у 481 дана (1.96%) од укупног броја, повољни услови за настанак пожара је вероватна у 1042 дана (4.32%), неповољни услови за настанак пожара 4165 дана (17.28%), појава пожара није вероватна 18170 дана (75.39%) од укупног броја (Табела 63).

Ако поредимо ове податке са базом података о шумским пожарима у анализираном периоду код Канадског индекса у време екстремне опасности од пожара десила су се само 534 пожара (17.07% укупног броја), у категорији веома високој опасности регистровано је 811 пожара (25.94%) и у високој опасности десила су се 614 пожара (19.64%). Укупан број пожара ове три категорије износи 1959 пожара (62.65% укупног броја). Код Канадског индекса у категорији ниске опасности од избијања шумских пожара регистровано је 323 (10.33%) односно у категорији веома ниске опасности десило се 372 пожара (11.90%). Распоред броја пожара у зависности од степена опасности од пожара на основу Канадског метеоролошког индекса приказан је у Табели 64.

Поређењем Ангстромовог индекса са базом података о шумским пожарима у време екстремне опасности од пожара десила су се 801 пожара (25.63% укупног броја), у категорији повољнији услови за настанак десила су се 466 (14.91%) и у

повољним условима за настанак пожара регистровано је 402 (12.86%). Укупан број ове три категорије износи 1669 (53.40% укупног броја). Код Ангстромовог индекса у категорији неповољни услови за настанак пожара регистровано је 714 (22.85%) односно у категорији појава пожара није вероватна десило се 742 (23.74%) (Табела 65).

5.4.15.2 Модификовани индекс Ангстрома опасности од избијања шумских пожара

У приказаној анализи констатовано је да постоји релативно слаба до умерене повезаност између шумских пожара и вредности Канадског 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:

1. уместо средње температуре ваздуха укључена је у формулу максимална температура ваздуха

Табела 62. Број дана степена опасности од пожара на основу Канадског метеоролошког индекса (FWI)

Метеорол. станица	Укупно	Степен опасности од пожара по Канадском метеоролошком индексу (FWI)											
		ЕО	%	ВВ	%	ВО	%	УО	%	НО	%	ВНО	%
Нови Сад	4017	19	0.47	100	2.49	467	11.63	679	16.90	624	15.53	2128	52.97
Лозница	4017	7	0.17	84	2.09	364	9.06	554	13.79	574	14.29	2434	60.59
Београд	4017	34	0.85	125	3.11	532	13.24	687	17.10	589	14.66	2050	51.03
Ниш	4017	18	0.45	119	2.96	521	12.97	668	16.63	552	13.74	2139	53.25
Врање	4017	83	2.07	238	5.92	614	15.29	625	15.56	505	12.57	1952	48.59
Златибор	4017	3	0.07	21	0.52	160	3.98	330	8.22	511	12.72	2992	74.48
Укупно	24102	164	0.68	687	2.85	2658	11.03	3543	14.70	3355	13.92	13695	56.82

Ознаке у табели: ВНО - Веома ниска опасност; НО - Ниска опасност; УО - Умерена опасност; ВО - Висока опасност; ВВ - Веома висока; ЕО - Екстремна опасност

Извор: Оригинал

Табела 63. Број дана степена опасности од пожара на основу Ангстромовог индекса (I)

Метеорол. станица	Укупно	Ризик опасности од избијања шумског пожара на основу Ангстромовог индекса									
		< 2.0	%	2.0-2.5	%	2.5-3.0	%	3.0-4.0	%	>4.0	%
Нови Сад	4017	33	0.82	44	1.10	119	2.96	689	17.15	3132	77.97
Лозница	4017	10	0.25	39	0.97	114	2.84	685	17.05	3169	78.89
Београд	4017	91	2.27	147	3.66	323	8.04	874	21.76	2582	64.28
Ниш	4017	62	1.54	119	2.96	196	4.88	769	19.14	2871	71.47
Врање	4017	29	0.72	99	2.46	194	4.83	711	17.70	2984	74.28
Златибор	4017	19	0.47	33	0.82	96	2.39	437	10.88	3432	85.44
Укупно	24102	244	1.01	481	1.96	1042	4.32	4165	17.28	18170	75.39

Ознаке у табели: I < 2.0 - Појава пожара је веома вероватна; 2.0 < I < 2.5- Повољнији услови за настанак пожара; 3.0 < I < 2.5 - Повољни услови за настанак пожара; 4.0 < I < 3.0 - Неповољни услови за настанак пожара; I > 4.0 - Појава пожара није вероватна

Извор: Оригинал

Табела 64. Распоред броја пожара у зависности од степена опасности од пожара на основу Канадског метеоролошког индекса (FWI)

Метеорол. станица	Укупно	Степен опасности од пожара по Канадском метеоролошком индексу (FWI)											
		ЕО	%	ВВ	%	ВО	%	УО	%	НО	%	ВНО	%
Нови Сад	63							38	60.32	18	28.57	7	11.11
Лозница	6	1	16.67	1	16.67	4	66.67						
Београд	692	61	8.82	50	7.23	169	24.42	100	14.45	105	15.17	207	29.91
Ниш	1321	47	3.56	470	35.58	365	27.63	242	18.32	144	10.90	53	4.01
Врање	622	416	66.88	121	19.45	25	4.02	24	3.86	20	3.22	16	2.57
Златибор	423	9	2.13	169	39.95	51	12.06	69	16.31	36	8.51	89	21.04
Укупно	3127	534	17.07	811	25.94	614	19.64	473	15.13	323	10.33	372	11.90

Ознаке у табели: ВНО - Веома ниска опасност; НО - Ниска опасност; УО - Умерена опасност; ВО - Висока опасност; ВВ - Веома висока; ЕО - Екстремна опасност

Извор: Оригинал

Табела 65. Распоред броја пожара у зависности од степена опасности од пожара на основу Ангстромовог индекса (I)

Метеорол. станица	Укупно	Ризик опасности од избијања шумског пожара на основу Ангстромовог индекса									
		< 2.0	%	2.0-2.5	%	2.5-3.0	%	3.0-4.0	%	>4.0	%
Нови Сад	63			1	1.59	27	42.86	35	55.56		
Лозница	6					2	33.33	2	33.33	2	33.33
Београд	690	78	11.3	44	6.38	116	16.81	174	25.22	278	40.29
Ниш	1321	256	19.38	190	14.38	161	12.19	419	31.72	295	22.33
Врање	623	296	47.51	208	33.39	35	5.62	18	2.89	66	10.59
Златибор	422	171	40.52	23	5.45	61	14.45	66	15.64	101	23.93
Укупно	3125	801	25.63	466	14.91	402	12.86	714	22.85	742	23.74

Ознаке у табели: I < 2.0 - Појава пожара је веома вероватна; 2.0 < I < 2.5- Повољнији услови за настанак пожара; 3.0 < I < 2.5 - Повољни услови за настанак пожара; 4.0 < I < 3.0 - Неповољни услови за настанак пожара; I > 4.0 - Појава пожара није вероватна

Извор: Оригинал

2. уместо средње релативне влажности ваздуха укључена је у формулу минимална релативна влажност ваздуха.

Укључивањем ових параметара формула добија облик:

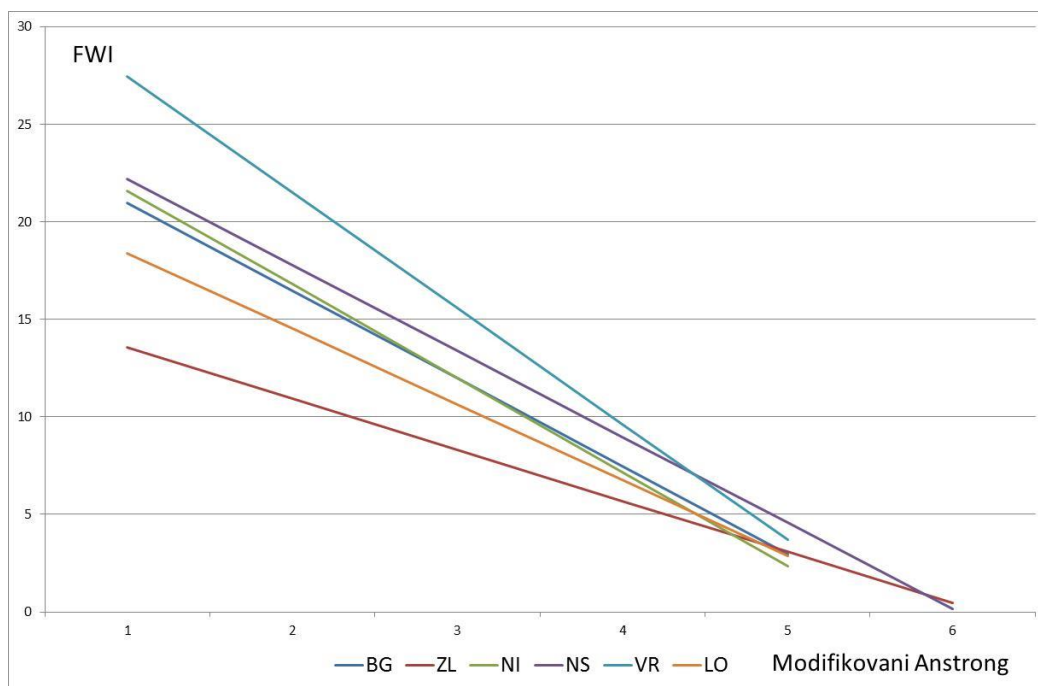
$$\text{Mod } I = R_{\min} / 20 + (27 - T_{\max}) / 10$$

Успостављена је корелациона веза између Канадског индекса опасности од шумског пожара (FWI) и модификованог Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара. Резултати ове анализе приказани су у Табели 66 и на Графикону 47.

Табела 66. Корелациона повезаност између FWI и модификованог Ангстромовог индекса

Једначина корелације	Показатељи регресије	Вредности
FWI BG = 25,4666 – 4,49907 ModArn BG	Стандардна грешка регресије	8.67826
	Коефицијент корелације	0.7051
	Коефицијент детерминације	0.4972
	F-test	3969.74
	Durbin-Watsonov test	0.547091
FWI ZL = 16,1736 - 2,6194 ModArn ZL	Стандардна грешка регресије	5.57901
	Коефицијент корелације	0.6469
	Коефицијент детерминације	0.4185
	F-test	2891.58
	Durbin-Watsonov test	0.492278
FWI NI = 26,4095 - 4,81012 ModArn NI	Стандардна грешка регресије	7.85515
	Коефицијент корелације	0.7492
	Коефицијент детерминације	0.5614
	F-test	5142.22
	Durbin-Watsonov test	0.654612
FWI NS = 26,6103 - 4,40791 ModArn NS	Стандардна грешка регресије	7.9592
	Коефицијент корелације	0.7170
	Коефицијент детерминације	0.5141
	F-test	4251.42
	Durbin-Watsonov test	0.754346
FWI VR = 33,3826 - 5,93719 ModArn VR	Стандардна грешка регресије	9.53671
	Коефицијент корелације	0.7577
	Коефицијент детерминације	0.5742
	F-test	5417.47
	Durbin-Watsonov test	0.833663
FWI LO = 22,2858 - 3,8825 ModArn LO	Стандардна грешка регресије	7.69547
	Коефицијент корелације	0.6797
	Коефицијент детерминације	0.4621
	F-test	3452.30
	Durbin-Watsonov test	0.593801

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 47. Корелациона повезаност између Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и модификованог Ангстромовог индекса

Вредност F-теста указује на ниво значајности од 95% и креће се у интервалу од 2891.58 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 5417.47 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Коефицијент детерминације показује да је варијабилност променљивих објашњена од 41.85% (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 57.42% (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Стандардна грешка процене је у интервалу од 5.58 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 9.54 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Durbin-Watsonov тест указује да постоји могућност серијске корелације између анализираних индекса.

Коефицијенти корелације указују на средњу повезаност између Канадског индекса опасности од шумског пожара (FWI) и модификованог Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара код метеоролошких станица Лозница и Златибор, док је јака повезаност констатована код метеоролошких станица Београд, Ниш, Врање и Нови Сад.

Корелациона веза између Ангстромовог индекса опасности од шумског пожара и Модификованог Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара приказана је у Табели 67 и на Графикону 48.

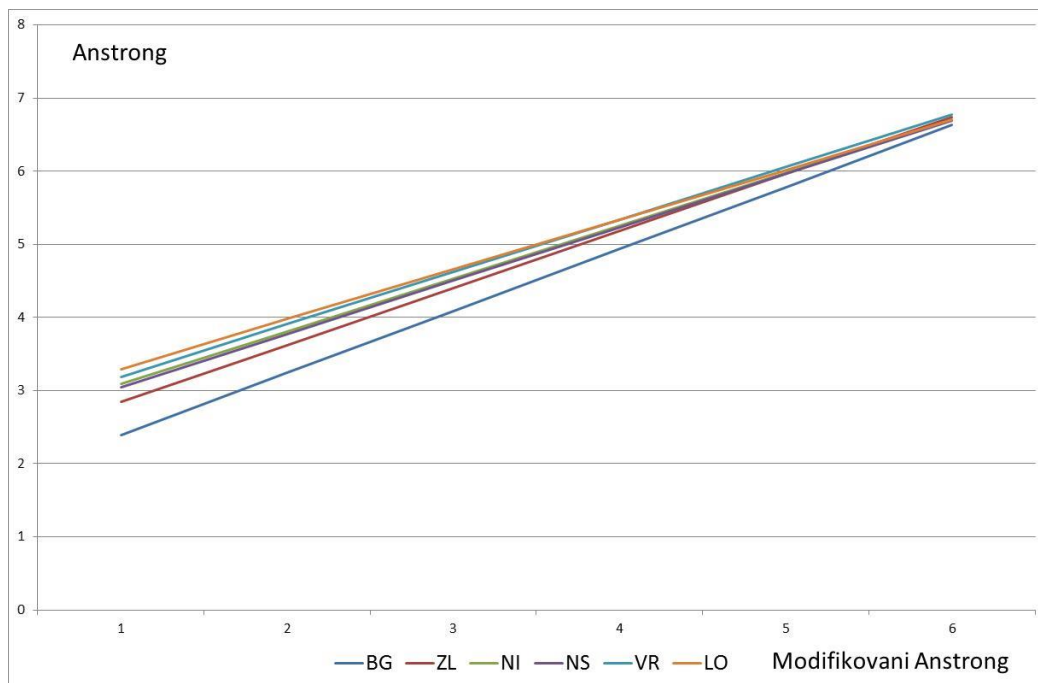
Табела 67. Корелациона повезаност између Ангстромовог индекса са модификованим индексом Ангстрома

Једначина корелације	Показатељи регресије	Вредности
Arn BG = 1,54582 + 0,847600 ModArn BG	Стандардна грешка регресије	0.422375
	Коефицијент корелације	0.9678
	Коефицијент детерминације	0.9367
	F-test	59479.51
	Durbin-Watsonov test	1.10583
Arn ZL = 2,06223 + 0,780075 ModArn ZL	Стандардна грешка регресије	0.360289
	Коефицијент корелације	0.9688
	Коефицијент детерминације	0.9386
	F-test	61491.55
	Durbin-Watsonov test	1.37767
Arn NI = 2,36197 + 0,723914 ModArn NI	Стандардна грешка регресије	0.423908
	Коефицијент корелације	0.9632
	Коефицијент детерминације	0.9087
	F-test	39992.48
	Durbin-Watsonov test	1.07512
Arn NS = 2,31038 + 0,730349 ModArn NS	Стандардна грешка регресије	0.389169
	Коефицијент корелације	0.9611
	Коефицијент детерминације	0.9239
	F-test	48819.12
	Durbin-Watsonov test	0.962121
Arn VR = 2,47509 + 0,715847 ModArn VR	Стандардна грешка регресије	0.412929
	Коефицијент корелације	0.9553
	Коефицијент детерминације	0.9127
	F-test	42007.02
	Durbin-Watsonov test	1.0915
Arn LO = 2,61392 + 0,680881 ModArn LO	Стандардна грешка регресије	0.423404
	Коефицијент корелације	0.9472
	Коефицијент детерминације	0.8972
	F-test	35074.46
	Durbin-Watsonov test	1.05146

Извор: Оригинал

Вредност F-теста креће се у интервалу од 35074.46 (на подручју које покрива метеоролошка станица Лозница) до 61491.55 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор). Коефицијент детерминације показује да је варијабилност променљивих објашњена од 89.72% (на подручју које покрива метеоролошка станица Лозница) до 93.86% (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор). Стандардна грешка процене је у интервалу од

0.36 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 0.42 (на подручју које покрива метеоролошка станица Београд). Durbin-Watsonov тест указује да постоји могућност серијске корелације између анализираних индекса.



Извор: Оригинал

Графикон 48. Корелациона повезаност између Ангстромовог индекса опасности од избијања шумског пожара и модификованог Ангстромовог индекса

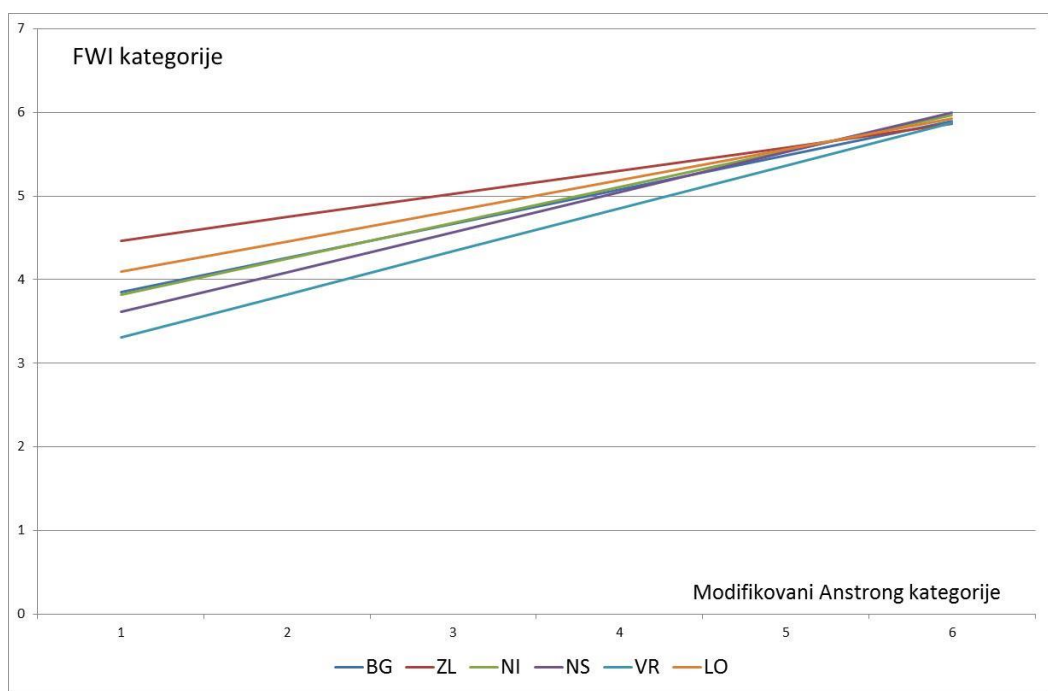
Корелациона веза између Канадског индекса опасности (FWI) и Модификованог Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара приказана је у Табели 68 и на Графикону 49.

Табела 68 . Корелациона повезаност између Канадског индекса опасности (FWI) и модификованог Ангстромовог индекса

Једначина корелације	Показатељи регресије	Вредности
FWI kat BG = 3,43672 + 0,410034 ModArn kat BG	Стандардна грешка регресије	0.920674
	Коефицијент корелације	0.6914
	Коефицијент детерминације	0.4781
	F-test	3680.25
	Durbin-Watsonov test	0.6902
FWI kat ZL = 4,18736 + 0,279011 ModArn kat ZL	Стандардна грешка регресије	0.645581
	Коефицијент корелације	0.6532
	Коефицијент детерминације	0.4267
	F-test	2990.27
	Durbin-Watsonov test	0.679788

Једначина корелације	Показатељи регресије	Вредности
FWI kat NI = 3,39205 + 0,428864 ModArn kat NI	Стандардна грешка регресије	0.850024
	Коефицијент корелације	0.7319
	Коефицијент детерминације	0.5357
	F-test	4635.04
	Durbin-Watsonov test	0.816241
FWI kat NS = 3,13284 + 0,477982 ModArn kat NS	Стандардна грешка регресије	0.82116
	Коефицијент корелације	0.7341
	Коефицијент детерминације	0.5390
	F-test	4696.50
	Durbin-Watsonov test	0.843244
FWI kat VR= 2,79954 + 0,512418 ModArn kat VR	Стандардна грешка регресије	0.924727
	Коефицијент корелације	0.7649
	Коефицијент детерминације	0.5852
	F-test	5667.56
	Durbin-Watsonov test	0.925497
FWI kat LO = 3,7264 + 0,366085 ModArn kat LO	Стандардна грешка регресије	0.811644
	Коефицијент корелације	0.6953
	Коефицијент детерминације	0.4835
	F-test	3761.22
	Durbin-Watsonov test	0.789892

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 49. Корелациона повезаност између степена Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и степена модификованог Ангстромовог индекса

Вредност F-теста креће се у интервалу од 2990.27 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 5667.56 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Коефицијент детерминације показује да је

варијабилност променљивих објашњена од 42.67% (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 58.52% (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Стандардна грешка процене је у интервалу од 0.65 (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 0.92 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање). Durbin-Watsonov тест указује да постоји могућност серијске корелације између анализираних индекса и креће се у интервалима од 0,69 (на подручју које покрива метеоролошка станица Београд) до 0,93 (на подручју које покрива метеоролошка станица Врање).

Корелациона веза између Ангстромовог индекса опасности од шумског пожара и Модификованог Ангстромовог индекса потенцијалне опасности од избијања шумских пожара приказана је у Табели 69 и на Графикону 50.

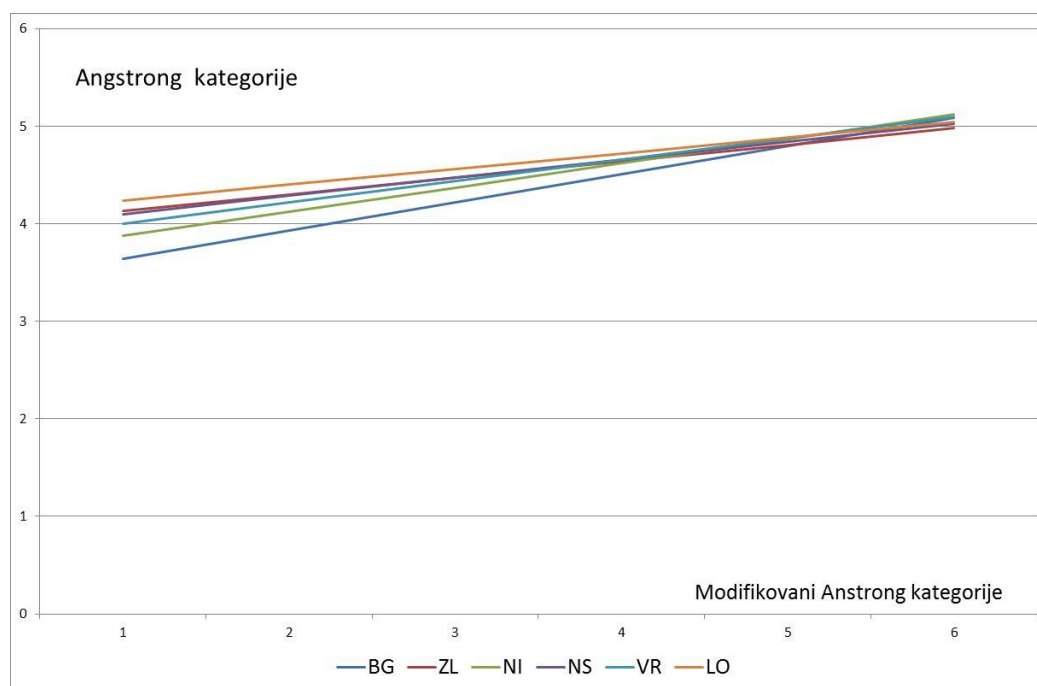
Вредност F-теста креће се у интервалу од 2152.61 (на подручју које покрива метеоролошка станица Лозница) до 3041.04 (на подручју које покрива метеоролошка станица Београд). Коефицијент детерминације показује да је варијабилност променљивих објашњена од 36.22% (на подручју које покрива метеоролошка станица Златибор) до 47.07% (на подручју које покрива метеоролошка станица Лозница).

Табела 69 . Корелациона повезаност између индекса опасности Ангстрома и модификованог Ангстромовог индекса

Једначина корелације	Показатељи регресије	
Arnk _{at} BG = 3,35604 + 0,289148 ModArnk _{at} BG	Стандардна грешка регресије	0.714216
	Коефицијент корелације	0.6563
	Коефицијент детерминације	0.4308
	F-test	3041.04
	Durbin-Watsonov test	0.681433
Arnk _{at} ZL = 3,96597 + 0,168963 ModArnk _{at} ZL	Стандардна грешка регресије	0.447503
	Коефицијент корелације	0.6018
	Коефицијент детерминације	0.3622
	F-test	2282.24
	Durbin-Watsonov test	0.873772
Arnk _{at} NI = 3,62713 + 0,24891 ModArnk _{at} NI	Стандардна грешка регресије	0.652894
	Коефицијент корелације	0.6301
	Коефицијент детерминације	0.3971
	F-test	2646.51
	Durbin-Watsonov test	0.681591
Arnk _{at} NS = 3,91637 + 0,185723 ModArnk _{at} NS	Стандардна грешка регресије	0.521435
	Коефицијент корелације	0.6090
	Коефицијент детерминације	0.3709
	F-test	2369.39
	Durbin-Watsonov test	0.656297

Једначина корелације	Показатељи регресије	
Arn kat VR = 3,77869 + 0,22036 ModArn kat VR	Стандардна грешка регресије	0.585548
	Коефицијент корелације	0.6277
	Коефицијент детерминације	0.3941
	F-test	2614.07
	Durbin-Watsonov test	0.645267
Arn kat LO = 4,07951 + 0,160642 ModArn kat LO	Стандардна грешка регресије	0.470786
	Коефицијент корелације	0.6860
	Коефицијент детерминације	0.4707
	F-test	2152.61
	Durbin-Watsonov test	0.83595

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 50. Корелациона повезаност између степена Ангстромовог индекса опасности од пожара и степена модификованог Ангстромовог индекса

Заступљеност броја дана по модификованом Ангстромовом индексу опасности од избијања шумских пожара, екстремни услови за настанак шумских пожара регистровано је у 6880 дана (28.55% укупног броја), док је веома висока опасност забележена у 6598 дана (27.38%). Ниска опасност од избијања шумских пожара констатована је у 2606 дана (10.8%), веома ниска у 1285 дана (5.3%).

Поређењем модификованог Ангстрома са базом података о шумским пожарима у време екстремне опасности од пожара десила су се само 2387 пожара (76.33% укупног броја), у категорији веома високој опасности регистровано је 380

пожара (12.15%) и у високој опасности десила су се 158 пожара (5.1%). Код модификованог Ангстронговог индекса у категорији ниске опасности од избијања шумских пожара регистровано је 88 (2.8%) односно у категорији веома ниске опасности десило се 51 пожара (1.6%).

Распоред броја пожара и број дана у зависности од степена опасности од пожара на основу модификованог Ангстрома приказан је у табелама 70 и 71.

Табела 70. Број дана степена опасности од пожара на основу модификованог индекса Ангстрема (I mod)

Метеоролошка станица	Укупно	Степен опасности од пожара по модификованом индексу Ангстрема (I mod)															
		ЕУ1		ЕУ2		ВВ1		ВВ2		ВО		УВ		НО		ВНО	
		<2.0	%	2.0-2.5	%	2.5-3.0	%	3.0-4.0	%	4.0-5.0	%	5.0-6.0	%	6.0-7.0	%	>7.0	%
Нови Сад	4017	614	15.3	446	11.1	427	10.6	677	16.9	581	14.5	546	13.6	459	11.4	267	6.6
Лозница	4017	715	17.8	443	11.0	428	10.7	683	17.0	606	15.1	489	12.2	448	11.2	205	5.1
Београд	4017	1009	25.1	429	10.7	411	10.2	670	16.7	530	13.2	471	11.7	364	9.1	123	3.1
Ниш	4017	987	24.6	393	9.8	397	9.9	674	16.8	569	14.2	514	12.8	392	9.8	91	2.3
Врање	4020	959	23.9	367	9.1	365	9.1	686	17.1	592	14.7	531	13.2	412	10.2	105	2.6
Златибор	4017	278	6.9	240	6.0	370	9.2	810	20.2	706	17.6	598	14.9	521	13.0	494	12.3
Укупно	24102	4562	18.9	2318	9.6	2398	9.9	4200	17.4	3584	14.8	3149	13.1	2606	10.8	1285	5.3

Ознаке у табели: ЕУ1 – Екстремни услови за настанак шумских пожара 1; ЕУ2 – Екстремни услови за настанак шумских пожара 2; ВВ1 - Веома висока опасност 1; ВВ2 – Висока опасност 2; ВО – Висока опасност; УВ – Умерено висока; НО - Ниска опасност; ВНО - Веома ниска опасност

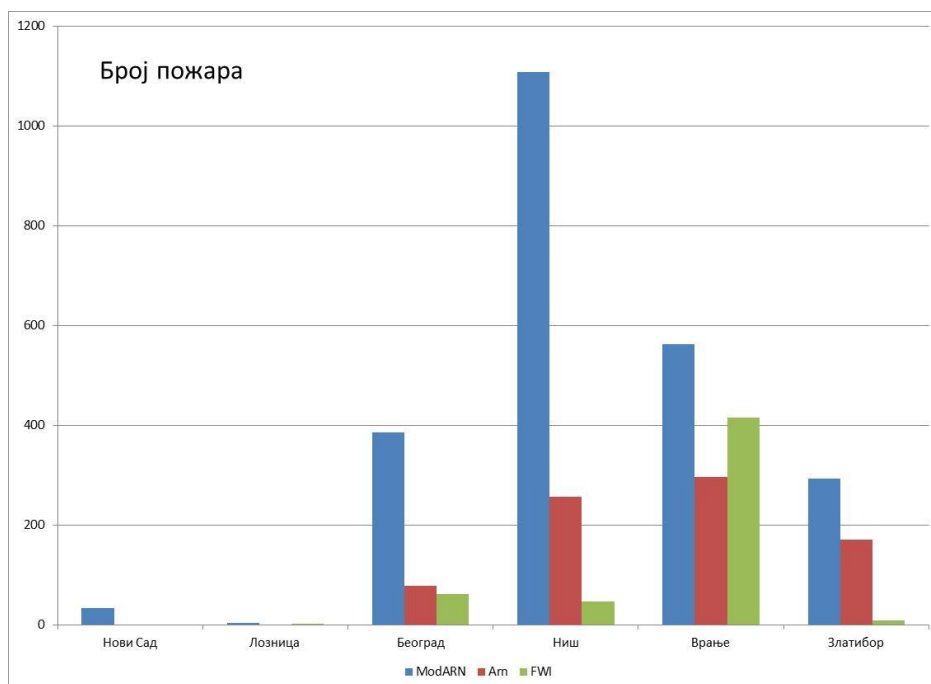
Извор: Оригинал

Табела 71. Распоред броја у зависности од степена опасности од пожара на основу модификованог индекса Ангстрема (I mod)

Метеоролошка станица	Укупно	Степен опасности од пожара по модификованом индексу Ангстрема (I mod)															
		ЕУ1		ЕУ2		ВВ1		ВВ2		ВО		УВ		НО		ВНО	
		<2.0	%	2.0-2.5	%	2.5-3.0	%	3.0-4.0	%	4.0-5.0	%	5.0-6.0	%	6.0-7.0	%	>7.0	%
Нови Сад	63	13	20.6	20	31.7	8	12.7	12	19.0	6	9.5	1	1.6	2	3.2	1	1.6
Лозница	6	4	66.6			1	16.7	1	16.6								
Београд	692	294	42.5	92	13.3	61	8.8	61	8.8	63	9.1	35	5.1	51	7.4	35	5.1
Ниш	1321	904	68.4	205	15.5	84	6.4	48	3.6	36	2.7	12	0.9	22	1.7	10	0.8
Врање	622	548	88.1	14	2.3	27	4.3	18	2.9	6	0.9	8	1.3	1	0.2		
Златибор	423	275	65.0	18	4.3	31	7.3	28	6.6	47	11.1	7	1.7	12	2.8	5	1.2
Укупно	3127	2038	65.2	349	11.2	212	6.8	168	5.4	158	5.1	63	2.0	88	2.8	51	1.6

Ознаке у табели: ЕУ1 – Екстремни услови за настанак шумских пожара 1; ЕУ2 – Екстремни услови за настанак шумских пожара 2; ВВ1 - Веома висока опасност 1; ВВ2 – Висока опасност 2; ВО – Висока опасност; УВ – Умерено висока; НО - Ниска опасност; ВНО - Веома ниска опасност

Извор: Оригинал



Графикон 51. Поређење индекса опасности од шумских пожара (највиша опасност)

На основу графичке представе може се видети да на екстремне услове за избијање шумских пожара најбоље указује модификовани индекс Ангстрома (Графикон 51). На свим метеоролошким станицама, односно подручјима које покривају, највећа разлика је констатована на подручју Ниша и Београда. Са друге стране на подручју Новог Сада једино је модификовани индекс Ангстрома указао на повезаност са стварним догађајима шумских пожара.

Ова анализа је показала да се на основу анализа шумских пожара у периоду од 2005. до 2015. године, формирао ефикаснији начин предвиђања шумских пожара на подручју Србије. Модификовани индекс Ангстрома има значајно већу корелисаност са стварним догађајима шумских пожара тако да се може препоручити његова даља примена.

5.5 РЕВИТАЛИЗАЦИЈА ПОЖАРИШТА

Сукцесија вегетације на пожариштима има за циљ утврђивање развојних стадијума кроз које пролази вегетација, од пожара до обнављања шума на том станишту.

Сукцесије вегетације на пожариштима (пирогене сукцесије) проучаване су у Србији у оквиру дугогодишњих студија, на већем броју локалитета, станишта и заједница. Сукцесију вегетације на пожариштима, као и развојне стадијуме вегетације после пожара, у својим делима помињу [93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101].

Промене настале у шумском екосистему који је нарушен шумским пожаром могу се правилно проценити и истраживати на основу мерљивих индикатора. При стандардној процени штета израженој кроз тржишну вредност изгорелог дрвета, не обухватају се промене које се новчано не могу изразити на адекватан начин, али последице и дужина периода којим се екосистем враћа у првобитно стање одражава огромну штету која настаје на шумском систему после дејства пожара. Индикатори који осликавају ефекте пожара на шумски екосистем су уједно и показатељи у ком смеру треба да се врши санирање пожаришта. Индикатори који ће се пратити на нивоу последица од пожара могу се поделити на оне који се односе на флору и фауну у надземном делу и превасходно су везани за здравствено стање вегетације.

Утицај пожара на активну и супституциону киселост земљишта огледа се у повећању алкалности. Сагоревањем органске материје шумских врста дрвећа и жбуња, а такође и зељастих биљака ствара се пепео који садржи високе количине како алкалних, тако и земноалкалних елемената.

У зависности од типа и интензитета пожара (високи, ниски, и др.) природе спаљеног материјала (дрво, органска простирка, сува трава), типа земљишта и влажности земљишта, утицај пожара на земљишну органску материју могу бити веома различити. Због тога ефекти пожара на процесе у земљишту и њихов интензитет могу бити веома промењиви и не могу се генерализовати [102]. Не могу се закључити уопштене тенденције за већину промена у саставу хумуса изазваних пожаром. Код јаких пожара [103] долази до стварања пироморфних

облика хумуса, који показује повећану стабилност на хемијску и биолошку деградацију.

Сагоревањем органске материје долази до оксидације органског угљеника и његовог издвајања у атмосферу. То доводи до уништавања органске простирке. Део угљеника из органске простирке одлази у атмосферу, а други део се задржава на површини земљишта у виду угљенисаних остатака. Угљена прашина, од угљенисаних остатака дрвећа такође се нагомилава на површини земљишта. Хумусне материје, које се налазе у органоминералном делу земљишта се за време пожара само мањим делом губи из земљишта, а другим (већим) прелази у теже растворљиве и теже разложиве фракције. То значи да се у групно фракционом саставу хумуса смањује учешће смеђих хуминских киселина, а јако повећава учешће хумина.

У зависности од типа пожара, типа земљишта и његових својстава (порозности, аерисаности и влажности у моменту пожара), као и количине угљенисаних органских остатака количина угљеника у површинском слоју земљишта после пожара може да се повећа, али и да се смањи. Угљенисани органски остаци органске простирке и живог дела шумског екосистема такође спадају у тешко разложиве материје, које су отпорне на биохемијску деградацију.

Однос органског угљеника и азота у земљишту је важан показатељ карактера земљишне органске материје, услова за активност сапрофитних микроорганизама и ослобађање хранљивих материја из хумуса. Утицај пожара у већини случајева се одражава на смањење садржаја органског угљеника у земљишту. У извесним случајевима у површинском слоју, процентуални садржај угљеника може да се повећа због акумулација честица угљенисаних делова сагорелог материјала. Садржај укупног азота се у свим случајевима после пожара смањује у земљишту [104]. Смањење укупног азота је увек јаче него смањење угљеника, што у свим случајевима има проширење односа угљеника и азота у земљишту у односу на стање пре пожара.

За разлику од органских облика азота, непосредно после пожара долази до повећања садржаја минералних облика азота. При овоме повећава се садржај како амонијачног, тако и нитратног азота. Оба ова облика азота се лако губе из земљишта. Амонијачни облик подлеже изветравању, нарочито из неутралних и

алкалних педохемијских средина, а нитратни подлеже испирању десцедентним токовима ван физиолошки активног дела солума.

На промену садржаја лако приступачних облика фосфора и калијума у земљишту, после пожара, више него на остала својства има карактер изгорелог материјала. Фосфор и калијум представљају макроелементе исхране, који се у органском облику налазе како у живом делу екосистема тако и у органској простирци. За разлику од азота оба ова елемента остају у пепелу, те се после пожара садржај ових елемената у земљишту повећава.

Концентрација фосфора и калијума у пепелу, који је последица пожара, зависи у првом реду од врсте изгорелог материјала, односно од врсте дрвећа или трава. Различите врсте биљака имају различите потребе за усвајањем фосфора и калијума из земљишта, па самим тим ни концентрације ових елемената у различитим биљкама нису исте. Олиготрофне врсте дрвећа, као што су црни бор или смрча за потребе своје исхране усвајају мале количине ових елемената из земљишта. Самим тим ни количине фосфора и калијума у пепелу нису велике. Асимилациони органи и меристемска ткива код свих врста дрвећа имају знатно већи садржај свих биљних асимилатива у односу на кору дрвећа и дрво. Базифилне и неутрофилне зељасте врсте могу посебно да буду богате у садржају фосфора и калијума.

Унапређене методе санације и заштите, као и побољшани технолошки поступци припреме терена и садње, омогућиће сигурнији пријем садница, њихово преживљавање и отпорност на патогене. Брзина природне ревитализације опожарених површина може значајно да смањи трошкове подизања нових шума и обнављање оштећених екосистема.

Одредиће се индикатори који се односе на процесе у надземном делу екосистема, помоћу којих се евидентира уништавање и нестајање појединих врста, сукцесија врста и здравствено стање преживеле вегетације.

5.5.1 Биолошки мониторинг као део мониторинга животне средине

Под биолошким мониторингом се подразумева систем прикупљања, оцене и прогнозе промена у животној средини узроковани антропогеним факторима. У систему биолошког мониторинг водећу улогу има мониторинг екосистема.

5.5.1.1 Принципи мониторинга екосистема

Принципи мониторинга промене станишта уништених пожарима и брзина природне ревитализације оштећених екосистема представља принципијална опредељења у националној политици заштите животне средине и посебно динамику јачања развоја институција специјализованих за праћење промена, њихово материјално и кадровско обезбеђење.

Принципи мониторинга су:

- Рационализација система мониторинга експерименталних површина, оптимизација екосистема уништених или оштећених пожаром, учесталост испитивања, аутоматизација испитивања, селекција индикатора и локација испитивања.
- Развијање мониторинга са сличним системима у суседним земљама, хармонизован са земљама ЕУ, конципиран и спровођен заједничким програмом испитивања.
- Доследно праћење квантитативних и квалитативних својстава станишта дефинисаних преко контроле квалитета примењених поступака и стандардних мерења и осматрања.
- Редуковање листе индикатора и учесталост њиховог испитивања.
- Установљавање и подршка регионалним организацијама за праћење мониторинга стања екосистема. Основна јединица и модел организовања је територијална целина дефинисана климатских зонама вегетације Србије.
- Спровођење програмских задатака мониторинга, када су сви прописани услови испуњени равноправно се поверава научним установама и НВО

организацијама које имају кадровску оспособљеност за праћење прописаних индикатора.

- Стратешки циљ је да мониторинг, поред основа за заштиту потреба становништва, заштите и контроле изворишта вода, има функцију сталног надзора еколошких промена у смислу заштите еколошког статуса, природних и предеоних вредности.
- Активно учешће јавности у процесу информисања и консолидације о стању, узроцима и проценама обнове екосистема.

5.5.1.2 Мониторинг екосистема уништеног пожарима и брзина природне ревитализације

План и функционисање програма мониторинга обухвата многе аспекте, као што су теренска мерења, узорковање (прикупљање узорака, припрема, методе складиштења и транспорт узорака), хемијске анализе и прикупљање података. У процесу мониторинга свим овим елементима треба посветити подједнаку пажњу. Планирање мониторинг програма, избор показатеља степена оштећења екосистема, локације, учесталост испитивања, теренско одређивање и мерење и лабораторијске анализе.

Основна правила за успешан мониторинг програм и анализу екосистема су:

1. Дефинисане потребне информације и програм мониторинга прилагодити потребама, а не обрнуто. Претпоставка је обезбеђење потребних финансијских средстава и опреме;
2. Врсте и својства екосистема морају се разматрати свеобухватно (прелиминарним истраживањима, посебно просторно временске промене);
3. Морају се дефинисати компоненте за испитивање стања екосистема (биолошки индикатори);
4. Показатељи (индикатори), врсте узорака, учесталост испитивања и локације морају бити пажљиво одабране у складу са потребним информацијама, а не обрнуто;
5. Мобилна, теренска опрема и лабораториски уређаји бирају се у складу са специфичношћу потребних података, тачношћу и осетљивошћу одређивања;

6. Треба да се успостави потпуни и оперативни преглед обраде података;
7. Мониторинг промена екосистема требало би пратити потребним микроклиматским мерењима и анализама;
8. Квалитет података би требало редовно подвргнути унутрашњој и спољној контроли;
9. Подаци и налази треба да буду понуђени доносиоцима одлуке не само у виду табеларних прегледа измерених величина већ у облику анализа о цене стања и експертизе са релевантним препорукама, решењима и управним мерама;
10. Програм мониторинг требало би периодично оцењивати са становишта потреба, искуства, посебно ако су на површинама са драстично промењеним условима станишта у односу на природно стање.

5.5.1.3 Програм мониторинга

Садашњи мониторинг у Србији није јединствен, а спроводи се са застарелом опремом и недовољно обученим особљем. Програми мерења нису у потпуности усклађени са међународним стандардима. Због тога је неопходно спојити мониторинг систем, обуке особља и одговарајуће програме са методама и стандардима Европске уније и нормативним актима експертских група у оквиру ICPDR-а.

Мониторинг треба да објасни шта се дешава у екосистемима уништеним пожарима и брзину њихове природне ревитализације систематским прикупљањем и оценом података. Ови показатељи, интегрално, треба да упоређујући их са стањем на истим неоштећеним екосистемима треба да нам покажу којом брзином се ревитализује екосистем и у ком правцу иде њихово обнављање (које не мора, с обзиром на климатске промене, по правилу да се креће ка природном (тренутно заступљеном) екосистему).

Једностранни приступ дефинисању биолошких одговора, када се анализира дистрибуција организама у односу на само један фактор (на пример органске или неорганске материје, ацидификацију, токсиканте) замењен је мултиваријантним

поступцима, који динамику биоценоза анализирају у односу на више променљивих истовремено.

Тежња ка дефинисању универзалног метода биомониторинга за велике територије потиснута је схватањем да за сваку област, која представља природну, биогеографску целину (екорегион), треба развити поступке који ће поштовати посебности сваке територије. Све процедуре биолошког мониторинга треба да се заснивају на истим принципима, а резултати морају да буду упоредљиви.

Биолошке методе процене стања екосистема за разлику од метода које користе физичке или хемијске параметре и које обележавају тренутно стање, региструју дугорочне последице. Резултати биомониторинга омогућавају да се, поред утврђивања степена оштећења (уништења) екосистема, утврди и капацитет природне ревитализације.

Биомониторинг приказан у овом раду је ретко примењиван у свету. Углавном је критикован због дужине и цене процеса, недостатка стандардизације у техникама, комплексност тумачења података и варијацијама у одговорима организама на степен оштећења. Многи од ових критика је превазиђена постављењем трајних локација у екосистемима који су у различитим временским периодима били под утицајем пожара различитог интензитета.

Методе које се користе у биомониторингу полазе од два основна принципа:

- системи који као основу имају индикаторске организме;
- структурно-аналитички принцип (биолошки индекси и еколошке методе) [105].

Свака од ових метода има своје позитивне и негативне стране, тако да се различити приступи користе у истраживањима и у практичном раду у различитим земљама у зависности од тога која је метода најподеснија за дату средину или која се традиционално користи. У развоју мониторинга „Промене станишта уништених пожарима и брзина природне ревитализације оштећених екосистема“, с обзиром на дугорочност праћења, коришћени су елементи и једног и другог принципа јер је закључено да се само тако могу остварити циљеви задати у концепту мониторинга.

5.5.1.4 Концепт биомониторинга

План организације биомониторинга зависи од стратешких циљева. Циљеви су базирани на следећим поставкама:

1. Установљавање регуларног биомониторинг система у склопу целовитог мониторинга праћење стања шума;
2. Дефинисање ефикасних процедура, у складу са стањем у области битним за функционисањем националног мониторинга;
3. Ослањање на постојеће, опробане поступке и њихово прилагођавање конкретним условима;
4. Обезбеђење континуитета мониторинга;
5. Дефинисање прилагодљивог система биолошке процене.

У Мониторингу „Промене станишта уништених пожарима и брзина природне ревитализације оштећених екосистема“ дефинисане су две фазе:

I Фаза

- Предложене су процедуре које ће биолошки мониторинг учинити оперативним;
- Дефинисане су активности за усавршавање, проверу и примену поступака процене еколошког статуса површине.

II Фаза

- Дефинисање мониторинга у дугорочном раздобљу.
- Дефинисање мониторинга у краткорочном раздобљу.
- Основни оквир функционисања мониторинга укључивши и:
 - Односе компоненти мониторинга
 - Однос националног мониторинга и других програма.
- Активности везане за остваривање циљева из претходних тачака.
- Надлежне институције за остварење постављених задатака.
- Механизми, обавезе и оквири на основу којих би надлежне институције оствариле задатаке.
- Поступци који ће се усавршити и тестирати .
- Детаљан временски програм активности.

5.5.1.5 Елементи биолошког мониторинга

Следећи елементи су укључени у одређивање стања екосистема уништених пожарима и брзине њихове ревитализације:

- Зељасте врсте, жбунасте врсте и дрвенасте врсте.

5.5.2 *Анализа опожарених површина различите старости*

Шуме и шумски екосистем представљају један од најважнијих екосистема на земљи. Пожари могу да наруше или да на неком простору у целости униште шумски екосистем. Међутим, шума има способност ревитализације и природног обнављања, чак и након катастрофалног деловања пожара [106]. Сукцесије кроз које пролази вегетација на шумским пожариштима представљају обнову изгореле шуме. Опожарена шумска површина постепено може да се ревитализује у потпуности, али је за то потребан дуг период.

5.5.2.1. Анализа површина у првој години после пожара

У првој години после пожара анализирано је једанаест фитоценолошких снимака (Табела 72), од тога три снимка у вештачки подигнутим састојинама црног бора на пешчару (G3.F14), један снимак у мезијској монодоминантној шуми брдске букове шуме (G1.6911), два снимка у мешовитој буково-јеловој шуми на карбонатима (G4.612), две у вештачки подигнутим састојинама црног бора на кречњаку (G3.F14 и три снимка у западнобалканским црноборовим шумама на серпентиниту (G3.522).

Пожаришта се налазе на надморским висинама од 296 до 1158 m, на нагибима од 2 до 35° и на различитим експозицијама. У свих једанаест фитоценолошких снимака укупно су забележене 52 врсте, од чега су две дрвенасте, а шест жбунасте врсте.

Табела 72. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 1 година

EUNIS шифра	G3.F14	G3.F14	G3.F14	G1.6911	G4.612	G4.612	G3.F14	G3.F14	G3.522	G 3.522	G3.522	
Број фитоценолошког снимка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Налазиште	Гоч 1	Гоч 2	Свој бор 1	Брезовица	Драшке планине	Драшке планине	Лиса 1	Лиса 3	Маљен	Ушће	Трстеник	
Надморска висина (m)	296	288	603	860	1000	980	1158	1158	940	808	925	
Експозиција	I	Z	Z	S	S	S	J	JI	S-SE	Z	J	
Нагиб (°)	8	10	24	35	10	15	20	15	25	7	2	
Геолошка подлога	Пешчар				Кречњак				Серпентин			
Старост пожаришта (год.)	1											
Ознака поља	Ac6	Ac7	Ac8	Ac3	Aa1	Aa2	Ac4	Ac5	Ab1	Ac1	Ac2	
ДРВЕНАСТЕ ВРСТЕ												
<i>Salicaceae</i>												
Salix caprea L.				+2	2.2	1.1						
<i>Fabaceae</i>												
Robinia pseudoacacia L.	2.2	3.2	4.4									
ЖБУНАСТЕ ВРСТЕ И ПОВИЈУШЕ												
<i>Rosaceae</i>												
Crataegus monogyna Jacq.			+1									
Prunus spinosa L.			+2									
Rosa pendulina L.						+1			+1			
Rubus hirtus W. et K.					1.2	1.2						
Rubus discolor Weihe et Nees	+2											
<i>Caprifoliaceae</i>												
Lonicera alpigena L.						+1						
ЗЕЉАСТА ВЕГЕТАЦИЈА												
<i>Dennstaedtiaceae</i>												
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn						1.1						
<i>Ranunculaceae</i>												
Helleborus multifidus Vis.	+2											
<i>Caryophyllaceae</i>												
Moehringia trinervia (L.) Clairv.					1.1	2.2			2.2			
Silene flavescens W. et K.									+1			
<i>Polygonaceae</i>												
Rumex acetosella L.									1.1			
<i>Hypericaceae</i>												
Hypericum perforatum L.						1.1						
<i>Violaceae</i>												
Viola tricolor L.									2.2			
<i>Brassicaceae</i>												
Alyssum murale W. et K.									+1			
Draba muralis L.					2.2							
<i>Rubiaceae</i>												
Galium lucidum All.									2.2			
Galium pumilum Murray					+1	1.1						
Galium rotundifolium L.					2.2	1.1						
Galium verum L.							+2	+2				

EUNIS шифра	G3.F14	G3.F14	G3.F14	G1.6911	G4.612	G4.612	G3.F14	G3.F14	G3.522	G 3.522	G3.522
Број фитоценолошког снимка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Euphorbiaceae											
Euphorbia cyparissias L.	+1		+2			+1	+1			+1	+2
Rosaceae											
Agrimonia eupatoria L.			1.1								
Sanguisorba minor Scop.					+1	1.1					
Fabaceae											
Anthyllis montana L.		1.1									
Coronilla varia L.		+1									
Dorycnium germanicum (Gremli) Rikli		+2									
Lathyrus pratensis L.									+1		
Vicia cracca L.							+1		2.2	2.2	+1
Onagraceae											
Circaea lutetiana L.					1.1	2.2					
Epilobium angustifolium L.						2.2			+1		
Scrophulariaceae											
Verbascum lychnitis L.								+2			
Verbascum nigrum L.						1.1					
Orobanchaceae											
Rhinanthus minor L.					1.1	+1					
Plantaginaceae											
Veronica arvensis L.						2.2					
Lamiaceae											
Ajuga reptans L.									2.2		
Calamintha acinos (L.) Clairv.									1.1		
Origanum vulgare L.					1.2						
Salvia glutinosa L.									1.2		
Salvia pratensis L.								+2			
Teucrium chamaedrys L.		+2					+2				
Teucrium montanum L.										+2	+2
Asteraceae											
Achillea millefolium L.						2.2					
Artemisia absinthium L.			+1								
Artemisia lobelii All.				+2							
Cirsium acaule (L.) All.								+2			
Centaurea atropurpurea W. et K. [non Olivier]								+1			
Centaurea stoebe L.								+2		+1	
Hieracium pilosella L.						1.2					
Poaceae											
Brachypodium pinnatum (L.) P. Beauv.									2.2		
Calamagrostis epigejos (L.) Roth		+1									
Hordeum asperum (Simonk.) Degen	+2	+2									

Извор: Оригинал

5.5.2.2. Анализа површина у другој години после пожара

Опожарене површине у другој години после пожара анализирани су на осам фитоценолошких снимака (Табела 73), од тога су два постављена на серпентинитима, а шест на пешчарима. Површине се налазе на надморским висинама од 790 до 1790 m, на нагибима од 2 до 25⁰.

У фитоценолошких снимцима је укупно забележена 21 врста, од чега је једна дрвенаста, а три су жбунасте врсте.

Табела 73. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 2 године

EUNIS шифра	G3.522	G3.522	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41
Број фитоценолошког снимка	11	12	13	14	15	16	17	18	
Налазиште	Ушће	Трстеник (Н. Пазар)	Мојстирске шуме	Мојстирске шуме	Мојстирске шуме	Мојстирске шуме	Мојстирске шуме	Мојстирске шуме	
Надморска висина (m)	790	925	1620	1680	1720	1720	1790	1790	
Експозиција	W	S	S	S	S	SW	SW	W	
Нагиб (°)	20	2	20	15	20	25	25	20	
Геолошка подлога	Серпентин		Пешчар						
Старост пожаришта (год.)	2								
Ознака поља	Ba1	Ba2	Bb1	Bb2	Bb3	Bb4	Bb5	Bb6	
ДРВЕНАСТЕ ВРСТЕ									
<i>Pinaceae</i>									
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.				+1					
ЖБУНАСТЕ ВРСТЕ И ПОВИЈУШЕ									
<i>Cupresaceae</i>									
<i>Juniperus sibirica</i> Burgsd.					+1	1.1	1.1		
<i>Vacciniaceae</i>									
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.			3.3	2.2	2.2		4.4	3.3	
<i>Rosaceae</i>									
<i>Rubus idaeus</i> L.					1.1				
ЗЕЉАСТА ВЕГЕТАЦИЈА									
<i>Ranunculaceae</i>									
<i>Aconitum pentheri</i> Hayek					+1				
<i>Urticaceae</i>									
<i>Urtica dioica</i> L.				1.1					
<i>Hypericaceae</i>									
<i>Hypericum richeri</i> Vill.			1.1			1.1			
<i>Brassicaceae</i>									
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.			1.1						
<i>Euphorbiaceae</i>									
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	1.1	2.2							
<i>Rosaceae</i>									

EUNIS шифра	G3.522	G3.522	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41
Број фитоценолошког снимка	11	12	13	14	15	16	17	18
Alchemilla hybrida (L.) L.								1.1
Fragaria vesca L.					2.2			
Potentilla ternata K. Koch								1.1
Fabaceae								
Vicia cracca L.	1.1	1.1						
Scrophulariaceae								
Verbascum speciosum Schrad.					+1			
Lamiaceae								
Thymus glabrescens Willd.			2.2	1.2		2.2	2.2	
Campanulaceae								
Campanula rotundifolia L.			2.2		2.2		2.2	1.1
Asteraceae								
Cirsium arvense (L.) Scop.						2.2		
Hieracium pilosella L.				1.2		1.2		
Senecio rupestris W. et K.				1.1	2.2	1.1		
Orchidaceae								
Epipactis latifolia (L.) All.	1.1							
Juncaceae								
Luzula pilosa (L.) Willd.				1.2		1.1	1.2	

Извор: Оригинал

5.5.2.3. Анализа површина у петој години после пожара

У петој години после пожара анализирано је осам фитоценолошких снимака (Табела 74) на надморским висинама 360-1.180 m, на нагибима 6-38° и на различитим експозицијама.

У фитоценолошким снимцима је укупно забележене 84 врсте, од чега су једанаест дрвенасте, а дванаест жбунасте врсте.

Табела 74. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 5 година

EUNIS шифра	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G3.F14	G1.6911
Број фитоценолошког снимка	19	20	21	22	23	24	25	26
Налазиште	Видлич	Видлич	Видлич	Стол 2	Стол 3	Стол 4	Завој	Бор
Надморска висина (m)	1105	1118	1113	810	794	805	830	360
Експозиција	SI	SI	S	SI	I	J	JI	C
Нагиб (°)	8	6	25	17	20	10	38	12
Геолошка подлога	Кречњак						Пешчар	
Старост пожаришта (год.)	5							
Ознака поља	Cb2	Cb3	Cb4	Cb5	Cb6	Cb7	Cb1	Ca1
ДРВНАСТЕ ВРСТЕ								
<i>Fagaceae</i>								
Fagus moesiaca (K.Malý) Czezcott	1.1	2.3	1.1	1.1	+	+	1.1	+1
Quercus cerris L.	1.1						2.1	
<i>Betulaceae</i>								
Betula pendula Roth.			+					
<i>Salicaceae</i>								
Populus tremula L.	+	+	2.2					
Salix caprea L.	+1	+1	+1	2.1				
<i>Rosaceae</i>								
Prunus avium (L.) L.	+1	+1						
Pyrus pyraeaster (L.) Burgsd.							+1	
Sorbus aucuparia L.	+							
<i>Sapindaceae</i>								
Acer campestre L.	+		1.1				+	
Acer pseudoplatanus L.	+	+			+			+1
<i>Oleaceae</i>								
Fraxinus ornus L.							2.2	
ЖБУНАСТЕ ВРСТЕ И ПОВИЈУШЕ								
<i>Ranunculaceae</i>								
Clematis vitalba L.							2.2	
<i>Betulaceae</i>								
Corylus avellana L.			1.1				+	
<i>Rosaceae</i>								
Crataegus monogyna Jacq.							1.1	
Rosa arvensis Huds.							2.2	
Rosa canina L.	+1							
Rubus caesius L.	1.2	2.3	+2				2.1	
Rubus hirtus W. et K.			2.2		2.2			
<i>Fabaceae</i>								
Chamaecytisus austriacus (L.) Link			1.1					
<i>Araliaceae</i>								
Hedera helix L.							1.1	
<i>Cornaceae</i>								
Cornus sanguinea L.							1.2	
<i>Adoxaceae</i>								
Sambucus ebulus L.					1.1	+1		
Sambucus racemosa L.	+		+					
ЗЕЉАСТА ВЕГЕТАЦИЈА								

EUNIS шифра	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G3.F14	G1.6911
Број фитоценолошког снимка	19	20	21	22	23	24	25	26
Dennstaedtiaceae								
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn							+2	
Dryopteriaceae								
Dryopteris filix-mas (L.) Schott	+1	+1						
Polystichum setiferum (Forssk.) Woyn.	+1							
Caryophyllaceae								
Petrorhagia illyrica (Ard.) P.W.Ball & Heywood			+3					
Hypericaceae								
Hypericum hirsutum L.			2.1					
Hypericum perforatum L.	3.1					1.1		
Violaceae								
Viola alba Besser			+				1.1	
Viola hirta L.			+1					
Brassicaceae								
Arabis hirsuta (L.) Scop.						1.1		
Cardamine bulbifera (L.) Crantz		2.2						
Rubiaceae								
Asperula taurina L.		1.1						
Galium album Mill.							2.3	
Galium cruciata (L.) Scop.			3.2					
Galium verum L.			1.1					
Euphorbiaceae								
Euphorbia amygdaloides L.	2.1				2.3		2.1	
Euphorbia cyparissias L.		1.1						
Rosaceae								
Aremonia agrimonoides (L.) DC.			1.1					
Fragaria moschata Weston							1.2	
Fragaria vesca L.	3.3	1.3	1.2	4.4				
Geum urbanum L.	1.1						2.1	
Fabaceae								
Lathyrus pratensis L.		1.2	1.1				1.2	
Lathyrus venetus (Mill.) Wohlf.	+						1.1	
Trifolium alpestre L.		3.1						
Trifolium medium L.	1.3	1.1	2.1					
Vicia cracca L.	3.3	3.2	1.1				3.2	
Onagraceae								
Circaea lutetiana L.								+1
Epilobium angustifolium L.	3.3	1.1	2.2	4.4		2.2	2.3	1.1
Geraniaceae								
Geranium macrorrhizum L.			2.2					
Geranium robertianum L.			1.1					
Apiaceae								
Chaerophyllum aureum L.	1.1							
Boraginaceae								
Myosotis collina Hoffm.								1.1
Pulmonaria officinalis L.	1.2						+2	
Solanaceae								
Atropa bella-donna L.						2.2		
Scrophulariaceae								

EUNIS шифра	G1.693I	G1.693I	G1.693I	G1.693I	G1.693I	G1.693I	G3.F14	G1.691I
Број фитоценолошког снимка	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>Verbascum nigrum</i> L.				+1	+1			
<i>Verbascum niveum</i> Ten.						1.1		
<i>Verbascum phlomoides</i> L.					+1			
<i>Plantaginaceae</i>								
<i>Plantago major</i> L.	+							
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	2.3	1.1	+				1.2	+1
<i>Lamiaceae</i>								
<i>Calamintha vulgaris</i> (L.) Druce					2.2			
<i>Glechoma hirsuta</i> W. et K.		1.1						
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Crantz	1.2	+1						
<i>Origanum vulgare</i> L.						1.1		
<i>Stachys germanica</i> L.					+1			
<i>Campanulaceae</i>								
<i>Campanula bononiensis</i> L.					+1			
<i>Campanula glomerata</i> L.	+							
<i>Campanula rapunculoides</i> L.							+1	
<i>Asteraceae</i>								
<i>Achillea crithmifolia</i> W. et K.	2.3							
<i>Achillea millefolium</i> L.				1.1				
<i>Artemisia lobelii</i> All.						1.1		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.			+1					1.1
<i>Doronicum columnae</i> Ten.			+					
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.								+1
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.	1.1	1.1	1.1					1.1
<i>Stenactis annua</i> (L.) Less.						1.1		
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.								1.1
<i>Liliaceae</i>								
<i>Lilium martagon</i> L.		+	+				+1	
<i>Poaceae</i>								
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth					1,1			4.4
<i>Dactylis glomerata</i> L.							2.2	
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin		3.2						
<i>Poa nemoralis</i> L.		1.2	3.1					
<i>Poa pratensis</i> L.					+1		1.2	

Извор: Оригинал

5.5.2.4 Анализа површина у десетој години после пожара

У десетој години после пожара анализирано је девет фитоценолошких снимака (Табела 75) од 650 до 1180 m надморске висине, на нагибима 5 до 15° и на различитим експозицијама. Седам фитоценолошких снимака је постављено на кречњаку, један на кристаластим шкриљцима и један на серпентиниту.

У фитоценолошким снимацама је укупно забележено 88 врста, од чега су девет дрвенасте, а петнаест су жбунасте врсте.

Табела 75. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 10 година

EUNIS шифра	G1.6911	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G3.522
Број фитоценолошког снимка	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Налазиште	С. Кучај	Брус	Брус	Брус	Брус	Брус	Брус	Брус	Брус	Маљен
Надморска висина (m)	650	930	950	1000	1120	1150	1180	1100	700	
Експозиција	N	SW	SE	N	W	W	W	SW	SE	
Нагиб (°)	15	5	5	10	15	10	10	15	15	
Геолошка подлога	Кр. шкриљци	Кречњак							Серп.	
Старост пожаришта (год.)	10									
Ознака	Da1	Db1	Db2	Db3	Db4	Db5	Db6	Db7	Dc1	
ДРВЕНАСТЕ ВРСТЕ										
<i>Pinaceae</i>										
Abies alba Mill.		1.1								
Picea abies (L.) H. Karst.				1.1		1.1				
<i>Fagaceae</i>										
Fagus moesiaca (K.Maly) Czezo	4.4		1.1			+1	+1			
<i>Betulaceae</i>										
Betula pendula Roth.				1.1			+1			
<i>Salicaceae</i>										
Populus tremula L.		2.2						3.3	+1	
Salix caprea L.		1.1		2.2		2.2				
<i>Rosaceae</i>										
Prunus avium (L.) L.					+1					
Pyrus pyraeaster (L.) Burgsd.					+1					
<i>Sapindaceae</i>										
Acer pseudoplatanus				1.1	1.1	2.2	1.1	2.2		
ЖБУНАСТЕ ВРСТЕ И ПОВИЈУШЕ										
<i>Cupresaceae</i>										
Juniperus communis L.								1.1		
<i>Betulaceae</i>										
Corylus avellana L.					1.2					
<i>Ericaceae</i>										
Erica carnea L.								2.2		
<i>Vacciniaceae</i>										
Vaccinium myrtillus L.										1.2
<i>Thymelaeaceae</i>										
Daphne blagayana Freyer										1.1
<i>Rosaceae</i>										
Crataegus monogyna Jacq.					+1					
Ribes alpinum L.			1.1							
Rosa pendulina L.						1.1		2.2	+1	
Rubus canescens DC.						2.2	2.2			2.2

Rubus hirtus W. et K.	4.4	1.1	1.1	1.1	4.4	1.1	2.2	2.2	
Rubus idaeus L.		1.1	+1	1.1	2.2	2.2	2.2		
Rhamnaceae									
Rhamnus fallax Boiss.		1.1	+1	1.1		1.1			
Adoxaceae									
Sambucus ebulus L.			1.1	1.1		2.2		1.1	
Caprifoliaceae									
Lonicera alpigena L.						+1		1.1	
Lonicera xylostium L.						1.1	2.2		
ЗЕЉАСТА ВЕГЕТАЦИЈА									
Dennstaedtiaceae									
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn		3.3	4.4			2.2		2.2	3.3
Dryopteridaceae									
Polystichum aculeatum (L.) Roth					1.2				
Aristolochiaceae									
Asarum europaeum L.				1.1					
Ranunculaceae									
Anemone nemorosa L.				2.2					
Helleborus odoratus W. et K. ex Willd.			1.1		2.2				
Urticaceae									
Urtica dioica L.			1.1		2.2		2.2		
Caryophyllaceae									
Moehringia trinervia (L.) Clairv.			2.2			1.1			
Hypericaceae									
Hypericum perforatum L.			1.1	2.2	2.2			1.1	
Brassicaceae									
Draba muralis L.			1.1	2.2			2.2		
Primulaceae									
Primula veris L.		+1							
Rubiaceae									
Asperula odorata L.	2.2				2.2				
Galium lucidum All.									3.3
Galium mollugo L.			2.2			2.2		2.2	
Galium rotundifolium L.			1.2	2.2					
Galium verum Scop.									1.2
Euphorbiaceae									
Euphorbia amygdaloides L.					1.1	1.1	2.2		
Euphorbia cyparissias L.									1.1
Mercurialis perennis L.					2.2				
Rosaceae									
Fragaria vesca L.	2.2	3.3	1.1	1.1	2.2	2.2			
Geum urbanum L.						1.1			
Potentilla opaca L.									3.3
Potentilla reptans L.						1.2	1.2		
Saxifragaceae									
Sedum telephium L.						+1			
Fabaceae									
Coronilla varia L.			+1	1.1	1.1				
Genista tinctoria L.									1.1
Lathyrus pratensis L.		2.2	1.1			1.1			1.1
Lotus corniculatus L.									1.1
Trifolium alpestre L.							2.2		1.2
Vicia cracca L.						2.2		2.2	2.2
Onagraceae									
Circaea lutetiana L.	2.2			1.2	2.2		2.2		

Epilobium angustifolium L.	3.3	2.2	1.1	4.4		2.2	3.3	4.4	
Epilobium montanum L.				+1					
Oxalidaceae									
Oxalis acetosella L.					2.2				
Geraniaceae									
Geranium robertianum L.				1.1	3.3				
Solanaceae									
Atropa bella-donna L.		1.1		1.1			2.2	2.2	
Scrophulariaceae									
Scrophularia nodosa L.				1.1					
Verbascum nigra L.		2.2				1.1			
Verbascum phlomoides L.			+1		1.1	1.1			
Plantaginaceae									
Digitalis ambigua Murray		+1		2.2	2.2	2.2			
Veronica arvensis L.			2.2					1.1	
Veronica chamaedrys L.		1.1	1.1	2.2	1.1				+1
Lamiaceae									
Ajuga reptans L.									+1
Calamintha vulgaris (L.) Druce					1.1	2.2			
Glechoma hirsute W. et K.	1.2								
Origanum vulgare L.		2.2	1.1	2.2		1.1			
Prunella vulgaris L.			1.1			2.2			
Salvia glutinosa L.	2.2					2.2			
Teucrium chamaedrys L.						1.2	2.2		
Thymus jankae Čelak.									3.3
Campanulaceae									
Campanula patula L.									1.1
Asteraceae									
Achillea millefolium L.		1.1	2.2	2.2					
Chrysanthemum leucanthemum L.									1.1
Crepis setosa Haller f.			2.2				1.1		
Mycelis muralis (L.) Rchb.		+1	+1	+1	2.2			2.2	
Picris hieracioides L.		+1	1.1		1.1				
Senecio rupestris W. et K.				2.2	4.4	2.2			
Sonchus asper (L.) Hill		+1	1.1	1.1					
Tanacetum parthenium (L.) Sch. Bip.	1.1								
Liliaceae									
Lilium martagon L.									+1
Cyperaceae									
Carex caryophylla Latourr.									2.2
Poaceae									
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	2.2								
Dactylis glomerata L.		+2							
Festuca drymeja Mert. & W. D. J. Koch				1.2			2.2		
Poa pratensis L.						2.2			

Извор: Оригинал

5.5.3 Квалитативно-квантитативни састав пожаришта (индекси диверзитета и уједначености)

Биодиверзитет се дефинише као разноврсност живота на земљи, од нивоа гена до екосистема, укључујући еколошке и еволуционе процесе који су га формирали. За мерење биодиверзитета, значајна су три појма: алфа (α), бета (β) и гама (γ) диверзитет [107].

Алфа диверзитет (α) представља разноврсност у оквиру одређене области или екосистема и изражава се бројем (богатством) врста.

Бета диверзитет (β) обухвата поређење разноврсности између екосистема и мери се као збир промена у врстама између екосистема. То, између осталог, омогућава поређење разноликости између ревитализације пожаришта различитих анализираних шумских екосистема.

Гама диверзитет (γ) је општа разноликост различитих екосистема у оквиру неког региона.

5.5.3.1 Анализа алфа (α) диверзитета

У анализи алфа диверзитета коришћени су Симпсонов индекс (D), Симпсонов индекс диверзитета за одређене (коначне) популације ($1-\check{D}$) [108], Симпсонов реципрочни индекс ($1/D$), Маргалевов индекс богатства врста (M), Шенон-Виверов индекс диверзитета (информациони индекс), Симпсонов индекс уједначености ($E^{1/D}$) и Евенесов индекс (индекс равномерности) (E). Вредности ових индекса варирају у зависности од квалитативног богатства врстама, бројности врста и њихове равномерности.

Сваки од ових индекса има предности и недостатке. На пример, Симпсонов индекс је недовољно осетљив на присуство ретких врста и зависи од типа дистрибуције врста. Инверзни Симпсонов индекс је недовољно осетљив на присуство ретких врста и зависи од величине узорка. Маргалевовим индексом (индексом богатства врста) се анализира број врста и број индивидуа, али се притом не води рачуна о различитом броју индивидуа у оквиру сваке врсте.

Шенон-Виверов (информациони) индекс је прецизнији од индекса богатства врста (Маргалевов индекс) и примењује се при одређивању структуре флоре. Он зависи од броја врста и њихове релативне заступљености. Вредности овога индекса сврставају се у три категорије: ниске (0–0.549), средње (0.550–0.999) и високе (>1).

Евенесов индекс (индекс равномерности) представља количник Шенон-Виверовог индекса и логаритма укупног броја таксона. Његове вредности се означавају као ниске (0–0.399), средње (0.400–0.899) и високе (>0.900).

Вредности свих анализираних индекса представљени су у Табелама 76–80. Индекси који се односе на површине анализираних после једне године од избијања пожара приказани су у Табели 76. Из табеле се запажа да најмању вредност Симпсоновог индекса има површина Ab1 ($D=0.10$), док највећу има Ac3 ($D=0.50$). Најмање вредности Симпсоновог индекса диверзитета имају површине Ac1 и Ac8 ($1-D=0.53$), а највећу Aa2 ($1-D=0.93$). Симпсонов реципрочни, Шенон-Виверов и Маргалевов индекс имају најмање вредности на површини Ac3 ($1/D=2.00$; $H=0.69$; $M=0.43$), а највеће такође на Aa2 ($1/D=14.04$; $H=2,74$; $M=2.97$). Најмање вредности Симпсоновог индекса уједначености и Евенесовог индекса бележе се за Ac8 ($E^{1/D}=0.35$; $E=0.63$), а највеће за Ac2, Ac3, Ac4 и Ac5 ($E^{1/D}=E=1.00$).

Табела 76. Индекси диверзитета и уједначености – 1 година после пожара

	Ознака поља										
	Ac6	Ac7	Ac8	Ac3	Aa1	Aa2	Ac4	Ac5	Ab1	Ac1	Ac2
Надморска висина	980	950	910	808	925	860	1158	1158	296	288	603
Нагиб	10	15	25	7	2	35	20	15	8	10	24
Индекси											
D: Симпсонов индекс	0.40	0.35	0.47	0.50	0.13	0.07	0.25	0.17	0.10	0.48	0.33
1-D: Симпсонов индекс диверзитета	0.61	0.66	0.53	0.56	0.88	0.93	0.79	0.86	0.90	0.53	0.71
1/D: Симпсонов реципрочни инд.	2.50	2.84	2.11	2.00	7.90	14.04	4.00	6.00	10.08	2.08	3.00
H: Шенон-Виверов индекс диверзитета	1.23	1.43	1.13	0.69	2.16	2.74	1.39	1.79	2.42	1.00	1.10
$E^{1/D}$: Симпсонов индекс уједначености	0.50	0.41	0.35	1.00	0.79	0.78	1.00	1.00	0.72	0.52	1.00
E: Евенесов инд. уједначености	0.76	0.73	0.63	1.00	0.94	0.95	1.00	1.00	0.92	0.72	1.00
M: Маргалевов индекс богатства врста	1.02	1.33	1.07	0.43	1.74	2.97	1.00	1.47	2.35	0.79	0.74

Извор: Оригинал

Вредности индекса за другу годину пожаришта представљени су у Табели 77. Најмању вредност Симпсоновог индекса има површина Bb4 ($D=0.16$), а највећу – Ba3 ($D=0.56$). Најмање вредности Симпсоновог индекса диверзитета и Маргалефовог индекса има површина Ba2 ($1-D=0.45$; $M=0.26$), а највеће Bb3 ($1-D=0.85$; $M=1.40$). Симпсов реципрочни и Шенон-Виверов индекс такође имају најмање вредности на површини Ba2 ($1/D=1.80$; $H=0.64$), док највеће на Bb4 ($1/D=6.23$; $H=1.89$). Најмање вредности Симпсоновог индекса уједначености и Евенесовог индекса бележе се за површину Bb6 ($E^{1/D}=0.71$; $E=0.87$), а највеће за Ba1 ($E^{1/D}=E=1.00$).

Табела 77. Индекси диверзитета и уједначености – 2 године после пожара

	Ознака поља							
	Ba1	Ba2	Bb1	Bb2	Bb3	Bb4	Bb5	Bb6
Надморска висина	790	925	1850	1850	1870	1890	1900	1900
Нагиб	20	2	20	15	20	25	25	20
Индекси								
D: Симпсов индекс	0.33	0.56	0.24	0.17	0.17	0.16	0.28	0.35
1-D: Симпсов инд. диверзитета	0.68	0.45	0.76	0.83	0.85	0.84	0.73	0.66
1/D: Симпсов реципрочни инд.	3.00	1.80	4.13	5.90	5.77	6.23	3.58	2.84
H: Шенон-Виверов инд. диверзитета	1.10	0.64	1.51	1.85	1.86	1.89	1.43	1.21
$E^{1/D}$: Симпсов инд. уједначености	1.00	0.90	0.83	0.84	0.72	0.89	0.72	0.71
E: Евенесов инд. уједначености	1.00	0.92	0.94	0.95	0.89	0.97	0.89	0.87
M: Маргалефов инд. богатства врста	0.53	0.26	0.71	1.28	1.40	1.22	0.79	0.66

Извор: Оригинал

Индекси за опожарене површине анализирани после пет година од избијања пожара приказани су у Табели 78. У овој години, Симпсов индекс има најмању вредност на површинама Cb1 и Cb4 ($D=0.05$), а највећу вредност на Cb5 ($D=0.27$). Најмању вредност Симпсоновог индекса диверзитета има површина Cb5 ($1-D=0.74$), док највеће имају Cb1 и Cb4 ($1-D=0.95$). Симпсов реципрочни, Шенон-Виверов и Маргалефов индекс такође имају најмање вредности на Cb5 ($1/D=3.76$; $H=1.49$; $M=0.94$), док највећу вредност Симпсоновог реципрочног индекса има Cb1 ($1/D=20.55$), Шенон-Виверовог – Cb1 и Cb4 ($H=3.14$), Маргалефовог индекса – Cb4 ($M=4.67$). Најмању вредност Симпсоновог индекса уједначености има површина Ca1 ($E^{1/D}=0.43$), највећу – Cb1 ($E^{1/D}=0.73$). За

Евенесов индекс најмања вредност забележена је за Сб7 ($E=0.78$), највећа такође за Сб1 ($E=0.94$).

Табела 78. Индекси диверзитета и уједначености – 5 година после пожара

	Ознака поља							
	Сб2	Сб3	Сб4	Сб5	Сб6	Сб7	Сб1	Са1
Надморска висина	1105	1118	1113	810	794	805	830	340
Нагиб	8	6	25	17	20	10	38	15
Индекси								
D: Симпсонов индекс	0.06	0.07	0.05	0.27	0.14	0.13	0.05	0.21
1-\check{D}: Симпсонов инд. диверзитета	0.94	0.93	0.95	0.74	0.87	0.88	0.95	0.79
1/D: Симпсонов реципрочни инд.	15.95	14.31	19.01	3.76	7.23	8.00	20.55	4.70
H: Шенон-Виверов инд. диверзитета	3.01	2.86	3.14	1.49	2.18	2.18	3.14	1.96
$E^{1/D}$: Симпсонов инд. уједначености	0.55	0.62	0.63	0.63	0.60	0.50	0.73	0.43
E: Евенесов инд. уједначености	0.89	0.91	0.92	0.83	0.88	0.78	0.94	0.82
M: Маргалевов инд. богатства врста	4.52	3.64	4.67	0.94	2.18	2.96	4.30	1.95

Извор: Оригинал

Анализирани индекси за период од десет година после пожара приказани су у Табели 79. Најмања вредност Симпсоновог индекса бележи се на површини Db5 ($D=0.04$), а највећа на Da1 ($D=0.13$). Најмање вредности Симпсоновог индекса диверзитета, Симпсоновог реципрочног индекса, Шенон-Виверовог и Маргалевовог индекса има површина Da1 ($1-\check{D}=0.88$; $1/D=7.94$; $H=2.18$; $M=1.92$), а највећу – Db5 ($1-D=0.97$; $1/D=28.20$; $H=3.40$; $M=4.88$). Најмању вредност Симпсоновог индекса уједначености имају површине Db1 и Db2 ($E^{1/D}=0.67$), највећу Db6 ($E^{1/D}=0.86$). Најмању вредност Евенесовог индекса имају површине Db1 и Dc1 ($E=0.92$), а највећу Db5 и Db6 ($E=0.97$).

Табела 79. Индекси диверзитета и уједначености – 10 година после пожара

	Ознака поља								
	Da1	Db1	Db2	Db3	Db4	Db5	Db6	Db7	Dc1
Надморска висина	650	1150	1100	1100	1200	1200	1200	1250	700
Нагиб	15	5	5	10	15	10	10	15	15
Индекси									
D: Симпсонов индекс	0.13	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.08	0.07
1-\check{D}: Симпсонов инд. диверзитета	0.88	0.93	0.95	0.96	0.95	0.97	0.94	0.92	0.94
1/D: Симпсонов реципрочни инд.	7.94	13.97	18.73	21.90	18.47	28.20	15.42	12.03	15.34
H: Шенон-Виверов инд. диверзитета	2.18	2.80	3.14	3.23	3.07	3.40	2.79	2.60	2.90
$E^{1/D}$: Симпсонов инд. уједначености	0.79	0.67	0.67	0.76	0.71	0.85	0.86	0.80	0.67
E: Евенесов инд. уједначености	0.95	0.92	0.94	0.96	0.94	0.97	0.97	0.96	0.92
M: Маргалевов инд. богатства врста	1.92	3.34	4.34	4.35	3.84	4.88	2.77	2.30	3.55

Извор: Оригинал

Табела 80. Средње вредности индекса диверзитета и уједначености на опожареним површинама после 1, 2, 5 и 10 година од избијања пожара

Индекси	Старост пожаришта (год.)			
	1	2	5	10
D: Симпсонов индекс	0.30	0.28	0.12	0.07
1-D: Симпсонов индекс диверзитета	0.72	0.73	0.88	0.94
1/D: Симпсонов реципрочни индекс	5.14	4.16	11.69	16.89
H: Шенон-Виверов индекс диверзитета	1.55	1.44	2.50	2.90
E^{1/2}/D: Симпсонов индекс уједначености	0.73	0.83	0.59	0.75
E: Евенесов индекс уједначености	0.88	0.93	0.87	0.95
M: Маргалевов индекс богатства врста	1.36	0.86	3.15	3.48

Извор: Оригинал

На основу приказаних средњих вредности индекса (Табела 80), може се закључити да вредности Симпсоновог индекса постепено опадају са старошћу пожаришта, а вредности Симпсоновог индекса диверзитета постепено расту. Вредности Симпсоновог реципрочног, Шенон-Виверовог и Маргалевовог индекса такође расту са старошћу пожаришта, са благим падом у другој години. Диверзитет се повећава од прве до десете године од избијања пожара.

Симпсонов 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.

5.5.3.1.1 Зависност индекса диверзитета и уједначености од надморске висине, нагиба и старости пожаришта

5.5.3.1.1.1 Симпсонов индекс (D)

Зависност Симпсоновог индекса (D) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта представљена је линеарним регресионим моделом. Коефицијент корелације износи 0.6834, што указује на средњу негативну повезаност између анализираних променљивих. Коефицијент детерминације показује да добијени модел објашњава 46.71% од укупне варијације података (Табела 81 и 82).

Табела 81. Зависност Симпсоновог индекса (D) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта

Променљива	Вредност параметра	Стандардна грешка параметра	t-тест
Константа	0.417204	0.066617	6.26
Надморска висина (НВ)	-0.000036	0.000045	-0.79
Нагиб (НГ)	-0.003600	0.002428	-1.48
Старост пожаришта (СП)	-0.029030	0.005560	-5.22

Извор: Оригинал

Табела 82. Анализа варијансе

Извор варијације	Збир квадрата	Број степена слободe	Просечни квадрат	F-количник	Ниво значајности
Модел	0.372182	3	0.124061	9.35	0.0001
Резидуали	0.424582	32	0.0132682		
Укупно	0.796764	35			

Извор: Оригинал

$$D = 0,417204 - 0,000036 \cdot \text{НВ} - 0,003600 \cdot \text{НГ} - 0,029030 \cdot \text{СП}$$

Коефицијент корелације = 0.6834

Коефицијент детерминације = 0.4671

Стандардна грешка процене = 0.08386

Durbin-Watson-ов тест = 0.913744 (P = 0.0001)

С циљем сагледавања „нето“ утицаја независних променљивих на зависну променљиву, у добијеној једначини је примењен стандардни поступак. Суштина овог поступка је једноставна. У једначини вишеструке регресије дозволи се да варира независна променљива чији се „нето“ утицај жели сагледати, док се остале променљиве искључе увођењем њихових просечних величина чиме постају константе.

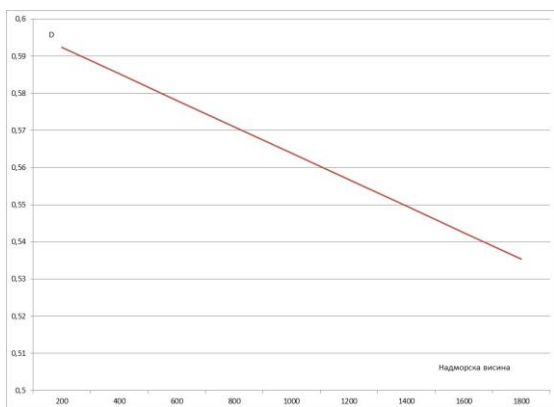
Описаним поступком добијене су следеће једначине:

$$D = 0.599499 - 0.000036 \cdot \text{NV}$$

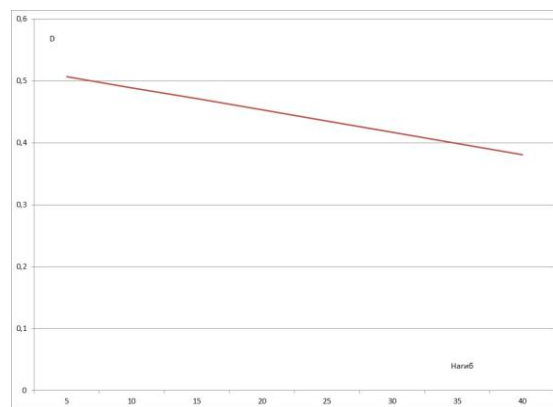
$$D = 0.525264 - 0.003600 \cdot \text{NG}$$

$$D = 0.323547 - 0.029030 \cdot \text{SP}$$

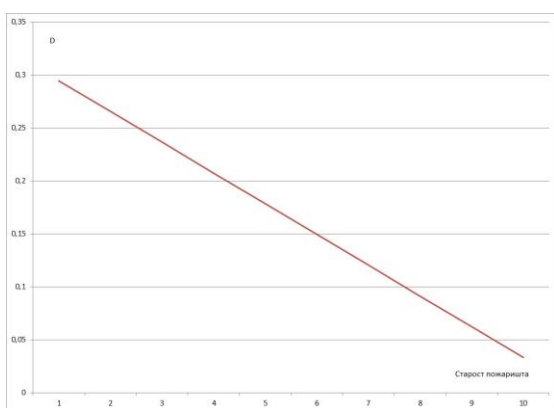
Графички приказ резултата приказан је Графикону 52.



а



б



в

Извор: Оригинал

Графикон 52. Зависност Симпсоновог индекса (D) од надморске висине (а), нагиба (б) и старости пожаришта (в)

Добијене „нето“ корелације показују да вредност Симпсоновог индекса опада са повећањем надморске висине, нагиба и старости пожаришта, што се јасно види и из приложених графикона.

5.5.3.1.1.2. Симпсов индекс диверзитета за одређене популације (1-D)

Зависност Симпсоновог индекса диверзитета од надморске висине, нагиба и старости пожаришта представљена је у следећим прилозима (Табеле 83 и 84). Коефицијент корелације износи 0.6729, што указује на средњу позитивну повезаност анализираних променљивих. Вредност коефицијента детерминације показује да добијени модел објашњава 45.29% од укупне варијације података.

Табела 83. Зависност Симпсоновог индекса диверзитета за одређене популације (1-D) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта

Променљива	Вредност параметра	Стандардна грешка параметра	t-тест
Константа	0.605416	0.065030	9.31
Надморска висина (НВ)	0.000032	0.000044	0.74
Нагиб (НГ)	0.003385	0.002370	1.43
Старост пожаришта (СП)	0.027572	0.005428	5.08

Извор: Оригинал

Табела 84. Анализа варијансе

Извор варијације	Збир квадрата	Број степена слободe	Просечни квадрат	F-количник	Ниво значајности
Модел	0.334879	3	0.111626	8.83	0.0002
Резидуали	0.404596	32	0.012644		
Укупно	0.739475	35			

Извор: Оригинал

$$1-D = 0.605416 + 0.000032 \cdot \text{НВ} + 0.003385 \cdot \text{НГ} + 0.027572 \cdot \text{СП}$$

Коефицијент корелације = 0.6729

Коефицијент детерминације = 0.4529

Стандардна грешка процене = 0.112444

Durbin-Watson-ов тест = 0.901668 (P = 0.0001)

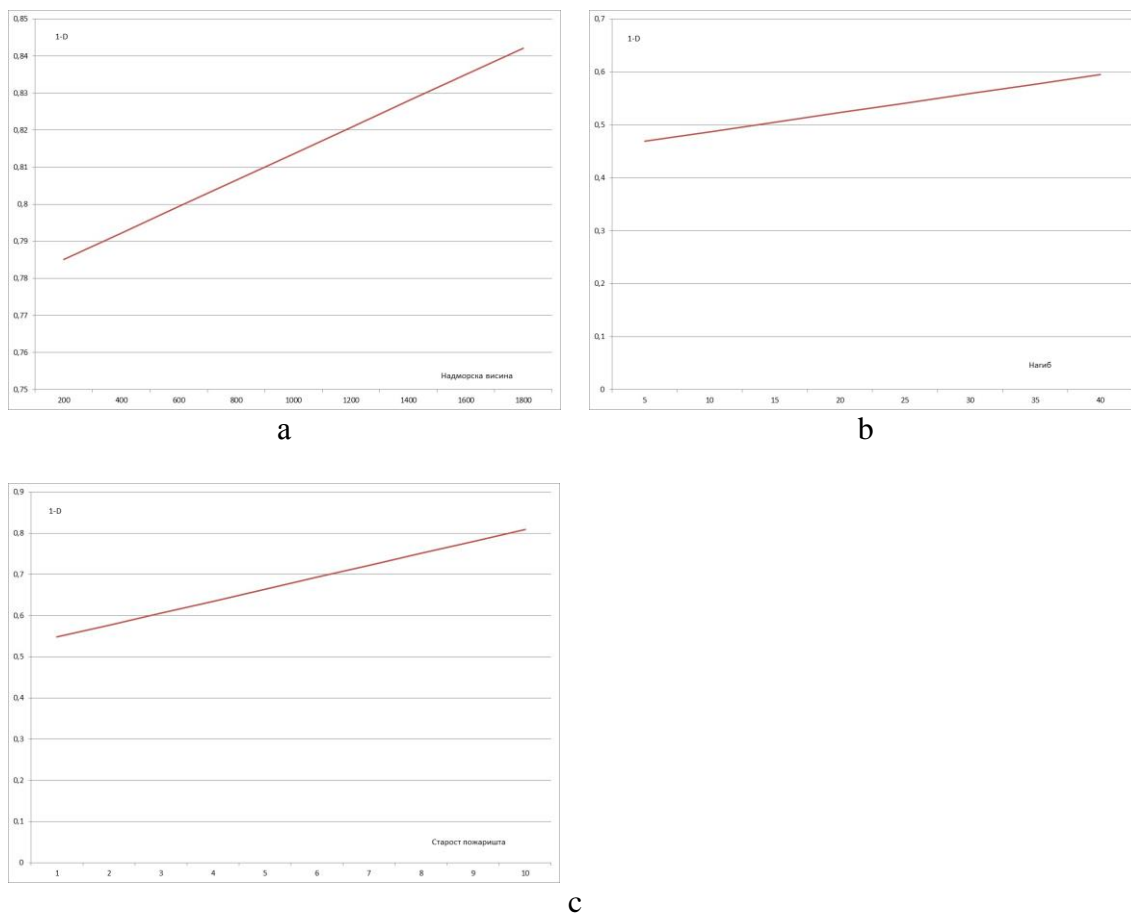
Поступком вишеструке регресије добијене су следеће једначине:

$$D = 0.778034 + 0.000032 \cdot \text{NV}$$

$$D = 0.451060 + 0.003385 \cdot \text{NG}$$

$$D = 0.518931 + 0.027572 \cdot \text{SP}$$

Резултати ове анализе представљени су на Графикону 53.



Извор: Оригинал

Графикон 53. Зависност Симпсоновог индекса диверзитета (1-D) од надморске висине (a), нагиба (b) и старости пожаришта (c)

Из „нето“ корелација закључило се да величина Симпсоновог индекса диверзитета расте са повећањем надморске висине, нагиба и старости пожаришта.

5.5.3.1.1.3. Симпсонов реципрочни индекс (1/D)

Анализа зависности Симпсоновог реципрочног индекса од надморске висине, нагиба и старости пожаришта дала је коефицијент корелације 0.7435. Величина овог коефицијента указује на високу позитивну повезаност анализираних променљивих. На основу вредности коефицијента детерминације, може се рећи да је објашњено 55.28% од укупне варијације података.

Табела 85. Зависност Симпсоновог реципрочног индекса (1/D) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта

Променљива	Вредност параметра	Стандардна грешка параметра	t-тест
Константа	0.890903	2.836480	0.31
Надморска висина (НВ)	0.000062	0.001908	0.03
Нагиб (НГ)	0.121282	0.103363	1.17
Старост пожаришта (СП)	1.486050	0.236749	6.28

Извор: Оригинал

Табела 86. Анализа варијансе

Извор варијације	Збир квадрата	Број степена слободe	Просечни квадрат	F-количник	Ниво значајности
Модел	951.618	3	317.206	13.19	0.0000
Резидуали	769.759	32	24.055		
Укупно	1721.38	35			

Извор: Оригинал

$$D = 0.890903 + 0.000062 \cdot \text{НВ} - 0.121282 \cdot \text{НГ} - 1.486050 \cdot \text{СП}$$

Коефицијент корелације = 0.7435

Коефицијент детерминације = 0.5528

Стандардна грешка процене = 4.90459

Durbin-Watson-ов тест = 0.923739 (P = 0.0001)

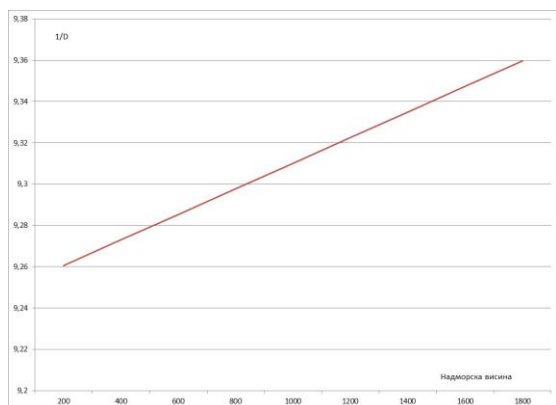
Поступком вишеструке регресије добијене су следеће једначине:

$$D = 9.248215 + 0.000062 \cdot \text{NV}$$

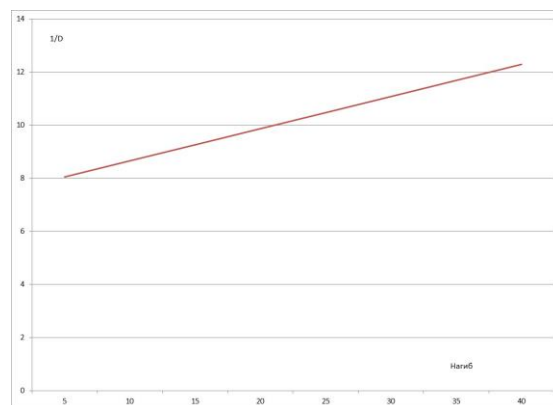
$$D = 7.437808 + 0.121282 \cdot \text{NG}$$

$$D = 2.833494 + 1.486050 \cdot \text{SP}$$

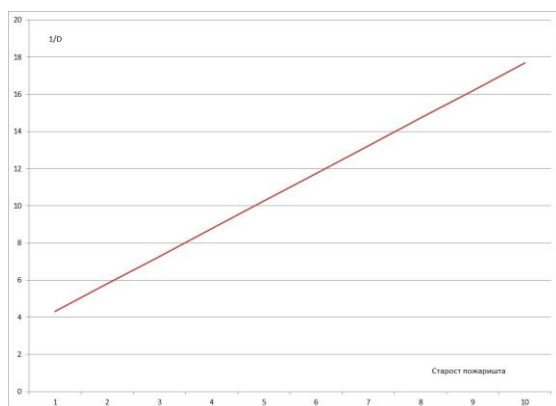
Графички приказ резултата анализе приказани су на Графикону 54.



а



б



в

Извор: Оригинал

Графикон 54. Зависност Симпсоновог реципрочног индекса (1/D) од надморске висине (а), нагиба (б) и старости пожаришта (в)

Из добијених „нето“ корелација (Табеле 85 и 86) и графичког приказа резултата (Графикон 54. а–в) запажа се да величина Симпсоновог реципрочног индекса расте са повећањем надморске висине, нагиба и старости пожаришта.

5.5.3.1.1.4. Шенон-Виверов индекс диверзитета (H)

Анализом зависности Шенон-Виверовог индекса диверзитета од надморске висине, нагиба и старости пожаришта добијен је коефицијент корелације 0.7496. Другим речима, утврђена је висока позитивна повезаност анализираних променљивих. Из вредности коефицијента детерминације констатује се да је објашњено 56,19% варијације података (Табела 87 и 88).

Табела 87. Зависност Шенон-Виверовог индекса диверзитета (H) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта

Променљива	Вредност параметра	Стандардна грешка параметра	t-тест
Константа	1.058470	0.325549	3.25
Надморска висина (НВ)	0.000012	0.000219	0.06
Нагиб (НГ)	0.015717	0.011863	1.32
Старост пожаришта (СП)	0.173916	0.027172	6.40

Извор: Оригинал

Табела 88. Анализа варијансе

Извор варијације	Збир квадрата	Број степена слободe	Просечни квадрат	F-количник	Ниво значајности
Модел	13.0054	3	4.33514	13.68	0.0000
Резидуали	10.1398	32	0.316868		
Укупно	23.1452	35			

Извор: Оригинал

$$H = 1.058470 + 0.000012 \cdot \text{НВ} + 0.015717 \cdot \text{НГ} + 0.173916 \cdot \text{СП}$$

Коефицијент корелације = 0.7496

Коефицијент детерминације = 0.5619

Стандардна грешка процене = 0.432792

Durbin-Watson-ов тест = 0.834167 (P = 0.0000)

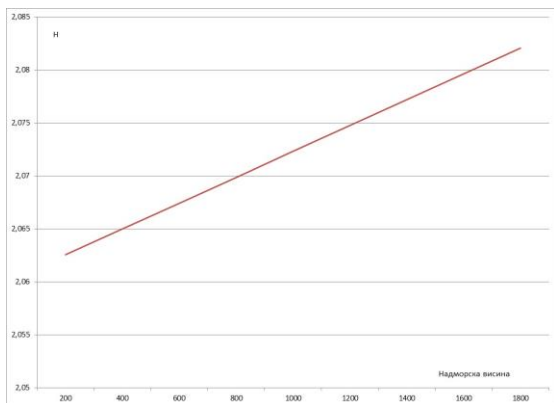
Поступком вишеструке регресије добијене су следеће једначине:

$$D = 2.060112 + 0.000012 \cdot \text{NV}$$

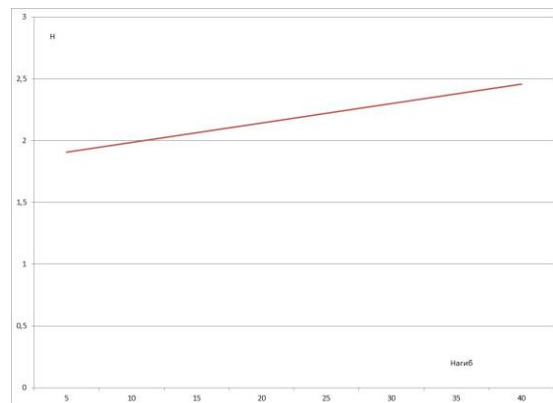
$$D = 1.829727 + 0.015717 \cdot \text{NG}$$

$$D = 1.314439 + 0.173916 \cdot \text{SP}$$

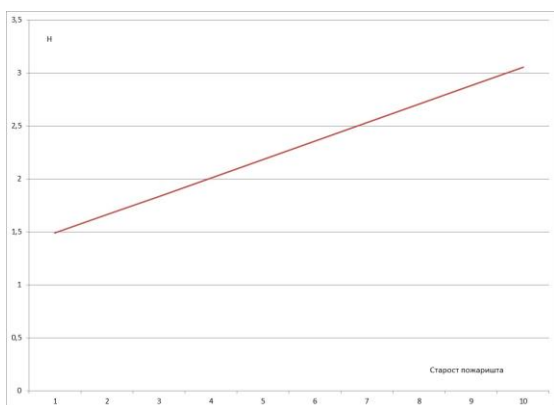
Графички приказ резултата анализе налази се на Графикону 55.



а



б



в

Извор: Оригинал

Графикон 55. Зависност Шенон-Виверовог индекса диверзитета (H) од надморске висине (а), нагиба (б) и старости пожаришта (в)

„Нето“ корелације показују да величина Шенон-Виверовог индекса расте са повећањем надморске висине, нагиба и старости пожаришта, што се може видети и из приложених графикона.

5.5.3.1.1.5. Симпсонов индекс уједначености (E^1/d)

Симпсонов индекс уједначености показује слабу зависност од надморске висине, нагиба и старости пожаришта. Утврђени су релативно ниски коефицијенти корелације (0.26) и детерминације (0.0602), због чега овај индекс није био предмет даље анализе.

5.5.3.1.1.6. Евенесов индекс (индекс равномерности) (E)

Као и Симпсонов индекс уједначености ($E^{1/D}$), Евенесов индекс (E) показује слабу зависност од надморске висине, нагиба и старости пожаришта. Коефицијенат корелације износи само 0.33, а коефицијенат детерминације 0.1089, због чега ни овај индекс није био предмет даље анализе.

5.5.3.1.2. Маргалевов индекс богатства врста (M)

Зависност Маргалевовог индекса богатства врста од надморске висине, нагиба и старости пожаришта представљена је линеарним регресионим моделом у којем коефицијенат корелације износи 0,6939. Величина коефицијента корелације указује на средњу позитивну повезаност анализираних променљивих. На основу коефицијента детерминације, констатује се да је објашњено 48,15% варијације података (Табеле 89 и 90).

Табела 89. Зависност Маргалевовог индекса богатства врста (M) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта

Променљива	Вредност параметра	Стандардна грешка параметра	t-тест
Константа	0.899121	0.624281	1.44
Надморска висина (НВ)	-0.000262	0.000420	-0.62
Нагиб (НГ)	0.020699	0.022749	0.91
Старост пожаришта (СП)	0.280766	0.052106	5.39

Извор: Оригинал

Табела 90. Анализа варијансе

Извор варијације	Збир квадрата	Број степена слободe	Просечни квадрат	F-количник	Ниво значајности
Модел	34.6253	3	11.5418	9.91	0.0001
Резидуали	37.2868	32	1.1652		
Укупно	71.9121	35			

Извор: Оригинал

$$M = 0.899121 - 0.000262 \cdot \text{НВ} + 0.020699 \cdot \text{НГ} + 0.280766 \cdot \text{СП}$$

Коефицијенат корелације = 0.6939

Коефицијенат детерминације = 0.4815

Стандардна грешка процене = 1.07945

Durbin-Watson-ов тест = 1.52268 (P = 0.0372)

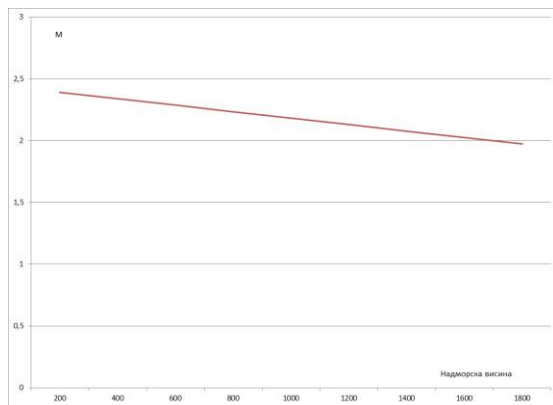
Поступком вишеструке регресије добијене су следеће једначине:

$$D = 2.443829 - 0.000262 * NV$$

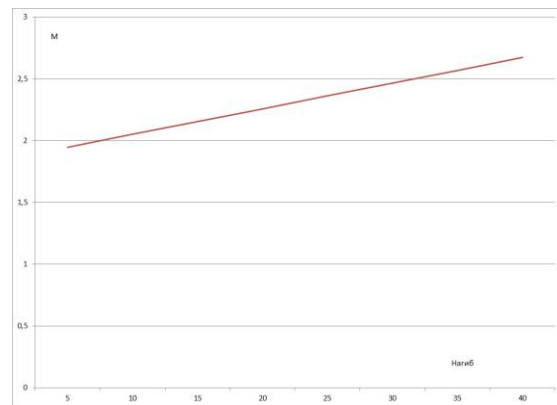
$$D = 1.844278 + 0.020699 * NG$$

$$D = 0.940088 + 0.280766 * SP$$

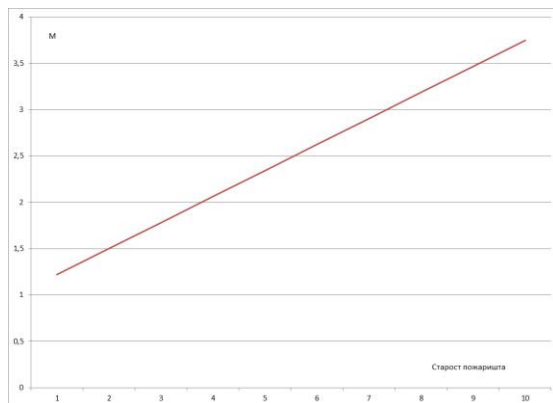
На графикону 56 дат је приказ резултата ове анализе.



а



б



в

Извор: Оригинал

Графикон 56. Зависност Маргалефовог индекса (М) од надморске висине (а), нагиба (б) и старости пожаришта (в)

На основу добијених „нето“ корелација може се закључити да величина Маргалефовог индекса опада са повећањем надморске висине, а расте са повећањем нагиба и старости пожаришта.

5.5.4. Сукцесија вегетације на опожареним површинама

Сукцесија вегетације на пожариштима условљена је променом станишних услова после пожара и одликује се променама станишних услова, флористичког састава и диверзитета из године у годину након пожара.

У Табели 91 дате су сумарни фитоценолошки подаци сукцесија пожаришта у првих десет година. У првој години забележене су 52 врсте, у другој 21, у петој 89, а у десетој 96 врста.

Табела 91. Компаративна синтетска фитоценолошка табела

Легенда. I–V: степен присутности; +, 1–5: бројност

Врсте	Старост пожаришта			
	1	2	5	10
Дрвенасте врсте				
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	II 2-4			
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.		I +-1		I 1
<i>Fagus moesiaca</i> (K.Malý) Czezcott			IV +-2	II +-1
<i>Populus tremula</i> L.			II +-2	II +-3
<i>Acer campestre</i> L.			II +-1	
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.			II +-1	III 1-2
<i>Fraxinus ornus</i> L.			I 2	
<i>Quercus cerris</i> L.			I 1-2	
<i>Prunus avium</i> (L.) L.			I +	I +
<i>Pyrus pyraister</i> (L.) Burgsd.			I +	I +
<i>Sorbus aucuparia</i> L.			I +	
<i>Abies alba</i> Mill.				IV +-2
<i>Betula pendula</i> Roth.			I +	I +-1
<i>Salix caprea</i> L.	II +-2		II +-2	II 1-2
Жбуње и повијуше	1	2	5	10
<i>Prunus spinosa</i> L.	I +			
<i>Rubus hirtus</i> Waldst. & Kit.	I 1		I 2	V 1-4
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	I +		I 1	I +
<i>Lonicera alpigena</i> L.	I +			I +
<i>Rosa pendulina</i> L.	I +			I 1-2
<i>Rubus discolor</i> Weihe & Nees	I +			
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		III 2-4		I 1
<i>Thymus glabrescens</i> Willd.		II 1-2		
<i>Juniperus sibirica</i> Burgsd.		II +-1		
<i>Rubus idaeus</i> L.		I 1		III +-2

Врсте	Старост пожаришта			
	1	2	5	10
<i>Rubus caesius</i> L.			II +-2	
<i>Corylus avellana</i> L.			II +-1	I 1
<i>Sambucus ebulus</i> L.			II +-1	III 1-2
<i>Clematis vitalba</i> L.			I 2	
<i>Rosa arvensis</i> Huds.			I 2	
<i>Cornus sanguinea</i> L.			I 1	
<i>Hedera helix</i> L.			I 1	
<i>Rosa canina</i> L.			I +	
<i>Sambucus racemosa</i> L.			I +	
<i>Erica carnea</i> L.				I 2
<i>Juniperus communis</i> L.				I 1
<i>Lonicera xylosteum</i> L.				II 1-2
<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.				II +-1
<i>Ribes alpinum</i> L.				I 1
<i>Rubus canescens</i> DC.				II +-2
<i>Thymus jankae</i> Čalakov.				I 3
Зелјаста вегетација				
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	II 1-2			I 1-2
<i>Circaea lutetiana</i> L.	I 1-2		I +-1	III 1-2
<i>Galium rotundifolium</i> L.	I 1-2			I 1-2
<i>Campanula rotundifolia</i> L.		II 1-2		
<i>Hieracium pilosella</i> L.	I 1	II 1		
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.		II 1		
<i>Senecio rupestris</i> W. et K.		II +-2		II 2-4
<i>Fragaria vesca</i> L.		I 2	II 1-4	III 1-3
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	III +	I 1-2	I 1	I 1
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		I 1-2	I +-1	
<i>Vicia cracca</i> L.	II +-2	I 1	II 1-3	II 2
<i>Origanum vulgare</i> L.	I 1		I 1	II 1-2
<i>Ajuga reptans</i> L.	I 2			I +
<i>Alchemilla hybrida</i> aggr.		I 1		
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medik.		I 1		
<i>Epipactis latifolia</i> (L.) All.		I 1		
<i>Hypericum richeri</i> Vill.		I 1		
<i>Potentilla ternata</i> K. Koch		I 1		
<i>Urtica dioica</i> L.		I 1		IV +-2
<i>Rumex acetosella</i> L.	I 1			
<i>Aconitum pentheri</i> Hayek		I +		
<i>Verbascum speciosum</i> Schrad.		I +		
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	I +-2		IV 1-4	III 1-4
<i>Veronica chamaedrys</i> L.			III +-2	IV +-2
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.			II 2	II 1-2
<i>Trifolium medium</i> L.			II 1-2	
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	I +		II 1	II 1-2
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.			II 1	III +-2
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.			II +-1	
<i>Lilium martagon</i> L.			II +	I +
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin			I 3	
<i>Galium cruciata</i> (L.) Scop.			I 3	
<i>Trifolium alpestre</i> L.			I 3	I 1-2
<i>Achillea crithmifolia</i> W. et K.			I 2	
<i>Atropa bella-donna</i> L.			I 2	IV +-2

Врсте	Старост пожаришта			
	1	2	5	10
<i>Calamintha vulgaris</i> (L.) Druce			I 2	I 1-2
<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz			I 2	
<i>Dactylis glomerata</i> L.			I 2	I +
<i>Galium album</i> Mill.			I 2	
<i>Geranium macrorrhizum</i> L.			I 2	
<i>Hypericum hirsutum</i> L.			I 2	
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	I +		I 1	
<i>Hypericum perforatum</i> L.	I 1		I 1-3	II 1-2
<i>Poa nemoralis</i> L.			I 1-3	
<i>Geum urbanum</i> L.			I 1- 2	I +-1
<i>Achillea millefolium</i> L.	I 2		I 1	III 1-2
<i>Artemisia lobelii</i> All.	I +		I 1	
<i>Galium verum</i> L.	I +		I 1	I 1
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.			I 1	
<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC.			I 1	
<i>Asperula taurina</i> L.			I 1	
<i>Chaerophyllum aureum</i> L.			I 1	
<i>Chamaecytisus austriacus</i> (L.) Link			I 1	
<i>Fragaria moschata</i> Weston			I 1	
<i>Geranium robertianum</i> L.			I 1	III 1-3
<i>Glechoma hirsuta</i> W. et K.			I 1	I 1
<i>Myosotis collina</i> Hoffm.			I 1	
<i>Stenactis annua</i> (L.) Less.			I 1	
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch. Bip.			I 1	II 2
<i>Verbascum niveum</i> Ten.			I 1	
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Crantz			I +-1	
<i>Poa pratensis</i> L.			I +-1	I 2
<i>Viola alba</i> Besser			I +-1	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	I 1		I +	III 2-4
<i>Campanula bononiensis</i> L.			I +	
<i>Campanula glomerata</i> L.			I +	
<i>Campanula rapunculoides</i> L.			I +	
<i>Doronicum columnae</i> Ten.			I +	
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott			I +	
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.			I +	
<i>Petrorhagia illyrica</i> (Ard.) P.W.Ball & Heywood			I +	
<i>Plantago major</i> L.			I +	
<i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Woyt.			I +	
<i>Stachys germanica</i> L.			I +	
<i>Verbascum nigrum</i> L.	I 1		I +	I 1-2
<i>Verbascum phlomoides</i> L.			I +	II +-1
<i>Viola hirta</i> L.			I +	
<i>Silene flavescente</i> W. et K.	I+			
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.	I 2			I 2
<i>Draba muralis</i> L.	I 2			II 1-2
<i>Galium lucidum</i> All.	I 2			I 3
<i>Veronica arvensis</i> L.	I 2			I 1-2
<i>Viola tricolor</i> L.	I 2			
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	I 1			
<i>Anthyllis montana</i> L.	I 1			
<i>Calamintha acinos</i> (L.) Clairv.	I 1			
<i>Epilobium montanum</i> L.				I +-1
<i>Sesleria rigida</i> Rehb.				

Врсте	Старост пожаришта			
	1	2	5	10
<i>Galium pumilum</i> Murray.	I +-1			
<i>Rhinanthus minor</i> L.	I +-1			
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	I +-1			
<i>Artemisia absinthium</i> L.	I +			
<i>Centaurea atropurpurea</i> Waldst. & Kit. [non Olivier]	I +			
<i>Centaurea stoebe</i> L.	I +			
<i>Cirsium acaule</i> (L.) All.	I +			
<i>Coronilla varia</i> L.	I +			II +1
<i>Dorycnium germanicum</i> (Gremli) Rikli	I +			
<i>Helleborus multifidus</i> Vis.	I +			
<i>Hordeum asperum</i> (Simonk.) Degen	I +			
<i>Salvia pratensis</i> L.	I +			
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	I +			I 1-2
<i>Teucrium montanum</i> L.	I +			
<i>Verbascum lychnitis</i> L.	I +			
<i>Anemone nemorosa</i> L.				I 2
<i>Asarum europaeum</i> L.				I 1
<i>Asperula odorata</i> L.				I 2
<i>Campanula patula</i> L.				I 1
<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.				I 2
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.				I 1
<i>Crepis setosa</i> Haller f.				I 1-2
<i>Daphne blagayana</i> Freyer				I 1
<i>Digitalis ambigua</i> Murray				II +-2
<i>Festuca drymeja</i> Mert. & W. D. J. Koch				I 1-2
<i>Galium mollugo</i> L.				III 1-2
<i>Genista tinctoria</i> L.				I 1
<i>Helleborus odorus</i> W. et K. ex Willd.				I 1-2
<i>Lathyrus venetus</i> (Mill.) Wohlf.			I +-1	
<i>Lotus corniculatus</i> L.				I 1
<i>Mercurialis perennis</i> L.				I 2
<i>Oxalis acetosella</i> L.				I 2
<i>Picris hieracioides</i> L.				II +-1
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Rotha				I 1
<i>Potentilla opaca</i> L.				I 3
<i>Potentilla reptans</i> L.				I 1
<i>Prunella vulgaris</i> L.				I 1-2
<i>Salvia glutinosa</i> L.	I 1			I 2
<i>Scrophularia nodosa</i> L.				I 1-2
<i>Sedum telephium</i> L.				I +
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill				II +-1

Извор: Оригинал

У Табели 92 дат је преглед заступљености врста дрвећа, жбуња и зељастих биљка. У првој години пожаришта јавља се 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. Насупрот томе, у десетој години јавља се девет врста дрвећа, и то: *Abies alba*, *Picea abies*, *Fagus moesiaca*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Salix caprea*,

Prunus avium, *Pyrus pyraeaster*, *Acer pseudoplatanus*, што указује на почетак формирања шумских заједница на овим површинама. Од жбунастих врста, у првој години пожаришта јавља се шест врста: *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa pendulina*, *Rubus hirtus*, *Rubus discolor*, *Lonicera alpigena*, док се у десетој години јавља 15: *Juniperus communis*, *Corylus avellana*, *Erica carnea*, *Vaccinium myrtillus*, *Daphne blagayana*, *Crataegus monogyna*, *Ribes alpinum*, *Rosa pendulina*, *Rubus canescens*, *Rubus hirtus*, *Rubus ideus*, *Rhamnus fallax*, *Sambucus ebulus*, *Lonicera alpigena* и *Lonicera xylosteum*.

Од зељастих врста, 19 врста се јавља само у првој години, 9 само у другој, 34 само у петој, а 24 само у десетој години пожаришта. Зељасте врсте које се јављају само у првој години су: *Rumex acetosella*, *Silene flavescente*, *Viola tricolor*, *Agrimonia eupatoria*, *Anthyllis montana*, *Calamintha acinos*, *Galium pumilum*, *Rhinanthus minor*, *Sanguisorba minor*, *Artemisia absinthium*, *Centaurea atropurpurea*, *Centaurea stoebe*, *Cirsium acaule*, *Dorycnium germanicum*, *Helleborus multifidus*, *Hordeum asperum*, *Salvia pratensis*, *Teucrium montanum*, *Verbascum lychnitis*. Затим, зељасте врсте које се јављају само у другој години су: *Campanula rotundifolia*, *Luzula pilosa*, *Alchemilla hybrida*, *Capsella bursa-pastoris*, *Epipactis latifolia*, *Hypericum richeri*, *Potentilla ternata*, *Aconitus pentheri*, *Verbascum speciosum*. Зељасте врсте које се јављају само у петој години су: *Trifolium medium*, *Pulmonaria officinalis*, *Festuca valesiaca*, *Galium cruciata*, *Achillea crithmifolia*, *Cardamine bulbifera*, *Galium album*, *Geranium macrorrhizum*, *Hypericum hirsutum*, *Poa nemoralis*, *Arabis hirsuta*, *Aremonia agrimonoides*, *Asperula taurina*, *Chaerophyllum aureum*, *Chamaecytisus austriacus*, *Fragaria moschata*, *Myosotis collina*, *Stenactis annua*, *Verbascum niveum*, *Lamium galeobdolon*, *Viola alba*, *Campanula bononiensis*, *Campanula glomerata*, *Campanula rapunculoides*, *Doronicum columnae*, *Dryopteris filix-mas*, *Eupatorium cannabinum*, *Petrorhagia illyrica*, *Plantago major*, *Polystichum setiferum*, *Stachys germanica*, *Viola hirta*, *Lathyrus venetus*. Коначно, зељасте врсте које се јављају само у десетој години су: *Anemone nemorosa*, *Asarum europeum*, *Asperula odorata*, *Campanula patula*, *Carex caryophyllea*, *Chysanthemum leucanthemum*, *Crepis setosa*, *Daphne blagayana*, *Digitalis ambigua*, *Festuca drymeja*, *Galium mollugo*, *Genista tinctoris*, *Helleboris odorus*, *Lotus cornicalatus*, *Mercurialis perennis*, *Oxalis acetosella*, *Picris hieracioides*, *Polystichum aculeatum*, *Potentilla*

opaca, *Potentilla reptans*, *Prunella vulgaris*, *Scrophularis nodosa*, *Sedum telephium*, *Sonchus asper*.

Табела 92. Преглед заступљености броја врста на пожариштима различитих старости

Врсте	Старост пожаришта			
	1	2	5	10
Дрвенасте врсте	1			
	1		1	1
		1		1
			4	
			7	7
				1
Жбунасте врсте и повијуше	1			
	2		2	2
	2			2
		2		
		2		2
			7	
			4	4
Зељасте врсте				11
	20			
	2	2	2	2
	11		11	11
	10			10
	1	1		
	1		1	
		9		
		2		2
		1	1	1
		1	1	
			14	14
			34	
			25	
Укупно:	52	21	89	96

Извор: Оригинал

5.5.5 Животне форме као индикатор станишних услова на пожариштима

Као важан показатељ значаја локалне флоре у смислу њеног диверзитета и потребе за заштитом, значајна је анализа бројности врста које припадају различитим животним формама, чији су представници најзначајнији градитељи екосистема читавог флористичког региона [109]. Животне форме су дефинисане на основу изложености изданака утицајима еколошких фактора током

најнеповољнијег климатског периода у години (изложеност топлоти, мразу, ветру, суши) [110] Свака животна форма је резултат прилагођавања биљака одређеној климатској зони и представља добре индикаторе климатских и земљишних услова.

У литератури се помињу и системи животних форми [111,112,113]. Ови описи животних форми омогућавају физиогномску класификацију вегетације, али се не могу користити у фитоиндикационој екологији. Само Raunkier-ове животне форме могу послужити као индикатори станишних услова [114].

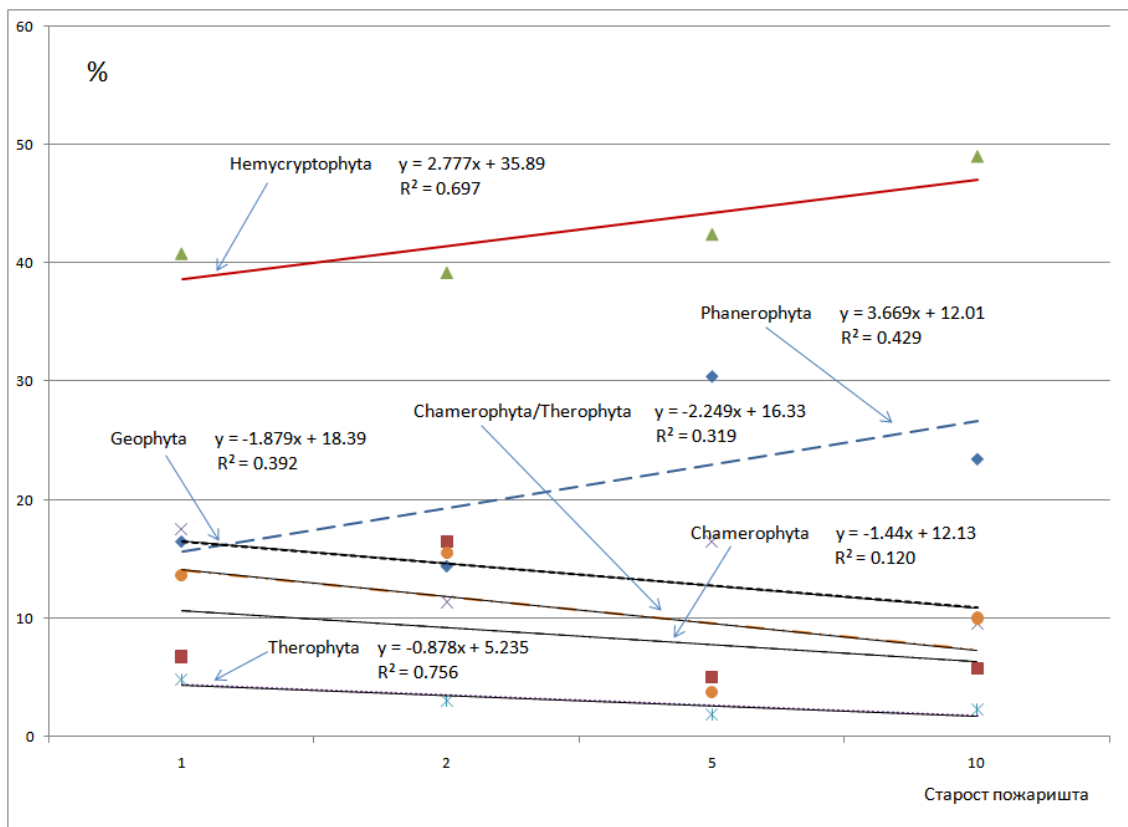
Анализирајући три типа вегетације, констатује да се са повећањем термофилности заједнице повећава заступљеност фанерофита, док заступљеност хамефита опада [115]. Заступљеност геофита представља добар индикатор едафских услова [114].

Заступљеност животних облика у циљу дефинисања промена станишта, са поређањем старости пожаришта, приказана је у Табели 93. Из регресионих трендова (Графикон 57), може се констатовати да са повећањем старости пожаришта расте заступљеност хемикриптофита и хамерофита, док опада заступљеност геофита, херофита, терофита и хамерофито/терофита. То индицира промене у станишним условима на пожариштима, током анализираниог периода.

Табела 93. Животни облици и старост пожаришта

Старост пожаришта (год.)	Phanerophyta	Nanophanerophyta	Chamerophyta		Hemycryptophyta	Geophyta	Therophyta	Therophyta/ Chamerophyta
	p+pl	np	dc	zc	h	g	t	th
1	6.80	9.71	4.85	1.94	40.78	17.48	4.85	13.59
	16.51		6.79					
2	8.25	6.19	11.34	5.15	39.18	11.34	3.09	15.46
	14.44		16.49					
5	22.78	7.59	0.63	4.43	42.41	16.46	1.90	3.80
	30.37		5.06					
10	14.15	9.28	2.09	3.71	48.96	9.51	2.32	9.98
	23.43		5.8					

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 57. Тренд промена спектра животних облика у зависности од старости пожаришта

5.5.6. Биљне врсте као индикатори станишних услова на пожариштима

Вредности еколошких индикатора биљака заснивају се на принципима повезивања појединих биљних врста са станишним условима и означавају положај дуж еколошких градијената на којима се постиже њихова максимална вредност [116].

За констатовану васкуларну флору у зависности од старости пожаришта комбиновани су подаци о еколошким индексима на основу података [117,118,114, 119]. Вредности еколошких индекса приказани су у табелама 94-97.

Табела 94. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост
пожаришта 1 година

Ознака поља	Светлост	Релативна влажност	Температура	Континенталност	Реакција земљишта	Влажност земљишта	Текстура	Азот	Органска материја
	SV	RF	Te_1	Ko	pH	VZ	Te	N	Om
Aa1	6.00	5.56	4.90	4.60	6.30	4.00	2.90	4.60	4.20
Aa2	6.28	5.31	4.56	4.67	5.83	4.00	3.06	4.83	3.88
Ab1	6.31	5.67	5.25	4.75	6.25	3.56	3.08	4.50	2.92
Ac1	7.25	4.33	5.50	4.67	7.00	3.25	2.67	3.25	2.00
Ac2	7.33	4.33	5.00	4.67	7.00	3.00	2.67	3.00	2.00
Ac3	8.00	5.00	6.00	4.00	7.00	3.50	3.00	5.00	3.00
Ac4	7.00	4.00	5.50	4.75	6.75	2.75	4.25	3.00	2.00
Ac5	7.40	4.00	5.60	4.40	7.60	2.60	3.00	4.00	2.00
Ac6	7.33	4.67	5.33	5.33	6.00	3.33	3.00	5.33	2.67
Ac7	7.57	4.50	6.00	3.86	7.43	3.14	4.33	4.43	2.00
Ac8	7.43	4.00	5.86	4.86	6.43	3.43	3.00	5.14	2.50

Извор: Оригинал

Табела 95. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост
пожаришта 2 године

Ознака поља	Светлост	Релативна влажност	Температура	Континенталност	Реакција земљишта	Влажност земљишта	Текстура	Азот	Органска материја
	SV	RV	T_1	KO	Ph	VZ	Te	N	Om
Ba1	5.67	5.00	5.00	5.00	5.67	3.67	3.00	4.33	3.00
Ba2	5.67	5.17	5.00	4.83	5.00	3.67	3.17	4.50	2.83
Bb1	6.20	5.25	5.20	4.25	4.40	3.40	4.50	3.60	4.25
Bb2	6.14	5.20	5.29	5.00	5.00	3.71	4.20	4.71	4.00
Bb3	6.29	5.17	4.86	5.33	5.14	3.86	5.33	4.14	4.17
Bb4	7.00	4.80	5.00	4.50	5.00	3.57	5.40	3.86	4.20
Bb5	6.00	5.25	5.00	5.00	4.00	3.20	5.75	3.00	4.75
Bb6	6.29	5.75	5.14	4.40	5.14	3.71	4.00	3.71	3.75

Извор: Оригинал

Табела 96. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост
пожаришта 5 година

Ознака поља	Светлост	Релативна влажност	Температура	Континенталност	Реакција земљишта	Влажност земљишта	Текстура	Азот	Органска материја
	SV	RV	T_1	KO	Ph	VZ	Te	N	Om
Cb2	5.86	5.46	5.17	4.83	5.55	4.03	2.96	5.41	3.29
Cb3	5.77	5.76	4.95	5.18	5.86	3.91	2.71	5.18	3.29
Cb4	5.81	5.26	5.22	4.80	6.19	4.07	2.96	5.19	3.22
Cb5	6.44	5.13	5.00	5.00	4.78	4.11	3.25	5.33	3.63
Cb6	6.54	5.15	5.15	5.08	6.38	3.77	3.08	5.46	2.77
Cb7	6.89	5.56	5.33	4.78	6.78	3.89	2.89	5.56	3.56
Cb1	6.03	5.39	5.28	4.66	5.76	4.03	3.00	5.34	3.21
Ca1	6.18	5.82	5.45	4.73	5.27	4.18	2.91	5.91	3.91

Извор: Оригинал

Табела 97. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост
пожаришта 10 година

Ознака поља	Светлост	Релативна влажност	Температура	Континенталност	Реакција земљишта	Влажност земљишта	Текстура	Азот	Органска материја
	SV	RV	T_1	KO	Ph	VZ	Te	N	Om
Da1	4.90	6.20	5.00	5.20	5.70	4.20	2.60	5.90	3.80
Db1	6.41	5.05	4.82	4.95	5.91	3.86	3.19	5.45	3.05
Db2	6.21	5.11	5.07	4.89	6.10	3.83	2.96	5.45	3.11
Db3	5.97	5.31	4.94	5.10	5.87	3.97	3.28	5.35	3.38
Db4	5.56	5.46	5.00	5.00	5.74	3.96	3.00	5.63	3.23
Db5	6.24	5.31	4.79	5.09	6.03	4.00	3.25	5.44	3.25
Db6	6.32	5.35	5.32	4.94	5.84	3.95	3.12	5.42	3.71
Db7	6.50	5.38	4.75	5.06	5.81	4.00	3.06	5.69	3.13
Dc1	6.88	5.24	5.00	4.64	5.63	3.83	3.14	4.13	3.52

Извор: Оригинал

5.5.6.1. Однос врста према климатским карактеристикама

5.5.6.1.1. Однос врста према светлости (SV)

Светлост је један од основних еколошких фактора под чијим се утицајем одвијају најважнији физиолошки процеси (образовање хлорофила, разлагање угљен-диоксида, стварање скроба, транспирација, образовање и развој пупољака). Количина светлости која продире кроз круне дрвећа до земљишта није једнака у шумама свих врста дрвећа. Зависи од односа врста према светлости, као и старости односно развојне фазе шума. Однос врсте према светлости мења се у зависности од услова земљишта, односно на плоднијим земљиштима биљке у младости подносе већу засену.

Светлосни индекси приказани су у Табели 98. Према Landolt-у [120] они означавају просечни интензитет светлости током вегетационог периода, при којем се биљке развијају. Заступљеност врста одређене еколошке групе дата је у Табели 99.

Табела 98. Опис еколошких индекса за светлост

Ознака SV	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Биљке успевају у веома засењеним положајима, на стаништима јачине светлости мање од 1%, а ретко више од 30% релативног осветљења	Хиперсциофилне
2	Између 1 и 3	Сциофилне
3	Биљке сенке, углавном на мање од 5% релативног осветљења али такође и на светлијим местима	Између 2 и 4
4	Између 3 и 5	Хемисциофилне
5	Биљке полусенке, ретко на пуном осветљењу, али већином са више од 10% релативног осветљења	Између 4 и 5
6	Између 5 и 7	Хемисциофилне
7	Биљке полусенке, углавном на добро осветљеном месту, али се појављују и у сеновитим местима	Између 6 и 8
8	Биљке светла, већином изнад 40% релативног осветљења	Хелиофилне
9	Биљке расту само на пуној светлости и не подносе засењивање. Релативна јачина светла није мања од 50%. То су изразити индикатори светлости.	Хиперхелиофилне

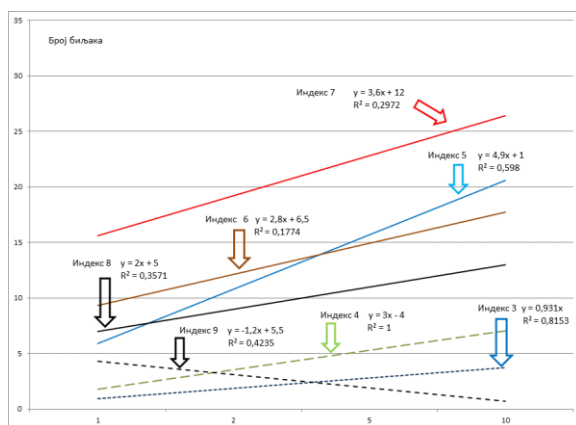
Извор: [117,118, 119]

Табела 99. Заступљеност врста одређене еколошке групе

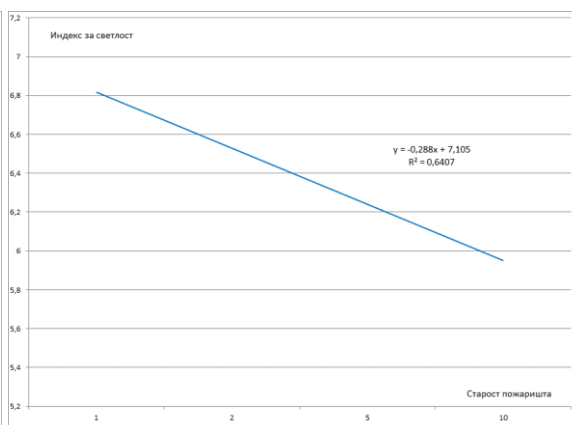
Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Светлост (SV)	1								
	2								
	3			1	4.0	3	3.4	4	4.3
	4			2	8.0	5	5.7	8	8.7
	5	6	10.2	7	28.0	23	26.1	17	18.5
	6	15	25.4	1	4.0	20	22.7	18	19.6
	7	22	37.3	9	36.0	24	27.3	29	31.5
	8	10	16.9	4	16.0	12	13.6	14	15.2
	9	6	10.2	1	4.0	1	1.1	2	2.2

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса светлости у зависности од старости пожаришта приказана је на графиконима 58 и 59.



Графикон 58. Тренд промена броја биљака у зависности од индекса светлости



Графикон 59. Тренд промена индекса светлости (SV) у зависности од старости пожаришта

Извор: Оригинал

5.5.6.1.2. Однос врста према релативној влажности ваздуха (RV)

Осим органских и минералних материја, у биљкама се налазе велике количине воде. Извори влаге доступне биљкама су: атмосферске падавине, влажност ваздуха и влага земљишта.

У заједници, заједно са температуром ваздуха, влага је климатски чинилац који утиче на динамику сукцесивних процеса на станишту. Еколошки индекси за

релативну влажност ваздуха према Ellenberg-у [117,118] и Julve-у [119] приказани су у Табели 100. Заступљеност врста одређене еколошке групе дата је у Табели 101.

Табела 100. Опис еколошких индекса за релативну влажност

Ознака RV	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1		Аероксерофилне
2		Између 1 и 2
3		Аеромезоксерофилне
4		Између 3 и 5
5		Аерохигромезофилне
6		Између 5 и 7
7		Аеромезохигрофилне
8		Између 7 и 9
9		Аерохигрофилне

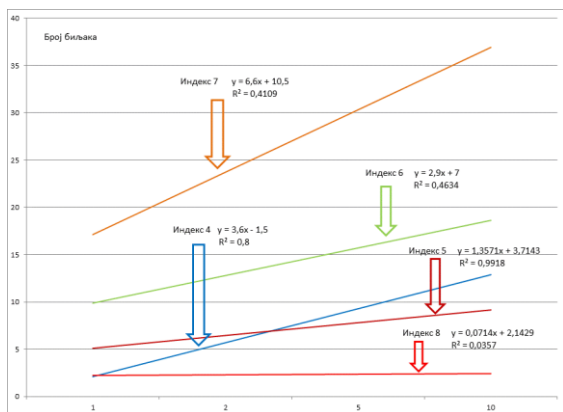
Извор: [117,118, 119]

Табела 101. Заступљеност врста одређене еколошке групе

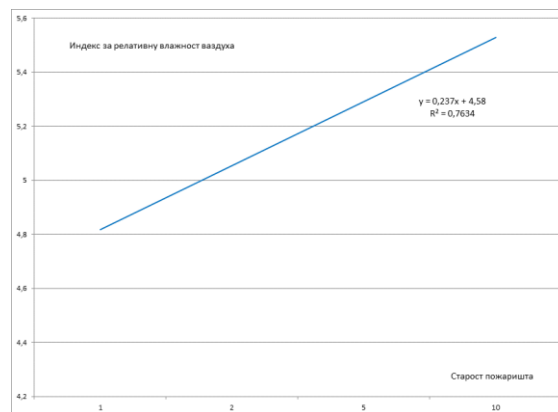
Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Релативна влажност ваздуха (RV)	1								
	2							1	
	3					3		2	
	4	3		3		12		12	
	5	25		9		36		38	
	6	13		7		18		19	
	7	5				8		9	
	8	2				3		2	
	9								

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса за релативну влажност ваздуха у зависности од старости пожаришта и тренд промене броја биљака приказани су на графиконима 60 и 61.



Графикон 60. Тренд промена броја биљака



Графикон 61. Тренд промена индекса за релативну влажност ваздуха (RV) у зависности од старости пожаришта

Извор: Оригинал

5.5.6.1.3. Однос врста према температури (Te_1)

За опстанак биљног и другог живог света неопходне су извесне минималне количине топлоте, без којих престају физиолошке функције. Процес фотосинтезе код већине биљних врста почиње при температури ваздуха од 0° до 4°C , а најповољније температуре су од 25° до 35°C . Вегетациони период почиње онда када средња температура ваздуха достигне приближно $+10^{\circ}\text{C}$, при чему је неопходно да температура земљишта буде изнад 5°C .

Дужина вегетационог периода је у директној корелацији са географском дужином, надморском висином и температуром ваздуха. За сваки степен повећања географске ширине, средња годишња температура се смањује за $0,5^{\circ}\text{C}$. За исту вредност се смањује температура ваздуха са повећањем надморске висине за 100 метара. Опис еколошких индекса за температуру ваздуха према Ellenberg-у [117,118] и Julve-у [119] приказана је у Табели 102, а заступљеност врста одређене еколошке групе у Табели 103. Спектар флорних елемената одређене еколошке групе приказан је у Табели 104.

Табела 102. Опис еколошких индекса за температуру ваздуха

Ознака Te_1	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Биљка индикатор хладноће, налази се једино на високим планинама (или на арктичким подручјима, углавном на алпским и леденим низијама)	Алске до глечерске, високомедитеранске
2	Између 1 и 3	Субалпске, оромедитеранске
3	Индикатор прохладних услова, углавном субалпске биљке	Планинске
4	Између 3 и 5	Брдске, психроатлантске
5	Индикатор топлих услова, од низија до брдских подручја, али углавном на средњим температурама	Низијске до планинске
6	Између 5 и 7	Низијске термофилне, термоатлантске, термоконтиненталне, субмедитеранске, супрамедитеранске
7	Индикатор топлих услова, на топлим низинским и брежуљкастим подручјима	Еуримедитеранске, медитеранско-атлантске
8	Између 7 и 9	Мезомедитеранске
9	Индикатор изразито топлих услова медитеранског и субмедитеранског подручја	Термомедитеранске до предпустињске

Извор: [117,118,119]

Табела 103. Заступљеност врста одређене еколошке групе

Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Температура (Te_1)	1								
	2			2		1		3	
	3	2		2		3		7	
	4	2		2		5		8	
	5	25		14		54		56	
	6	6		1		12		10	
	7	8		1		13		10	
	8					1			
	9	2		1					

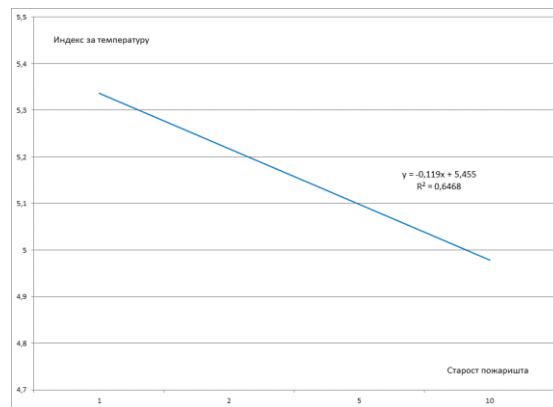
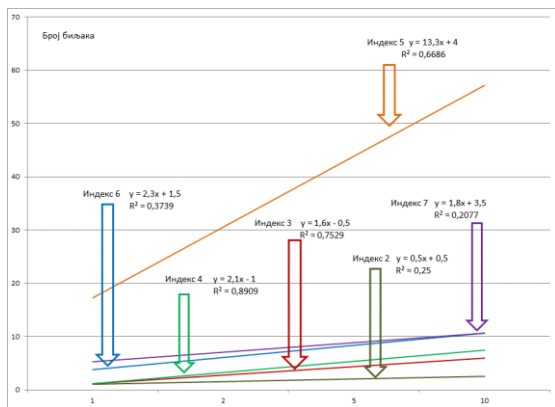
Извор: Оригинал

Табела 104. Спектар флорних елемената

Назив групе флорних елемената	Старост пожаришта			
	1	2	5	10
1. Флорни елементи северних предела	0	16	0	33
2. Средњеевропски флорни елементи	29	19	46	91
3. Субатлантски флорни елементи	1	2	7	10
4. Субмедитерански флорни елементи	14	19	23	48
5. Понтско-централно азијски флорни елементи	13	8	11	35
6. Флорни елементи пустињских предела	0	0	1	0
7. Евроазијски флорни елементи	39	26	47	101
8. Циркумполарни и космополитски флорни елементи	8	15	21	111
9. Ендемити, субендемити	0	2	0	2
10. Адвентивни	0	0	1	0

Извор: Оригинал

Тренд промене индекса за температуру ваздуха у зависности од старости пожаришта и промене броја биљака приказани су на графиконима 62 и 63.



Извор: Оригинал

Графикон 62. Тренд промене броја биљака

Графикон 63. Тренд промена индекса за температуру ваздуха (T_{e_1}) у зависности од старости пожаришта

5.5.6.1.4. Однос врста према континенталности (Ko)

Географска дистрибуција биљних врста према градијенту континенталности приказана је кроз еколошки индекс за континенталност (Табела 105). Заступљеност врста одређене еколошке групе дата је у Табели 106.

Табела 105. Опис еколошких индекса за континенталност

Ознака Ko	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Еуокеанско подручје, налази се под екстремним утицајем морске климе, превладавају еуокеански флорни елементи	Биљке морске до приморске климе
2	Океанско подручје, обухвата унутрашњост са превладавајућом морском климом и океанским флорним елементима	Хиперокеанске
3	Између 2 и 4	Океанске
4	Субокеанско подручје с доминирајућим средњоевропским флорним елементима	Субокеанске
5	Интермедијарно подручје од западне Европе до Сибира	Између 4 и 6
6	Субконтинентално подручје	Перконтиненталне
7	Између 6 и 8	Субконтиненталне
8	Континентално подручје, обухвата источну Еуропу као и посебна станишта средње Европе	Континенталне
9	Еуконтинентално подручје с екстремно континенталном климом	Хиперконтиненталне.

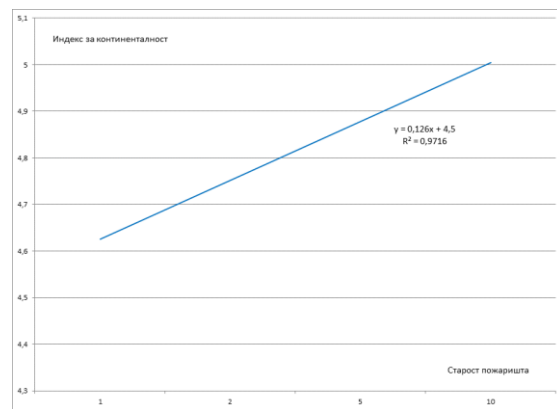
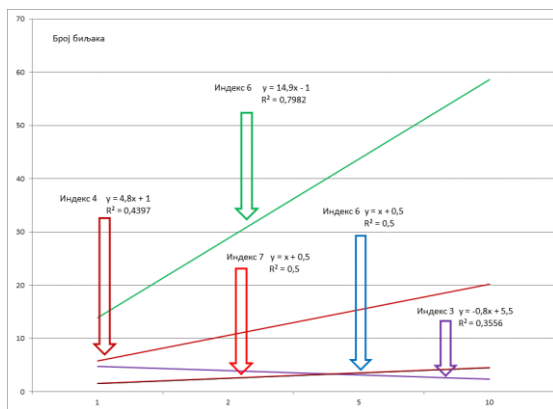
Извор: [117,118, 119]

Табела 106. Заступљеност врста одређене еколошке групе

Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Континенталност (Ко)	1								
	2			1					
	3	6		2		3		3	
	4	9		2		23		18	
	5	21		15		50		59	
	6	2				5		3	
	7	2		1		5		4	
	8								
	9								

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса за континенталност у зависности од старости пожаришта и тренд промене броја биљака приказани су на графиконима 64 и 65.



Извор: Оригинал

Графикон 64. Тренд промене броја биљака

Графикон 65. Тренд промена индекса за континенталност (Ко) у зависности од старости пожаришта

5.5.6.2 Однос врста према карактеристикама земљишта

5.5.6.2.1. Реакција земљишта (pH)

Од реакције земљишта зависи распрострањеност природне вегетације и развој разних шумских биљних заједница и условљава мобилизацију хранљивих материја у земљишту. Реакција земљишта је значајна и за интензитет хемијског

распадања минерала. Опис еколошких индекса за реакцију земљишта према Ellenberg-у [117,118] и Julve-у [119] дата је у Табели 107. Заступљеност врста одређене еколошке групе приказана је у Табели 108.

Табела 107. Опис еколошких индекса за реакцију земљишта према

Ознака рН	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Индикатори екстремне киселости, никад се не налазе на слабо киселим и базичним земљиштима, рН<3.4	Хиперацидофилне
2	Између 1 и 3, рН=3.4–4.0	Ацидофилне
3	Индикатори киселости, углавном на киселим земљиштима али изузетно и на неутралним земљиштима, рН=4.1–4.8	Између 2 и 4
4	Између 3 и 5, рН=4.5–5.2	Ацидоклине
5	Индикатори умерено киселих земљишта, само повремено се налазе на врло киселим, рН=4.9–5.6	Између 4 и 6
6	Између 5 и 7, рН=5.3–6.1	Неутроклине
7	Индикатори слабо киселих до слабо базичних земљишта, никада се не налазе на киселим земљиштима, рН=5.7–6.5	Неутрофилне
8	Између 7 и 9, рН=6.6–7.5	Базофилне
9	Индикатори базичне реакције и кречњака, увек се налазе на кречњачким земљиштима, рН>7	Хибербазофилне

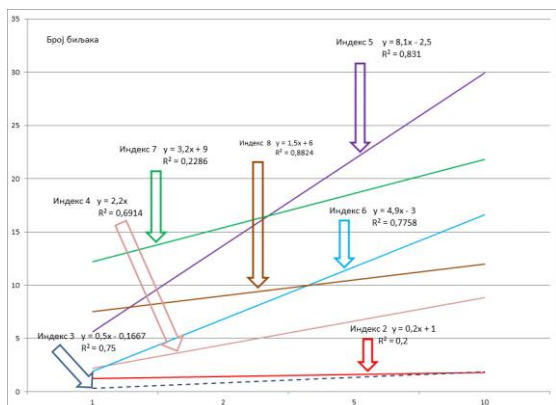
Извор: [117,118,119]

Табела 108. Заступљеност врста одређене еколошке групе

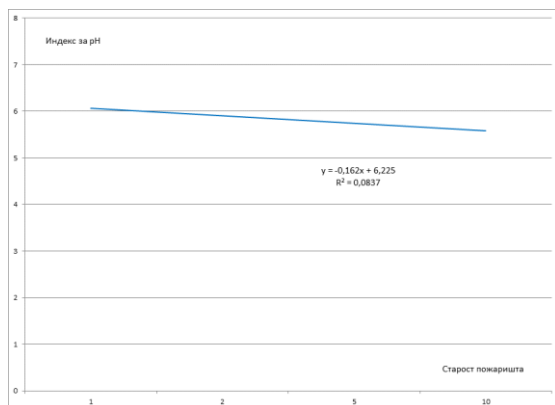
Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Реакција земљишта (рН)	1								
	2	1		2		1		2	
	3			1		1		2	
	4	1		5		9		7	
	5	9		7		25		30	
	6	5		2		12		18	
	7	17		5		25		21	
	8	8		8		11		12	
	9	6				6			

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса за киселост земљишта у зависности од старости пожаришта и тренд промене броја биљака приказана је на графиконима 66 и 67.



Графикон 66. Тренд промене броја биљака



Графикон 67. Тренд промена индекса за киселост земљишта (pH) у зависности од старости пожаришта

Извор: Оригинал

5.5.6.2.2. Влажност земљишта (VZ)

Влажност површинског слоја земљишта утиче на успех природног обнављања шума. У односу воде и биљака, треба имати у виду да биљке не примају воду директно из атмосфере, већ преко земљишта као посредника. Да би биљке биле обезбеђене водом, потребно је да је земљиште брзо упија, задржава и по потреби ставља биљкама на располагање. Опис еколошких индекса за влажност земљишта према Ellenberg-у et al. (1991, 1992) и Julve-у (2016) дата је у Табели 109.

Табела 109. Опис еколошких индекса за влажност земљишта према

Ознака VZ	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Биљке индикатори сувих станишта, ограничене на земљиштима која су често исушена	Хиперксерофилне
2	Између 1 и 3	Перксерофилне
3	Индикатори сувог станишта, чешиће се налазе на сувим него на влажним подручјима, никада на влажном земљишту	Ксерофилне
4	Између 3 и 5	Мезоксерофилне
5	Индикатори свежег (оцедног) станишта, углавном на свежим земљиштима нормалне влажности, одсутна и на мокром и на сухом земљишту.	Мезохидрофилне

Ознака VZ	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
6	Између 5 и 7	Мезохигрофилне
7	Индикатори влажних станишта, претежно на земљиштима са константном влагом и стално свежим али врло мокрим земљиштима.	Хигрофилне
8	Између 7 и 9	Хидрофилне
9	Индикатори мокрих станишта, често на слабо прозраченим земљиштима, засићенима водом	Повремено плављене
10	Индикатори повремено плављених станишта	Трајно плављене
11	Биљке укорене под водом, али бар повремено изложене изван воде, или на води	Водене флотантне
12	-	Водене субмерзне

Извор: [117,118, 119]

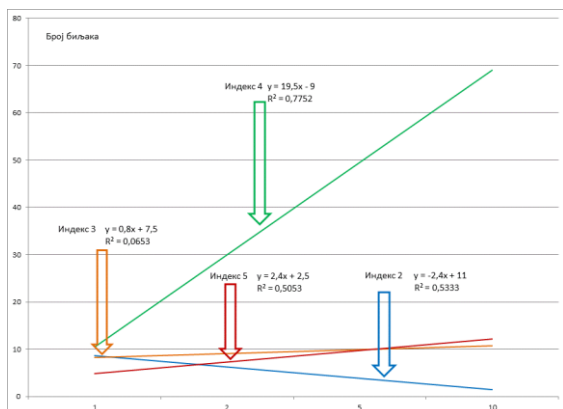
Заступљеност врста одређене еколошке групе приказана је у Табели 110.

Табела 110. Заступљеност врста одређене еколошке групе

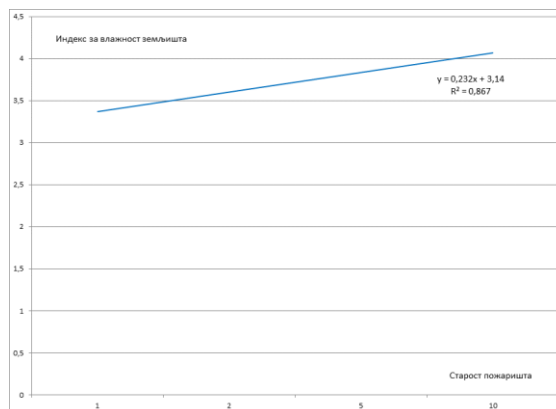
Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Влажност земљишта (VZ)	1								
	2	11		2		5		2	
	3	12		4		9		13	
	4	16		14		65		64	
	5	7		3		12		12	
	6								
	7					1			
	8								
	9								

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса за влажност земљишта у зависности од старости пожаришта и Тренд промене броја биљака приказана је на графиконима 68 и 69.



Графикон 68. Тренд промене броја биљака



Графикон 69. Тренд промена индекса за влажност земљишта (VZ) у зависности од старости пожаришта

Извор: Оригинал

5.5.6.2.3. Текстура земљишта (Te)

Структура земљишта означава степен растреситости земљишта. Механички састав и структура земљишта имају велики значај, јер од њих зависе режими влажности, топлоте и ваздуха у земљишту. Од механичког састава земљишта зависе и друге физичке особине земљишта: порозност, водопропустљивост, вододрживост, капиларност, структура и др. Механички састав земљишта често има одлучујућу одлуку за развој, распоред, дужину, тежину и укупну количину биомасе корења шумских врста [121].

Опис еколошких индекса за текстуру земљишта према Ellenberg-у [117,118] и Julve-у [119] и заступљеност врста одређене еколошке групе дата је у табелама 111-112.

Tabela 111. Опис еколошких индекса за текстуру земљишта према

Ознака Te	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1		Глина
2		Између 1 и 3
3		Прах
4		Ситан песак
5		Крупан песак
6		Ситан скелет
7		Крупан скелет
8		Каменити блокови, стене са пукотинама
9		Монолитна стена

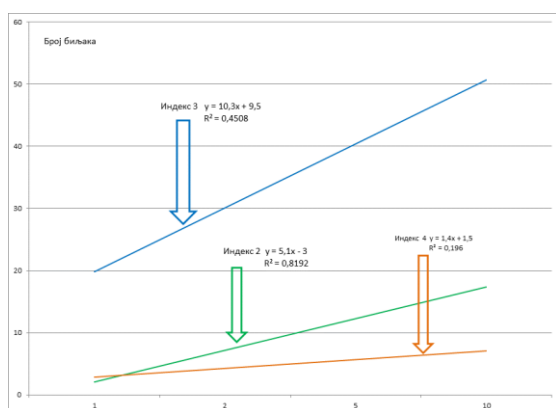
Извор: [117,118, 119]

Табела 112. Заступљеност врста одређене еколошке групе

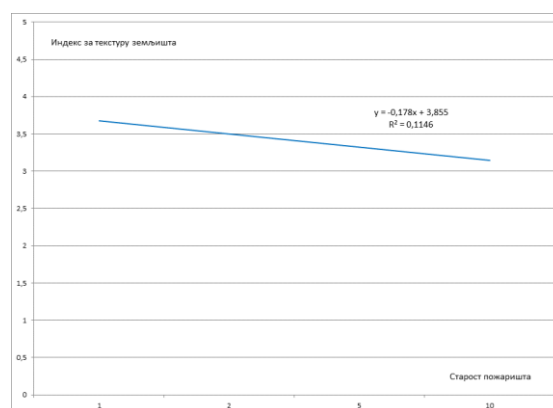
Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Текстура (Te)	1					5		2	
	2	4		3		15		17	
	3	31		9		49		52	
	4	2		3		11		4	
	5	2		1				1	
	6							1	
	7								
	8			3		1		1	
	9	1					1		

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса за текстуру земљишта у зависности од старости пожаришта и промене броја биљака дати су на графиконима 70 и 71.



Графикон 70. Тренд промене броја биљака



Графикон 71. Тренд промена индекса за текстуру земљишта (Te) у зависности од старости пожаришта

Извор: Оригинал

5.5.6.2.4. Азот (N)

Азот се у земљишту налази у облику органских и минералних једињења. Органски облик азота није директно приступачан за исхрану биљака, међутим, он представља потенцијалну резерву минералног облика азота. Органски део азота се највише налази у хумусу, потом у неспецифичној органској материји земљишта, а води порекло од остатака биљака, животиња, микоорганизама. Количина укупног

азота у земљишту зависи од следећих природних фактора: клима, вегетација, топографија, матична стена, старост земљишта.

Заступљеност врста одређеној еколошкој групи биљака, на основу индикаторских вредности анализираних фактора, приказана је у табелама 113 и 114.

Табела 113. Опис еколошких индекса за азот

Ознака N	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Индикатори станишта изразито сиромашних азотом	Хиперолиготрофне
2	Између 1 и 3	Олиготрофне
3	Индикатори станишта умерено сиромашних азотом	Између 2 и 4
4	Између 3 и 5	Мезоолиготрофне
5	Индикатори средње доступности азотом	Мезотрофне
6	Између 5 и 7	Мезоеутрофне
7	Земљишта богата азотом	Између 6 и 8
8	Између 7 и 9	Еутрофне
9	Земљишта изразито богата азотом, екстремно плодна	Политрофне

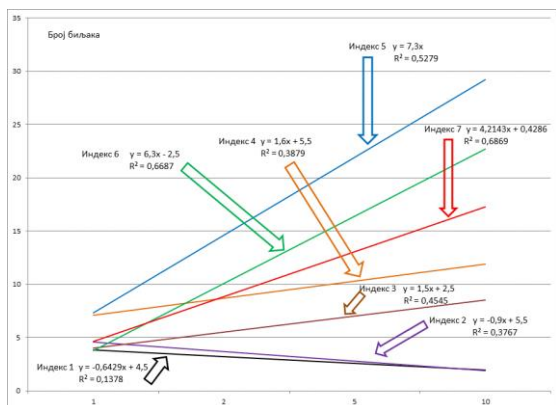
Извор: [117,118, 119]

Табела 114. Заступљеност врста одређене еколошке групе

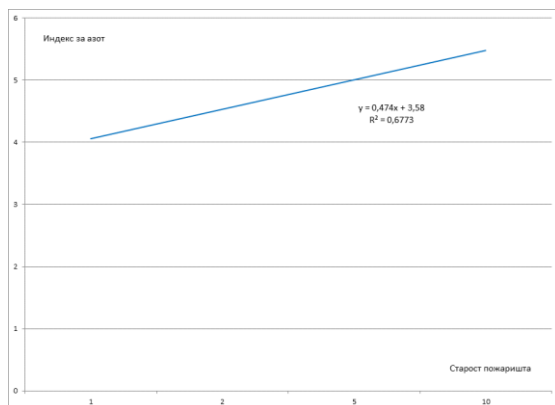
Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Азот (N)	1	2		6				1	
	2	6		2		2		3	
	3	6		3		6		10	
	4	9		5		12		12	
	5	11		4		32		26	
	6	9		2		17		25	
	7	3				18		14	
	8	1		1		2			
	9					1		1	

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса за текстуру земљишта у зависности од старости пожаришта и промене броја биљака дати су на графиконима 72 и 73.



Графикон 72. Тренд промене броја биљака



Извор: Оригинал
Графикон 73. Тренд промена индекса за азот (N) у зависности од старости пожаришта

5.5.6.2.5. Органска материја (Om)

Мртва шумска простирка је сложени органски комплекс састављен од мртвих органских отпадака биљака, животиња и микоорганизама. Шумска простирка утиче на плодност земљишта. Хумусне материје распадањем стварају резерве азотних једињења у земљишту, неопходне биљкама. Значај хумуса је и у томе што представља извор угљен-диоксида у земљишту. Шумска простирка се процесом хумификације распада на ситније органске делове, које у том облику на различите начине доспевају у земљиште. Процес коначног претварања органске материје у неорганска једињења назива се минерализација и представља последњу етапу у растварању простирке. Опис еколошких индекса за органску материју и заступљеност врста одређене еколошке групе приказане су у табелама 115 и 116.

Tabela 115. Опис еколошких индекса за органску материју

Ознака	Опис индекса	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
Te		
1		Литосол, ареносол
2		Карбонатни мул
3		Мул
4		Мул-модер
5		Модер
6		Мор, хидромор, ксеромор
7		Ранкер, тангел
8		Анмор, гитија
9		Тресет

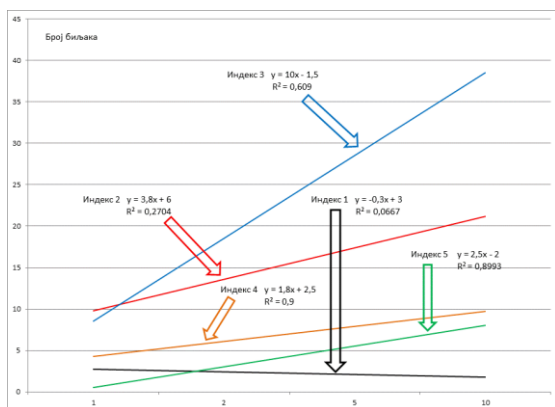
Извор: [117,118, 119]

Табела 116. Заступљеност врста одређене еколошке групе

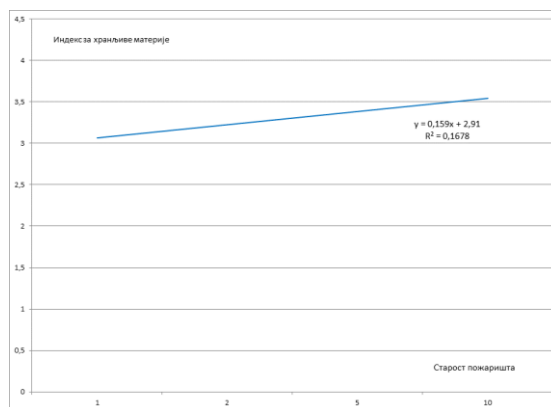
Еколошки фактор	Вредности	Старост пожаришта/број биљака							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Органска материја (Om)	1	4		1		1		3	
	2	16		2		22		22	
	3	12		7		41		34	
	4	5		5		8		10	
	5	1		3		4		9	
	6			1				1	
	7							1	
	8	1				5		3	
	9	1							

Извор: Оригинал

Тренд промена индекса за органску материју у зависности од старости пожаришта и промене броја биљака приказани су на графиконима 74 и 75.



Графикон 74. Тренд промене броја биљака



Графикон 75. Тренд промена индекса за органску материју (Om) у зависности од старости пожаришта

Извор: Оригинал

5.5.7. Анализа основних компоненти (PCA) и факторска анализа (FA)

PCA и FA су примењене да би се утврдила варијабилност података (вредности еколошких индекса према Julve-у [119] између и унутар истраживаних пожаришних површина и да би се одабрале најбоље варијабле за дискриминацију. Резултати ових анализа су представљени нумерички и графички.

5.5.7.1. Анализа основних компоненти (PCA)

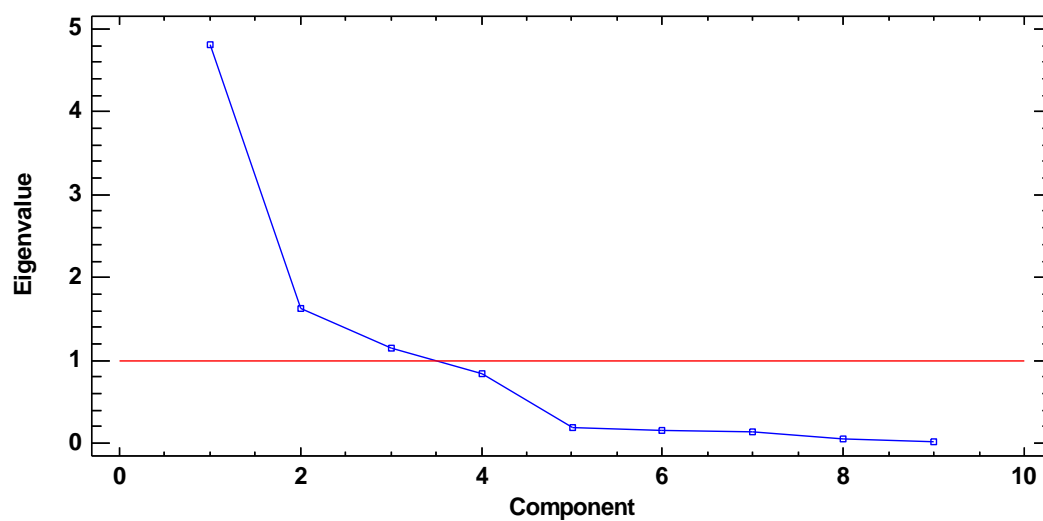
5.5.7.1.1. Анализа основних компоненти (PCA) код старости пожаришта 1 година

У анализи основних компоненти (PCA) података који се односе на површине проучаване у првој години после пожара издвојене су три компоненте (Графикон 76). Резултати ове анализе приказани су нумерички у Табели 117. Према добијеним својственим и процентуалним вредностима, прве две компоненте (координате) су довољне да објасне 71,68% од укупне варијабилности коришћених података. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) доприноси укупној варијабилности података (по првој, другој и трећој оси) приказане су у Табели 118.

Табела 117. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

Компонента број	Година после пожара: 1		
	<i>Eigenvalue</i>	Процент варијансе	Процент кумулативно
1	4.817	53.523	53.523
2	1.634	18.155	71.677
3	1.143	12.701	84.378
4	0.847	9.410	93.788
5	0.193	2.142	95.930
6	0.164	1.822	97.753
7	0.132	1.468	99.221
8	0.057	0.631	99.852
9	0.013	0.148	100.000

Извор: Оригинал



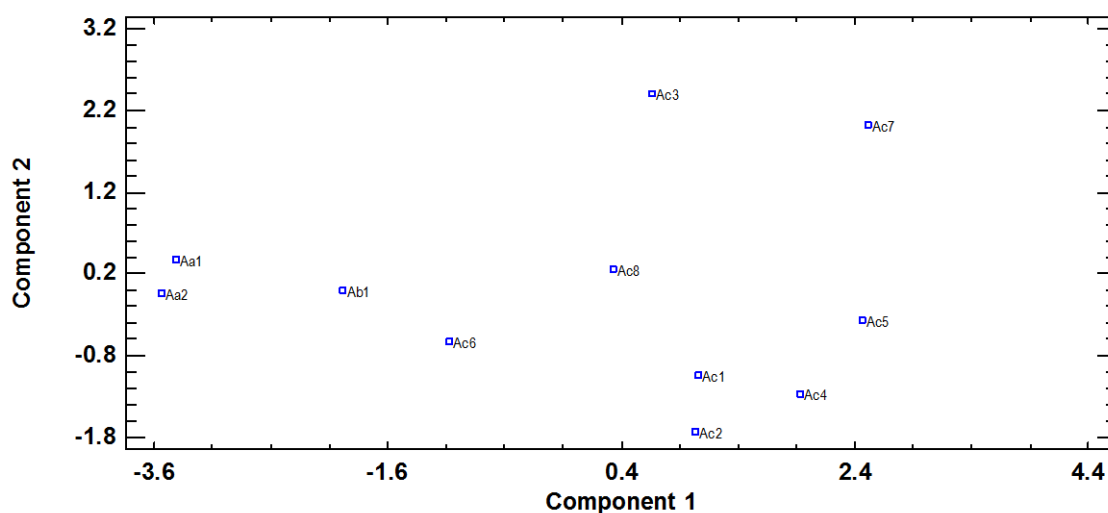
Извор: Оригинал

Графикон 76. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (1. година пожаришта)

Табела 118. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

	Година после пожара: 1		
	Компонента		
	1	2	3
SV	0.361	0.209	0.422
RF	-0.378	0.258	-0.238
Te_1	0.337	0.404	0.276
Ko	-0.184	-0.557	0.450
pH	0.397	0.130	-0.233
VZ	-0.407	0.265	0.019
Te	0.184	0.215	-0.410
N	-0.221	0.483	0.506
Om	-0.417	0.224	-0.084

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 77. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожаришних површина (1. година пожаришта)

На графикону тачака расејања (Графикон 77) види се геометријска дистанца између истраживаних поља и може се запазити варијабилност између њих. Према првој компоненти, истраживана поља су међу собом раздвојена у две групе. Једну групу чине површине Aa1 и Aa2 (мешовите буково-јелове шуме на карбонатима), другу – Ab1 (западнобалканске црноборове шуме на серпентиниту) и површине са ознаком Ac (Ac1, Ac2 – западнобалканске црноборове шуме на серпентиниту; Ac3 – мезијске монодоминантне брдске букове шуме; Ac4, Ac5, Ac6, Ac7, Ac8 – вештачки подигнуте састојине црног бора). Појединачна поља из друге групе су дисперзног распореда, што указује на приближан ниво варијабилности унутар ове групе и између група.

5.5.7.1.2. Анализа основних компоненти (PCA) код старости пожаришта 2 године

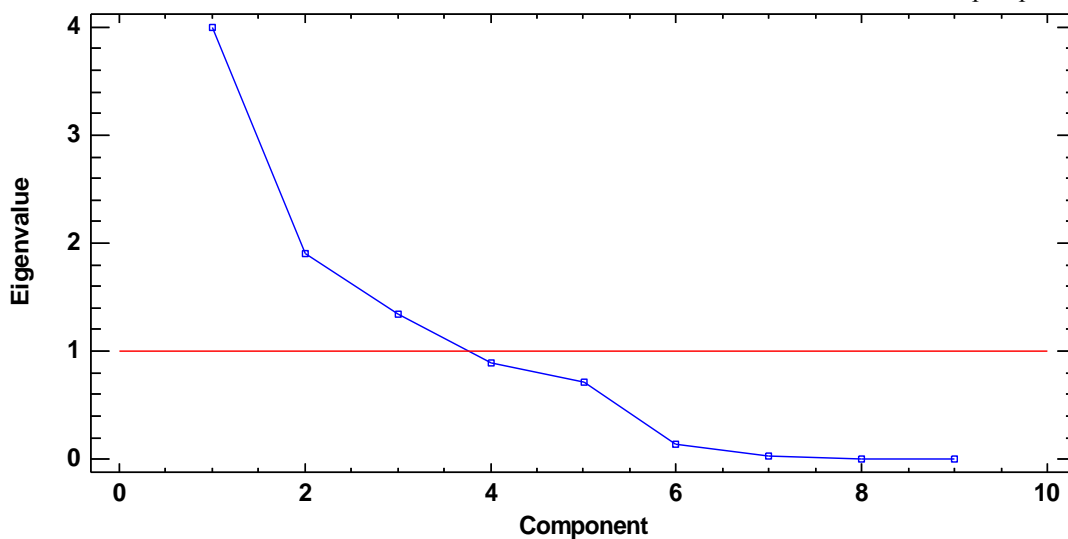
У PCA која се односи на опожарене површине анализирани две године после избијања пожара издвојене су три компоненте (Графикон 78). Резултати анализе приказани су нумерички у Табели 119. Према добијеним својственим и процентуалним вредностима, прве две компоненте су довољне да објасне 65,54%

од укупне варијабилности коришћених података. Допринос еколошких индекса укупној варијабилности података (по компонентама) приказан је у Табели 120.

Табела 119. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

Компонента број	Година после пожара: 2		
	<i>Eigenvalue</i>	Процент варијансе	Процент кумулативн ^о
1	3.992	44.354	44.354
2	1.907	21.185	65.540
3	1.339	14.882	80.421
4	0.886	9.846	90.267
5	0.707	7.855	98.122
6	0.142	1.576	99.698
7	0.027	0.302	100.000
8	0.000	0.000	100.000
9	0.000	0.000	100.000

Извор: Оригинал



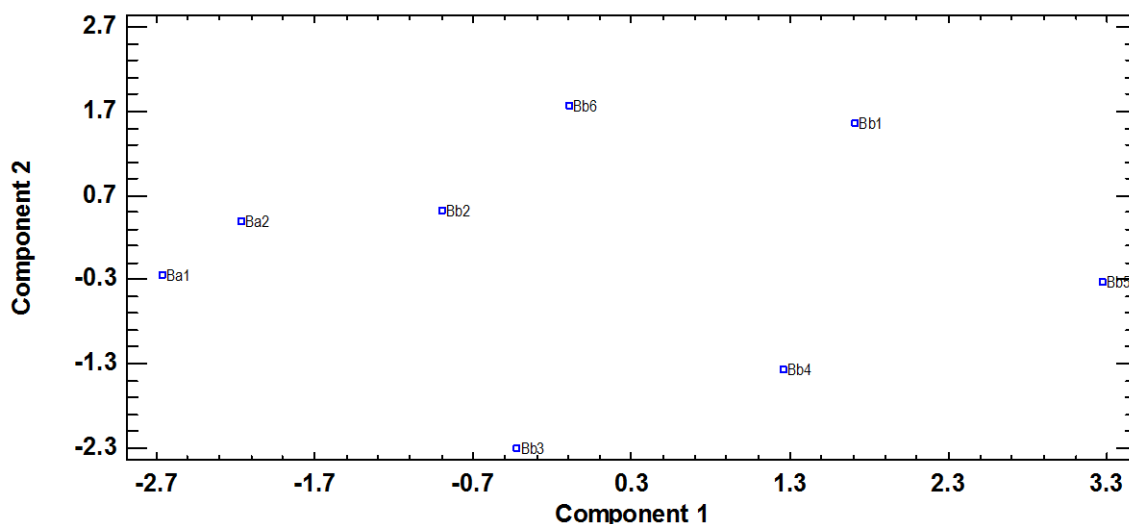
Извор: Оригинал

Графикон 78. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (2. година пожаришта)

Табела 120. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

	Година после пожара: 2		
	Компонента		
	1	2	3
SV	0.247	-0.212	0.698
RF	0.041	0.470	-0.082
Te_1	0.034	0.561	0.275
Ko	-0.158	-0.482	-0.405
pH	-0.435	-0.124	0.276
VZ	-0.387	-0.170	0.350
Te	0.420	-0.348	0.118
N	-0.437	-0.060	0.202
Om	0.453	-0.136	0.114

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 79. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожаришних површина (2. година пожаришта)

На графикону тачака расејања (Графикон 79) види се геометријска дистанца и варијабилност између истраживаних поља. Поља су међу собом раздвојена у две хомогене групе. Прву групу чине Va1 и Va2 (западнобалканске црноборове шуме на серпентиниту), а другу – све површине са ознаком Bb (балканске ацидофилне смрчеве шуме). Појединачна поља из друге групе, дисперзног распореда, указују на велику варијабилности унутар групе, приближну варијабилности установљеној између група.

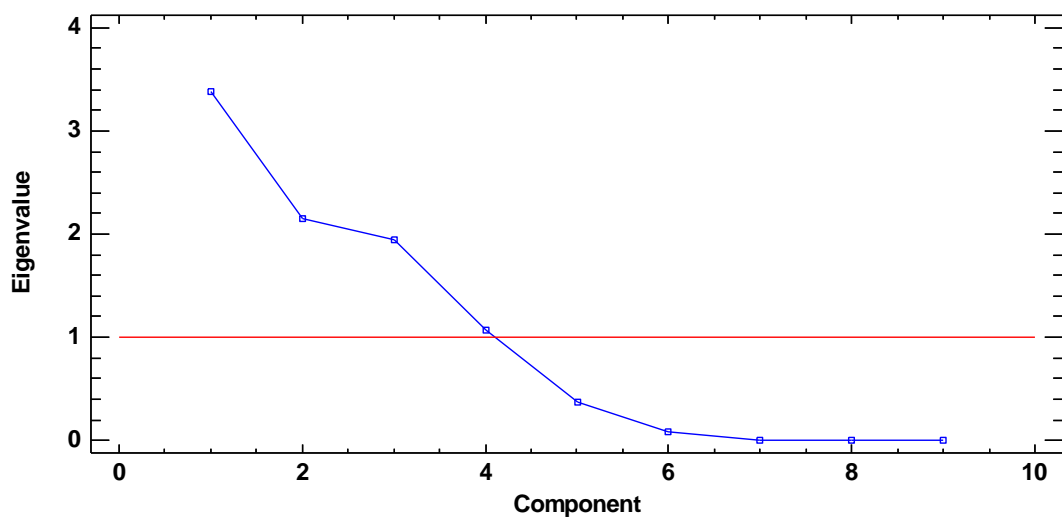
5.5.7.1.3. Анализа основних компоненти (РСА) код старости пожаришта 5 година

У РСА за опожарене површине анализиране пет година после пожара издвојене су четири компоненте (Графикон 80). Резултати ове анализе приказани су нумерички у Табели 121. Према својственим и процентуалним вредностима, прве две компоненте су довољне да објасне 61,41% од укупне варијабилности података. У којој мери еколошки индекси доприносе укупној варијабилности података види се у Табели 122.

Табела 121. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

Компонента број	Година после пожара: 5		
	<i>Eigenvalue</i>	Процент варијансе	Процент кумулативн ^о
1	3.376	37.509	37.509
2	2.151	23.898	61.407
3	1.947	21.638	83.046
4	1.068	11.862	94.908
5	0.367	4.083	98.990
6	0.084	0.937	99.927
7	0.007	0.073	100.000
8	0.000	0.000	100.000
9	0.000	0.000	100.000

Извор: Оригинал



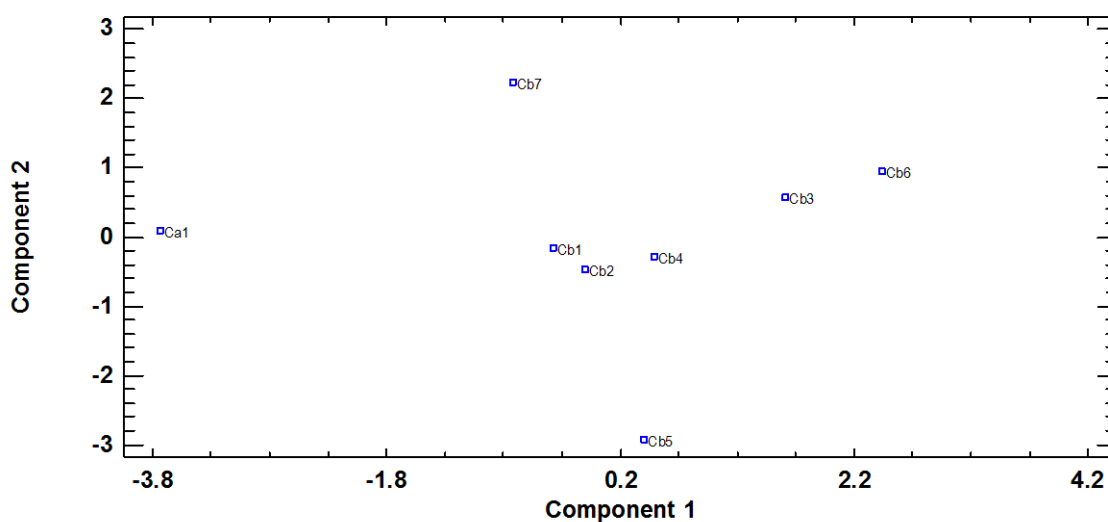
Извор: Оригинал

Графикон 80. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (5. година пожаришта)

Табела 122. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

	Година после пожара: 5			
	Компонента			
	1	2	3	4
SV	-0.030	0.201	0.570	0.460
RF	-0.307	0.298	-0.458	0.256
Te_1	-0.423	0.283	0.234	-0.299
Ko	0.394	-0.054	-0.187	0.578
pH	0.173	0.595	0.129	-0.215
VZ	-0.393	-0.426	-0.130	-0.173
Te	0.062	-0.446	0.533	-0.004
N	-0.422	0.173	0.226	0.309
Om	-0.452	-0.152	-0.083	0.358

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 81. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожаришних површина (5. година пожаришта)

На графикону тачака расејања (Графикон 81) види се дистанца и варијабилност између истраживаних поља. Према првој компоненти, поља су јасно раздвојена у две групе. Површина Ca1 (мезијске монодоминантне брдске букове шуме) је јасно одвојена од свих осталих истраживаних опожарених површина (Cb1 – вештачки подигнута састојина црног бора; Cb2, Cb3, Cb4, Cb5, Cb6 и Cb7 – мезијске планинске букове шуме на кречњаку). Распоред поља са ознаком Cb указује на варијабилност унутар групе, која се може упоредити са варијабилношћу установљеном између две групе.

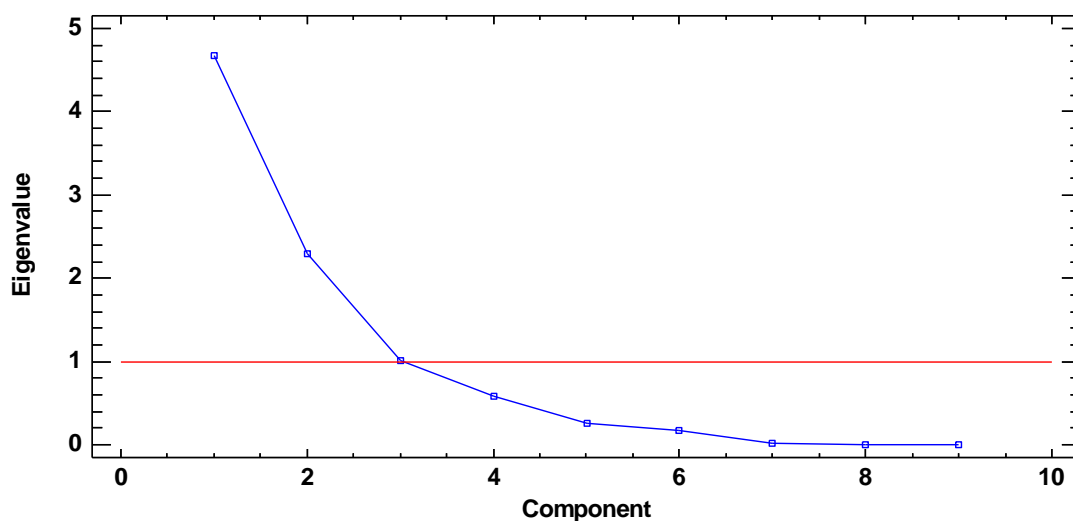
5.5.7.1.4. Анализа основних компоненти (РСА) код старости пожаришта 10 година

У РСА за опожарене површине анализиране 10 година по избијању пожара издвојене су три компоненте (Графикон 82). Резултати ове анализе приказани су нумерички у Табели 123. Према својственим и процентуалним вредностима, прве две компоненте довољне су да објасне 77.51% од укупне варијабилности података. Допринос еколошких индексâ укупној варијабилности података представљен је у Табели 124.

Табела 123. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

Компонента број	Година после пожара: 10		
	<i>Eigenvalue</i>	Процент варијансе	Процент кумулативнo
1	4.676	51.953	51.953
2	2.300	25.555	77.508
3	1.011	11.233	88.742
4	0.581	6.450	95.192
5	0.250	2.781	97.973
6	0.165	1.830	99.803
7	0.012	0.129	99.933
8	0.006	0.067	100.000
9	0.000	0.000	100.000

Извор: Оригинал



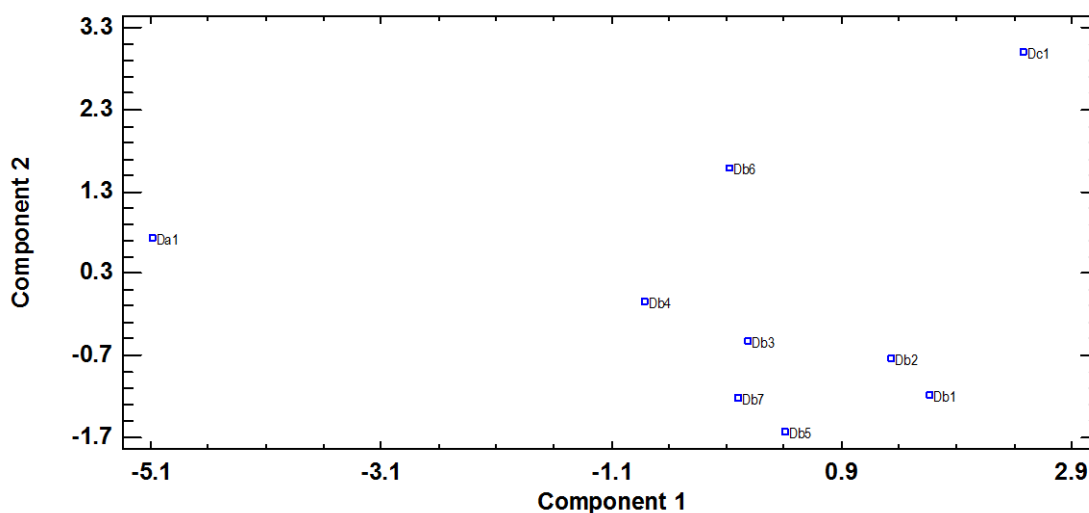
Извор: Оригинал

Графикон 82. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (10. година пожара)

Табела 124. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

	Година после пожара: 10		
	Компонента		
	1	2	3
SV	0.423	0.069	-0.124
RF	-0.443	0.141	-0.157
Te_1	-0.049	0.423	0.736
Ko	-0.347	-0.392	-0.005
pH	0.144	-0.463	0.544
VZ	-0.436	-0.065	-0.184
Te	0.360	-0.134	-0.086
N	-0.305	-0.424	0.259
Om	-0.263	0.475	0.117

Извор: Оригинал



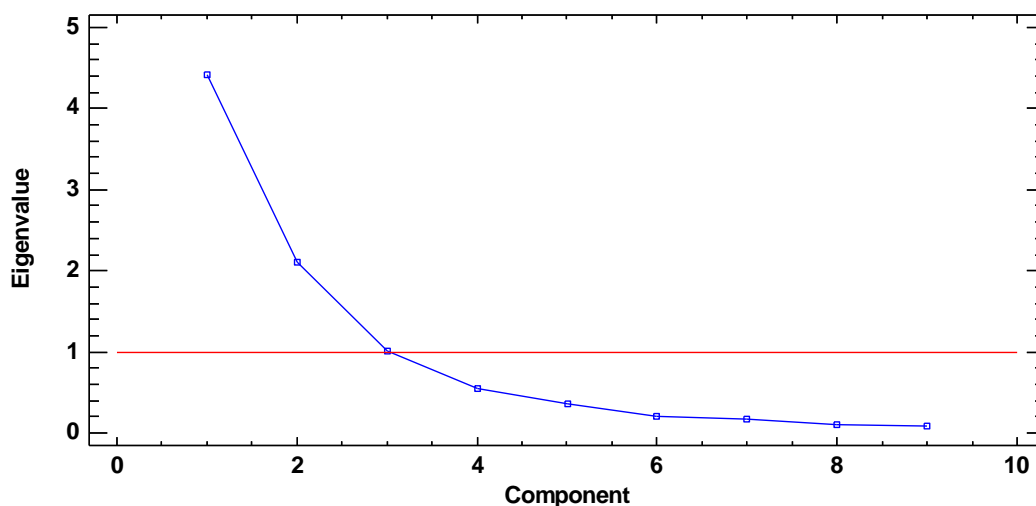
Извор: Оригинал

Графикон 83. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожаришних површина (10. година пожаришта)

На графикону тачака расејања (Графикон 83) види се дистанца и варијабилност између истраживаних пожаришних поља. Поља су јасно груписана у три хомогене групе. Издвајају се поља Da1 (мезијске монодоминантне брдске букове шуме) и Dc1 (западнобалканске црноборове шума на серпентиниту), док су све површине са ознаком Db у једној групи (мешовите буково-јелове шуме на карбонатима).

5.5.7.1.5. Анализа основних компоненти (РСА) за пожаришта после 1, 2, 5 и 10 година

У анализи опожарених површина за сва четири периода од избијања пожара (1, 2, 5, 10 година) издвојене су три компоненте (Графикон 84). Нумерички резултати су приказани у Табели 125 и 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) (Табела 126).



Извор: Оригинал

Графикон 84. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (1, 2, 5. и 10. година пожаришта)

Табела 125. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

Компонента број	Година после пожара: 1+2+5+10		
	<i>Eigenvalue</i>	Процент варијансе	Процент кумулативни
1	4.413	49.038	49.038
2	2.111	23.463	72.501
3	1.007	11.187	83.688
4	0.554	6.161	89.850
5	0.356	3.959	93.808
6	0.204	2.264	96.072
7	0.173	1.927	98.000
8	0.097	1.076	99.075
9	0.083	0.925	100.000

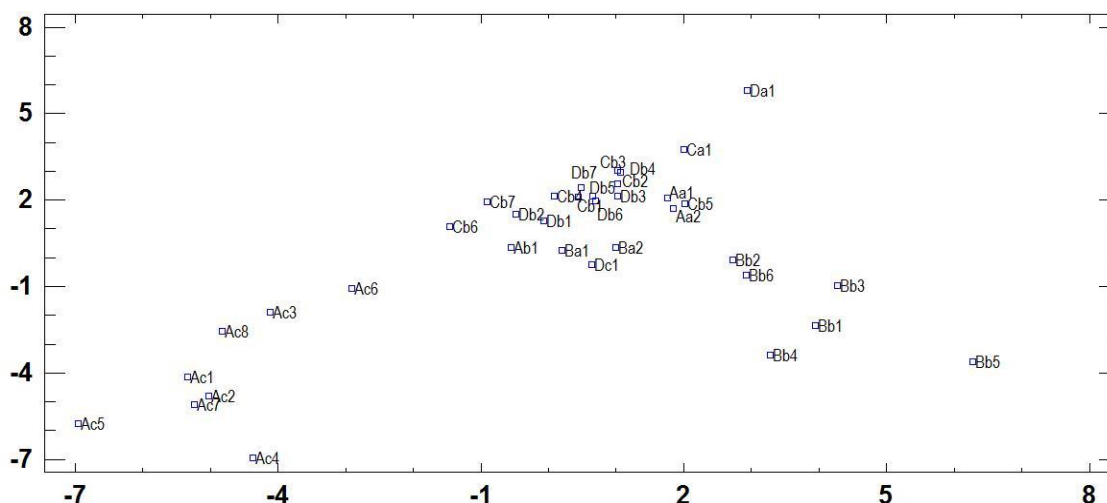
Извор: Оригинал

Дводимензионални приказ тачака расејања (Графикон 85) добијен је ротацијом (varimax) у FA. На графикону се види геометријска дистанца између истраживаних поља и варијабилност између њих. 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.

Табела 126. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података

	Година после пожара: 1+2+5+10			Процена групе	Варијанса
	Фактор				
	1	2	3		
SV	-0.460600	-0.443440	0.579858	0.745034	0.254966
RF	0.565739	0.715704	-0.195610	0.870557	0.129443
Te_1	-0.366290	-0.128890	0.780362	0.759748	0.240252
Ko	-0.017640	0.177401	-0.894270	0.831498	0.168502
pH	-0.849650	0.003353	0.354665	0.847696	0.152304
VZ	0.358861	0.834394	-0.296060	0.912647	0.087353
Te	0.660707	-0.630860	0.095156	0.843570	0.156430
N	-0.123360	0.885973	-0.130430	0.817179	0.182521
Om	0.911849	0.229883	-0.140340	0.904011	0.095989

Извор: Оригинал



Извор: Оригинал

Графикон 85. Двострански приказ дистрибуције истраживаних пожаришних површина (1, 2, 5. и 10. година пожаришта)

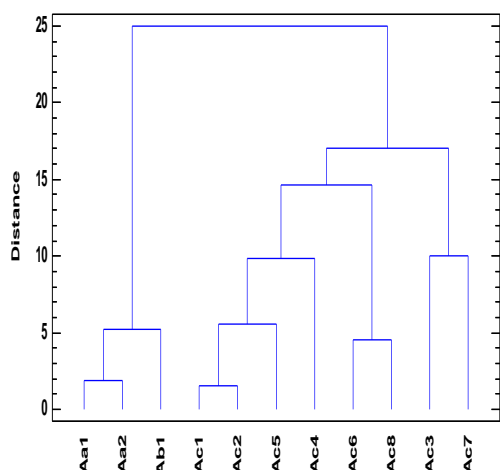
5.5.7.2. Кластер-анализа (СА)

Везе између опожарених површина испитане су кластер-анализом (СА). За Са је коришћена UPGMA метода (the unweighted pair-group method with arithmetic mean [122], заснована на квадратним Еуклидовим дистанцама (squared Euclidean distances).

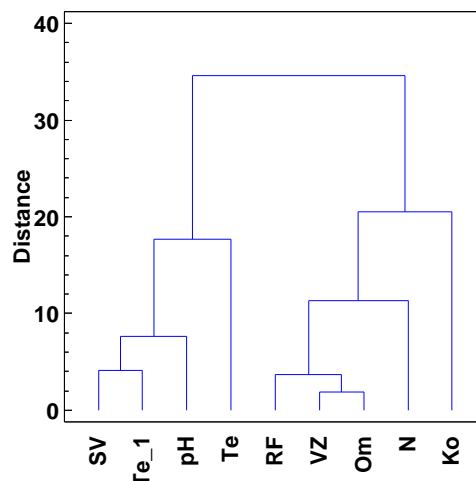
5.5.7.2.1. Кластер-анализа за опожарене површине старости 1 година

Кластер-анализа опожарених површина у првој години после избијања пожара приказана је на Графикону 86. Из добијеног кластера се могу издвојити два подкластера. Један који обухвата површине Aa1, Aa2 и Ab1 и други који чине површине Ac1, Ac2, Ac5, Ac4, Ac6, Ac8, Ac3, Ac7. У првом подкластеру, најнижи ниво повезивања ($d=1.92081$) имају површине Aa1 и Aa2 (западнобалканске црноборове шуме на серпентиниту), које са Ab1 (на $d=5.21552$) (вештачки подигнута састојина црног бора) образују једну групу (подкластер). У другом подкластеру, најнижи ниво повезивања ($d=1.58536$) имају Ac1 и Ac2 (западнобалканске црноборове шуме на серпентиниту), док се наредни нивои повезивања остварују са Ac5 ($d=5.59046$) и Ac4 ($d=9.8444$), потом и са групама површина Ac6, Ac8 ($d=14.641$), односно Ac3, Ac7 ($d=17.0464$). Са изузетком Ac3 (станиште мезијске монодоминантне брдске букове шуме), ове површине су под вештачким подигнутим састојинама црног бора.

Кластер-анализа еколошких индекса опожарених површина у првој години после пожара приказана је на Графикону 87. Из кластера се могу издвојити два подкластера. Први подкластер обухвата еколошке индексе за светлост (SV), температуру (Te_1), реакцију земљишта (pH) и текстуру земљишта (Te). У првом подкластеру, најнижи ниво повезивања ($d=4.06487$) остварује се између SV и Te_1 . На извесној дистанци ($d=7.53182$) надовезује се pH, потом Te ($d=15.0563$). Други подкластер обухвата еколошке индексе за влажност земљишта (VZ), органске материје (Om), релативну влажност ваздуха (RF), азот (N) и континенталност (Ko). У овоме подкластеру, најнижи ниво повезивања ($d=1.87584$) имају индекси VZ и Om. За њих се на извесној дистанци ($d=3.58554$), везује RF, а на већим дистанцама N ($d=9.38116$) и Ko ($d=18.8211$).



Графикон 86. Дендрограм за старост пожаришта 1 година



Извор: Оригинал

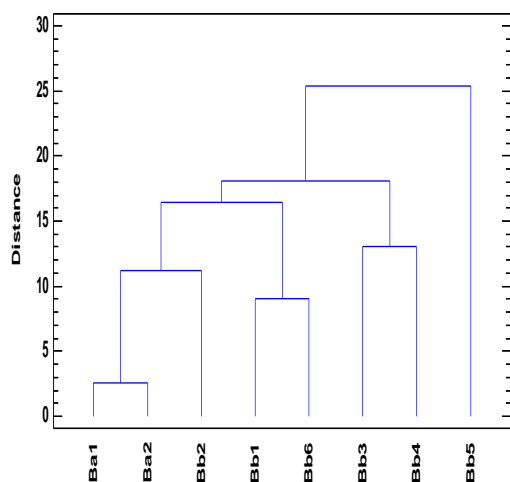
Графикон 87. Дендрограм за еколошке индексе за старост пожаришта 1 година

5.5.7.2.2. Кластер-анализа за опожарене површине старости 2 године

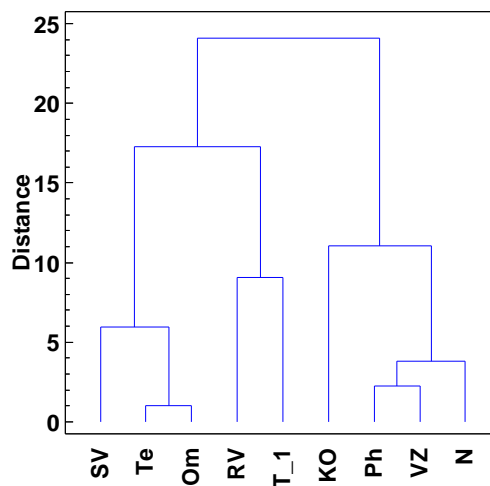
Кластер-анализа за површине које су анализирани две године по избијању пожара приказана је на Графикону 88. Најнижи ниво повезивања ($d=2.54929$) имају Ва1 и Ва2 (западнобалканске црноборове шуме на серпентиниту), којима се на извесној удаљености ($d=11.2272$) придружује Вb2, потом ($d=16.4772$) група сачињена од површина Вb1, Вb6 (балканске ацидофилне смрчеве шуме). На нешто већој дистанци ($d=18.0441$), остварује се веза и са групом површина Вb3, Вb4, а на највећој дистанци ($d=25.3642$) са површином Вb5 (такође балканске ацидофилне смрчеве шуме).

Кластер-анализа еколошких индекса за опожарене површине у другој години ревитализације приказана је на Графикону 89. На дендрограму је могуће издвојити два подкластера. Први, који обухвата еколошке индексе за светлост (SV), текстуру земљишта (Te), органске материје (Om), релативну влажност ваздуха (RV) и температуру (Te_1), и други, који обухвата континенталност (Ko), реакцију земљишта (pH), влажност земљишта (VZ) и азот (N). У оквиру првога подкластера, најнижи ниво повезивања ($d=1.00602$) имају Te и Om, а на извесној дистанци ($d=5.38542$) везује се SV. Ова група, на већем одстојању ($d=14.9936$), остварује везу са групом коју чине RV и Te_1. У другом кластеру, најнижи ниво

повезивања ($d=2.26139$) имају рН и VZ, који на мањој дистанци ($d=3.47387$) остварују везу са N, а на већој дистанци ($d=9.98936$) са Ко.



Графикон 88. Дендрограм за старост пожаришта 2 године



Извор: Оригинал

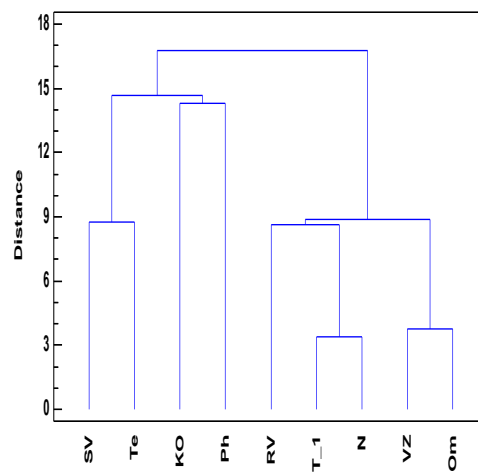
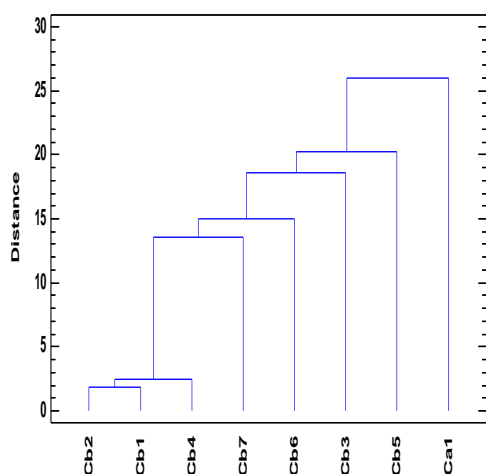
Графикон 89. Дендрограм за еколошке индексе старости пожаришта 2 године

5.5.7.2.3. Кластер-анализа за опожарене површине старости 5 година

Кластер-анализа опожарених површина у петој години ревитализације представљена је на Графикону 90. Најнижи ниво повезивања ($d=1.87536$) остварује се између Cb2 и Cb1, којима се на релативно малој дистанци ($d=2.51423$) придружује Cb4 (мезијске планинске букове шуме на кречњаку и вештачки подигнута састојина црног бора). На видно већим дистанцама, редом се надовезују Cb7 ($d=13.5963$), Cb6 ($d=15.018$), Cb3 ($d=18.5779$) и Cb5 ($d=20.2555$) (мезијске планинске букове шуме на кречњаку), док се на највећој дистанци ($d=25.9732$) остварује веза са Ca1 (мезијска монодоминантна брдска букова шума).

Кластер-анализа еколошких индекса за површине анализиране у петој години после пожара приказана је на Графикону 91. На дендрограму се учвајају два подкластера. Први обухвата еколошке индексе за светлост (SV), текстуру земљишта (Te), континенталност (KO) и реакцију земљишта (pH). У оквиру овога

кластера, најнижи ниво повезивања ($d=8.73084$) установљен је између SV и Te. Наредни ниво повезивања ($d=14.6362$) остварује се са групом коју чине KO и рН. Други подкластер обухвата еколошке индексе за релативну влажност ваздуха (RV), температуру (Te_1), азот (N), влажност земљишта (VZ) и садржај органских материја (Om). Најнижи ниво повезивања ($d=3.39873$) имају Te_1 и N, којима се на извесној дистанци ($d=8.64767$) придружује RV и са њима образује једну групу. На нешто већој дистанци ($d=8.89856$), надовезује се група коју чине VZ и Om.



Извор: Оригинал

Графикон 90. Дендрограм за старост пожарашта 5 година

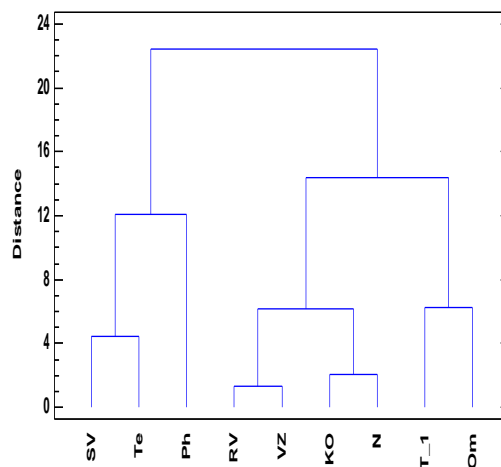
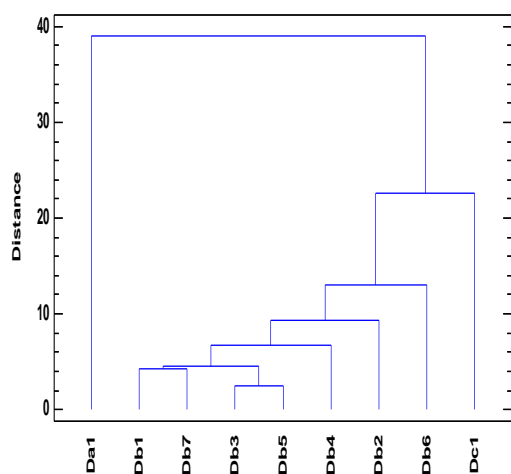
Графикон 91. Дендрограм за еколошке индексе старости пожарашта 5 година

5.5.7.2.4. Кластер-анализа за опожарене површине старости 10 година

Кластер-анализа опожарених површина у десетој години после избијања пожара приказана је на Графикону 92. Из дендрограма се види да се на најмањој дистанци ($d=2.4434$) везују површине Db3 и Db5, које чине хомогену групу површина, везану на релативно малој дистанци ($d=4.52203$), са хомогеном групом коју образују Db1 и Db7. На нешто већим дистанцама редом се надовезују површине Db4 ($d=6.75127$), Db2 ($d=9.34183$), Db6 ($d=13.085$) (све површине су станишта мешовитих буково-јелових шума на карбонатима). На видно већој дистанци ($d=22.6392$), везује се површина Dc1 (западнобалканске црноборове

шуме на серпентиниту), док се највиши ниво повезивања ($d=39.0605$) остварује са површином Da1 (мезијске монодоминантне брдске букове шуме).

Кластер-анализа еколошких индекса за ове опожарене површине приказана је на Графикону 93. У кластеру се могу издвојити два подкластера. Први подкластер обухвата еколошке индексе за светлост (SV), текстуру земљишта (Te) и реакцију земљишта (pH). У оквиру овога кластера, најнижи ниво повезивања ($d=4.45126$) је установљен између SV и Te, док се на извесној дистанци ($d=12.1095$) остварује веза са pH. Други подкластер обухвата релативну влажност ваздуха (RV), влажност земљишта (VZ), континенталност (KO), азот (N), температуру ваздуха (Te_1) и органске материје (Om). Индекси RV и VZ имају најнижи ниво повезивања ($d=1.33338$). Наредни ниво повезивања ($d=6.18206$) остварује се са KO и N, а на највећој дистанци ($d=14.3597$) везује се група коју чине Te_1 и Om.



Извор: Оригинал

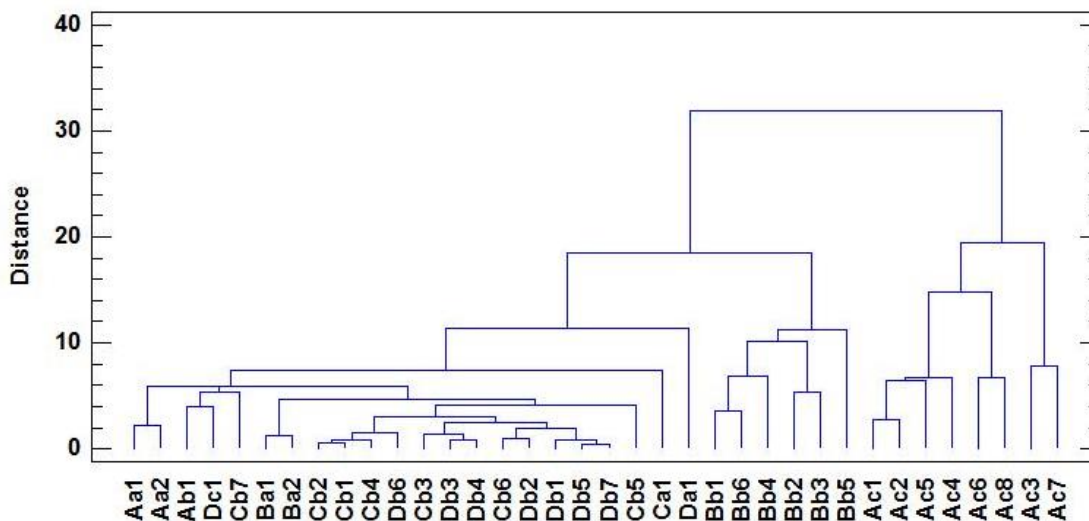
Графикон 92. Дендрограм за старост пожаришта 10 година

Графикон 93. Дендрограм за еколошке индексе старости пожаришта 10 година

5.5.7.2.5. Кластер-анализа за опожарене површине старости 1, 2, 5 и 10 година

За четири периода од избијања пожара представљена је кластер-анализа проучаваних пожаришних површина. На дендрограму се могу издвојити три главна кластера (Графикон 94). Први кластер чине све истраживане површине из пете и десете године од избијања пожара, три површине из прве (Aa1, Aa2, Ab1),

као и две површине из друге године (Va1, Va2). Други издвојени кластер обухвата већину површина из друге године, а трећи кластер – већину површина из прве године пожаришта.



Извор: Оригинал

Графикон 94. UPGMA дендрограм за све истраживане површине пожаришта (1, 2, 5. и 10. година)

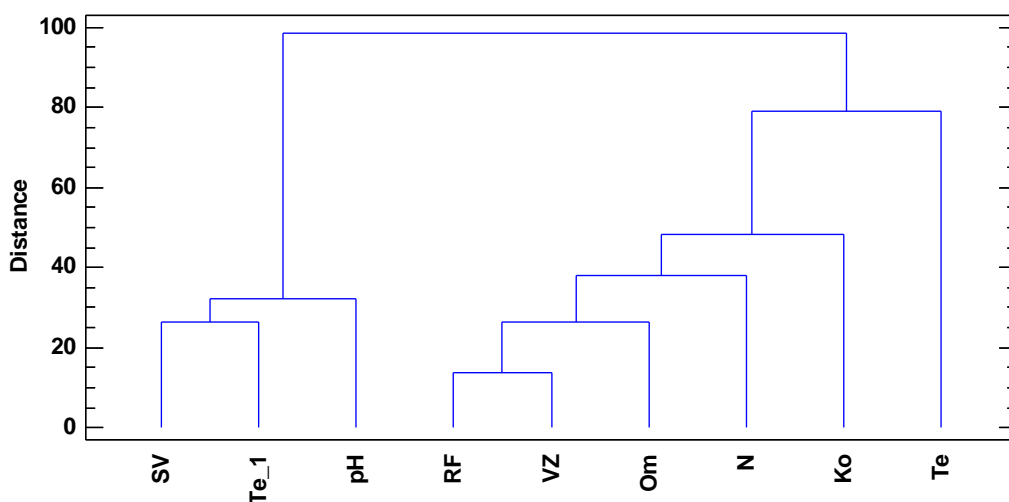
У оквиру првог кластера, најнижи ниво повезивања ($d=0.435484$) остварује се између површина Db5 и Db7, које заједно са површином Db1 чине хомогену подгрупу (мешовите буково-јелове шума на карбонатима). За ову подгрупу се на релативно малим дистанцама, редом, везују површине Cb6 и Db2 ($d=1.94741$) које чине другу подгрупу, потом Db3, Db4 и Cb3 које чине трећу ($d=2.50424$) и најзад Cb1, Cb2, Cb4 и Db6 ($d=2.97598$) које чине четврту подгрупу. Ове површине су станишта мезијских планинских букових шума (Cb2, Cb3, Cb4, Cb6), као и мешовитих буково-јелових шума на карбонатима (Db2, Db3, Db4, Db6), са изузетком једне површине на којој је вештачки подигнута састојина црног бора (Cb1). Следећи ниво везивања ($d=4.04989$) остварује се са Cb5 (мезијске планинске букове шуме на кречњаку), затим ($d=4.70026$) и са два поља из друге године, Va1 и Va2 (западнобалканске црноборове шуме), која су у одвојеној подгрупи. На приближним растојањима ($d=5.83292$ и $d=5.95738$) везује се пет површина сврстаних у две засебне подгрупе. Прву подгрупу чине две буково-јелове површине из прве године (Aa1, Aa2), другу – површине под црним бором

(Ab1, Dc1) и Cb7 (мезијска планинска букова шума). На нешто већој дистанци ($d=7.40478$), остварује се веза са Ca1, и на још већој ($d=11.3465$) са Da1 (обе површине су станишта монодоминантне брдске букове шуме).

У оквиру кластера за другу годину пожаришта, најмања дистанца ($d=3.53303$) установљена је између Bb1 и Bb6. Следећи ниво везивања ($d=6.80019$), ове површине остварују са пољем Bb4, а цела подгрупа везује се (на $d=10.1509$) са подгрупом коју чине Bb2 и Bb3. На извесном растојању ($d=11.2587$), надовезује се и Bb5. Све површине представљају станишта балканске ацидофилне смрчеве шуме.

У трећем кластеру (прва година од избијања пожара) најнижи ниво повезивања ($d=2.79855$) имају поља Ac1 и Ac2 (западнобалканске црноборове шуме на серпентиниту), којима се на извесним дистанцама ($d=6.43062$ и 6.76141) придружују поља Ac5 и Ac4 (вештачки подигнуте састојине црног бора) и чине једну подгрупу. На већој дистанци ($d=14.7605$), остварују се повезивање са подгрупом коју чине Ac6 и Ac8 (такође вештачки подигнуте састојине црног бора), као и са подгрупом од Ac3 и Ac7 (на $d=19.401$) (мезијске монодоминантне брдске букове шуме и вештачки подигнуте састојине црног бора).

Кластер-анализа еколошких индекса опожарених површина за све старости пожаришта приказана је на Графикону 95.



Извор: Оригинал

Графикон 95. Дендрограм за еколошке индексе старости пожаришта
1+2+5+10 година

У овом кластеру могу се издвојити два подкластера. У првоме подкластеру најнижи ниво повезивања ($d=26.2964$) имају еколошки индекси светлост (SV) и температура ваздуха (Te_1), за које се на нешто већој дистанци ($d=32.0626$) надовезује индекс реакција земљишта (pH). У другоме подкластеру најнижи ниво повезивања ($d=13.6694$) имају индекси релативна влажност ваздуха (RF) и влажност земљишта (VZ), за које се на извесним дистанцама редом надовезују следећи индекси: органске материје (Om) ($d=26.548$), азот (N) ($d=38.0982$), континенталност (Ko) ($d=48.2562$) и текстура земљишта (Te) ($d=78.9314$).

5.6. АНАЛИЗА РЕНТАБИЛНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИЈЕ ШУМА ОШТЕЋЕНИХ ШУМСКИМ ПОЖАРИМА

Већина функција шума и њихових екосистемских услуга нису у потпуности "заробљене" на комерцијалном тржишту [123]. Ова ситуација производи недостатак процене екосистемских услуга што директно утиче на одрживост људи у биосфери. Постоји много разлога за постизање јединства у одрживости, али један од најутицајнијих идеја може се наћи у процесима климатских промена.

Шуме су посебно осетљиве на климатске промене јер нису спремни за адаптацију на нове еколошке услове.

Утицај савремене цивилизације на климатске промене постаје све очигледнији. Констатован је тренд глобалног повећања температуре за 0.8°C од 1900 године [124]. Климатски сценарио за подручје Европе предвиђа да ће до 2100 године температуре порастати за 2.8°C у Ирској и Великој Британији, за 3.8°C у Централној Европи и за $4-5^{\circ}\text{C}$ у Јужној Европи [125].

Број шумских пожара због климатских промена континуирано расте у последњих неколико деценија, због чега санација пожаришта постаје све важнија. На подручју Европе креће се годишње између 50.000 до 70.000, оштећујући 3000 до 5000 km^2 и изазивајући штете у милионима евра. Шумски пожари изазивају значајне еколошке, економске и социјалне проблеме у многим европским земљама са могућим дугорочним последицама до природног окружења и економије.

Климатске промене увећавају опасност од појаве и ширења шумских пожара [126]. Многи модели и званични извештаји оцењују да ће опасност од шумских пожара у будућности бити све већа [127,128,129]. Клима, са удвострученим количинама угљендиоксида у природи, допринеће да ће у будућности настати продужетак сезоне пожара и чешћа и интензивнија појава шумских пожара. Озбиљност предвиђања таквог развоја ситуације изискује потребу за мењањем управљања пожаром у шуми и оспособљавање савремене организације заштите од пожара.

Укупна површина шума у Србији износи 2.252.400 ha, односно, 29,1% површине територије [130]. Од тога је у државном власништву 53 %, а у приватном власништву 47 % површине. Пожари, својим интензитетом и учесталашћу, у већој или мањој мери могу утицати на одрживо газдовање шумама. Постоји забринутост да су на подручју територије Србије пожари у шуми учесталији, што може донети велике губитке у шумарству. У Србији је већ констатовано повећање учесталости, интензитета и трајања суше. Овај тренд ће нарочито, у скоријој будућности, бити изражен на југоистоку и истоку Србије.

Рањивост шумских екосистема зависи од способности природних екосистема да се одупре негативним утицајима [131]. Шумски пожари утичу на шумске екосистеме, а често и у потпуности заустављају његово функционисање током дужег временског периода, до његове ревитализације у стање пре пожара.

Процес ревитализације шумских екосистема је питање доношења прaviх избора, посебно са аспекта ефекта дохотка [132]. Ревитализација шумских екосистема захтева велика финансијска средства, па се често ова станишта препуштају природној обнови. Са друге стране поставља се питање целисходности улагања у подизање састојина врстама које су биле заступљене на овим локацијама.

У периоду од 2003 до 2015. године од укупне изгореле површине 42.2% су биле у буковим шумама. У таквој ситуацији реконструкција ових шума после оштећења од шумских пожара има огроман привредни значај. Приликом поступка реконструкције шума суочени смо са проблемом финансирања и процене рентабилности улагања. Овај проблем може да се посматра са више различитих аспеката, али основна питања на које треба одговорити су:

- Шта ће се и у којој мери производити, односно, који производи ће носити терет отплате финансијских обавеза?
- Које дисконтне стопе применити при процени рентабилности?

Главни циљ је одређивање економско-финансијске анализе код утврђивања могућности поступка реконструкције изданаčkih шума букве, уз максимално укључивање еколошких карактеристика станишта.

Треба напоменути да до данас нису забележена истраживања везана за оцену економске ефективности инвестирања у вештачку реконструкцију шумских

комплекса (подизање плантажа) оштећених пожаром. Анализе су се углавном заснивале на оцени исплативости подизања и експлоатације комерцијалних плантажа (вештачких шумских засада) одређених родова листопадног дрвећа или на оцени улагања у превенцију шумских пожара.

Примера ради, Кеча и сарадници су применом неких од основних метода динамичке оцене економске ефективности инвестиционог улагања (просте стопе приноса, периода повраћаја инвестиције, интерне стопе рентабилности, нето садашње вредности инвестиције и односа корист-трошак) оценили инвестирање у заснивање вештачког засада једног од клона тополе у условима Србије, код кога би дошло до накнадне комерцијализације дрвне масе (сечења стабала) након 29 година узгоја. При томе закључено је да у тренутним условима финансирања (при доста високој цени задуживања на финансијском тржишту) оваква инвестиција по свим параметрима комерцијално није исплатива [133]. Исти аутори су дошли до сличног закључка и у случају подизања комерцијалног засада тополе који би се експлоатисао током 25 година, уз препоруку да би се исплативост потенцијално остварила снижавањем цене капитала на испод 10%, односно смањивањем периода експлоатације засада на период до 20 година [134]. До сличних закључака, за услове високих каматних стопа, дошло се и код економске процене подизања засада у условима Летонија [135].

Са друге стране, оцене економске ефективности инвестирања у мере превенције шумских пожара, независно од коришћеног метода оцене, показале су одређен ниво економске оправданости [136]. Шта више, последњих година дошло је и до развоја модела за процену ризика и економску процену управљања ризиком настанка шумских пожара, који су од посебног интереса нарочито за регије оптерећене проблемом шумских пожара [137,138,139].

5.6.1 Вредносно мерљиви трошкови и користи

Анализиране су вредности производње шума букве, китњака, црног бора и смрче на различитим бонитетима (I до V), са различитим дужинама производног циклуса (20-140 година) и за дисконтне стопе 2, 3, 4, 5, 6, 8 и 10%, јер је утврђено да производња дрвета у шумским културама може бити рентабилна само при

дисконтним стопама мањим од 10[140].

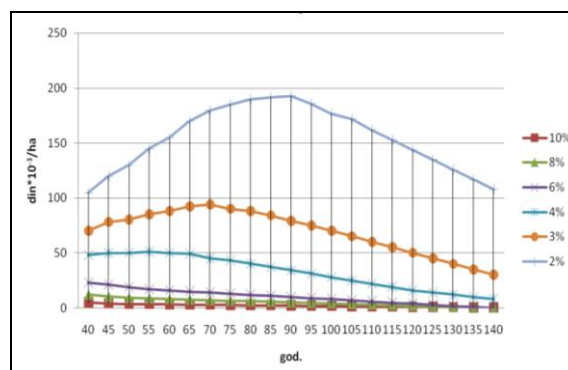
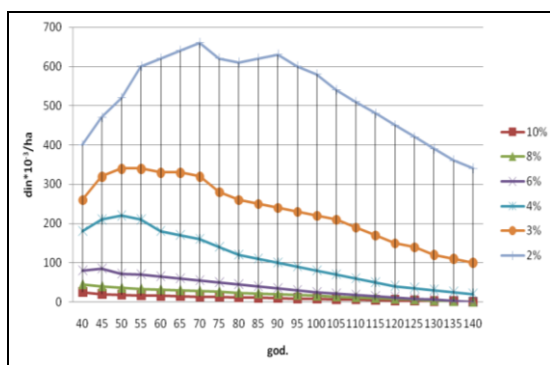
Да би се боље сагледао ток садашњих вредности дрвета и трошкова током времена, конструисани су графикони (графикони 96-103), на којима су приказане криве промене садашње вредности дрвета одређене врсте и бонитета, у зависности од трајања производног циклуса, за шест наведених дисконтних стопа по анализираним врстама. Анализирајући податке за све бонитете, запажа се да на неким бонитетима исказана рентабилност улагања и при нешто вишим дисконтним стопама је карактеристична за релативно краће опходње.

На основу услова једнакости трошкова и добити одређене су максималне величине дисконтних стопа и дужине производног циклуса (граница рентабилности) (Табела 127). Из табеле се јасно види да су дисконтне стопе, при којима се остварује рентабилност улагања, ипак знатно ниже него што је то уобичајено код сличних пројеката (нпр. у пољопривреди). То указује да производња дрвета није у стању да поднесе уобичајене каматне стопе, па при избору висине каматних стопа о томе треба водити рачуна.

Констатовано је да се рентабилност улагања, ако се за основни производни циљ одабере производња дрвета, може остварити при различитим дисконтним стопама у зависности бонитета и дужине трајања производног циклуса (Табела 128).

Овако одређене максималне дисконтне стопе везане су за трајање опходње, а најчешћи случај је да са растом дисконтне стопе опада дужина опходње. То значи да уколико, са становишта циља који се жели постићи подизањем ревитализацијом шума пошумљавањем, морамо одредити дуже опходње, тада се мора тражити решење рентабилности улагања при нижој дисконтној (каматној) стопи од максималне.

То указује да је проблем јако сложен и да није једноставно наћи одговарајуће решење, већ се у сваком конкретном случају поставља питање избора најповољније алтернативе, са сврхом задовољења финансијских и економских циљева.



Извор: Оригинал

Графикон 96. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Буква Бонитет I)

Графикон 97. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Буква V)

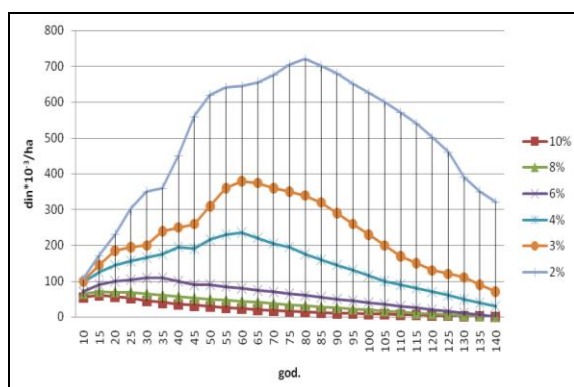
У одређеним условима (бонитет и опходња) постоји могућност да се рентабилност улагања постигне и при вишим дисконтним стопама (4%). Ово у извесној мери коригује нека досадашња схватања да улагања у шумарству у опште, могу да буду рентабилна тек при каматама једнаким или нижим од 3%. Више каматне стопе углавном могу да поднесу само бољи бонитети (I и II), док се на слабијим бонитетима (III-V) каматна стопа креће управо негде око вредности од 3% или је чак и нижа.

Табела 127. Максималне вредности дисконтних стопа и граница рентабилности у односу на бонитет

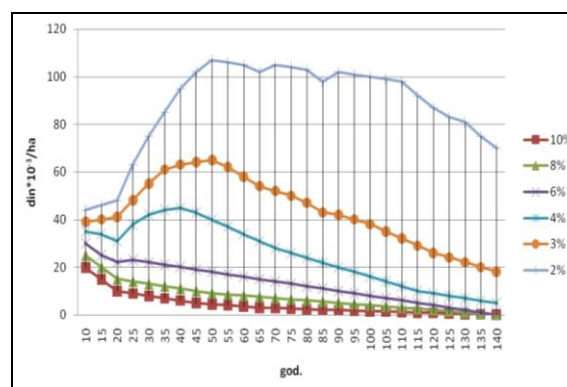
Врста	Бонитет	Дисконтна стопа (%)	Граница рентабилности (година)
Буква	I	5.66	45
	II	5.19	50
	III	4.28	55
	IV	3.74	55
	V	2.83	70
Китњак	I	6.71	20
	II	5.50	25
	III	4.50	30
	IV	3.29	40
	V	2.06	50
Црни бор	I	9.67	15
	II	8.16	18
	III	6.65	22
	IV	5.14	26
	V	3.03	30
Смрча	I	9.54	25
	II	8.10	31
	III	6.66	37
	IV	5.22	44
	V	3.75	50

Извор: Оригинал

То указује да у сваком конкретном случају треба прорачунати одговарајућу дисконтну стопу, која одговара датој врсти дрвећа, бонитету и трајању производног циклуса, па на основу тако добијене величине вршити процену рентабилности улагања у реконструкцију шума уништених пожарима.

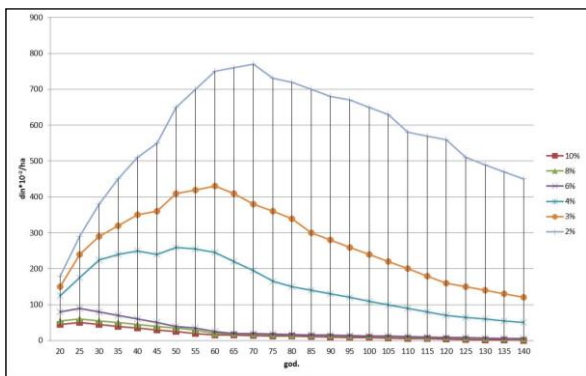


Графикон 98. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Китњак Бонитет I)

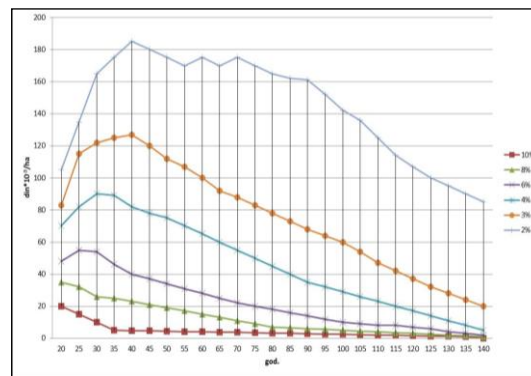


Графикон 99. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Китњак V)

Извор: Оригинал

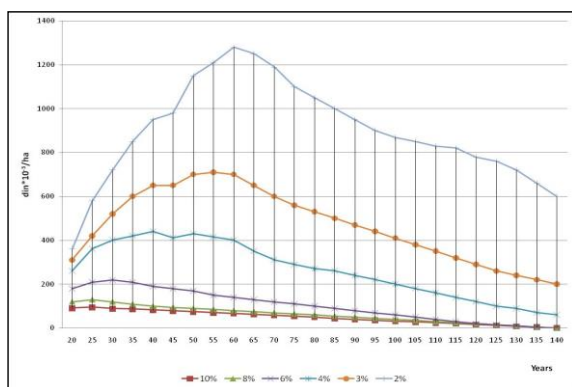


Графикон 100. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Црни бор Бонитет I)

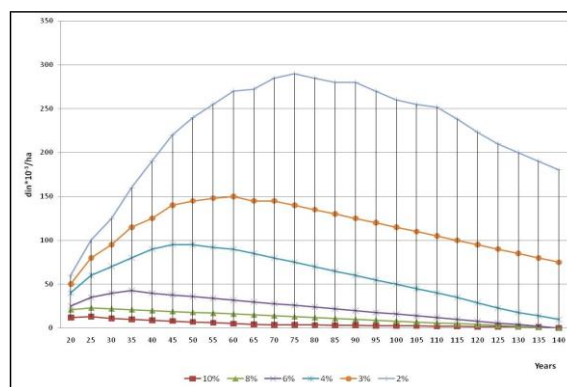


Извор: Оригинал

Графикон 101. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Црни бор V)



Графикон 102. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Смрча I)



Извор: Оригинал

Графикон 103. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Смрча V)

Табела 128. Граница рентабилности производње дрвета у шумама
букве при различитим дисконтним стопама (у години)

Врста	Дисконтна стопа	Бонитет I	Бонитет II	Бонитет III	Бонитет IV	Бонитет V
Буква	2%	преко 140	преко 140	преко 140	преко 140	140
	3%	135-140	120-125	110	95-100	/
	4%	95-95	75-80	70-75	/	/
	6%	/	/	/	/	/
	8%	/	/	/	/	/
	10%	/	/	/	/	/
Китњак	2%	преко 140	преко 140	преко 140	преко 140	75-80
	3%	125-130	115-120	105-115	60-65	/
	4%	90-95	80-85	65-70	/	/
	6%	40-45	/	/	/	/
	8%	/	/	/	/	/
	10%	/	/	/	/	/
Црни бор	2%	преко 140	преко 140	преко 140	преко 140	125-130
	3%	115-120	110-115	100-105	85-90	60-65
	4%	75-80	75-80	65-70	50-55	/
	6%	55-60	40-45	35-40	/	/
	8%	40-45	25	/	/	/
	10%	/	/	/	/	/
Смрча	2%	преко 140	преко 140	преко 140	преко 140	преко 140
	3%	преко 140	преко 140	135-140	120-125	100-105
	4%	110	100-105	90-95	80-85	/
	6%	65-70	60-65	50-55	/	/
	8%	40-45	30-35	/	/	/
	10%	/	/	/	/	/

Извор: Оригинал

Појам „трајање производног циклуса“ у овом случају се тешко може дефинисати, јер се при реконструкцији шума временом успоставља природно подмлађивање и производња, како дрвета, тако и осталих функција шуме и може се одвијати бесконачно дуго без нових улагања. То је битна и суштинска разлика у односу на класичне индустријске или пољопривредне пројекте, који у највећем броју случајева имају јасно дефинисано трајање, након чега је потребно обновити улагања.

5.6.2 Вредносно немерљиве користи и трошкови

Уз динамичке методе утврђивања новчано мерљивих користи и трошкова, коришћена је и статичка метода новчано немерљивих трошкова и користи. Применом ове методе тежи се утврђивању вредности које поступком реконструкције шума доноси широј друштвеној заједници, а које се не могу

изразити новчано. За процену немерљивих трошкова и користи за друштво у Cost-Benefit анализи коришћена је ординарна лествица, а за квантитативну обраду података (аритметичке операције) коришћене су трансформације које омогућују такву обраду [141]. Трансформација је спроведена према резултатима који су квантификовани на основу бодовања интензитета појединих утицаја. Интензитет утицаја и бодовање приказани су у Табели 129.

Табела 129. Оцене немерљивих утицаја на животну средину

Утицај активности	Интензитет утицаја	Бодовање
Позитиван или негативан	Врло слаб	0-2
	Умерен	3-5
	Значајан	6-8
	Врло јак	9 - и више

Извор: [142].

У поступку реконструкције шума, у анализи су издвојена два периода: до 20 година старости нових састојина и период од 21. до 120 година, када је и крај опходње за високе букове шуме. Изабрана су 33 немерљива утицаја, који чине користи и трошкове и релевантни су код поступка реконструкције шума уништених шумским пожарима (Табела 130). Збирни подаци по врстама активности дати су у Табели 131.

Табела 130. Процена немерљивих користи и трошкова планираног захвата квантитативном методом

Утицај према врстама активности	Немерљиве користи и трошкови (утицаји)	Важност и врста утицаја		Трансформација	
		Утицај до периода после мелиорације (у годинама)			
		до 20	21-120	до 20	21-120
Утицај на биодиверзитет (обухвата специјски, екосистемски и и генетички диверзитет)	на макромлицете	- 4	+ 5	0.106	0.136
	на лишајеве	- 4	+ 5	0.106	0.136
	на маховине	- 3	+ 3	0.076	0.076
	на васкуларну флору	- 10	+ 10	0.288	0.288
	на Ротаторие	- 3	+ 3	0.076	0.076
	на фауну кишних глиста	- 4	+ 4	0.106	0.106
	на диверзитет пужева	- 2	+ 2	0.045	0.045
	на фауну косаца	- 2	+ 2	0.045	0.045
	на диверзитет Инсеката	- 8	+ 3	0.227	0.076
	на диверзитет водоземаца и гмизаваца	- 9	+ 10	0.258	0.288
	на диверзитет птица	- 9	+ 10	0.258	0.288
	на фауну сисара	- 6	+ 6	0.167	0.167

Утицај према врстама активности	Немерљиве користи и трошкови (утицаји)	Важност и врста утицаја		Трансформација	
		Утицај до периода после мелиорације (у годинама)			
		до 20	21-120	до 20	21-120
	на екосистемски диверзитет	- 10	+ 8	0.288	0.227
	на фрагментација станишта	- 9	+ 10	0.258	0.288
Утицај на животну средину	Обезбеђење функционисања режима вода (хидролошка функција)	0	+ 9		0.258
	Заштита вода од загађивања	0	+ 8		0.227
	Заштита од штетних имисија	0	+ 7		0.197
	Регулација састава и плодности земљишта (и смањење ерозије)	0	+ 6		0.167
	Утицај на микроклиму	0	+ 4		0.106
	Стварање кисеоника и прочишћавање атмосфере	+ 1	+ 5	0.015	0.136
	Везивање атмосферскг угљеника у продукovanу дрвну запремину и хумусне материје које се стварају под шумом	+ 1	+ 10	0.015	0.288
	Утицај на изглед предела током експлатације	- 7	+ 8	0.197	0.227
	Санација девастираног простора	0	+ 7		0.197
	Заштита од буке	- 3	+ 4	0.076	0.106
Утицај на животну заједницу	Обезбеђење услова за рекреацију	0	+ 6		0.167
	Социјалне користи захвата кроз подстицај запошљавања	0	+ 4		0.106
	Утицај на здравље људи	+ 1	+ 8	0.015	0.227
Утицај на привреду	Обезбеђење сировинске базе за прерадне капацитете	0	+ 10		0.288
	Уношење додатних привредних активности	+ 1	+ 4	0.015	0.106
	Изградња привредних објеката трајног значаја	- 4	+ 5	0.106	0.136
	Утицај на друге привредне делатности (туризам, ловство и сл.)	0	+ 8		0.227
	Коришћења осталих шумских производа (шумски плодови, лековито биље и гљиве)	+ 1	+ 8	0.015	0.227
	Непокривени трошкови инфраструктуре	- 2	+ 2	0.045	0.045

Извор: [142].

У процени немерљивих користи и трошкова кренуло се од претпоставке (могућности) да ће се оне стварно остварити (и ако то не мора увек бити реална опција). На основу анализе немерљивих користи и трошкова може се констатовати да су до периода од 20 година од извођења поступка реконструкције трошкови знатно већи од користи. Разлог је што се у почетној фази извођења реконструкције она врши на стаништима која су потпуно уништена шумским пожарима и све док се не успостави нормално функционисање новог, трошкови су већи од користи. У периоду од 21. до 120 година, када је и крај опходње шума букве, китњака, црног бора и смрче, корист надмашује трошкове, па извођење реконструкције може бити прихваћено. Наравно, треба напоменути да у сваком конкретном случају (микролокалитету) треба спровести анализу и утврдити да ли су немерљиви трошкови већи од користи.

Табела 131. Квантификација вредности процене немерљивих користи и трошкова

Утицај према врстама активности	До старости од 20 година		Од 21 – 120 година	
	Висина оцене трошка	Висина оцене користи	Висина оцене трошка	Висина оцене користи
Утицај на биодиверзитет	2.303			2.242
Утицај на животну средину	0.273	0.030		1.909
Утицај на животну заједницу		0.015		0.500
Утицај на привреду	0.152	0.030		1.030
Резултат	2.728	0.075		5.682

До старости од 20 година	Оцена (Корист – Трошак) <0	$0.075 - 2.728 = -2.653$
Од 21 – 120 година	Оцена (Корист – Трошак) >0	$5.682 = 5.682$
Укупно	Оцена (Корист – Трошак) >0	$(5.682+0.075)-2.728=3.704$

Извор: [142].

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 изванредно познат. 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.

На основу изложених резултата може се закључити:

1. 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.
2. 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%.
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).
4. 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.

5.7 МЕТОДА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ СТЕПЕНА УГРОЖЕНОСТИ ШУМА ОД ПОЖАРА

Метод за одређивање степена угрожености од пожара је најважнији елемент за израду планова заштите шума од пожара .

Степен угрожености шума од пожара није исти за све шуме. Она зависи од низа фактора чији утицај одређује појединачно степен угрожености. Превентивно и репресивно деловање директно зависи од степена угрожености шума од пожара. Познавање овог степена омогућава правовремену и ефикасну заштиту шума. Величина опожарене површине директно зависи од организованости и спремности организације субјеката који учествују у заштити шума [5]., 2012). Одређивањем степена угрожености шума предвиђају се опасности као и мере које треба предузети у одређеном периоду да до пожара у шуми не дође. Главни циљ предложене методе је да се да основа за технику и тактику израде ефикасног плана заштите шума од пожара.

Све већи број пожара на отвореном простору (у које се убрајају шумски пожари) захтева организованости и стручнији приступ. Ризик од настанка шумског пожара дефинише се као функција вероватноће настанка нежељеног догађаја и могућих последица. Вероватноћа настанка шумских пожара је увек присутна, и одређеним превентивним и организационим мерама можемо ове нежељене догађаје предвидети и предузети одговарајуће мере да до њих не дође. То се постиже управљањем ризиком у заштити шума од пожара.

5.7.1 Процена угрожености шума од пожара

Главни циљ предложене методе за процену угрожености шума од пожара је:

1. Да прикаже тачну слику установама које се баве заштитом шума од пожара о степену угрожености шума;
2. Да одреди и класификује опасности од шумских пожара на посматраном подручју;
3. Да укаже на могућност заштите шума од пожара на одређеном подручју и примену додатних мера заштите;

4. Да се израде модели допунских мера заштите и ефикаснијег гашења када пожар настане на одређеном подручју;
5. Да прикаже методологију за вршење процене угрожености шума од пожара као најважнијег елемента приликом израде планских аката као што су планови заштите шума од пожара, али прилагођену подневљу и карактеристикама подручја.

Предложени метод процене ризика угрожености шума од пожара је тестиран у оквиру шумских екосистема на подручју општине Књажевац.

5.7.2 Креирање ГИС-а

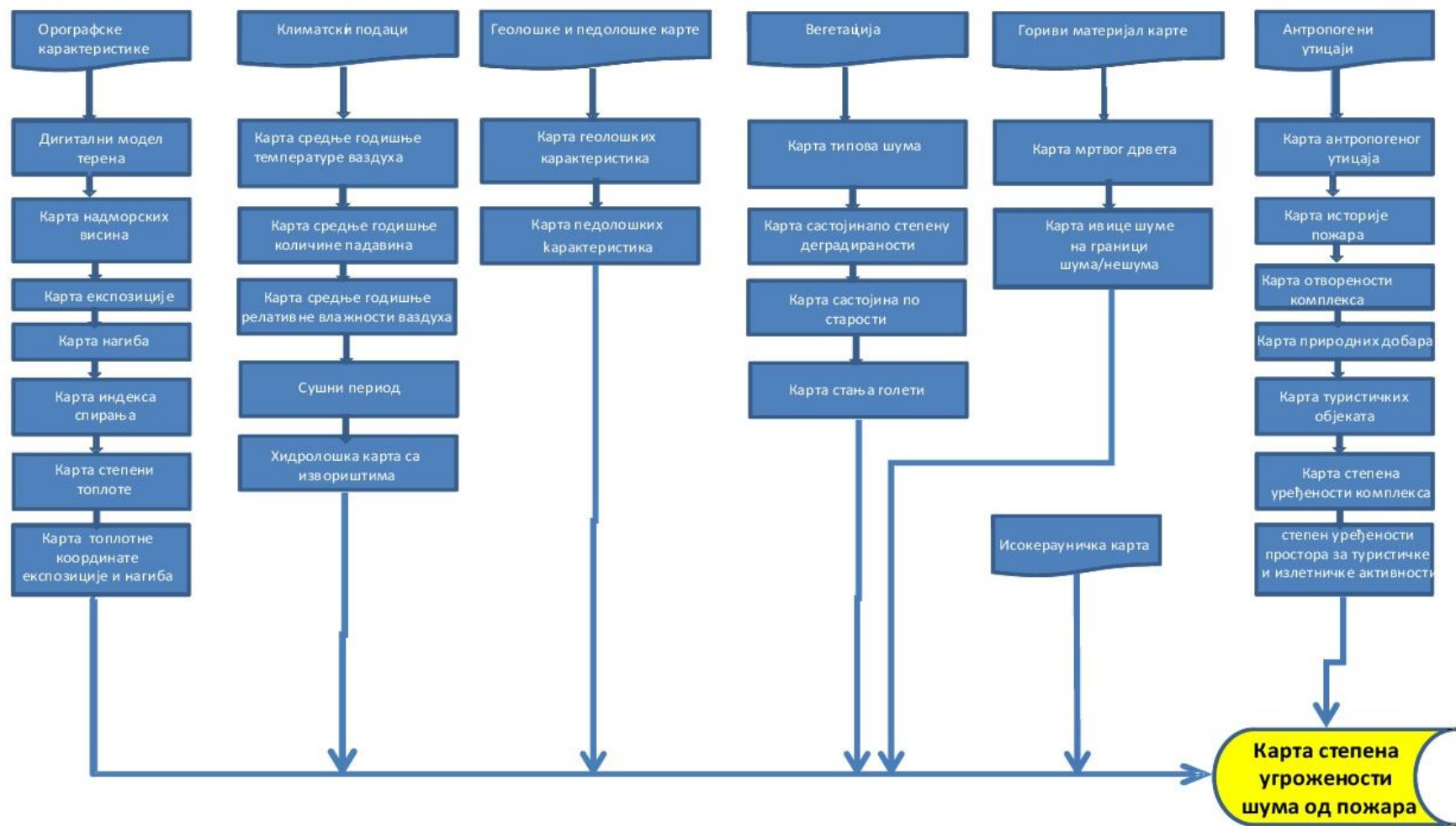
Пројектовање ГИС-а извршено је у неколико фаза. У првој фази кроз израду логичког и концептуалног модела података дефинисани су подаци који се прикупљају (лејери – ентитети), повезаност између података и логичке везе између података. На Слици 2 су атрибутске табеле слојева геодата базе. На Слици 3 приказан је концептуални и логички модел.

Simple feature class						Geometry	Polygon
GranicaOpstine						Contains M values	No
						Contains Z values	No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
Ime_Opstine	String	Yes					50
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Simple feature class						Geometry	Polygon
Naselja						Contains M values	No
						Contains Z values	No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
Naziv_naselja	String	Yes					50
Kategorija	String	Yes					25
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Simple feature class						Geometry	Polygon
HomogeneCeline						Contains M values	No
						Contains Z values	Yes
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
HciD	String	Yes					6
Kategorija_vegetacione_celine	String	Yes					4
E_koordinata	Short integer	Yes			0		
V_koordinata	Short integer	Yes			0		
Visinska_klasa	String	Yes					10
Padavine_godisnje	Double	Yes			0	0	
Temperatura_godisnja	Double	Yes			0	0	
Starost_sastojina	String	Yes					255
Vrsta_sastojine	String	Yes					255
Ocuvanost	String	Yes					15
Pokrivenost_mahovinom	String	Yes					7
Pokrivenost_zbunjem	String	Yes					15
Pokrivenost_travom	String	Yes					15
Pokrivenost_lisajevima	String	Yes					15
Suvo_drvo	Double	Yes			0	0	
Lezevina	Double	Yes			0	0	
Tip_zemljista	String	Yes					50
Tip_vice_sume	String	Yes					100
Oblik_vice_sume	String	Yes					50
Tip_bliskog_zemljista	String	Yes					50
Prisustvo_zbunja	String	Yes					50
Dubina_vice_sume	String	Yes					50
Gustina_vice_sume	String	Yes					50
Stepen_ugrozenosti	String	Yes					10
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Слика 2. Атрибутске таблице слојева геодата базе



Слика 3. Концептуални и логички модел

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.

Формирање модела базе просторних података – Геодатабазе, који ће генерисати информације о актуелном стању шумских ресурса и из тога омогућити грађење сценарија управљања и планирања будућег коришћења ових ресурса. Језгро сваког GIS-а чини база података, у овом случају, Геодатабазе. Методологија пројектовања Геодатабазе је идентична методологији пројектовања стандардних објектно-орјентисаних (О-О) или релационих база података (RDBMS) и подразумева израду:

- концептуалног модела;
- логичког модела и на крају;
- физичког модела базе података - Геодатабазе.

Концептуални модел подразумева дефинисање структуре Геодатабазе, односно извршне функције GIS-а. Конкретизовањем концептуалне шеме кроз дефинисање типова података (просторних ентитета и атрибута), домена и релација добија се логички модел. Имплементацијом ове структуре у оквиру персоналне Геодатабазе и унос података представља реализацију физичког дата модела базе података.

У циљу елиминисања грешке у просторним подацима обезбеђена је контрола квалитета свих операција над просторним подацима:

- **Припремни радови** (скенирање геодетских подлога, обрада подлога – дигитална обрада слике, геореференцирање скенираних подлога и отклањање деформација, ...)
- **Прикупљање података** (контролна или поновљена мерења на терену, дигитализација са екрана са одговарајућим приказом дигитализованог садржаја, аутоматска векторизација и мануелно едитовање садржаја, ...)
- **Контроле прикупљеног садржаја** (независна визуелна контрола комплетности и квалитета геометрије прикупљеног садржаја, тополошко-геометријске контроле прикупљеног садржаја, контрола конзистентности непросторних атрибута)

- **Трансформације садржаја** (конверзије података у друге формате, превођење растера у вектор и обрнуто, прбацивање из једне у другу картографску пројекцију, ...)
- **Одржавање садржаја** (ажурирање садржаја, промена модела података увођењем нових атрибута, ...)

Просторни подаци унутар геодатабазе су организовани по следећим тематским целинама:

Орографске 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

Геолошке и педолошке карте:

- карта геолошких карактеристика
- карта педолошких карактеристика

Веgetација:

- карта типова шума
- карта састојина по степену деградираности
- карта састојина по старости
- карта стања голети

Гориви материјал:

- карта мрвог 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
- степен уређености простора за туристичке и излетничке активности

На подручју Књажевца, на аеро-снимцима (делимично и на сателитским снимцима високе резолуције) издвојено је 30.411 хомогених целина методом визуелне интерпретације.

5.7.3 Орографске карактеристике

Орографске карактеристике су одлучујући чиниоци и модификатори еколошких прилика значајни у превенцији и гашењу пожара, култивацији изгореле вегетације и санацији пожаришта.

Нагиб терена утиче на стварање локалне климе, земљишног и биљног покривача. На стрмим јужним локалитетима вегетација се развија знатно брже, загревање и сувоћа ваздуха је јача, а гориви материјал често оскудева у влази. На северним локалитетима биљна вегетација се спорије развија, спорије се суши, има већи степен влаге у себи, што битно утиче на опасност од настанка пожара.

- Пожар се два пута брже шири на стрмој падини (40°) него на средње нагнутом терену (28°) или 2:1;
- Пожар се четири пута брже шири на стрмом (35°) него на благој падини или 4:1;
- Пожар се шири 16 пута брже уз падину (40°) него низ падину или 16:1;
- Пожар ће напредовати брже уз благу падину (8°) него низ благу падину или 3:1 .

Нагиб површине утиче на сувоћу и влажност земљишта, брзину отицања воде, дебљину и трајање снежног покривача. Од степена нагиба зависи стабилност, испирање, таложење продуката трошења, процес стварања минералних материја, дебљина мртвог органског покривача на земљишту, дубину и врсту земљишта.

Поједини нагиби терена важни су за процену опасности и утичу на знатне разлике у угрожености, брзини ширења, интензитету и брзини кретања пожара.

Разлика у изложености сунчевој топлоти може бити 1,5-2,5 пута већа на јужним него на северним странама. На странама које су више изложене сунцу пожари настају чешће, брже се шире и имају већу разорну моћ. Изложеност сунцу је већа на већим нагибима (планинама) у односу на равничарске пределе, односно јачи на стрмим него на положеним странама.

Велики утицај на вегетацију имају и експозиције према доминирајућим ветровима.

Надморска висина у нижим пределима не утиче битно на промену еколошких услова, али у средњим и високим пределима то је одличујући чинилац који одређује промену макро и микро климе, састав земљишта и састав вегетације. Тако, на пример, на сваких 100 m надморске висине опада температура ваздуха за $0,55^{\circ}\text{C}$ (лети $0,6^{\circ}\text{C}$, зими $0,4^{\circ}\text{C}$), а период вегетације скраћује се за 11,5 дана.

Уважавање утицаја фактора рељефа и орографских елемената важно је за управљање ризиком у заштити шума од пожара, нарочито у рељефној категоризацији терена, систему прогнозирања опасности од настанка шумских пожара, за израду ширине и простирања противпожарних пруга и просека, за израду шумских путева за гашење пожара и слично.

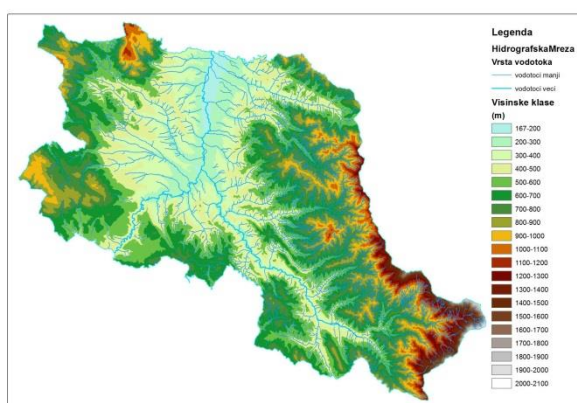
Од орографских карактеристика преовлађујући утицај имају надморска висина, нагиб и експозиција терена. На теренима са различитом надморском висином, експозицијом и различитим нагибима, различито је трајање и интензитет сунчевих зрака, а самим тим и услови за сушење горивог материјала.

На Карти 19 приказане су висинске класе, а на Карти 20 висинске класе по бодовном систему. Заступљеност хомогених целина по висинским класама и бодовном систему приказани су у Табели 132.

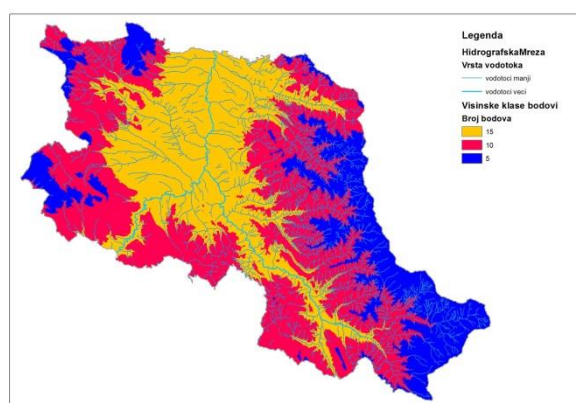
Табела 132. Површине хомогених целина по висинским класама и број бодова

Висинска класа на основу DMT	Површина (ha)	(%)	Висинска класа	Број бодова	Површина (ha)	(%)
163-200	232.88	0.33	<500	15	16928.73	24.20
200-300	1897.22	2.71				
300-400	6123.73	8.75				
400-500	8674.90	12.40				
500-600	12565.11	17.96	500-800	10	42895.22	91.31
600-700	12924.93	18.47				
700-800	10699.60	15.29				
800-900	6705.58	9.58				
900-1000	4009.38	5.73	>800	5	10138.80	14.49
1000-1100	1971.25	2.82				
1100-1200	1353.47	1.93				
1200-1300	1164.95	1.67				
1300-1400	474.94	0.68				
1400-1500	448.59	0.64				
1500-1600	301.24	0.43				
1600-1700	103.46	0.15				
1700-1800	240.43	0.34				
1800-1900	71.09	0.10				
	69962.74	100.00			69962.74	100.00

Извор: Оригинал



Карта 19. Висинске класе



Карта 20. Висинске класе по бодовима

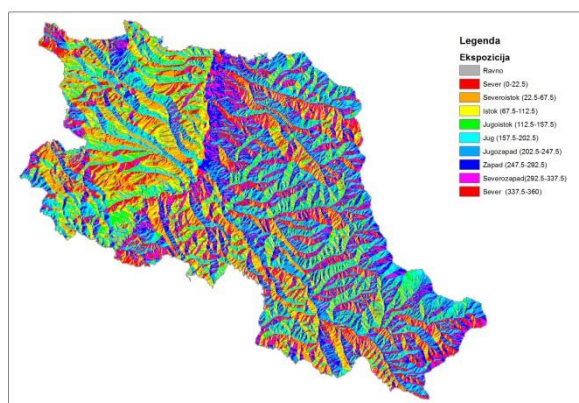
Извор: Оригинал

На Карти 21 приказане су експозиције, а на Карти 22 експозиције по бодовном систему. Заступљеност хомогених целина по класама експозиције и бодовном систему приказани су у Табели 133.

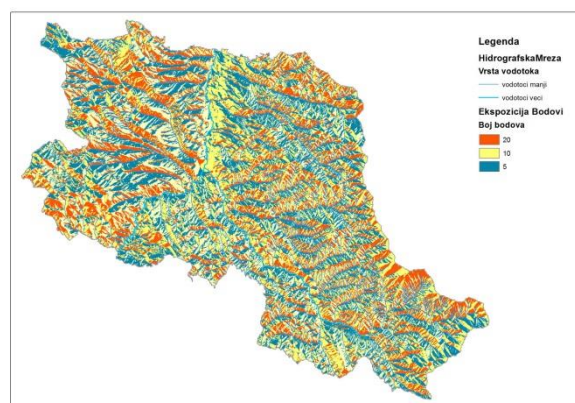
Табела 133. Површине хомогених целина по експозицијама и број бодова

Експозиције на основу DMT	Површина (ha)	(%)	Висинска класа	Број бодова	Површина (ha)	(%)
S (168°.15'-191°.25')	4333.555	6.19	Јужна и равничарска	20	21891.32	31.29
SE (123°.45'-146°.15')	3323.755	4.75				
SSE (146°.15'-168°.25')	3711.256	5.30				
SSW (191°.15'-213°.45')	4873.186	6.97				
SW (213°.45'-236°.15')	4850.794	6.93				
Равно	0.035732	0.00				
E (78°.45'-101°.15')	3779.176	5.40	Источна и западна	10	21092.58	30.15
ENE (56°.15'-78°.45')	4345.036	6.21				
ESE (101°.15'-123°.45')	3572.915	5.11				
W (258°.45'-281°.15')	5068.337	7.24				
WSW (236°.15'-258°.45')	5122.24	7.32				
N (0°-11°.15')	2270.882	3.25	Северна	5	26978.84	38.56
N (348°.45'-360°)	2160.576	3.09				
NE (33°.45'-56°.15')	4692.894	6.71				
NNE (11°.15'-33°.45')	4841.78	6.92				
NNW (326°.15'-348°.45')	4285.32	6.13				
NW (303°.45'-326°.15')	4103.639	5.87				
WNW (281°.15'-303°.45')	4623.753	6.61				
	69962.74	100.00				

Извор: Оригинал



Карта 21. Експозиције



Карта 22. Класе експозиције са бодовима

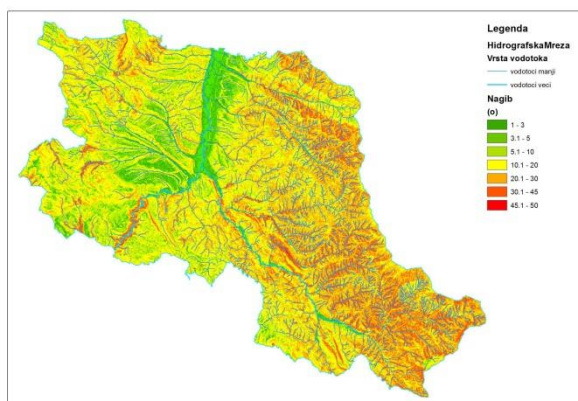
Извор: Оригинал

На Карти 23 приказани су нагиби, а на Карти 24 класе нагиба по бодовном систему. Заступљеност хомогених целина по класама нагиба и бодовном систему приказани су у Табели 134.

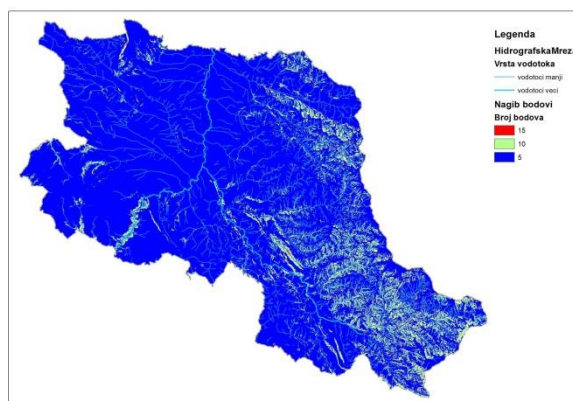
Табела 134. Површине хомогених целина по нагибу и број бодова

Нагиб терена	Број бодова	Површина (ха)	(%)
Преко 45%	15	68.44	0.10
од 31-45%	10	11720.36	16.75
од 15-30%	5	40285.69	57.56
До 15%	0	17908.84	25.59

Извор: Оригинал



Карта 23. Нагиби



Карта 24. Класе нагиба са бодовима

Извор: Оригинал

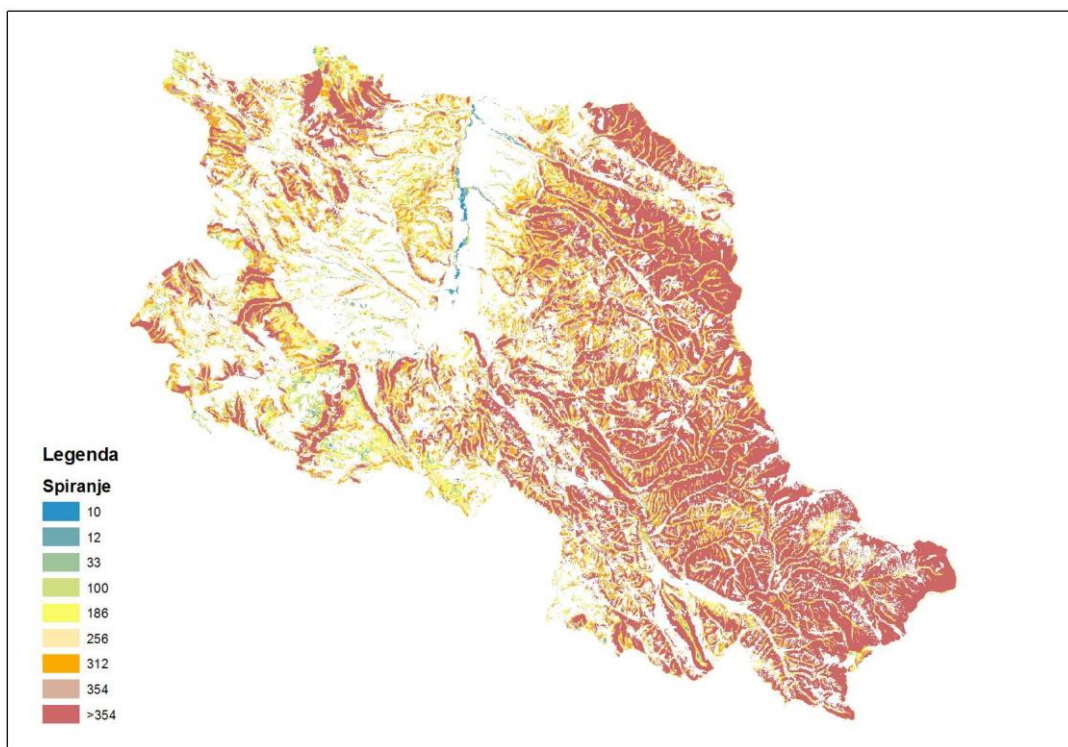
Нагиб утиче на спирање земљишта. Ако спирање земљишта са нагибом од 10% означи индексом 100, спирање земљишта на другим нагибима дата је Табели 135. [5].

Табела 135. Индекс спирања земљишта у односу на нагиб

Нагиб %	1	2	5	10	15	20	25	30	>30
Индекс спирања	10	12	33	100	186	256	312	354	>354
Површина	121.8	204.0	910.8	3254.6	5737.3	7984.0	9413.1	9569.4	32748.4
%	0.17	0.29	1.30	4.65	8.20	11.41	13.46	13.68	46.82

Извор: [5]., Оригинал

Спирање терена има утицај на врсту и количину горивог материјала на одређеној површини, као и могућност кретања и комуникације на подручјима која су угрожена или захваћена пожаром (Карта 25).



Извор: Оригинал

Карта 25. Индекс спирања

Ступњеви топлоте према надморској висини (координата В). Координата V зависи од надморске висине терена. Највећу вредност (18) имају топлотне координате терена надморске висине до 99 m, а терени преко 1800 метара надморске висине имају вредност 0 (Табела 136).

Табела 136. Ступњеви топлоте према надморској висини (координата V)

Надморска висина (m)	КВ (код)	Надморска висина (m)	КВ (код)	Надморска висина (m)	КВ (код)
< 99	18	600-699	12	1200-1299	6
100-199	17	700-799	11	1300-1399	5
200-299	16	800-899	10	1400-1499	4
300-399	15	900-999	9	1500-1599	3
400-499	14	1000-1099	8	1600-1699	2
500-599	13	1100-1199	7	Изнад 1700	1

Извор: Оригинал

Топлотне координате експозиције и нагиба (координата Е). Кордината Е добијена је на основу комбинација експозиције и нагиба, које су груписане у девет ступњева топлоте. Прву групу чине комбинације са најмањом годишњом

сумом зрачења сунца и имају ознаку 1. Групе са највећом годишњом сумом зрачења сунца имају вредности топлотне координате 9. (Лујић, 1960) (Табела 137 и Карта 26). Заједно са картом степена топлоте (Координата Е) дају топлотне услове на свакој издвојеној хомогеној целини (Табела 138 и Карта 27).

Табела 137. Топлотне координате експозиције и нагиба (Координата Е)

Експозиција	Нагиб (°)	Координата Е (код)	Експозиција	Нагиб (°)	Координата Е (код)
N	0-4	7	NNE, NNW	0-7	7
	5-13	6		8-16	6
	14-21	5		17-24	5
	22-29	4		25-33	4
	30-37	3		34-42	3
	38-47	2		43-53	2
	48-60	1		54-60	1
NE, NW	0-10	7	ENE, WNW ESE, WSW	0-14	7
	11-20	6		14-29	6
	21-30	5		30-43	5
	31-42	4		44-56	4
	43-53	3		57-60	3
	54-60	2		0-55	7
E, W	0-25	7	SSE, SSW	56-60	6
	26-50	6		0-8	7
	51-60	5		9-60	8
Ravno	0	7	S	0-7	7
SE, SW	0-13	7		8-27	8
	14-52	8		28-47	9
	53-60	7		48-60	8

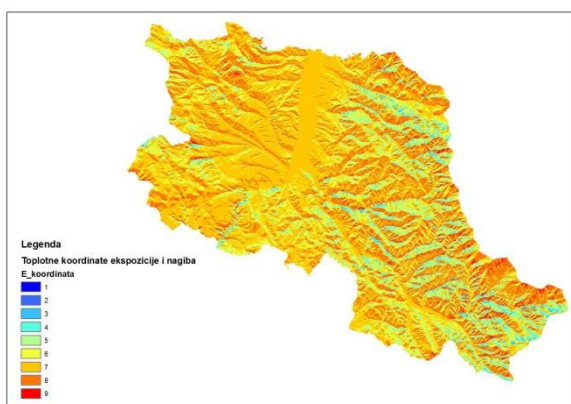
Извор: [143].

Табела 138. Степени топлоте (V) и топлотне координате (E)

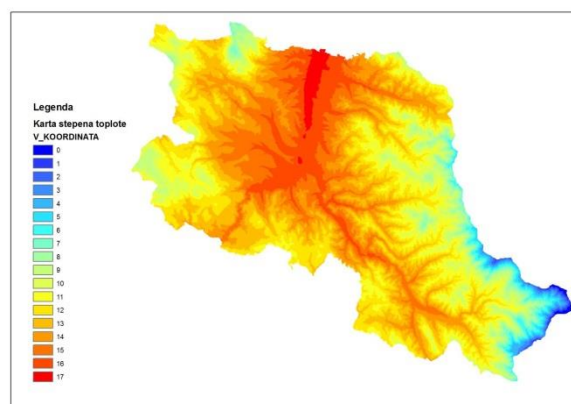
Степени топлоте V	Површина (ha)	Процент	Топлотна координата E	Површина (ha)	Процент
0	71.09	0.10	1		
1	236.82	0.34	2	202.09	0.29
2	103.46	0.15	3	2199.29	3.14
3	301.24	0.43	4	6129.49	8.76
4	448.59	0.64	5	10034.62	14.34
5	474.94	0.68	6	12975.58	18.55
6	1164.95	1.67	7	18847.20	26.94
7	1353.47	1.93	8	18262.99	26.11
8	1971.25	2.82	9	1307.87	1.87
9	4009.38	5.73			
10	6705.58	9.58			

Степени топлоте V	Површина (ha)	Процент	Топлотна координата E	Површина (ha)	Процент
11	10699.60	15.29			
12	12924.93	18.47			
13	12565.11	17.96			
14	8674.90	12.40			
15	6123.73	8.75			
16	1897.22	2.71			
17	232.88	0.33			
	69959.13	100.00		69959.13	100.00

Извор: Оригинал



Карта 26. Координата E



Карта 27. Координата V

Извор: Оригинал

5.7.4 Климатске карактеристике

Клима има узајамно деловање са свим чиниоцима који утичу на угроженост шума од пожара. Поред тога што на исушивање горивог материјала утичу бројни параметри климе (температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, падавине, ветар, облачност, сушни период и сл.) у процени угрожености шума од пожара користе се три најзначајнија параметра: средња годишња температура ваздуха, средња годишња количина падавина и средња годишња релативна влажност. Приликом коришћења ових параметара потребно је да у процени утицаја климе на угроженост шума од пожара уградити и трајање сушних периода и њихов распоред у току године.

У Табели 139 дати су параметри који се користе о процени утицаја климе на угроженост шума од пожара.

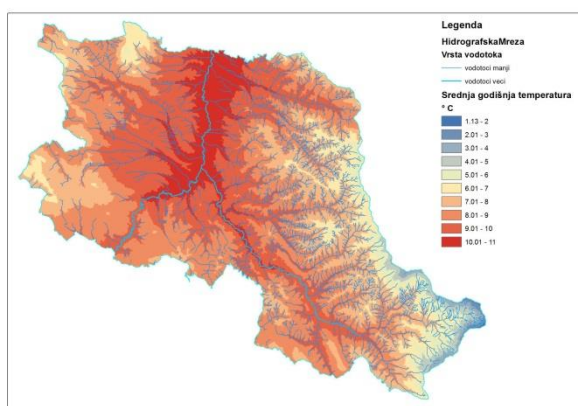
На Карти 28 приказана је средња годишња температура, а на Карти 29 средња годишња температура по бодовима.

На Карти 30 приказана се годишње падавине, а на Карти 31 годишње падавине по бодовима.

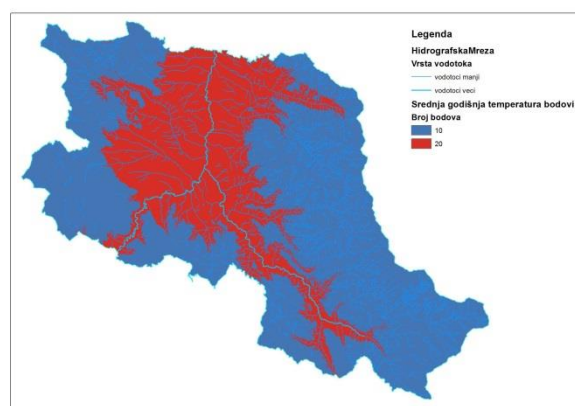
Табела 139. Параметри утицаја елемената климе на шумске пожаре

Климатске карактеристике	Број бодова		
Средња годишња температура ваздуха			
Преко 12°C	30	0	0.00%
од 9.1-12.0 °C	20	18599.54	26.58%
до 9.0 °C	10	51370.93	73.42%
Укупно		69970.47	100.00%
Средња годишња количина падавина			
до 800 mm	30	9719.594	13.89%
од 801-1200 mm	20	60250.88	86.11%
преко 1200 mm	10	0	0.00%
Укупно		69970.47	100.00%
Средња годишња релативна влажност ваздуха			
до 70%	30	0	0.00%
од 71-80%	20	69970.47	100.00%
преко 80%	10		0.00%
Укупно		69970.47	100.00%

Извор: Оригинал



Карта 28. Средња годишња температура

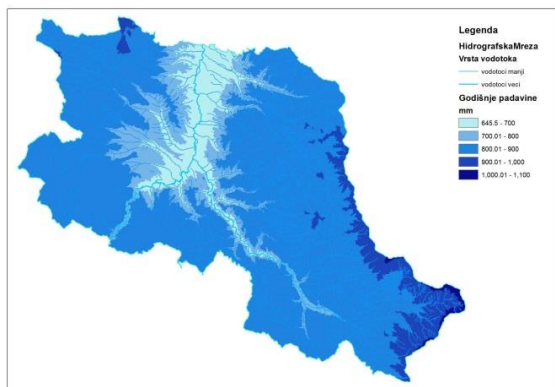


Карта 29. Средња годишња температура по бодовима

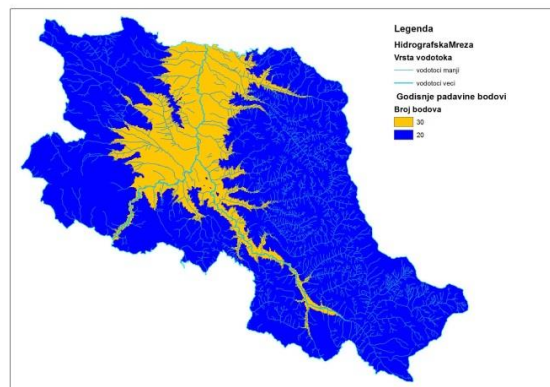
Извор: Оригинал

Сушни период и трајање сушног периода је такође важно у процени степена угрожености шума од пожара. Трајање сушног периода изражено у броју

дана је један од најважних елемената који одређују степен опасности од настанка пожара. Да би се сагледала права опасност и угроженост шума од пожара извршена је подела на четири тромесечја, сходно степену опасности јер тај степен угрожености шума није исти у јануару и фебруару, као на пример у јулу и августу када је због високих температура ваздуха та опасност већа.



Карта 30. Годишње падавине



Карта 31. Годишње падавине по бодовима

Извор: Оригинал

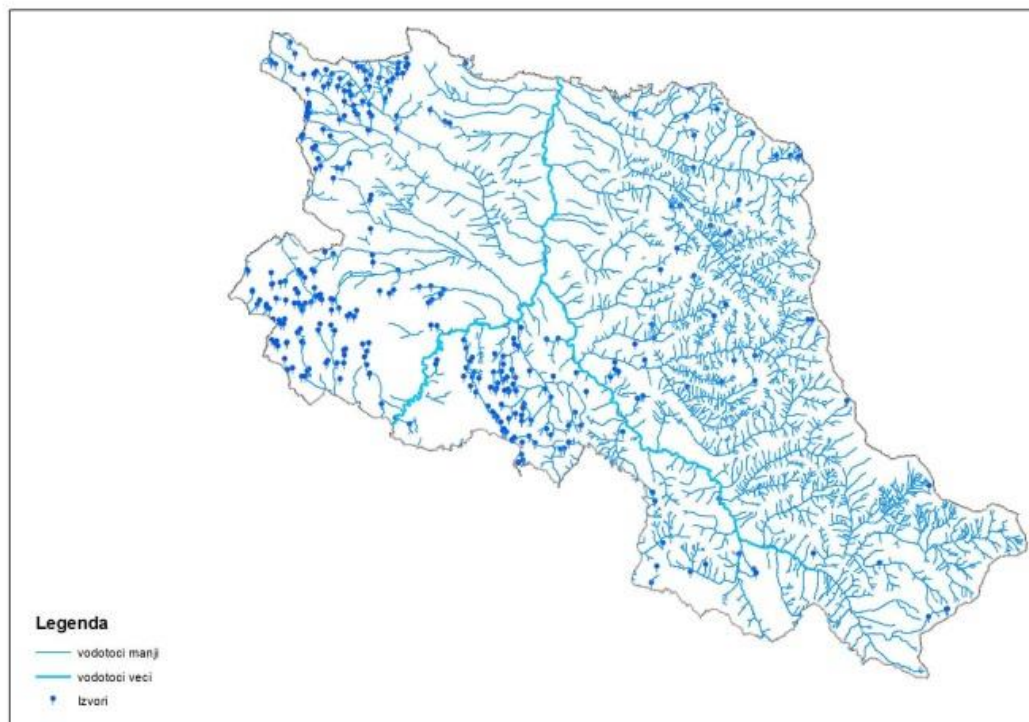
Такође број сушних дана је важан за одређивање степена угрожености шума од пожара опасност је већа ако је сушни период дужи, нарочито у периодима кад је температура ваздуха екстремно висока у јулу, августу и септембру када је опасност и највећа. У Табели 140 дата је класификација и подела сушног периода по месецима и броју дана и њен утицај изражен у бодовима на степен угрожености шума од пожара.

Табела 140. Параметри сушног периода за одређивање степена угрожености шума од пожара

Број сушних дана по месецима	Број бодова
ПРВИ ПЕРИОД - јануар, фебруар, март	
до 10 дана	10
од 10 до 20 дана	20
више од 20 дана	30
ДРУГИ ПЕРИОД - април, мај, јун	
до 10 дана	40
од 10 до 20 дана	50
више од 20 дана	60
ТРЕЋИ ПЕРИОД - јул, август, септембар	
до 10 дана	70
од 10 до 20 дана	80
више од 20 дана	90
ЧЕТВРТИ ПЕРИОД - октобар, новембар, децембар	
до 10 дана	10
од 10 до 20 дана	20
преко 20 дана	30

Извор: Оригинал

На Карти 32 приказана је хидрографска мрежа и изворишта вода. На Слици 4 приказане су атрибутске табеле слојева геодатабазе за хидрографску мрежу и изворишта воде.



Извор: Оригинал

Карта 32 . Хидролошка мрежа и изворишта вода

Simple feature class HidrografskaMreza						Geometry	Polyline
						Contains M values	No
						Contains Z values	No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
SHAPE	Geometry	Yes					
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0	
Vrsta_vodotoka	String	Yes					15
Naziv_vodotoka	String	Yes					50

Simple feature class Izvori						Geometry	Point
						Contains M values	No
						Contains Z values	No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
SHAPE	Geometry	Yes					

Извор: Оригинал

Слика 4. Атрибутске табеле слојева геодатабазе за хидрографску мрежу и изворишта воде

5.7.5 Геолошке и педолошке карактеристике

Утицај геолошке грађе земљишта на настанак шумских пожара и њен утицај на услове гашења је велики. Земљишта настају од стена и то: магматских, метаморфних и седиментних. У зависности од поднебља, тектонским оштећењем стена и њиховог минералног састава, са временом се на површини ствара педосфера са земљиштима различитих састава и дебљина. Вегетацијски покривач, односно биљне заједнице које се формирају на површини, зависе од типа и карактеристика земљишта, климатских прилика и сл. Геолошка грађа земљишта посредно уз остале елементе утиче на формирање и врсту различитих вегетација, њихове карактеристике и њихову подложност паљењу и горењу.

То се пре свега односи на следеће:

- геолошки односи или петрографски састав стена и земљишта утичу на тип вегетацијског покривача, што има велики утицај на настанак и ширење пожара;
- пожар ће пре настати и брже се развијати на сувим, безводним теренима који се састоје од водопропусног типа стена и земљишта;
- брзо и успешно гашење може бити отежано због различитих геоморфолошких особина терена;

- након пожара се најчешће јављају нежељени процеси као што су ерозије, загађење вода који су повезани са врстом и карактеристикама земљишта.

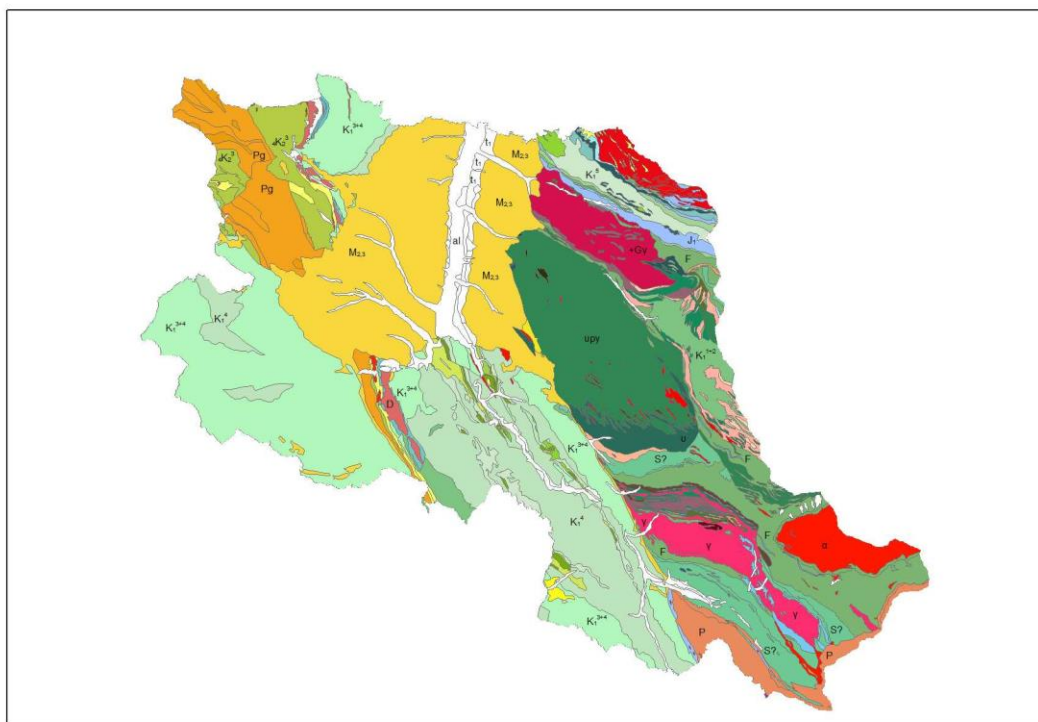
Степен запаљивости вегетације на површини земљишта, зависи од сувоће и безводности терена која је нарочито изражена у најтоплијим месецима. Наиме вода од падавина, када наиђе на пропусне стене врло брзо се исфилтрира у подземне слојеве док површински део остаје сув и без воде, што повећава запаљивост горивог материјала и јако погодује настанку пожара. На таквим теренима гашење је отежано јер обично нема изворишта воде која се могу користити за гашење. Боља ситуација је на полупропусним и непропусним петрографским подручјима, јер су средине влажније, са површинским водама и бујном вегетацијом тако да је опасност за настанак пожара мања, мада и на овим теренима постоји опасност од настанка пожара, нарочито у летњим месецима. На овим теренима отежано је кретање механизације што може да отежава акције гашења.

Терен Књажевца изграђен је од метаморфних, магматских и седиментних стена различитог састава и геолошке старости. На Слици 5 приказане су Атрибутске табеле слојева геодата базе за геолошку карту. На Карти 33 приказана је геолошка подлога подручја општине Књажевац. На Слици 6 приказана је легенда геолошке карте подручја општине Књажевац.

Simple feature class		Geometry Polygon		Contains M values		Contains Z values	
Geoloska_karta		No		No		No	
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
SHAPE	Geometry	Yes					
Geoloska_jedinica	String	Yes					100
Simbol	String	Yes					50
GeolID	String	Yes					6
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0	
SHAPE_Area	Double	Yes			0	0	
GeoloskaOznaka	String	Yes					50

Извор: Оригинал

Слика 5. Атрибутске табеле слојева геодата базе за геолошку карту



Извор: Оригинал

Карта 33. Геолошка карта

Legenda		
Geoloska_karta		
□ Sipar	■ Mikrogabrovi	■ Krečnjaci, glinoviti krečnjaci, glinci (donji deo urgonske facije)
□ Proluvijum	■ Olivinski gabrovi	■ Peščari, glinci, krečnjaci (gornji deo urgonske facije)
□ Niža rečna terasa	■ Harsiti	■ Konglomerati, glaukonitski peščari, glinci (alb)
□ Viša rečna terasa	■ Gabro- porfiriti	■ Glinci sa konkrecijama sferosi derita (a); vulkanogeno- sedimentne tvorevine (b)- cenoman
■ Aplit- graniti	■ Gabro- pegmatiti	■ Aglomerati hornblenda i hornblenda-piroksenskih andezita
■ Amfibol- biotitski plagiograniti	■ Peščari, alevroliti, liditi, krečnjaci	■ Hornblenda- piroksenski andeziti
■ Zelene stene i zeleni škriljci	■ Granodioritporfiriti	■ Krečnjaci
■ Sericitski škriljci	■ Paleoeandeziti	■ Peščari, laporci, rožnaci, glinci
■ Mermeri	■ Granodioritporfiriti Aidinca	■ Peščari i laporci, krečnjaci (a)- (konjak- kampani)
■ Amfiboliti i amfibolski škriljci	■ Kvarcporfiri	■ Aglomerati augit- hornblenda i hornblenda andezita i latita
■ Dvoliskunski plagioklasni gnajsevi	■ Vulkanogeno- sedimentne tvorevine	□ Izvorski bigar
■ Amfiboliti i amfibolski škriljci	■ Paleobazaliti	■ Augit- hornblenda i hornblenda andezita i latita
■ Biotit- amfibolski i amfibol- biotitski gnajsevi	□ Deluvijum	■ Hornblenda - biotitski andeziti
■ Dvoliskunski gnajsevi	■ "Formacija crvenih peščara": konglomerati (a), konglomerati, peščari i alevroliti (b)	■ Nefelinski bazaniti
■ Gnajs- graniti	■ Paleoeandeziti	■ Konglomerati, peščari, peskovi, krečnjaci (doger)
■ Peskovi, peskovito-šljunkovite gline, šljunkovi	■ Konglomerati, "šareni peščari (a); liskunoviti peščari (b)	■ Konglomerati, peščari, laporci, gline; krečnjaci (a)
■ Sjenitske stene	■ Konglomerati i peščari (ljas)	■ Konglomerati, peščari, laporci, gline; krečnjaci (a)
■ Graniti	■ Konglomerati, peščari i peskovi krečnjaci (dolger)	■ Piroklastiti hornblenda andezita
■ Gabriodne stene	■ Slojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomiti (oksford i kimeridž)	■ Produktivna serija; konglomerati (a); krečnjaci (b)
■ Serpentisani paridoiti	■ Slojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomiti (triton)	■ Peščari i glinci sa cirenama (a); krečnjaci sa rudistima (b)- (masirih)
■ Migmatiti	■ Slojeviti i bankoviti krečnjaci; dolomiti (a)	■ Latiti
■ Škriljevi graniti	■ Slojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomiti (vriend i otriv)	■ Gabra i ultramofiti
■ Peščari i agnolozisti; konglomerati (a); krečnjaci (b)	■ Laporoviti krečnjaci i laporci (Novokoritska sinkinala), (barem i apt)	
■ Dijabazi	■ Aluvijum	
■ Piroksenski srednjezni gabrovi (a); piroksenski eufotid gabrovi (b)		

Слика 6. Легенда геолошке карте

У Табели 141 приказана је заступљеност стенских комплекса на подручју општине Књажевац изражена у хектарима.

Табела 141. Заступљеност стенских комплекса на подручју општине Књажевац
(ha)

Геолошка јединица	Површина (ha)	%
"Формација црвених пешчара": конгломерати (а); конгломерати, пешчари и алевролити (б)	1719.00	2.46%
Агломерати аугит- хорнбленда и хорнбленда андезита и латита	350.92	0.50%
Агломерати хорнбленда и хорнбленда- пироксенских андезита	39.77	0.06%
Алувијум	736.30	1.05%
Амфибол- биотитски плагиогранити	1028.04	1.47%
Амфиболити и амфиболски шкриљци	1006.87	1.44%
Аплит- гранити	4.65	0.01%
Аугит- хорнбленда и хорнбленда андезита и латита	7.59	0.01%
Биотит- амфиболски и амфибол- биотитски гнајсеви	841.71	1.20%
Делувијум	17.81	0.03%
Дијабази	10.76	0.02%
Дволискунски гнајсеви	803.11	1.15%
Дволискунски плагиокласни гнајсеви	81.57	0.12%
Габриодне стене	365.07	0.52%
Габро- пегматити	152.27	0.22%
Габро- порфирити	72.76	0.10%
Глинци са конкрецијама сфероси дерита (а); вулканогено- седиментне творевине (б)- ценоман	203.11	0.29%
Гнајс- гранити	2710.62	3.87%
Гранити	2540.16	3.63%
Гранодиорит порфирити	131.23	0.19%
Гранодиорит - порфирити Алдинца	118.22	0.17%
Харисити	48.47	0.07%
Хорнбленда - биотитски андезити	1488.04	2.13%
Хорнбленда- пироксенски андезити	55.56	0.08%
Изворски бигар	0.67	0.00%
Конгломерати и пешчари (лијас)	624.91	0.89%
Конгломерати, "шарени пешчари (а); лискуновити пешчари (б)	4.39	0.01%
Конгломерати, глауконитски пешчари, глинци (алб)	1113.00	1.59%
Конгломерати, пешчари и песковити кречњаци (догер)	171.43	0.24%
Конгломерати, пешчари, лапорци, глине; кречњаци (а)	52.96	0.08%
Конгломерати, пешчари, пескови; кречњаци (а)	6222.75	8.89%
Кречњаци, глиновити кречњаци, глинци (доњи део ургонске фације)	12939.23	18.49%
Кварцпорфири	28.30	0.04%
Лапоровити кречњаци и лапорци	163.30	0.23%
Латити	34.77	0.05%
Мермери	131.58	0.19%
Мигматити	89.52	0.13%

Геолошка јединица	Површина (ha)	%
Микрогабови	1209.66	1.73%
Нижа речна тераса	263.09	0.38%
Оливински габови	219.56	0.31%
Палеоандезити	5.80	0.01%
Палеобазалити	2.21	0.00%
Пешчари и агрилошисти; конгломерати (а); кречњаци (б)	3561.88	5.09%
Пешчари и глинци	1571.68	2.25%
Пешчари и лапорци; кречњаци (а)- (конијак- кампани)	104.01	0.15%
Пешчари, алевролити, лидити, кречњаци	531.28	0.76%
Пешчари, глинци, кречњаци (горњи део ургонске фације)	6556.07	9.37%
Пешчари, лапорци, рожнаци, глинци	126.27	0.18%
Пескови, песковито-шљунковите глине; шљункови	18.87	0.03%
Пирокластички хорнбленда андезита	207.27	0.30%
Пироксенски средњезрни габови (а); пироксенски еуфотид габови (б)	7695.29	11.00%
Продуктивна серија; конгломерати (а); кречњаци (б)	2234.76	3.19%
Пролувијум	1.98	0.00%
Серицитски шкриљци	312.78	0.45%
Серпентисани паридотити	32.82	0.05%
Сијенитске стене	37.45	0.05%
Сипар	185.85	0.27%
Шкриљеви гранити	75.35	0.11%
Слојевити и банковити кречњаци и доломити (оксфорд и кимериц)	64.70	0.09%
Слојевити и банковити кречњаци и доломити (титон)	211.04	0.30%
Слојевити и банковити кречњаци и доломити (валенд и отрив)	2006.39	2.87%
Слојевити и банковити кречњаци; доломити (а)	181.68	0.26%
Виша речна тераса	50.30	0.07%
Вулканогено- седиментне творевине	198.98	0.28%
Зелене стене и зелени шкриљци	6193.03	8.85%
	69970.47	100.00%

Извор: Оригинал

Структура педолошког покривача одликује се сложеносту и разноврсношћу чиме је допринела разноликост и просторна издиференцираност природних педогенских фактора (литолошки састав, рељеф, клима, хидролошке прилике) и укупна антропогена активност у дужем временском периоду. Комбинујући своје утицаје на најразличитије начине, ови чиниоци су на територији Књажевца омогућили формирање знатног броја типова земљишта.

- **Камењари (Литосоли) – WRB: Nudi Lithic Leptosol.** Ова земљишта се јављају на различитим геолошким подлогама које дефинишу подтипове (на

киселим стенама, на неутралним и базичним стенама, на перидотиту и на кречњаку и доломиту). То су камењари са веома мало јако хумозне земље која се налази између каменитих блокова. Затупљени су на већим надморским висинама, а нарочито на кречњацима. Могућност природног развоја шумске вегетације на њима је онемогућена малом дужином солума и ниским капацитетима задржавања приступачне воде.

- **Сироземи (Регосоли) – WRB: Haplic Regosol.** Сироземи се формирају на растреситим супстратима. Могу бити силикатни, силикатно карбонатни и песковито-доломитни. Ова земљишта могу да поседују високе капацитете задржавања приступачне воде. Физиолошка дубина за развој кореновог система није ограничена као код литосола.
- **Колувијална земљишта (Колувијум) –WRB: Coluvic Regosol.** Колувијална земљишта настају таложењем ерозивног материјала у дну падина захваћеним ерозионим процесима. Њихова својства могу бити веома различита, а зависе од својстава преталоженог земљишта. Дубоког су солума, често су јако скелетна.
- **Кречњачка црница (Калкомеланосол) – WRB: Molic Leptosol.** Кречњачке црнице су плитка хумозна земљишта, ниских капацитета задржавања приступачне воде. Мала дубина земљишта и низак капацитет задржавања приступачне воде лимитирају развој шумског дрвећа, због чега су ова земљишта углавном под пашњацима. Могућност развоја шумског дрвећа на црницама условљена је правцем пружања пукотина у кречњачкој подлози. На дубоким, колувијалним црницама могу да постоје добри услови за развој дрвећа.
- **Хумусно силикатна земљишта (Еутрични ранкери) –WRB: Molic Leptosol Eutric.** Еутрични ранкери се формирају на базама богатим силикатним супстратима. То су плитка, скелетна земљишта, веома ретко су под шумском вегетацијом. Неповољне физичке особине, а пре свега ниски водни капацитети често онемогућавају развој шумског дрвећа.
- **Хумусно силикатна земљишта (Дистрични ранкери) –WRB: Umbric Leptosol Dystric.** На киселим силикатним стенама формирају се дистрични ранкери. Ова земљишта су ниских производних способности, јер су плитког

солума и скелетна. Киселе су реакције неповољних хемијских својстава са ниским сдржајем биљних асимилатива. Углавном се јављају на већим наднорским висинама. Са становишта угрожености од пожара еутрични и дистрични ранкери спадају у угрожено, због врсте горивог материјала који се налази на њему, климатских елемената и рељефа. На овом типу земљишта налази се гориви материјал који је лакше запаљив и подложен ширењу пожара.

- **Смоница (Vertisol) – WRB: Vertisol.** Са становишта угрожености од пожара овај тип земљишта спада у угрожене од пожара пре свега због мањег задржавања воде у већем површинском слоју и састава овог типа земљишта и развоја горивог материјала на њему.
- **Еутрично смеђе земљиште (Еутрични камбисол).** Гајњаче су формиране на растреситим супстратима (језерски седименти, алувијални и еолски наноси) и имају реголитичан контакт са подлогом. Са становишта угрожености од пожара овај тип земљишта спада у мање угрожене јер је пре свега то пољопривредно земљиште које се често обрађује и гориви материјал на њему је једнообразан.
- **Дистрично смеђе земљиште или кисело земљиште (Дистрични камбисол).** Као тип шумског земљишта, кисело смеђе земљиште поседује високу еколошку вредност. Карактеристично је за појас букових шума. Са становишта угрожености од пожара овај тип земљишта спада у умерено угрожене од пожара у зависности од подврста.
- **Смеђе земљиште на кречњацима и доломитима (Калкокамбисол).** Смеђе кречњачко земљиште је карактеристично за планинске терене у чијој грађи доминирају кречњачке стене. Претежно има карактер шумског земљишта, а дебљина се просечно креће од 30 до 50 cm. У зависности од дубине и степена еродираниости може имати веома различит производни потенцијал.
- **Неразвијена хидроморфна земљишта – Флувисоли.** Ова земљишта су формирана у приобаљу река, где су изложена периодичном плављењу. Педогенетски процеси су ометани периодичним одношењем површинских слојева земљишта, а такође и таложењем нових количина речног наноса. Због тога флувисоли имају слојевиту грађу профила. Флувисоли су типична

станишта врба и топола. Геолошка подлога и тип земљишта утиче на угроженост шума од пожара. Садржај воде у горивом материјалу (иглице, лишће, грање) као и врста земљишта утичу на стање воде и задржавање воде у приземним и унутрашњим слојевима што утиче на горивост и угроженост горивог материјала у шуми. У Табели 142 дата је подела земљишта у категорије и степен угрожености од пожара.

На Карти 34 приказана је педолошка карта по бодовном систему општине Књажевац.

Табела 142. Подела врсте земљишта и утицај на степен угрожености шума од пожара

Тип земљиште	Подтип	Број бодова	Површина (ха)	%
I – (A)-C ili (A)-R неразвијена				
Камењар (Литосол)	На киселим стенама	80	4575.244	6.54
	На неутралним и базичним стенама	80		
	На перидотиту	80		
	На кречњаку и доломиту	80		
Сирозем на растреситом супстрату (Регосол)	Силикатни	80	73.16204	0.10
	Силикатно-карбонатни	80		
	Песковито-доломитни	80		
Колувијална земљишта (Колувијум)	Дистрично-силикатно	80	349.319	0.50
	Карбонатно	80		
	Са фосилним тлом	80		
II – A-C ili A-R (Хумусно-акумулативна)				
Кречњачко – доломитна црница (Калкомеланосол)		60	4620.823	6.60
Хумусно силикатно (Ранкер)	Еутрично	80	3378.531	4.83
	Дистично	60		
Смоница (Вертисол)	Карбонатна	60	4688.661	6.70
	Некарбонатна	60		
	Посмеђена	60		
III – A-(B)-C ili A-(B)-R (Kambična)				
Еутрично смеђе (Еутрични камбисол)	На лесу и лесоликим седиментима	40	2561.856	3.66
	На базичним и неутралним еруптивним стенама	40		
	На перидотиту и серпентиниту	40		
	На језерским седиментима на алувијалном, колувијалном и еолском наносу	40		
	На глинци	40		
	На мафиболитским шкриљцима	40		
Дистрично смеђе или кисело	Дубоко	40	35956.36	51.39

Тип земљиште	Подтип	Број бодова	Површина (ха)	%
смеђе (Дистрични камбисол)	Врло дубоко	20		
Смеђе на кречњаку и доломиту (Калкокамбисол)	Плитко и средње дубоко	60	5402.435	7.72
	Дубоко	40		
IV – А-Е-В-С или А-Е-В-Р (Флувијално илувијална)				
Илимеризовано или лесивирано (Флувисол)	На кречњаку	40	455.8803	0.65
	На силикатним стенама	40		

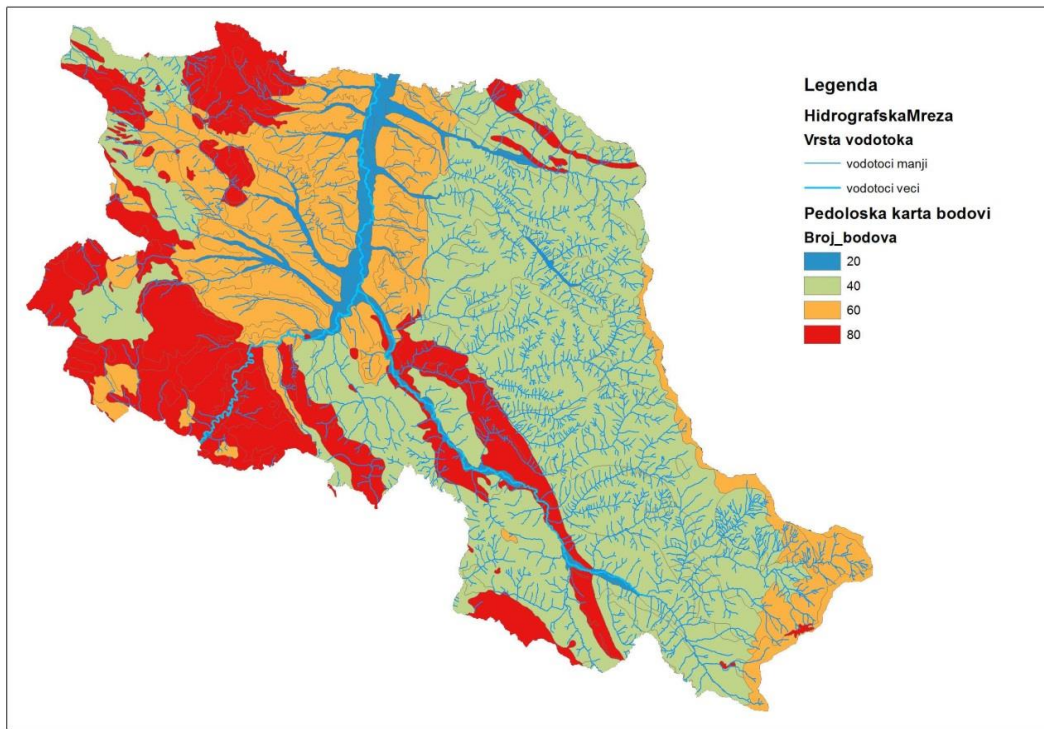
Извор: Оригинал

На Слици 7 приказане су атрибутске табеле слојева Геодатабазе за педолошку карту.

Simple feature class Pedoloska_karta						Geometry Polygon	Contains M values No	Contains Z values No
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length	
OBJECTID	Object ID							
SHAPE	Geometry	Yes						
Oznaka_pedoloske_jedinice	String	Yes					6	
Pedoloska_jedinica	String	Yes					75	
Pedoloska_jedinicaFAO	String	Yes					50	
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0		
SHAPE_Area	Double	Yes			0	0		

Извор: Оригинал

Слика 7. Атрибутске табеле слојева Геодатабазе за педолошку карту



Извор: Оригинал

Карта 34. Педолошка карта по бодовима

5.7.6 Вегетација и гориви материјал

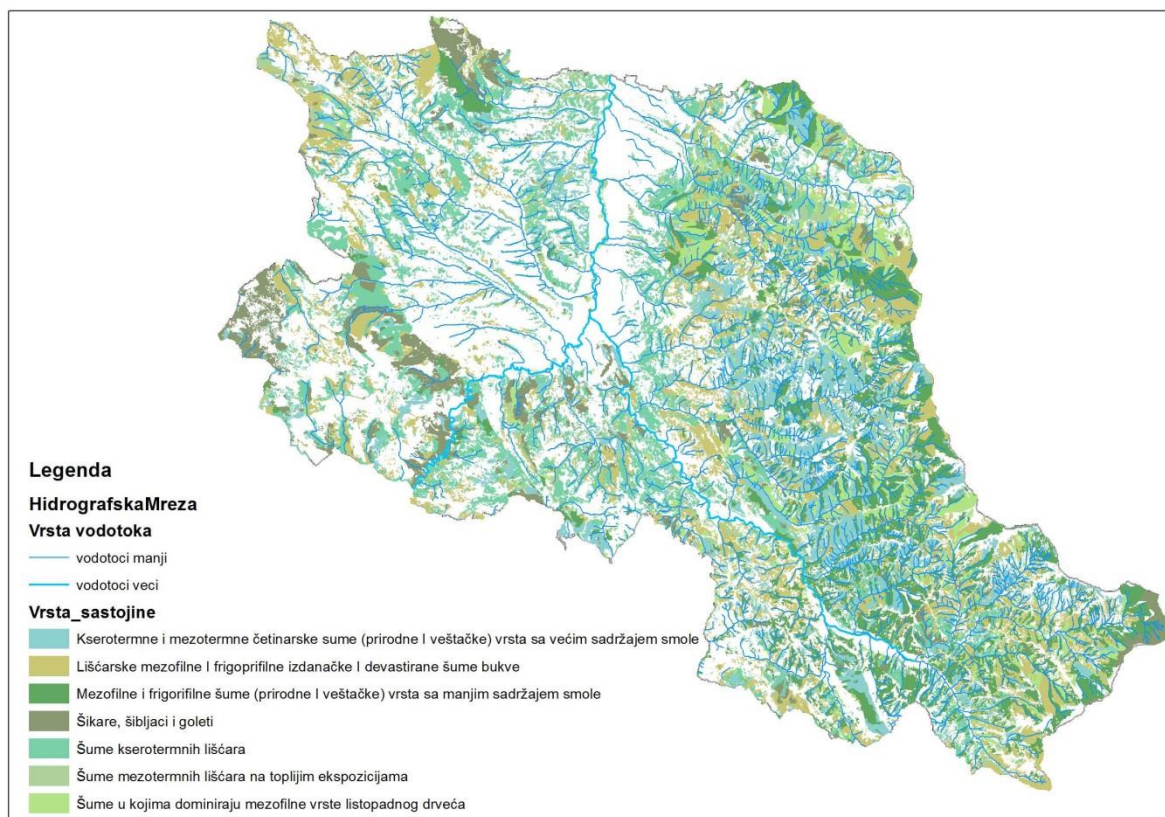
Вегетација коју представља заступљену врсту дрвећа и гориви материјал у шуми из које произилазе различити типови горивог материјала представља основу на коју директно или индиректно делују сви остали фактори и чине да она у различитом степену буде угрожена од пожара.

Шуме се могу различито класификовати (по врсти дрвећа, по начину узгоја, по старости, по намени и сл.) али се најчешће деле на: четинарске шуме, листопадне и мешовите шуме. Такође се узимају и посебне форме као што је шикара, шибљак, макија, гариг, деградирана шума због њихове специфичности у погледу осетљивости на пожар. Вештачки подигнути засади (културе) су у оквиру даље поделе вегетације, издвојене као посебна категорија без обзира на доба старости јер старост утиче на угроженост шума од пожара (са повећањем старости степен угрожености од пожара се смањује код природних шума), док је код култура та разлика у границама занемарљивости. Даља подела природних четинарских, мешовитих и листопадних шума извршена је према захтевима за светлошћу и према старости, мада и друга својства појединих типова шума утичу на њихову угроженост од пожара (садржај смоле, танина, етеричних уља, склоп шуме, приземна вегетација). Главни параметри вегетације за одређивање степена угрожености шума од пожара дати су у Табели 143. На Карти 35 приказана је карта састојина.

Табела 143. Параметри вегетације који одређују степен угрожености шума од пожара

ТИП ШУМЕ	Број бодова	Површина (ха)	%
I категорија			
Ксеротермне и мезотермне четинарске шуме (природне и вештачке) врста са већим садржајем смоле	200	9415.52	13.46
Природне и вештачки подигнуте шуме црног бора	200		
Природне и вештачки подигнуте шуме белог бора	200		
II категорија			
IIa - Шуме ксеротермних лишћара	180	15734.97	22.49
Шуме медунца	180		
Шуме црног јасена	180		
Шуме грабића	180		
Шуме цера	180		
IIb - Шуме мезотермних лишћара на топлијим експозицијама	180	3790.10	5.42
Шуме црног граба	180		
Шуме китњака	180		
Шуме далешампијевог храста	180		
III категорија			
Мезофилне и фригорибилне шуме (природне и вештачке) врста са мањим садржајем смоле	160	11666.98	16.67
Шуме јеле	160		
Шуме смрче	160		
Шуме оморике	160		
Шуме молике	160		
Вештачки подигнуте састојине ариша	160		
Вештачки подигнуте састојине дуглазије	160		
Вештачки подигнуте састојине боровца	160		
Вештачки подигнуте састојине Абис грандис	160		
Вештачки подигнуте састојине осталих врста истих карактеристика	160		
IV категорија			
IVa – Лишћарске и четинарске мезофилне и фригорибилне мешовите шуме (природне и вештачке)	140	16011.33	22.88
Шуме јеле	140		
Шуме смрче	140		
Шуме букве	140		
IVb – Мешовите шуме мезофилних и мезотермних лишћара	140	16011.33	22.88
Шуме обичног граба и китњака	140		
V категорија			
Шуме у којима доминирају мезофилне врсте листопадног дрвећа	120	7073.97	10.11
Шуме букве	120		
Шуме обичног граба	120		
Шуме брезе	120		
Шуме јасике	120		

Извор: Оригинал



Карта 35. Карта састојина

На Карти 36 приказане су вегетационе целине, а на Карти 37 вегетационе целине по бодовима.

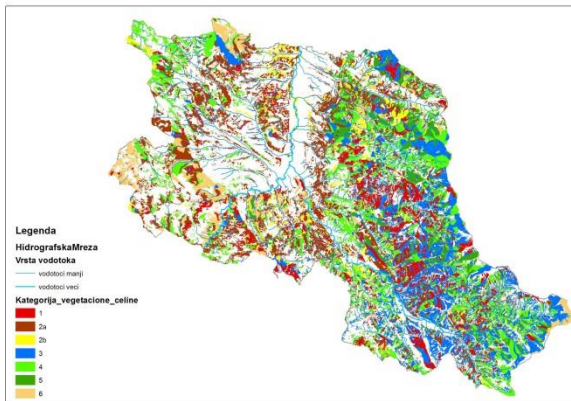
5.7.6.1 Стање састојина по степену деградираности

У деградиране састојине убрајају се шуме у којима је деградација састојина и станишта изражена. У ову групу опасности од пожара укључене су шикаре и шибљаци као и делимично шуме ксеротермних лишћара и мезотермних лишћара на топлијим експозицијама (Табела 144).

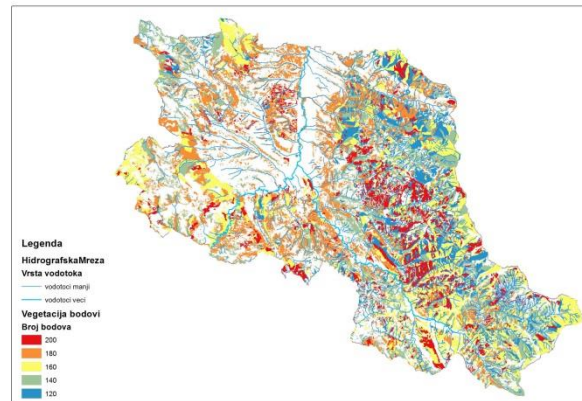
Табела 144. Стање састојина по степену деградираности

Стање састојина по степену деградираности	Број бодова	Површина (ха)	%
Деградиране састојине	100	19525.07	27.90
Шикаре и шибљаци	160	6277.61	8.97

Извор: Оригинал



Карта 36. Вегетационе целине



Карта 37. Вегетационе целине по бодовима

5.7.6.2 Старост стабала

Код старости уноси се старост (у годинама) врста констатованих у хомогеној целини. Старост стабала уско је везана за основне параметре структуре састојине, узгојних потреба и продукционих карактеристика шуме. Старост се односи на целу хомогену целину, као просечна вредност за цео скуп стабала хомогене целине (Табела 145).

Табела 145. Старост састојина, број бодова и површинска заступљеност

Старост састојина	Површина (ha)	%	Старост састојина	Број бодова	Површина (ha)	%
30	9415.52	13.46	До 30 година	80	9415.522	13.46
60	19525.06	27.90	Од 31 до 60 година	60	19525.06	27.90
			Преко 60 година	40	34752.28	49.66
90	16011.33	22.88				
100	7073.97	10.11				
110	11666.98	16.67				
Некатегорисано	6277.61	8.97			6277.613	8.97
	69970.47	100.00	Укупно		69970.47	100.00

Извор: Оригинал

Стање голети по бодовном систему приказана је у Табели 146 и дефинише степен опасности од пожара на отвореном. Углавном представља опасност да се пожар са ових површина пренесе на околне шуме. Што се касније дефинише преко стања контактних зона шума/не шума.

Табела 146. Стање голети по бодовном систему

Стање голети	Број бодова
II категорија	
Голети на топлијим експозицијама густо обрасле приземном вегетацијом	180
III категорија	
Голети на осојним странама густо обрасле приземном вегетацијом	140
Голети на присојним странама слабије обрасле приземном вегетацијом	
IV категорија	
Голети густо обрасле приземном вегетацијом у којој доминирају <i>Vaccinium myrtilis</i> , <i>Vaccinium vitis-ideus</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Aricostaphylos uva-ursi</i> и сличне вишегодишње биљке	120
V категорија	
Голети мање-више без приземне вегетације	40
Голети на којима у приземној вегетацији доминирају маховине (нарочито <i>Sphagnum sp.</i> и <i>Hylocomium sp.</i>) или папрати <i>Equisetum sp.</i>	20
Забарене мање површине без обзира на степен покривности и састав вегетације	10

Извор: Оригинал

5.7.7 Гориви материјал

5.7.7.1 Мртво дрво и пањеви

Количина, стање и структура мртваг дрвета и пањева, које остаје у шуми је значајна еколошка информација која индикује степен природности састојине, а уједно је и важан основ за калкулацију залиха угљеника у шумском екосистему. Појам „мртво дрво“ укључује стабла или њихове делове који су физиолошки мртви. Разликују се три категорије: „лежеће“ дрво, суво грање и пањеви, као и дебљи и тањи комади дрвета за које су одређени специфични поступци мерења.

Разликујемо четири степена разлагања стабала, пањева и грањевине (дрво је чврсто и тврдо, показује знаке труљења, у великом степену је у фази труљења и дрво је у фази распадања). Оцењује се код свих категорија мртваг дрвета.

Заступљености мртваг дрвета (без обзира на фазу распадања) и број бодова који дефинише опасности од настанка и ширења пожара подељена је у четири групе (Табела 147).

Табела 147. Заступљеност мртваг дрвета и број бодова

Заступљеност мртваг дрвета	Заступљено у m ³ /ha	Број бодова
Значајно присутно	>10.0	20
Заступљено	7.22	10
Мало заступљено	<3.0	5
Није регистровано	0	0

Извор: Оригинал

5.7.7.2 Ивице шуме на граници шума / не шума

Шума која лежи на граници између категорија земљишта шума/не шума по правилу има другу унутрашњу структуру, али са друге стране представља фактор који омогућава ширење пожара на шумске површине као и прелазак ниског у високи пожар. Степенаста ивица шуме са створеним плаштом од круна (хетероген, довољно густ који тече неправилно) сматра се еколошки повољно. Дужина, тип, облик, густина и састав ивице шуме одређује се за сваку хомогену целину.

Тип ивице шуме према начину, на који категорија „шума“ прелази у категорију „не шума“ ивица шуме је разврстана у 5 типова (Табела 148).

Табела 148. Тип ивице шуме

Тип ивице шуме		
Ивица шуме је пропланак, култура, младик или патуљасте четинари на горњој граници шуме и слично.		
На ивици шуме су стабла са нормално развијеним крунама (стабла нису разграната) без слоја жбуња или само местимично са жбуњем.	2684.227	3.84%
Ивица шуме је састављена од разгранатих стабала без слоја жбуња или са местимично заступљеним жбуњем (делимичан плашт од круна стабала)		
Ивица шуме се састоји од дрвећа и грмља (стрми плашт састојине)		
Ивица шуме је степенаста, испред виших стабала налази се појас нижих стабала и грмља (степенаста плашт састојине).	67286.25	96.16%
	69970.47	100.00%

Извор: Оригинал

Облик ивице шуме. Ивица шуме може бити различитог облика (правилинијски, неправилан и јако неправилан) (Табела 149).

Табела 149. Облик ивице шуме

Облик ивице шуме		
Ивица шуме је праволинијска	52759.14	75.40%
Ивица шуме је неправилног облика (таласаст, заокружен)	14527.12	20.76%
Ивица шуме је јако неправилног облика	2684.217	3.84%
	69970.47	100.00%

Извор: Оригинал

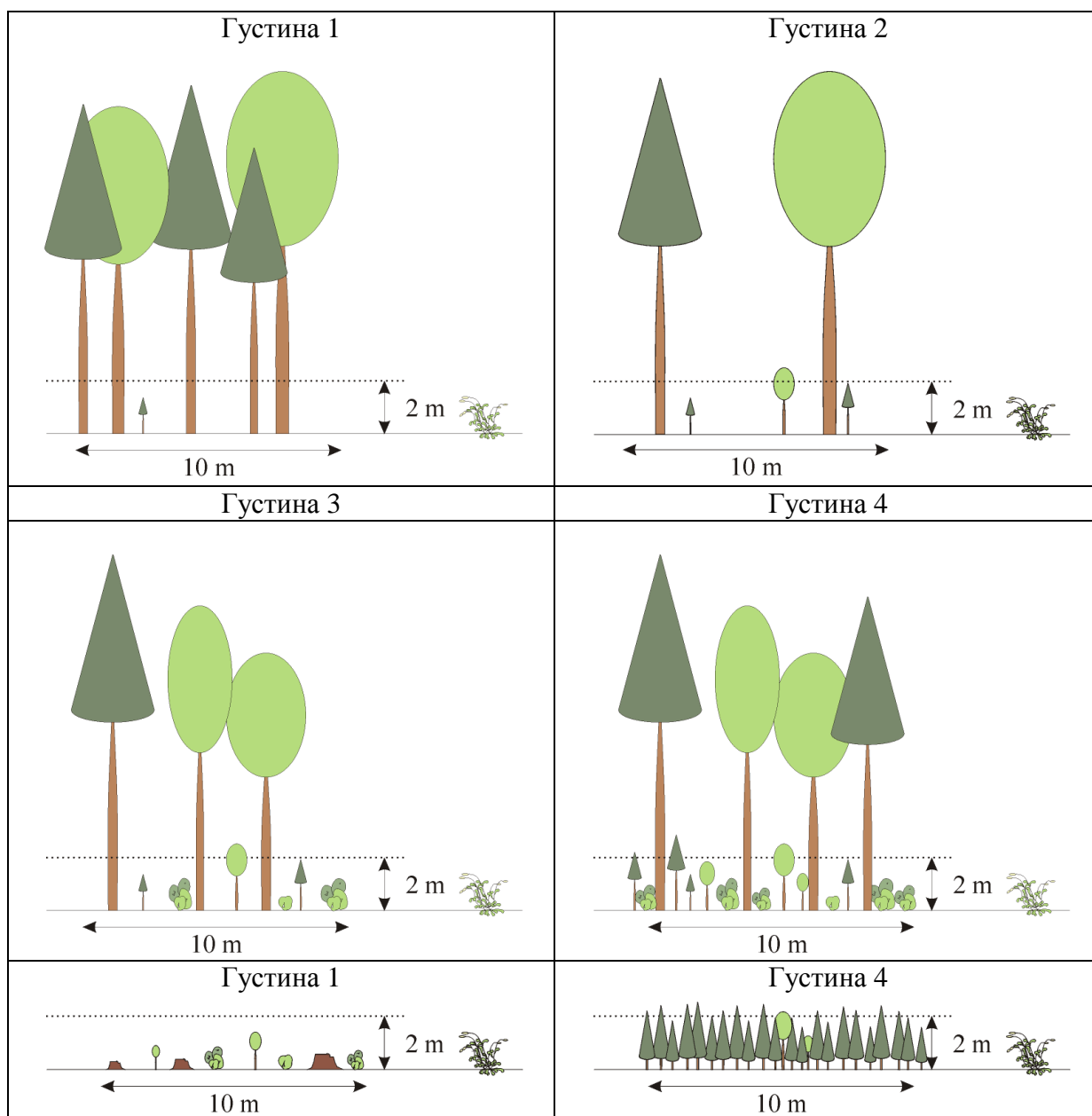
Густина ивице шуме одређује се до дубине од 10 m од ивице шуме погледом са земљишта, које није шума у унутрашњост састојине. Оцењује се са

колико је профил састојине до висине од 2 м процентуално покривен грмљем и доњим гранама стабала (Табела 150 и Слика 8).

Табела 150. Густина ивице шуме

Густина ивице шуме	Број бодова		
Отворена ивица шуме, покривеност 0-25 %	10		
Ретка ивица шуме, покривеност 26-50 %	20		
Средње густа ивица шуме, покривеност 51-75 %	30	69970.47	100.00%
Густа ивица шуме, покривеност 76-100 %	40		

Извор: Оригинал



Извор: [144].

Слика 8. Типови густине састојине од значаја за избијање и ширење пожара

Дубина ивице шуме оцењује се укупна дубина ивице шуме, која показује другачију структуру од унутрашњости састојине. Изражава се на начин приказан у Табели 151.

Табела 151. Дубина ивице шуме

Дубина ивице шуме	Број бодова		
Ивица шуме је ужа од 10 m	10		
Ивица шуме је шири од 10 m	20	69970.47	100.00%

Извор: Оригинал

Оцењује се присутност жбуња на ивици шуме и његова ширина, (спорадична присутност жбуња са покривеношћу испод 5% се не узима у обзир) (Табела 152).

Табела 152. Присутност жбуња на ивици шуме

Присутност жбуња на ивици шуме	Број бодова		
Појас жбуња не постоји	0		
Појас жбуња је ужи од 10 m	5		
Појас жбуња је шири од 10 m	10	69970.47	100.00%

Извор: Оригинал

Дејство ивице шуме и блиског земљишта на састојину. Оцењује се свако могуће деловање не шумско земљиште и активности које се на њему обављају, како и деловање саме ивице шуме, које могу имати позитиван или негативан утицај на стање, стабилност и продукцију састојине. Позитивним се сматра, на пример, заштита од ветра, склониште за дивље животиње, отежавање уласка домаћих животиња у шуму, заштита биолошког диверзитета и слично. Дејство је негативно када нема наведених позитивних особина, оштећивања земљишта и састојине насталих активностима из најближе не шумске средине (као на пример сеча корена орањем, паркирање аутомобила или пољопривредне механизације, сакупљање печурака, депоније отпада, испаша стоке и слично). Оцена се врши комплексно и сврстава у три категорије (Табела 153).

Табела 153. Дејство ивице шуме и блиског земљишта на састојину

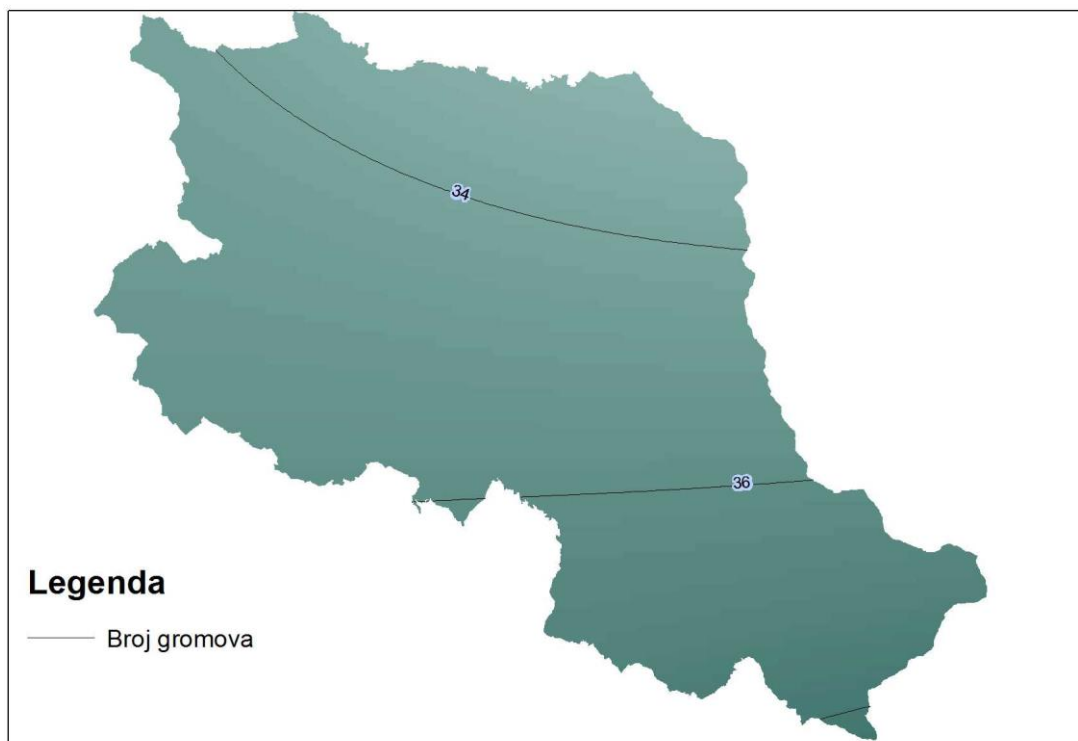
Код	Дејство ивице шуме и блиског земљишта на састојину		
1	Позитивно дејство		
2	Негативно дејство	11026.98	15.77%
3	Веома јако негативно дејство		

Извор: Оригинал

5.7.8 Исокерауничка карта

И ако на природне појаве које могу изазвати шумске пожаре одпада нешто око 1% свих узрочника пожара у шуми, на ову појаву такође треба обратити пажњу. Постоје подручја која су под дејством одређених природних појава да у одређеним периодама могу бити чести узрочници настанка шумских пожара. Као најчешћа природна појава која изазива шумске пожара је атмосферско пражњење или удар грома, као и дејство сунчеве топлоте када наиђе на одређени фокус и доведе до паљења најчешће суву траву као гориви материјал. Све већа пажња посвећује се и теорији да многи шумски пожари настају посредством "сунчевих ветрова" али ова теорија још увек није научно доказана тако да неће бити разматрана у овој методологији. Као природна појава која изазива шумске пожаре јавља се атмосферско пражњење.

На Карти 38 је приказан просечан број громава на подручју општине Књажевац, а у Табели 154 бодови по степену угрожености и површина заступљених хомогених група.



Карта 38. Исокерауничка карта општине Књажевац

Табела 154. Број громава и степен опасности изражен у бодовима

Број громава	Опасност	Број бодова	Површина (ха)	%
До 32	Низак	0		
Од 33 до 36	Постоји	10	50849.38	73.24%
Изнад 36	Значајан	20	18578.42	26.76%

Извор: Оригинал

5.7.9 Карте примењиве опреме за гашење шумских пожара

Карте примењиве опреме за гашење шумских пожара треба да буду саставни део свих планова заштите шума од пожара. Сходно томе да ефикасност у гашењу шумских пожара зависи од избора одговарајуће опреме и средстава за гашење, ова опрема мора бити приказана на свим оперативним картама. Карта примењиве опреме за одређено подручје треба у сваком тренутку да субјектима који учествују у заштити шума од пожара прикаже која опрема и средства за гашење су примењива и ефикасна на одређеном подручју, тако да приликом избора опреме на место интервенције се достави опрема и средства за гашење која ће имати највећу ефикасност.

Избор опреме и средстава за гашење пожара се врши на основу:

- врсте вегетације
- топографских прилика
- уређености шумског подручја
- врсте и квалитет путева
- отворености шумског подручја
- подлоге и матичног супстрата земљишта
- климатских фактора
- могућношћу снабдевања водом и расположивих изворишта воде за гашење
- уређеност изворишта
- расположивог броја људи у најнеповољнијем услову
- могућности мобилизације људи
- могућности гашења из ваздуха
- опреме која се поседује
- економичности употребе опреме

- могућност смештаја и дистрибуције опреме и средстава за гашење.

Карте примењиве опреме за гашење шумских пожара треба да послуже и приликом набавке опреме и средстава за гашење одређеног подручја, јер на основу њих бира се најефикаснија и најпримењивија опрема и средства за гашење што омогућава и већу ефикасност у гашењу. У картама посебним симболима се означавају подручја на којима је могућа примена одређене опреме и средстава за гашење са уцртаном инфраструктуром, стањем путева, изворишта воде и других елемената потребних за ефикасно гашење пожара. За процену оптималне опреме која се може користити у гашењу шумских пожара израђена је карта спирања која омогућава да се просторно прикажу подручја са отежаним условима гашења (Карта 25).

5.7.10 Антропогени утицаји

5.7.10.1 Антропогени фактор-ризик од човека

Скоро 98 % шумских пожара су посредно или непосредно везани за делалатност човека. Присуство човека у шуми као пастира, туристе, сакупљача плодова, ловца повећава опасност од пожара у шуми. Нарочита угроженост произилази ако су његове активности везане са паљењем ватре: спаљивање стрништа, биљних одпадака и коришћење ватре за било коју намену у шуми. Зато ризик од човека као степен угрожености шума од пожара заузима важно место.

У Табели 155 дати су неки показатељи утицаја човека на угроженост шума.

Табела 155. Параметри утицаја човека на појаву пожара у шуми

Категорија 1	Број поена		
Туристичке и шуме које се користе за рекреацију, као и шуме које се налазе уз пољопривредно земљиште и депоније смећа	60	4714.422	6.74%
Категорија 2			
Шуме кроз које пролазе јавне саобраћајнице, далеководи или се у њима врши испаша	40	60826.42	86.93%
Категорија 3			
Шуме у којима се врши сакупљање шумских плодова, лов и риболов као и узгојни радови	20	4308.091	6.16%
Некатегорисано	0	121.5427	0.17%
		69970.47	100.00%

Извор: Оригинал

Уколико се шума према ризику од човека може сврстати у више категорија онда се утицај ових фактора на угроженост шума од пожара изражава кроз укупан број поена.

5.7.10.2 Историја пожара и њен утицај на угроженост шума од пожара

Историја пожара, односно број пожара у одређеном временском интервалу на одређеном подручју утиче на одређивање степена угрожености шума од пожара. Наиме сам број пожара на посматраном подручју указује који део простора је подложнији настанку пожара и која је већа угроженост шума од пожара. Такође гориви материјал није исти на подручјима са честим настанцима пожара јер се на том месту мењају и временски услови који утичу на стање горивог материјала који је подложнији паљењу.

У Табели 156 дате су неке карактеристике одређивања степена угрожености од пожара које се односе на учесталост пожара на посматраној површини у временском периоду од 10 година.

Табела 156. Параметри историје пожара који утичу на степен угрожености шума од пожара

Број пожара на подручју у периоду од 10 година	Број поена
5 и виша	40
од 2 до 4	20
до 2	10

Извор: Оригинал

5.7.10.3 Отвореност шумског комплекса

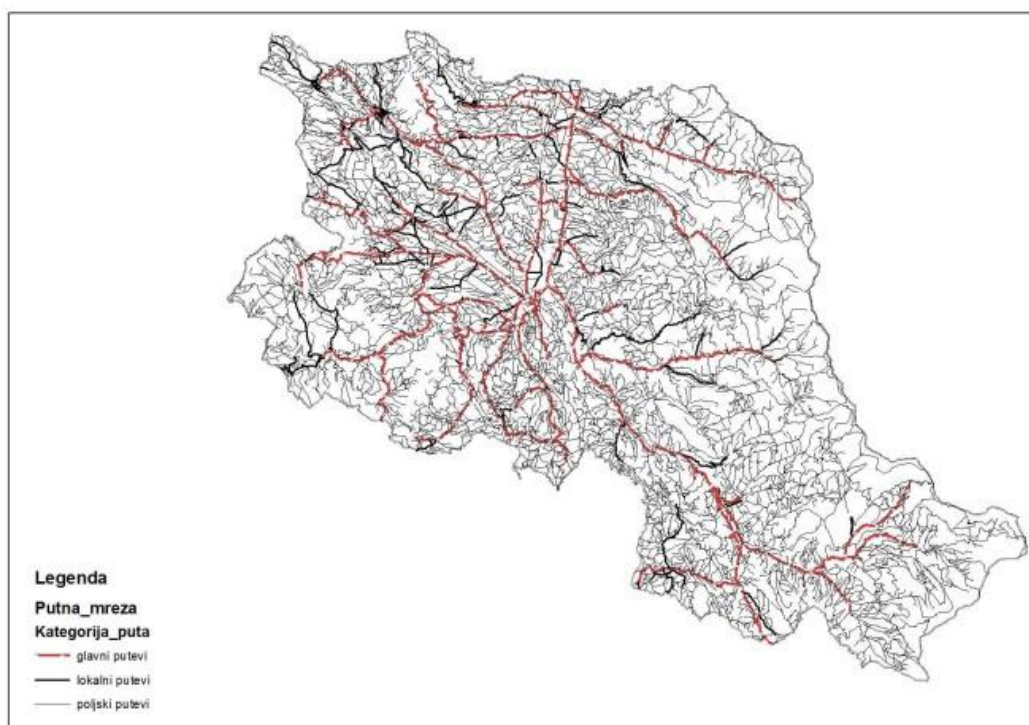
Отвореност шумског комплекса путевима је основ за успешну превенцију избијања шумског пожара. Ту се убраја и уређеност противпожарних просека на којима се врши чишћења и кресање грана, као и проређивање и редукција горивог материјала. Отвореност шумског комплекса је приказан у Табели 157.

Табела 157. Отвореност шумског комплекса

Отвореност шумског комплекса	Број поена		
Шумски комплекс је отворен (већина површина је доступна изграђеном путном мрежом, противпожарне пруге се редовно одржавају)	5		
Шумски комплекс је делимично отворен (већи делови шумског комплекса су слабо доступни, или су доступни шумским путевима неподобним за ватрогасна возила; против пожарне пруге се слабо одржавају)	20	65203.48	93.19%
Шумски комплекс није отворен, противпожарних пруга нема	40	4766.989	6.81%
		69970.47	

Извор: Оригинал

На Карти 39 приказана је путна мрежа општине Књажевац. На Слици 9 приказане су атрибутске таблице слојева Геодатабазе за путну мрежу



Карта 39. Путна мрежа

Simple feature class						Geometry Polyline		
Putna_mreza						Contains M values	No	
						Contains Z values	No	
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length	
OBJECTID	Object ID							
SHAPE	Geometry	Yes						
Kategorija_puta	String	Yes					25	
SHAPE_Length	Double	Yes			0	0		

Слика 9. Атрибутске таблице слојева Геодатабазе за путну мрежу

5.7.10.4 Степен уређености простора за туристичке и излетничке активности

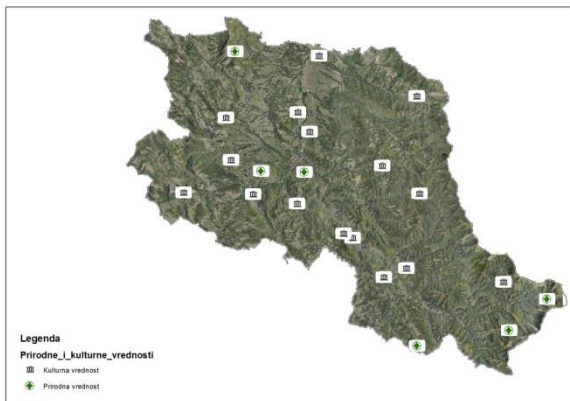
Због великог броја људи, ложења и коришћења разних средстава за паљење ватре, излетишта представљају посебну опасност и ризик од настанка пожара. Мали је број уређених излетишта која могу да задовоље све мере безбедности и смање ризик од настанка пожара. Под уређеним излетиштима подразумевају се она која имају изграђена и уређена места за ложење ватре, поседују средства за гашење и заштиту од пожара, организовану чуварску службу која треба да надгледа и усмерава активности на излетиштима и упозорава на делатности које могу да изазову пожар (Табела 158).

Табела 158. Степен уређености простора и број бодова

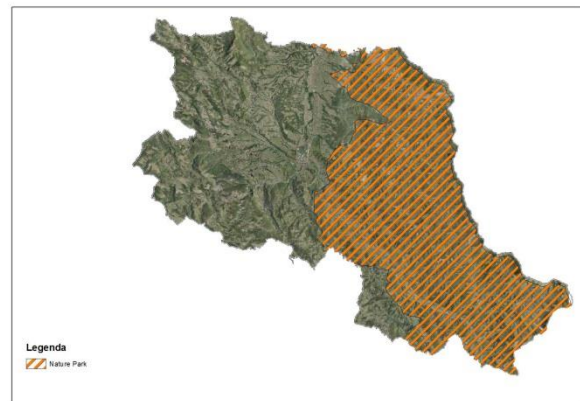
Степен уређености	Број бодова		
Шумски комплекс је уређен за туристичке и излетничке активности (обележена су и обезбеђена места за паљење ватре, постављена су бурад са песком за гашења мањих пожара у иницијалној фази развоја, постављени су знаци за опасност од шумског пожара)	5		
Шумски комплекс је делимично уређен за туристичке и излетничке активности (постављени су знаци за опасност од шумског пожара)	20		
Шумски комплекс је потпуно не уређен за туристичке и излетничке активности (нема обележених места за паљење ватре нити знакова за опасност од пожара)	40	69970,47	100.00

Извор: Оригинал

На Карти 40 приказане су природне и културне вредности, а на Карти 41 заштићена природна добра (Парка природе Стара планина). На Слици 10 приказане су атрибуцке табеле слојева Геодатабазе за природне и културне вредности.



Карта 40. Природне и културне вредности



Карта 41. Заштићена природна добра

Simple feature class					Geometry Point			
Prirodne_i_kulturne_vrednosti					Contains M values	No		
					Contains Z values	No		
Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length	
OBJECTID	Object ID							
SHAPE	Geometry	Yes						
Tip	String	Yes						50
Naziv	String	Yes						50
Opis	String	Yes						250

Слика 10. Атрибутске табеле слојева Геодатабазе за природне и културне вредности

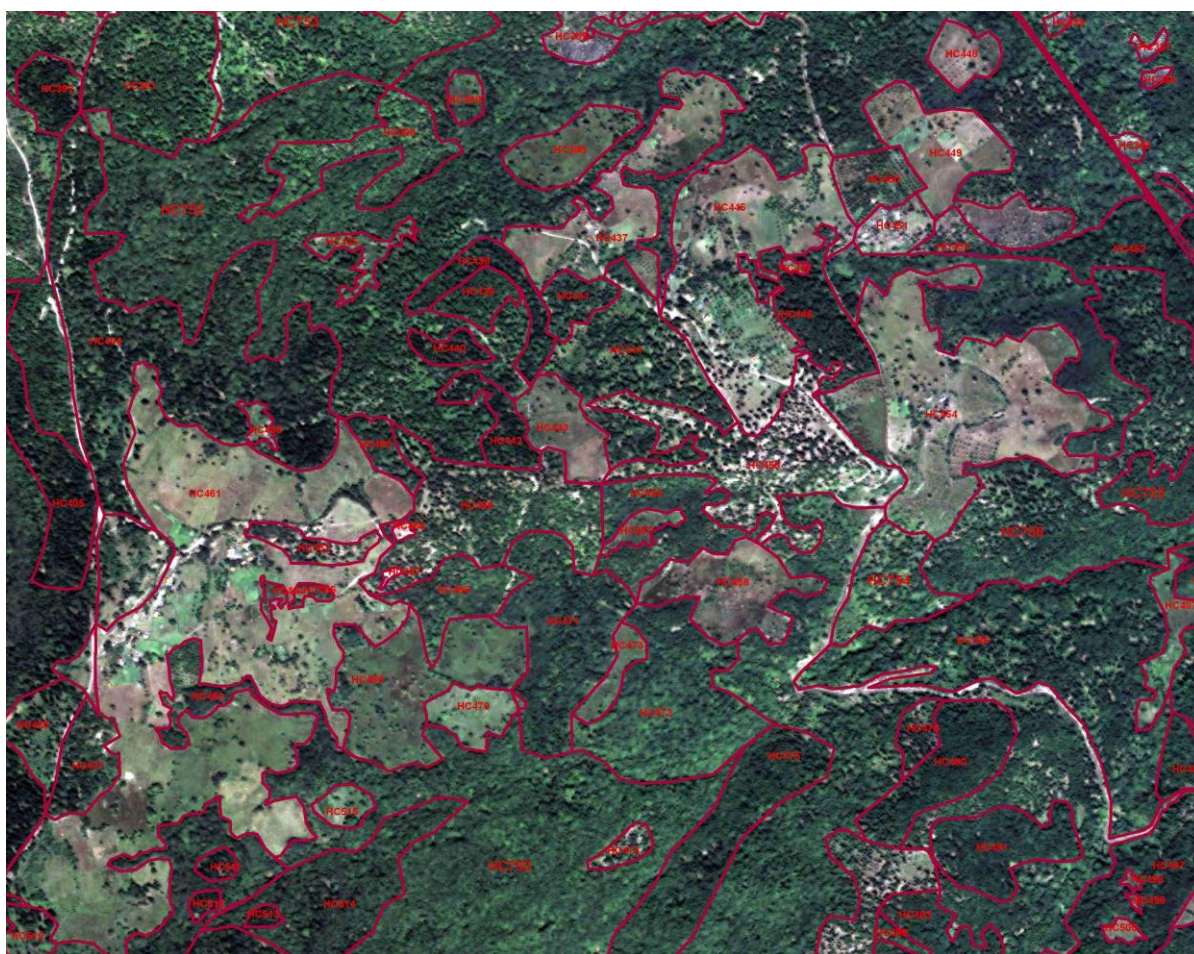
5.7.10.5 Остале биотехничке мере заштите

Од осталих биотехничких мера у заштити шума од пожара примењују се: садња мешовитих шума, са горивим материјалом који је мање угрожен пожаром, израда противпожарних пруга и њихово редовно одржавање, уређење места за водоснабдевање и њихово одржавање, израда осматрачница и организација система надгледања шума, израда система и имплементација система за процену опасности од настанка пожара (Табела 159). На Слици 11 приказано је издвајање хомогених целина методом делинације и креирање просторних ентитета. На Слици 12 приказано је уношење атрибута хомогених целина према кодном приручнику.

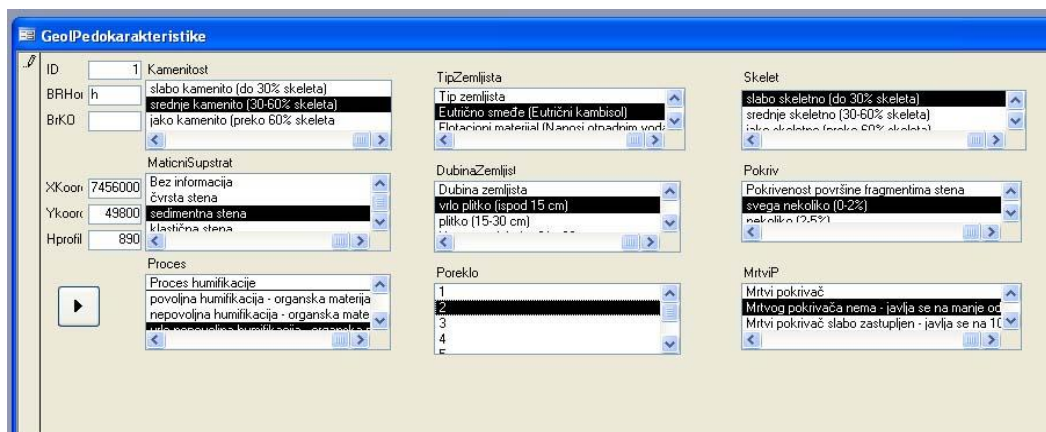
Табела 159. Степен уређености и број бодова

Степен уређености	Број бодова		
Шумски комплекс има обезбеђене биотехничке мере заштите (заступљеност мешовитих шума, гориви материјалом који је мање угрожен пожаром, израђене противпожарне пруге, уређење места за водоснабдевање и њихово одржавање, израду осматрачница и организацију система надгледања шума, израду система и имплементацију система за процену опасности од настанка пожара)	5		
Шумски комплекс нема обезбеђене биотехничке мере заштите	40	69970.47	100.00

Извор: Оригинал



Слика 11. Издвајање хомогених целина методом делинације и креирање просторних ентитета



Слика 12. Уношење атрибута хомогених целина према кодном приручнику

5.7.11 Степен угрожености шума од пожара

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 Табели 160 дата је категоризација угрожености шума од пожара на основу броја бодова. Атрибутске табеле слојева Геодатабазе угрожености шума од пожара приказана је на Слици 13.

Табела 160. Категоризација угрожености шума од пожара

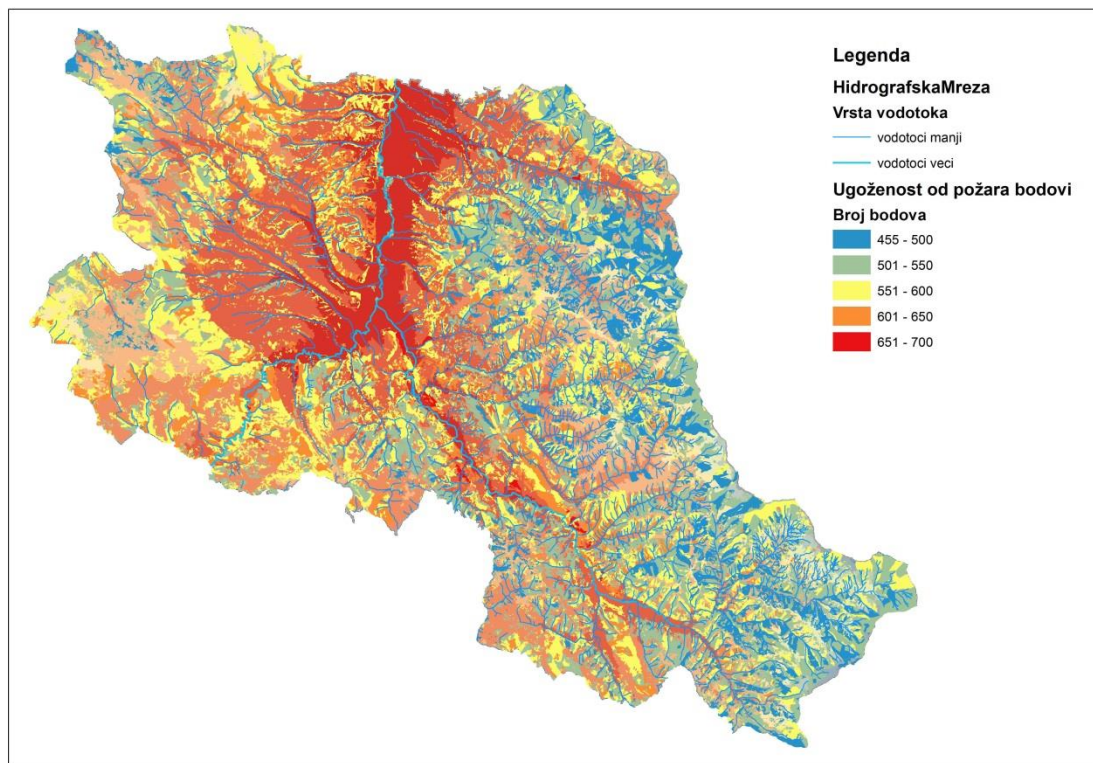
Степен угрожености шума од пожара	Укупан број бодова	Боја	Површина (ha)	%
Први степен-веома велика угроженост	631-705	црвена боја	587.8747	0.84%
Други степен-велика угроженост	556-630	наранџаста	23602.92	33.73%
Трећи степен-средња угроженост	481-555	жута	38891.67	55.58%
Четврти степен-мала угроженост	405-480	зелена	6888.004	9.84%
Пети степен – нема угрожености		плава		
Укупна површина			69970.47	100.00%

Извор: Оригинал

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						
Shape	Geometry	Yes					
Stepen_ugrozenosti	String	Yes					10
Kategorija_ugrozenosti	String	Yes					25
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Слика 13. Атрибутске табеле слојева Геодатабазе угрожености шума од пожара

На Карти 42 приказана је угроженост шума од пожара по категоријама изражених у бодовима припадајућих хомогених целина.



Карта 42. Угроженост од шумских пожара по категоријама

5.7.12 Лоцирање камера и зоне видљивости

Смањење штета проузрокованих пожарима на отвореном простору одвијају се кроз три предуслова применом аутоматских система за осматрање и прикупљање података и то:

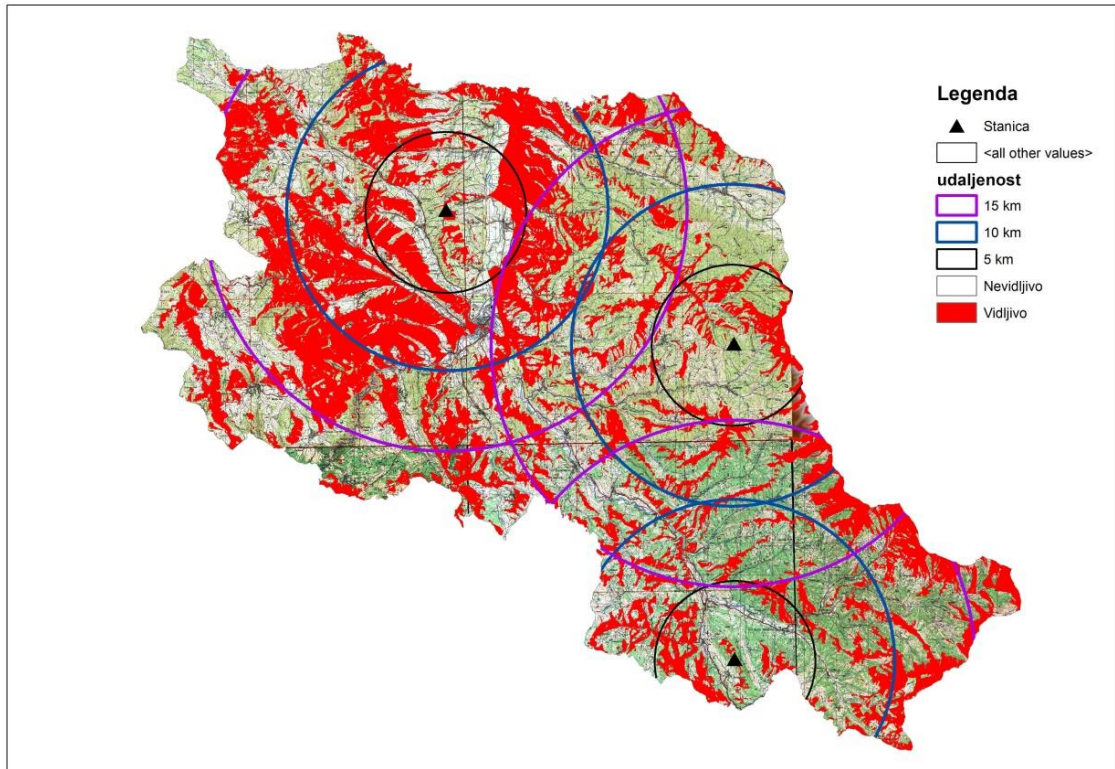
1. Рано уочавање пожара већ у фази настанка
2. правовремено и брзо предузимање потребних радњи на гашењу пожара, за шта су потребне објективне и релевантне информације
3. Уочавање и санкционисање намерно изазваних пожара

Технички напреднији поступак осматрања отвореног простора је даљинско управљење видео камером, тако што осматрач седи у осматрачком центру и истовремено надзире више камера.

Систем аутоматском осматрања има за циљ превентивну противпожарну активност и активност везану за гашење пожара и то у два сегмента:

- преко превентивних противпожарних активности која се огледа у 24-часовно осматрање у видљивом и блиском инфрацрвеном спектру, везано са алармним експертским системом за рану детекцију пожара на отвореном простору на темељу препознавања појаве дима и ватре уз могућност брзог преношења и чувања снимака на централном уређају
- активности на гашењу пожара огледа се у даљинском видео присуству уз управљање камером прилагођеном корисницима као подршка праћењу пожара и руковођењем акцијом гашења пожара.

Овакви системи детекције омогућују брзо реаговање и правовремено вршење дојаве шумских пожара, су пре свега финансијски боље јер су тршкови мањи, дају бржу детекцију пожара и брзу дојаву, без обзира на доба дана и временске услове, што омогућује бржу организацију, бржи излазак јединица на гашење пожара што повећава ефикасност гашења. Овај начин надгледања пожара омогућава брже реаговање у почетној фази пожара, потребу за мањим бројем људи и потребом за мањом количином опреме за гашење. Повезивање оваквих интегралних система за детекцију шумских пожара са индексом опасности од настанка шумских пожара и географским информационим системима који подржавају област шумских пожара, отварају се велике могућности и у превентивној и организационој заштити шума од пожара. На Карти 43 као предлог аутора приказан је распоред локација за постављање камера и зоне видљивости по различитим степенима удаљености.



Извор: Оригинал

Карта 43. Карта лоцираних камера и зоне видљивости (предлог аутора)

6. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ЗАКЉУЧЦИ

Разумевање светских трендова развоја пожара захтева примењивање глобалних модела који су напреднији од садашњих. Многа истраживања су pokazala негативан утицај пожара на природне екосистеме и због тога је неопходно укључити конкретна проучавања пожара и њихов значај. Шумски пожари, чији број из године у годину је у сталном порасту, представља појаву која наноси велике материјалне и еколошке штете и негативно утиче на животну средину. Велики шумски пожари и њихове последице у прошлости упозоравају нас да досадашњи системи заштите шума од пожара нису дали задовољавајуће резултате и као такав се мора модификовати и унапредити да би борба са шумским пожарима била ефикаснија. Ризик од шумских пожара се не може избећи али се поставља питање како утицати на ризик и како смањити његове опасности и нежељено дејство односно како управљати ризиком у заштити шума од пожара.

Достигнути научни степен сазнања у овој области указује на потребу свеобухватног националног програма, односно националне стратегије у заштити шума који би био израз оспособљености за превенцију процеса, појаву и догађаје који угрожавају природне екосистеме. Стратегија треба да утврди полазне основе за реаговање приликом шумских пожара и прикаже целокупну организацију различитих учесника у спровођењу специфичних мера и задатака у таквим ситуацијама. Овакав вид стратегије у нашој земљи још увек нема, стога је управљање ризицима у заштити шума од пожара оптималан избор превентивног деловања који даје минимални ризик и представља проблем коме треба посветити пажњу и на целовит начин истражити. Управљање ризиком у заштити шума од пожара треба тачно да дефинише узрочнике настанка пожара, елементе који утичу на развој пожара, мере приправности, превентивне мере да до пожара не дође, организацију и начин предузимања мера када пожар настане, методе гашења, врсту и начин употребе средстава и опреме за гашење, начин информисања и обавештавања, санација терена, трошкови санације опожарених површина.

Систем управљања ризиком пројектован је за рад у више режима: рад у стационарном режиму, режим приправности, рад у режиму ризика и рад након ризика.

Превентивна заштита шума од пожара одговара стационарном режиму. Врши се праћење потенцијално опасних елемената који утичу на настанак шумских пожара: класификација вегетације и горивог материјала, одређивања категорије угрожености, изградња и одржавање противпожарних пруга и просека, примена биолошко- техничких мера заштите, изградња и уређење путева и прилаза за возила, водозахвата и извора, уклањање могућих узрочника паљења, уређење излетишта и рекреативних центара, изградња и уређење осматрачница, организација службе осматрања и обавештавања, уређење одговарајућег информационог система, израда планова заштите шума од пожара и сл. У овом режиму рада врши се прогноза опасности од настанка шумских пожара и примењује се на свим површинама под шумом, без обзира на власништво.

Рад у режиму приправности подразумева разраду и примену детаљних планова за превенцију шумског пожара на основу програма превентивног деловања. Омогућава формирање и опремање организационих јединица на свим нивоима, међусобну повезаност и координирано деловање. Појачавају се активности на праћењу потенцијално опасних елемената који утичу на настанак шумских пожара. Прогнозира се опасност од пожара и предузимају мере за заштиту потенцијално најугроженијих површина. Моделирање пожара се врши за све угрожене површине под шумама. У овој фази цео систем се припрема за рад у условима настанка шумског пожара.

Трећи елемент у управљању ризиком је **реаговање када шумски пожар настане**. Овај елемент одговара раду у режиму ризика. Да би овај део система ефикасно функционисао потребно је дефинисати и успоставити одговарајућу организациону структуру, која мора да дефинише: начине осматрања и уочавања акцидентних ситуација, начин брзог и правовременог обавештавања, тачну шему организације и организационих јединица које ће учествовати и реаговати на насталу ситуацију, врсту и количину опреме која ће се употребити у одговору на насталу ситуацију, врсту и количину средстава за гашење и начин логистичке помоћи, начин коришћења података од значаја за настали догађај и информисање

о насталом догађају. Ова фаза утиче на величину материјалне штете и губитака и од ње зависи ефикасност целог система управљања ризиком.

Четврти елемент у управљању ризиком у заштити шума од пожара је **санација терена**, односно радње и мере које се предузимају после гашења шумског пожара. Овај елемент одговара пост ризичном режиму када оштећени систем мора да се врати у функцију. Дужина трајања ових активности зависи од степена оштећења система и могућности санације.

Садашњи систем управљања ризиком у заштити шума од пожара не даје ефикасне резултате што се огледа у великом броју насталих пожара, великом опожареном површином, великим материјалним и еколошким штетама. Побољшање овог система треба да омогући бољу и ефикаснију заштиту шума од пожара.

Практични циљ има задатак:

- да класификује гориви материјал у шуми и анализира запаљивост
- анализира елементе и услове за настанак шумских пожара
- одреди могућност настанка пожара
- сагледа све ризике који утичу на настанак и развој шумских пожара
- формира фундаменталне базне податке о шумском горивом материјалу и изради одговарајући свеобухватни систем процене опасности од шумских пожара
- да предложи биолошко – техничке мере заштите за одређено подручје у циљу повећања отпорности шума на пожар
- да предложи начине израде планова заштите шума од пожара и карата примењиве опреме за гашење пожара
- да уради најефикаснију шему начина осматрања и обавештавања о насталим пожарима

Анализа шумских пожара у Европи

У циљу анализе карактеристика шумских пожара, територија Европе је подељена на следеће територијалне целине:

7. Земље Медитерана (Португалија, Шпанија, Француска, Италија и Грчка)

8. Земље Балкана (Македонија, Албанија, Црна Гора, Хрватска, Бугарска, Босна и Херцеговина и Словенија)
9. Земље централне Европе (Румунија, Мађарска, Аустрија, Словачка, Чешка, Пољска)
10. Земље западне Европе (Немачка, Данска, Холандија, Велика Британија, Ирска, Швајцарска)
11. Земље северне Европе (Норвешка, Шведска, Финска, Литванија, Летонија и Естонија)
12. Земље источне Европе (Руска федерација, Украјина и Белорусија)

У зони Медитерана, на целом подручју (Португалија, Шпанија, Француска, Италија и Грчка) забележено је укупно 1.723.618 пожара. У Португалији је од овог броја заступљено 37.9%, у Шпанији 30.8%, у Италији 18.6%, у Француској 9.6% и Грчкој 3.0%.

Укупна опожарена површина на целом подручју износи 15.611.385 хектара. У Португалији је од ове површине заступљено 24.1%, у Шпанији 36.3%, у Италији 23.8%, у Грчкој 10.3% и у Француској 5.6%.

Медитеран се у климатским студијама сматра „врућом тачком“ [27] 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 забележено је укупно 106.175 пожара. У Македонији од овог броја заступљено 14.5%, у Албанији 23.1%, У Црној Гори 3.9%, у

Хрватској 29.6%, у Бугарској 19.4%, у Босни и Херцеговини 27.2% и у Словенији 1.2%.

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.

Број шумских пожара највећи је у Немачкој док је најмањи у Данској – без пожара. Највећа опожарена површина је у Велико Британији, а најмања у Данској – без пожара, и Холандији.

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.

Број шумских пожара највећи је у Шведској док је најмањи у Естонији. Највећа опожарена површина је у Шведској, а најмања у Литванији.

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 спречавања, превенције и смањења 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 Украјни 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.

Анализа шумских пожара у Србији

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.

Климатске карактеристике и њихов утицај на настанак шумских пожара

Најважнији климатски фактори који утичу на степен угрожености шума од пожара су: температура ваздуха, падавине, релативна влажност ваздуха, облачност и ветар, као и дуги сушни периоди. Сви елементи који погодују настанку и ширењу шумских пожара јављају се у одређеним синоптичким ситуацијама, а најопасније су оне које настају због сушних периода уз високе температуре и ниску влажност ваздуха. Анализа и прогноза таквих ситуација и одговарајућих локалних временских прилика основа је за правовремено упозорење о могућности настанка и ширења шумских пожара.

Вредност средње годишње температуре ваздуха у нижим пределима показује висок степен уједначености (9.4 до 11.9⁰С). Међутим, са порастом

надморске висине средња годишња температура се снижава, тако да на Копаонику (1710 м.н.м) износи само 3.9°C.

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.

Праћење температуре ваздуха за одређена подручја помаже приликом одређивања периода пожарне опасности и угрожености шума од пожара и почетак припреме за пожарну сезону.

Од свих показатеља влажности ваздуха највећи практични значај има релативна влажност ваздуха, која карактерише степен засићења ваздуха воденом паром. Иако се у годишњем току вредности релативне влажности ваздуха веома мало колебају, оне зависе од топографских прилика, количине водене паре у ваздуху, температуре ваздуха, ветра, облачности, висине и честине падавина и др.

На основу приказаних резултата може се запазити да се максималне вредности релативне влажности ваздуха јављају у децембру и јануару (88.7% на Црном Врху). Минимална вредност релативне влажности 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.

Регионална расподела падавина у Србији је веома неправилна, првенствено услед сложеног утицаја честине проласка циклона, степена континенталности и карактера рељефа (надморске висине, експозиције, морфолшког склопа).

За процену степена опасности од шумских пожара потребно је пратити хидролошки циклус у атмосфери у који се убрајају: киша, њено отицање, испаравање, кондензација и нова киша.

Падавине својим вишком или недостатком директно утичу на стање горивог материјала у шуми, у делу вишка или мањка влаге у горивом материјалу, што знатно повећава или смањује запаљивост и могућност ширења пожара. Заступљеност зона са годишњим сумама падавина и бројем бодова којима се утврђује ризик од пожара указује да је до 800 ml број пожара од укупног броја у анализираном периоду 74.3%, док је опожарена површина 51.9%. Ова зона је у бодовном систему обележена са 30 бодова. Годишња сума падавина у распону од 800 до 1200 ml указује да је број пожара у анализираном периоду 25.7%, док је опожарена површина 48.1 %. Ова зона је у бодовном систему обележена са 20 бодова.

Дужи сушни период утиче на количину влаге у већини врста шумског горивог материјала, па он знатно постаје осетљив на појаву шумских пожара. С друге стране дужи кишни период повећава количину влаге у горивом материјалу, што битно утиче на осетљивост горивог материјала на пожар, односно смањује опасност од настанка пожара.

Просечна годишња сума падавина у Србији за период 2005-2015. године износи 677.7 mm

Подручје југозападне Србије, услед карактеристика рељефа, обронака високих планинских масива и утицаја медитеранске климе, има медитерански режим падавина са максимумом у новембру, децембру и јануару, а минимумом у августу месецу.

Облачност није иста за сва подручја, нека подручја имају већу облачност што смањује опасност од настанка шумских пожара као на пример Жагубица и Зајечар. Такође облачност није иста у свим месецима и годишњим добима, већа је у зимским него у летњим месецима што такође има утицај на појаву пожара.

Брзина и смер ветра утичу на смер ширења пожара и има важну улогу у исправању влаге из горивог материјала у шуми.

Утицај ветра на понашање пожара у шуми може бити различит:

- елиминисање влаге повећава интензитет сушења горивог материјала,
- подстиче пожар на интензивније горење,
- изазива брже и неуједначеније ширење пожара по површини,
- повећава снабдевеност кисеоником, па појачава процес горења,
- преноси жишке и запаљене угарке преко пожарне линије на другу страну где изазива нове пожаре,
- изненадном променом правца може скренути главни фронт пожара, угрозити гашење и сигурност људи који учествују у гашењу,
- ствара ваздушне струје које настају услед померања прегрејаног ваздуха изнад пожара што изазива упад хладног ваздуха који заузима његово место.

Дуже трајање сунчевог сјаја на одређеном подручју, узрокује бржем сушењу горивог материјала у шуми и доприноси бољим условима за настанак шумских пожара. Осунчаност није иста за сва подручја и подручја са већом осунчаношћу погоднија су за настанак и развој шумских пожара.

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).

Прогнозирање опасности од шумских пожара

На свим метеоролошким станицама, односно подручјима које покривају, највећа разлика је констатована на подручју Ниша и Београда. Са друге стране на подручју Новог Сада једино је модификовани индекс Ангстрома указао на повезаност са стварним догађајима шумских пожара.

Ова анализа је показала да се на основу анализа шумских пожара у периоду од 2005. до 2015. године, формирао ефикаснији начин предвиђања шумских пожара на подручју Србије. Модификовани индекс Ангстрома има

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

Ревитализација пожаришта

Сукцесија вегетације на пожариштима има за циљ утврђивање развојних стадијума кроз које пролази вегетација, од пожара до обнављања шума на том станишту.

Унапређене методе санације и заштите, као и побољшани технолошки поступци припреме терена и садње, омогућиће сигурнији пријем садница, њихово преживљавање и отпорност на патогене. Брзина природне ревитализације опожарених површина може значајно да смањи трошкове подизања нових шума и обнављање оштећених екосистема.

Одређени су индикатори који се односе на процесе у надземном делу екосистема, помоћу којих се евидентира уништавање и нестајање појединих врста, сукцесија врста и здравствено стање преживеле вегетације.

У првој години после пожара анализирано је једанаест фитоценолошких снимака, од тога три снимка у вештачки подигнутим састојинама црног бора на пешчару (G3.F14), један снимак у мезијској монодоминантној шуми брдске букове шуме (G1.6911), два снимка у мешовитој буково-јеловој шуми на карбонатима (G4.612), две у вештачки подигнутим састојинама црног бора на кречњаку (G3.F14 и три снимка у западнобалканским црноборовим шумама на серпентиниту (G3.522). Пожаришта се налазе на надморским висинама од 296 до 1158 m, на нагибима од 2 до 35° и на различитим експозицијама. У свих једанаест фитоценолошких снимака укупно су забележене 52 врсте, од чега су две дрвенасте, а шест жбунасте врсте.

Опожарене површине у другој години после пожара анализирани су на осам фитоценолошких снимака, од тога су два постављена на серпентинитима, а шест на пешчарима. Површине се налазе на надморским висинама од 790 до 1790 m, на нагибима од 2 до 25°.

У фитоценолошким снимцима је укупно забележена 21 врста, од чега је једна дрвенаста, а три су жбунасте врсте.

У петој години после пожара анализирано је осам фитоценолошких снимака на надморским висинама 360-1.180 m, на нагибима 6-38° и на различитим експозицијама.

У фитоценолошким снимцима је укупно забележене 84 врсте, од чега су једанаест дрвенасте, а дванаест жбунасте врсте.

У десетој години после пожара анализирано је девет фитоценолошких снимака од 650 до 1180 m надморске висине, на нагибима 5 до 15° и на различитим експозицијама. Седам фитоценолошких снимака је постављено на кречњаку, један на кристалистим шкриљцима и један на серпентиниту.

У фитоценолошким снимцима је укупно забележено 88 врста, од чега су девет дрвенасте, а петнаест су жбунасте врсте.

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

Симпсонов 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 површине 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.

Анализа рентабилности реконструкције шума оштећених шумским пожарима

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.

На основу изложених резултата може се закључити:

5. 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.
6. 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%.
7. 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).

8. 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.

Метода за одређивање угрожености шума од пожара

Разређена је посебна методологија управљање ризиком од шумских пожара која је тестирана на подручју општине Књажевац применом ГИС технологије.

Просторни подаци унутар геодатабазе су организовани по следећим тематским целинама:

Орографске 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

Геолошке и педолошке карте:

- карта геолошких карактеристика
- карта педолошких карактеристика

Вегетација:

- карта типова шума
- карта састојина по степену деградираности
- карта састојина по старости

- карта стања голети

Гориви материјал:

- карта мртваг 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
- степен уређености простора за туристичке и излетничке активности

На подручју Књажевца, на аеро-снимцима (делимично и на сателитским снимцима високе резолуције) издвојено је 30.411 хомогених целина методом визуелне интерпретације.

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 четвртом 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.

Повезивање оваквих интегралних система за детекцију шумских пожара са индексом опасности од настанка шумских пожара и географским информационом системима који подржавају област шумских пожара, отварају се велике могућности и у превентивној и организационој заштити шума од пожара.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bowman, M. J. S. D., Balch, H. J., Artaxo, P., Bond, J. W., Carlson, M. J., Cochrane, A. M., D'Antonio, M. C., DeFries, S. R., Doyle, C. J., Harrison, P. S., Johnston, H. F., Keeley, E.J., Krawchuk, A.M., Kull, A. C., Marston, B., Moritz, A.M., Prentice, C., Roos, I.C., Scott, C. A., Swetnam, W.T., van der Werf, R. G., Pyne, J.S. (2009): Fire in the Earth System, *SCIENCE*, Vol. 324, No. 5926, pp. 481-484.
- [2] Westerling, L. A., Hidalgo, G. H., Cayan, R. D., Swetnam, W. T. (2006): Warming and Earlier Spring Increase Western U.S. Forest Wildfire Activity, *SCIENCE*, Vol.313, pp. 940-943.
- [3] Lohman, J. D., Bickford, D., Sodhi, S. N. (2007): Enviroment. The burning issue, *Science*, Vol. 316, pp. 376.
- [4] Раткњић, М., Дражић, М., Ракоњац, Љ. (2010): Мелиорације изданацких и деградираних шума и обнављање шумских екосистема, Монографија, Институт за шумарство, Београд, 360 стр.
- [5] Ђорђевић, Г. (2012): Управљање ризиком у заштити шума од пожара, докторска дисертација, Факултет безбедности, Београд.
- [6] IES (2012): Climate, Security Envoys- New Developments in Climate Change and Security, Global Military Advisory Council on Climate Change, Altiero Spinelli Bldg., European Parliament. [<http://www.envirosecurity.org/cctm/events/201211.php>]
- [7] Ratknić, T., Ratknić, M., (2015): ENVIROMENT SECURITY AND CLIMATE CHANGE, International scientific conference ,ENVIRONMENT AND ADAPTATION OF AGRICULTURE TO CLIMATE CHANGE, 22 – 24. 04. 2015. Belgrade, Serbia.
- [8] Бертовић, С., Димитров, Т. (1987): Основи заштите шума од пожара, Центар за информисање, Загреб.
- [9] Чворовић, З. (2005): Управљање ризицима у животној средини, Задужбина Андрејевић, Београд.

- [10] Савић, С., Станковић, М. (2009): Теорија система ризика, Факултет заштите на раду, Ниш.
- [11] МСРФЕ (Minestrial Conference on the Protection of Forest in Europe): [<http://www.unecse.org/forests/fcp/reportingonsfm2007/quantitativeindicators.html>]
- [12] Закон о шумама („Сл. гласник РС“, бр 30/2010 и 93/2012); Закон о заштити животне средине („Сл.гласник РС“, бр. 135/2004, 36/2009); Закон о заштити природе („Сл. гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010 и 14/2016); [http://www.zzps.rs/novo/index.php?jezik=sr&strana=propisi_zakoni]
- [13] Закон о заштити од пожара („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009): [<http://www.parlament.gov.rs/upload/archive/files/lat/pdf/zakoni/2015/4827-14%20lat.pdf>]
- [14] Закон о ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС“, бр. 111/2009, 92/11, 93/12); [<https://www.fb.bg.ac.rs/download/Download/Zakon%20o%20VS.pdf>]
- [15] Правилник о шумском реду („Сл.гласник РС" бр.104/2009) [<https://upravazasume.gov.rs/sumarstvo/dokumenti-i-propisi-sumarstvo/>]
- [16] Живојиновић, Д., Грујић, Д. (1982): Шумски пожари у Југославији – Стање и анализа појава пожара од 1955 до 1981. године, Шумарство, број 2-3, Београд, 3-18 стр.
- [17] Cicea, С., Subic, J., Cvijanovic, D. (2008): Beyond Agriculture and Rural Development: Investments, Efficiency, Econometrics, Monograph, Institute of Agricultural Economics, Belgrade.
- [18] Ценовник Ј.П “Србијашуме: [<http://www.srbijasume.rs/pdf/cenovnik2012cir.pdf>]
- [19] Pudar, Z. (1985): Ekonomski efekti proizvodnje drveta topole, P. × euroamericana (DODE) GUINIUER, Cl. I-214, sa dva različita razmaka sadnje, Radovi, Knjiga 13, Institut za topolarstvo, Novi Sad.
- [20] Субић, Ј. (2010): Специфичности процеса инвестирања у пољопривреди, Институт за економику пољопривреде, Београд.
- [21] Ichoku, С., Remer, L. А., Kaufman, Y. J., Levy, R., Chu, D. А., Tanré, D., Holben, В. N. (2003): MODIS observation of aerosols and estimation of aerosol radiative forcing over southern Africa during SAFARI 2000, Journal of Geophysical Research, Vol. 108, No. D13, doi:10.1029/2002JD002366.

- [22] Lavorel, S., Flannigan, M.D., Lambin, E.F., Scholes, M.C. (2007): Vulnerability of land systems to fire: interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 12, pp. 33–53.
- [23] Ichoku, C., Giglio, L., Wooster, M.J., Remer, L.A. (2008): Global characterization of biomass-burning patterns using satellite measurements of Fire Radiative Energy, *Remote Sensing of Environment*, Vol.112, pp. 2950–2962.
- [24] Орешчанин, Д. (1968): Трговина дрветом, Књига 1, Шумарски факултет, Београд.
- [25] Forest fire in Europe (2003....2015), Annual Fire Reports: [<http://effis.jrc.ec.europa.eu/reports-and-publications/annual-fire-reports/>]
- [26] Pereira, J. M. C.(1999): A comparative evaluation of NOAA/AVHRR vegetation indices for burned surface detection and mapping, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 37, pp. 217-226.
- [27] IPCC. Climate Change (2007): Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, United Kingdom & New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- [28] Fisher, E.M., Sachar, C. (2010): Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves, *Nature Geoscience*, doi: 10.1038/NGE0866.
- [29] Giannakopoulos, C., Le Sagar, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E., Goodess, C.M. (2009): Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming, *Global and Planetary Change*, Elsevier.
- [30] Pereira, M.G., Trigo, R.M., da Camara, C.C., Pereira, J.M.C., Leite, S.M. (2005): Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal, *Agricultural and Forest Meteorology*, Elsevier, Vol.129, pp.11-25. [36] Benson, P.R., Roads, O. J., Weise, R.D. (2009): Climatic and Weather Factors Affecting Fire Occurrence and Behavior, *Deleopments in Enviromental Science*, Elsevier, Vol. 8, ISSN: 1474-8177/ DOI: 10.1016/S1474-8177(08)00002-8.

- [31] Barbosa, P. M., Stroppiana, D., Gregoire, J. (1999): An assessment of vegetation fire in Africa (1981 – 1991): Burned areas, burned biomass, and atmospheric emissions, *Global Biogeochemical Cycles*, Vol.13, pp. 933 – 950.
- [32] Delattre, E. (coord.) (1993): *Forest Fires in Southern Europe – Overview of the EC Actions: Towards an International Cooperation?* The European Parliament. PE 177.697.
- [33] Chuvieco, E. (Ed. (1997): *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires*, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.
- [34] Viegas, D.X., Bovio, G., Ferreira, A., Nosenzo, A., Sol, B.(1999): Comparative study of various methods of fire danger evaluation in Southern Europe, *International Journal of Wildland Fire* 9 (4), pp. 235–246.
- [35] Trigo, R.M., Pereira, J.M.C., Pereira, M.G., Mota, B., Calado, M.T., Dacamara, C.C., Santo, F.E. (2006): Atmospheric conditions associated with the exceptional fire seasons of summer 2003 in Portugal, *International Journal of Climatology*, Vol. 26, pp. 1741-1757.
- [36] Benson, P.R., Roads, O. J., Weise, R.D. (2009): *Climatic and Weather Factors Affecting Fire Occurrence and Behavior*, *Developments in Environmental Science*, Elsevier, Vol. 8, ISSN: 1474-8177/ DOI: 10.1016/S1474-8177(08)00002-8.
- [37] Rasilla, D.F., García-Cordon, J.C., Carracedo, V., Concepción, D. (2010): Circulation patterns, wildfire risk and wildfire occurrence at continental Spain, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, Vol. 35, pp.553–560.
- [38] Dimitrakopoulos, A.P, Mitsopoulos, I.D. (2006): *Tematic report on forest fires in the Mediterranean Region*. In: A.P. Vuorinen (Ed.), *Global Forest Resources Assessment 2005, Forest Fire Management Working Paper 8*, FAO, 43 p.
- [39] Nikolov, N.(2006): *Fire Management Working Papers*, *Global Forest Resources Assessment 2005-Report on fires in the Balkan Region*, Forestry Department, FAO.
- [40] European Commission (2011) : *Communication from the commission to the European Parliament, the Council, The European Economic and social*

committee and the committee of the regions, A renewed EU strategy 2011 – 2014. for Corporate Social Responsibility, Brussels, 25.10.2011.

- [41] Majlingová, A., Sedliak, M. (2010): Social vulnerability to the wildland fire. In: Bezbednosni inženjering: požar, životna sredina, radna okolina, integrisani rizici. Novi Sad, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, 136-145 str.
- [42] Ubysz, B., Szczygiel, R. (2002): Fire Situation in Poland, International Forest Fire News, UN ECE/FAO, Vol. 27, pp. 38-64.
- [43] Mateescu, E., Samarandache, M., Jeler, M., Apostol, V. (2013) : Drought condition and managment strategies in Romania [http://www.droughtmanagement.info/literature/UNWDPC_NDMP_Country_Report_Romania_2013.pdf]. Посета странице: 26.11.2011]
- [44] Muller, M., Vacik, H., Valsecchi, E. (2015): Anomalies of the Austrian Forest Fire Regime in Comparison with Other Alpine Countries: A Research Note, Forests, Vol. 6, pp. 903-913, ISSN 1999-4907, doi: 10.3390/f6040903.
- [45] Badeck, F.W., Lasch, P., Hauf, Y., Rock, J., Suckow, F., Thonicke, K. (2003): Steigendes klimatisches Waldbrandrisiko. In: Allgemeine Forstzeitschrift für Wald-und Forstwirtschaft (AFZ-DerWald).
- [46] Zumbrunnen, T., Menendez, P., Bugmann, H., Conedera, M., Gimmi, U., Burgi, M. (2012): Human impacts on fire occurrence: A case study of hundred years of forest fires in a dry alpine valley in Switzerland, Regional Environmental Change,
- [47] Valsecchi, E., Conedera, M., Held, A. C., Ascoli, D. (2014): Fire, humans and landscape in the European Alpine region during the Holocene, Anthropocene, Vol. 6, pp. 1-9
- [48] Majlingova, A. (2015): Lesne Požiare- Aktualny Stav Riešenia Problematiky V Podmienkach Slovenska.
- [49] Sisak, L., Kasparova, I., Pulkrab, K. : Passive and active landscape protection measures against fires in the Czech Republic and in the W-UI AREA Kostelec. n.C.I.
- [50] Szczygiel, R., Ubysz, B., Piwnicki, J. (2007): Impact from global warming on the occurrence of forest fires in Poland, Wildfire, Sevilla – Espana.

- [51] Szczygiel, R., Ubysz, B., Piwnicki, J.(2008): Wplyw zmian klimatycznych na ksztaltowanie sie zagrozenia pozarowego lasow w Polsce, Lesne Prace Badawcze, Vol. 69 (1).
- [52] Page, H. (2000): Use of prescribed fire in maintaining open cultural landscapes (Baden-Wurttemberg, Germany), European Fire in Nature Conservation Network (EFNCN).
- [53] Bonn, S. (2002): Menagment concepts for abandoned xerothermic slopes in the middle Rhine Valleya case study for the sustainable development of cultural landscapes. In: Pasture Landscapes and Nature Conservation (B. Redecker, P. Finck, W. Hardtle, U. Riecken and E. Schroder, eds.), Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 253-261.Vol.12, pp.935-949.
- [54] Van der Ven, J. A. (1973): Nature management in the Netherlands and its financial consequences with special attention to the role of fire, Proc. Ann. Tall Timbers Fire Ecology Conference No. 13, Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Florida, pp.19-37.
- [55] Siren, G. (1973): Some remarks on fire ecology in Finnish forestry, Proc. Annual Tall Timbers Fire Ecology Conferences, No. 13, Tall Timbers Research Station, Tallahassee, Florida, pp.191-209.
- [56] Зібцев, С.В. (2007): Аналіз особливостей лісопожежної обстановки та стану противпожежної охорони лісу б зонах радіаційного забруднення / Ц. Б. Зібцев [та ін]// Наук. висн. НАУ. – К., Вип. 113. – Ц. 140-150.
- [57] Zibtsev, S. (2008): Forest fires in Ukraine: management and policy, Symposium on Fire Management in Cultural and Natural Landscapes, Nature Conservation and Forestry in Temperate-Boreal Eurasia
- [58] Mysleiko, I.G., Shamal, V. (2001): Forest Fire Situation in Belarus. International Forest Fire News, No. 24, pp.12-14.
- [59] Републички хидрометеоролошки завод Србије, метеоролошки годишњаџи 2005...2015:
http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php
- [60] Александрис, С., Балинт, Г., Бездан, А., Грегориџ, Г., Каравитис, Х., Матањи, З., Павловић, А., Радовановић, С., Салај, Ш., Сесмелис, Д., Скондрас, Н., Стамакос,

- Д., Фасули, В., Херцег, А., Шовљански, А. (2012): Центар за управљање сушом за југоисточну Европу, резиме резултата пројекта, www.dmcsee.eu.
- [61] Ракићевић, Т. (1980): Климатско рејонирање СР Србије, Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“, САНУ, Књига 27, 29-42 стр.
- [62] Skvarenina, J., Mindas, J., Holecu, J., Tucek, J. (2003): Analysis of the natural and meteorological conditions during two largest forest fire events in the Slovak Paradise National Park, In Proceeding Scientific Workshop on Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural areas in Europe, Athens, Greece
- [63] Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., Williams, D. (1983): Fire in forestry In Forest Fire Behaviour and Effects, John Wiley and Sons, New York.
- [64] Willis, C., van Wilgen, B., Tolhurst, K., Everson, C., D'Abreton, P., Pero, L., Fleming, G. (2001): Development of a national fire danger rating system for South Africa, Department of Water Affairs and Forestry, Pretoria.
- [65] Lukić, T., Marić, P., Hrnjak, I., Gavrilovic, B. M., Mladjan, D., Zorn, M., Komac, B., Milošević, Z., Marković, B. S., Sakulski, D., Jordaan, A., Đorđević, J., Pavić, D., Stojsavljević, R. (2017): Forest fire analysis and classification based on a Serbian case study, *Acta geographica Slovenica*, Vol. 57-7, pp. 51-63.
- [66] Camia, A. (2008): Forest Fires in Europe 2007, European Commission, Joint Research Center Institute for Environment and Sustainability.
- [67] Arpacı A., Eastaugh C., Vacik H. (2013): Selecting the best performing fire weather indicators for Austrian ecoregions, *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 114 , Issue 3-4 , pp. 393-406.
- [68] Bucholz G., Weidemann D., (2000) : The use of simple fire danger rating system as a tool for early warning in forestry. *Int. For. Fire News* 23, Pp. 32 – 36.
- [69] Groisman P.X., Sherstyukov B. G., Razuverev V. N., Knight R. W., Enloe J. G., Stroumentova N. S., Whitfield P. H., Forland E., Hannsen – Bauer I., Taomervirta H., Aleksandersson H., Mescherskaya A. V., Karl T.R. (2005) Potential forest fire danger over northern Eurasia : Changes during the 20 the century, *Global and Planetary Change*, Vol. 56 ; pp. 371 – 386.
- [70] Karouni, A., Daya, B., Bahlak, S. (2014): Forest fire prediction: A comparative study of applicability of fire weather indices for Lebanon, *Global Journal on Technology*, Vol. 5, pp. 8-7.

- [71] Hamadeh, N., Karaouni, A., Daya, B., Chauvet, P. (2017): Using correlative data analysis to develop weather index that estimates the risk of forest fires in Lebanon: assessment versus prevalent meteorological indices, *European Journal of Agriculture and Forestry Research*, Vol.5, No.1, pp. 9-34.
- [72] Wastl, C., Schunk, C., Leuchner, M., Gianni, B., Menzel, A. (2012): Recent climate change: Long-term trends in meteorological forest fire danger in the Alps, *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 162-163, pp.1-13.
- [73] John, J., Bayram, G.M. (1968): A Drought Index for Forest Fire Control, USDA Forest Service Research paper, SE-38, pp. 32.
- [74] Dolling, K., Shin Chu, P., Fijioka, F. (2005): A climatological study of the Keetch/Byram drought index and fire activity in the Hawaiian Islands, *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 133, pp.17-27.
- [75] Ainuddin, N., Ampun, J. (2008): Temporal Analysis of Keetch-Bayram Drought Index in Malaysia: Implications for Forest Fire Management, *Journal of Applied Sciences*, Vol. 21, pp. 394-398
- [76] Cooke, H., Anantharaj, G., Wax, C., Jolly, M., Grala, K., Dixon, P., Dyer, J., Evans, L., Goodrich, B. (2007): Integrating climatic and fuels information into national fire risk decision support tools. In: *Proceeding RMRS-P-46CD*, Fort Collins, CO, US. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Vol. (26) 30, pp. 555-569.
- [77] Choi, J., Cooke, H., Stevens, D. (2009): Development of a water budget management system for fire potential mapping, *GISci, Sens*, Vol. 46 (1), pp. 39-42.
- [78] Chan, W., Paul, T., Dozier, A. (2004): Keetch Bayram Drought Index: can it help predict wildland fires?, *Fire Management Today*, Vol. 64 (2), pp. 39-42.
- [79] Petros, G., Antonis, M., Marian, T. (2011): Development of an adapted empirical drought index to the mediteranian conditions for use in forestry, *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 151, pp. 241-250.
- [80] Sharples, J. J. (2011): Lateral bushfire propagation driven by the interaction of wind, terrain and fire, 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia.

- [81] Dowdy, A. J., Mills, G. A., Finkele, K., de Groot, W. (2009): Australian fire weather as represented by the McArthur Forest Fire Danger Index and the Canadian Forest Fire Weather Index, CAWCR Technical Report No. 10, CSIRO and Bureau of Meterology, Canberra.
- [82] Abbott , K. N., Leblon, B., Staples, G. C., McLean, D. A., Alexander M. E. (2007): Fire Danger Monitoring using RADASAT 1 over Northern Boreal Forests, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 28 (6), pp. 1317-1378.
- [83] Hardy, C. C., Hardy, C. E. (2007): Fire danger rating in the Unitef States of America: an evolution since 1916, *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 16, pp, 217-231.
- [84] Good, P. (2009): Robustness of Pearson Correlation, *Interstat*, Vol.16,pp. 1-6.
- [85] Fernandes, P.M. (2001): Fire spread prediction in shrub fuels in Portugal, *Forest Ecology and Manegment*, Vol. 144, pp. 67-74.
- [86] Bisquert, M., Sanchez, J. M., Caselles, V. (2014): Modeling Fire Danger in Galicia and Asturias (Spain) from MODIS Images, *Remote Sensing Journal*, Vol.6 (1), pp. 540-554.
- [87] Sharples, J. J., McRae, R. H. D., Weber, R. O., Gil A. M. (2008): A simple index for assessing fire danger rating, *Environmental Modeling & Software*, Vol. 24, pp. 764-774.
- [88] Alexander, A., Chris, S. E., Harald, V. (2013): Selecting the best performing fire weather indices for Austrian ecoregions, *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 114, pp. 393-406.
- [89] De Angelis, A., Ricotta, C., Conedera, M., Pezzatti, G.B. (2015): Modelling the Meteorological Forest Fire Niche in Heterogeneous Pyrologic Conditions, *PLOS ONE*, Vol.10(2)
- [90] Donatella, S., Georgiadis, T., Duce, P., Rossi, F., Delitala, A., Dessy, C., Bianco, G. (2012): A FIRE INDEX FOR MEDITERRANEAN VEGETATION, *Sixth Symposium on Fire and Forest Meteorology*.
- [91] Martin, M., Daniel, B. (2014): Forecast danger of vegetation fires in the open countryside in the Czech Republic, *Mendel a bioklimatologie*, Vol.3, pp.5-9.
- [92] Martin, M., Miroslav, T., Daniel, B., Vera, P., Petr, H., Zdenek, Z. (2015): Siška et al (Eds), *Towards Climatic Services*, pp. 19-25.

- [93] Глишић, М. (1950): Фитоценолошки погледи на пошумљавање шумских пожаришта. (Први прилог), Годишњак биолошког института у Сарајеву, св. 1-2, Сарајево.
- [94] Глишић, М. (1955 а): Проблем пошумљавања шумских пожаришта (Problem of afforestation of forest burnt areas), Шумарство, год. VIII (3-4), 115-124 стр.
- [95] Глишић, М. (1955 б): Шумска пожаришта уже Србије (Forest burnt areas in partower Serbia), Шумарство, VIII (9), 571-575 стр.
- [96] Глишић, М. (1955 с): Пошумљавање шумских пожаришта и пионирске врсте дрвећа, Саопштења Института за научна истраживања у шумарству НР Србије, бр. 6. Београд.
- [97] Глишић, М. (1956): Шумски пожар као еколошки фактор у обезбеђењу подмлађивања борових шума, Саопштења Института за научна истраживања у шумарству НР Србије, бр. 4, Београд.
- [98] Вукићевић-Илић, Е., Веслај, В. (1954): Вегетација и земљиште на пожариштима Мајданпечке Домене, Гласник Шумарског факултета Универзитета у Београду, бр. 8. Београд.
- [99] Вукићевић, Е. (1965): Сукцесија вегетације и природно обнављање шума на шумским пожариштима у Србији, Гласник Шумарског факултета, Београд.
- [100] Dinić, A., Stojšić, V., Pavlović, P., Đurđević, L., Mitrović, M., Olda, M., Vukadinović, B. (2003): Succession of vegetation on the burned area in Deliblato sands, Third International Balkan Botanical Congress, Sarajevo, Abstracts, pp. 54.
- [101] Марковић, М. (2013): Сукцесије биљних заједница на пожариштима планине Видлич, докторска дисертација, Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу.
- [102] Gonza'lez-Pe'rez, A. J., Gonza'lez-Vila, J. F., Gonzalo, A., Knicker, H. (2004): The effect of fire on soil organic matter—a review, Environment International, Vol. 30, pp.855– 870.

- [103] Almendros, G., Leal, J.A. (1990): An evaluation of some methods for oxidative degradation of the humic substances applied to carbohydrate-derived humic-like polymers, *European Journal of Soil Science*, Vol. 41 (1), pp. 51 –59.
- [104] Neff, J.C., Harden, J.W., Gleixner, G. (2005): Fire effects on soil organic matter content, composition, and nutrients in boreal interior Alaska, NRC Research Press.
- [105] Eddington, M.M., Innes, J.L., McHugs, A.E., Smith A.C. (2009): Monitoring Forest and Rangeland Species and Ecological Processes to Anticipate and Respond to Climate Change in British Columbia, FREP Report#20, British Columbia.
- [106] Велковски, Н., Ацевски, Ј., Василевски, К., Симовски, Б. (2012): Ревитализација на опожарени шумски екосистеми преку природно обновување, 4 Конгрес на еколозите на Македонија со меѓународно учество, Охрид, Книга на апстракти, 23 стр.
- [107] Whitaker, R.H. (1972): Evolution and measurement of species diversity, *Taxon*, Vol. 21 (2\3), pp. 213-251.
- [108] Pielou, E. C. (1969): An introduction to Mathematical Ecology, Wiley, New York.
- [109] Лакушић, Д. (1996): Преглед флоре Копаоника (Србија-Југославија), *Екологија*, бр. 31 (2), 1-35 стр.
- [110] Raunkiaer, C. (1934): The life forms of plants and statistical plant geography, Introduction by A. G. Tansley. Oxford University Press, Oxford, pp. 632.
- [111] Ellenberg, H. (1956): Grundlagen der Vegetationsgliederung. 1. Teil: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: H. Walter (ed.) Einführung in die Phytologie, vol. IV Ulmer, Stuttgart.
- [112] Danserau, P. (1957): Biogeography: An ecological perspective, Ronald, New York.
- [113] Стевановић, В. (1992): Класификација животних форми флоре Србије, *Флора СР Србије I*, Српска академија науке и уметности, Београд, 39-42 стр.
- [114] Којић, М., Поповић, Р., Караџић, Б. (1994): Фитоиндикатори и њихов значај у процени еколошких услова станишта, *ИП Наука*, Београд, 1-140 стр.

- [115] Караџић, Б., (1994): Фитоценолошка анализа шумске вегертације Маљена, докторска дисертација, Биолошки факултет, Универзитет у Београду.
- [116] Smart, S.M. (2000): Ecological assessment of vegetation from a nature reserve using regional reference data and indicator scores, *Biodiversity and Conservation*, Vol. 9, pp.811–832..
- [117] Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, *Scripta Geobotanical*, Vol. 18, pp.1–248.
- [118] Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, *Scripta Geobotanical*, Vol. 18(2), pp.1-258.
- [119] Julve, Ph. (2017): Baseflor, Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France (Version: 09 février 2017. <http://www.tela-botanica.org>).
- [120] Landolt, E. (1977): Oekologische Zaigerwerte zur Swcweizer Flora, Geobotanisches Institut der ETH, Stiftung Rübel, Zurich.
- [121] Марковић, Ј. (1976): Проучавање утицаја густине засада на производњу биомасе тополе клона I-214, докторска дисертација, Београд.
- [122] Sneath, P. H. A., Sokal, R. R. (1973): *Numerical Taxonomy*, W H. Freeman and Company, San Francisco
- [123] Bateman, J. I., Mace, M. G., Fezzi, C., Atkinson, G., Turner, K. (2011): Economic Analysis for Ecosystem Service Assessments, *Enviromental and Resource Economics*, Vol. 48, Issue 3, pp.177-218.
- [124] Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., Lo, K. (2010): Global surface temperature change, *Reviews Geophysics*, Vol. 48, doi:10.1029/2010RG000345.
- [125] Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W., Laprise, R., Ruenda, V. M., Mearns, L., Menéndez, C.G., Räisä J., Rinke, A., Sarr., A., Whetton, P. (2007): Regional climate projections, In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen., Z., Merquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., Miller, H. L. (Eds.): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*,

Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, NY, USA, pp. 847-940.

- [126] Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D.D., Hogg, E.H.(T.), Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J.-H., Allard, G., Running, W.S., Semerci, A., Cobb, N. (2010): A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests, *Forest Ecology and Management*, Vol. 259, Issue 4, pp. 660-684.
- [127] Flannigan, M., Stocks, B., Turetsky M., Wotton, M. (2009): Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest, *Global Change Biology*, Vol. 15, pp.549-560.
- [128] Aleksić, P., Krstić, M., Jančić, G. (2009): Forest fires – ecological and economic problem in Serbia, *Botanica SERBICA*, Vol. 33 (2), pp. 169-176.
- [129] Sekulić, G., Dimović, D., Kalmar, Z., Krnajska, J., Todorović, N. (2012): Assessing vulnerability to climate change - Serbian, WWF (World Wide Fund for Nature), Center for the Advancement of Environment. Belgrade.
- [130] Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Petrović, N. (2009): National Forest Inventory of the Republic of Serbia - Forest Fund of the Republic of Serbia, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management of the Republic of Serbia, Belgrade, pp. 244.
- [131] Schröter, D., Zebisch, M., Grothmann, T. (2005): Climate Change in Germany – Vulnerability and Adaptation of Climate-Sensitive Sectors, *Klimastatusbericht* 44.
- [132] Broberg, T. (2007): Examining the income-effect in contingent valuation –The importance of making the right choices -Umeå Economic Studies.
- [133] Keča, Lj., Ranković, N., Pajić, S. (2009): Analysis of commercial profitability of poplar plantations aged 29 years applying some methods of investment calculations, *Works of the Faculty of Forestry of University of Sarajevo*, No. 1, pp. 53-62.
- [134] Keča, Lj., Ranković, N., Pajić, S. (2008): Analysis of commercial profitability of poplar plantations aged 24 years, *Bulletin of the Faculty of Forestry*, No. 97, pp. 171-186.

- [135] Staltmane, E., Tuherm, H. (2010): Importance of Discount Rate in Latvian Forest Valuation, *Baltic Forestry*, Vol. 16, No. 2(31), pp. 303-311.
- [136] Mokhtari, S., Djebabra, M., Bellaala, D., Boulagouas, W. (2017): Contribution to the investment evaluation in terms of the forest fires prevention using the cost-benefit analysis method, *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 28, No. 5, pp. 651-663.
- [137] Rodriguez y Silva, F., Gonzalez Caba, A. (2010): SINAMI: A tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems, *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 19, pp. 927-936.
- [138] Gould, J. S., Patriquin, M. N., Wang, S., McFarlane, B. L., Wotton, B. M. (2013): Economic evaluation of research to improve the Canadian forest fire danger rating system, *Forestry*, Vol. 86, pp. 317-329.
- [139] Calkin, D. E., Cohen, J. D., Finney, M. A., Thompson, M. P. (2014): How risk management can prevent future wildfire disasters in the wildland-urban interface, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 111, No. 2, pp. 746-751.
- [140] Brumelle, S.L., Carley, J.S., Vertinsky, I.B., Wehrung, D.A. (1991): Evaluating silvicultural investments: a review in the Canadian context, *Forestry Abstract N^o 9*, Vol. 52, C.A.B International, Wallingford, pp. 803 – 856.
- [141] Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. (2013): *The elements of Statistical Learning (Data Mining, Inference, and Prediction) Second Edition*, Springer Series in Statistics, pp.1-764.
- [142] 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*, Vol. 15 (4), pp. 1999-2010.
- [143] Лујић, Р. (1960): Локални топлотни фактор и његова улога у распореду вегетације, *Гласник Шумарског факултета, Београд*, бр.18.
- [144] Šmelko, Š., Merganič, J., Šeben, V., Raši, R., Jankovič, J. (2006): *Narodna inventarizacija a monitoring lesov Slovenskeje Republike 2005-2006 metodika terenneho zberu urajov*, Narodne lesnicke centrum, Zvolen.

ПРИЛОГ 1.

СПИСАК И ЛОКАЦИЈЕ МЕТЕОРОЛОШКИХ СТАНИЦА

Редни број	Метеоролошка станица	Географска ширина	Географска дужина	Надморска висина
до 200 m				
1	Неготин	44° 14'	22° 33'	42
2	Бечеј	45° 37'	20° 04'	75
3	Сента	45° 56'	20° 05'	80
4	Шабац	44° 46'	19° 41'	80
5	Зрењанин	45° 24'	20° 28'	80
6	Кикинда	45° 51'	19° 05'	81
7	Сремска Митровица	44° 58'	19° 38'	81
8	Велико Градиште	44° 45'	21° 31'	82
9	Римски шанчеви	45° 20'	19° 51'	84
10	Вршац	45° 09'	21° 19'	84
11	Бачки Петровац	45° 22'	19° 34'	85
12	Сомбор	45° 47'	19° 05'	88
13	Бела црква	44° 54'	21° 25'	90
14	Палић	46° 06'	19° 46'	102
15	Алекса Шантић	45° 56'	19° 20'	120
16	Лозница	43° 33'	19° 14'	121
17	Смедеревска Паланка	44° 22'	20° 57'	121
18	Ћуприја	43° 56'	21° 22'	123
19	Београд (опсерваторија)	44° 48'	20° 28'	132
20	Зајечар	43° 53'	22° 18'	144
21	Крушевац	43° 34'	21° 21'	166
22	Љубовија	44° 11'	19° 05'	170
23	Ваљево	44° 19'	19° 23'	176
24	Алексинац	43° 33'	21° 41'	180
25	Крагујевац	44° 02'	20° 56'	185
200-500 m				
26	Ниш	43° 20'	21° 54'	202
27	Краљево	43° 42'	20° 42'	215
28	Лесковац	42° 59'	21° 57'	230
29	Врњачка бања	43° 37'	20° 54'	235
30	Рековац	43° 52'	21° 06'	251
31	Буковичка бања	44° 18'	20° 33'	264
32	Прокупље	43° 14'	21° 36'	266
33	Власотинце	42° 58'	22° 08'	271
34	Књажевац	43° 34'	22° 16'	281
35	Сокобања	43° 39'	21° 51'	300
36	Пожега	43° 51'	20° 02'	310
37	Жагубица	44° 12'	21° 47'	314
38	Александровац	43° 27'	21° 04'	360
39	Пирот	43° 01'	21° 16'	370
40	Куршумлија	43° 08'	22° 36'	382
41	Бујановац	42° 27'	21° 47'	400
42	Врање	42° 33'	21° 55'	432
43	Димитровград	43° 01'	22° 45'	450
44	Ивањица	43° 25'	20° 14'	465
45	Бабушница	43° 04'	22° 16'	495

Редни број	Метеоролошка станица	Географска ширина	Географска дужина	Надморска висина
500-100 m				
46	Нови Пазар	43 ⁰ 08'	20 ⁰ 31'	545
47	Рудник планина	44 ⁰ 08'	20 ⁰ 31'	700
>1000 m				
48	Златибор	43 ⁰ 44'	19 ⁰ 43'	1028
49	Сјеница	43 ⁰ 16'	20 ⁰ 00'	1038
50	Драгаш	42 ⁰ 04'	20 ⁰ 39'	1060
51	Копаоник	43 ⁰ 17'	20 ⁰ 48'	1710

ПРИЛОГ 2.

СПИСАК ВРСТА И ИНДИКАТОРСКЕ ВРЕДНОСТИ БИЉАКА

Врста	Живогна форма	Биљно географска област	Индикаторска вредност биљака								
			Светлост - SV	Релативну влажност - RF	Температура – Те_1	Континенталност - КО	Реакција земљишта - рН	Влажност земљишта - VZ	Тектура - Те	Азот - N	Органска материја Ом
<i>Abies alba</i> Mill.	p	Se.	7	7	3	7	5	4	2	6	5
<i>Acer campestre</i> L.	p	Subse.	8	4	6	5	7	4	3	5	3
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	p	Se.	7	6	5	5	5	4	3	7	3
<i>Achillea crithmifolia</i> Waldst. & Kit.	g	Submez.-subpan.	6	5	6	4	6	4	3	6	3
<i>Achillea millefolium</i> L.	h	Evr.	8	4	5	5	5	4	4	4	4
<i>Aconitum pentheri</i> Hayek	h	End.lok.									
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	h	Evr.	6	4	5	4	7	3	3	4	2
<i>Ajuga reptans</i> L.	h	Subse.	5	6	5	5	5	4	2	6	3
<i>Alchemilla hybrida</i> aggr.	h	Alp.-karp.	8	6	2	3	7	3	3	2	2
<i>Anemone nemorosa</i> L.	g	Cirk.	4	7	5	5	5	4	3	5	4
<i>Anthyllis montana</i> L.	dc	Ilir.-sk.-pind.	9	5	6	4	9	3	3	2	2
<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC.	h	Is.subm.	5*		7*	4**	9*	5*		5*	
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	th	Cirk.	7	5	5	5	8	3	3	3	2
<i>Artemisia absinthium</i> L.	zc	Subj.sib.	9	2	6	7	8	3	3	7	2
<i>Artemisia lobelii</i> All.	zc	Subm.	9	5	7	3	9	3	3	5	2
<i>Arum maculatum</i> L.	g	Se.	3	6	5	5	7	4	2	8	3
<i>Asarum europaeum</i> L.	g	Evr.	3	5	5	5	7	4	3	5	2
<i>Asperula odorata</i> L.	g	Subevr.	3	7	5	5	5	4	3	5	4
<i>Asperula taurina</i> L.	g	Sub.-pan.	5	5	3	7	7	4	2	6	2
<i>Atropa bella-donna</i> L.	h	Subse.	6	5	5	5	8	4	3	7	2
<i>Betula pendula</i> Roth	p	Subj.sib.	8	4	5	5	4	4	4	3	5
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P. Beauv.	h	Subj.sib.	5	5	5	5	7	4	3	5	2
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	h	Evr.	7	6	5	5	5	5	4	6	3
<i>Calamintha acinos</i> (L.) Clairv.	th	Subpont.	7*		5*		7*	2*		2*	
<i>Calamintha vulgaris</i> (L.) Druce	h	Cirk.	6	5	5	5	7	4	3	4	2
<i>Campanula bononiensis</i> L.	h	Subj.sib.	7	4	6	6	8	3	3	3	2
<i>Campanula glomerata</i> L.	h	Evr.	7		5*	7**	7*	4*		5*	
<i>Campanula patula</i> L.	th	Subse.	8	7	4	5	5	4	3	5	2

<i>Campanula rapunculoides</i> L.	h	Subse.	5*		5*	4**	7*	4*		5*	
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	h	Subbor.- cirk.	5	5	5	5	4	3	8	2	4
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	th	Kosm.	7	5	5	5	5	4	3	7	3
<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz	g	Subse.	3	6	5	4	7	4	2	6	3
<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.	h	Evr.	8,5	5,5	6,5	2,5	2,5	4,5	4,5	2,5	5,5
<i>Centaurea atropurpurea</i> Waldst. & Kit. [non Olivier]		Subdac.									
<i>Centaurea stoebe</i> L.	h	Pont.- pan.	7*		7*		7*	4*		4*	
<i>Chaerophyllum aureum</i> L.	h	Subse.	6	6	3	4	8	4	2	9	3
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	h	Evr.	8	5	5	5	6	4	3	5	3
<i>Circaea lutetiana</i> L.	g	Cirk.	4	8	5	5	6	5	2	6	8
<i>Cirsium acaule</i> (L.) All.	h	Subse.	8	4	5	3	8	2	3	3	2
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	g	Subevr.	7	5	5	5	5	4	3	7	3
<i>Clematis vitalba</i> L.	p	Subatl.- subm.	6	6	5	5	7	4	2	7	3
<i>Coronilla varia</i> L.	h	Subpont.	6	4	6	4	8	3	3	3	2
<i>Corylus avellana</i> L.	p	Subse.	5	5	5	4	5	4	3	6	3
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	p	Subse.	7	5	5	5	6	4	3	5	3
<i>Crepis setosa</i> Haller f.	t	Subm.	9	4	6	4	7	3	3	6	3
<i>Dactylis glomerata</i> L.	h	Subevr.	7	5	5	5	5	4	2	7	3
<i>Daphne blagayana</i> Freyer	dc	Subilir.	7*		7*		5*	4*		4*	
<i>Digitalis ambigua</i> Murray	h	Subse.	6	5	3	5	6	4	2	6	4
<i>Doronicum columnae</i> Ten.	h	Subbalk.- apen.	5*		4*	4**	7*	7*		7*	
<i>Dorycnium germanicum</i> (Gremli) Rikli	dc	Subilir.	7*		7*	4**	9*	2*		4*	
<i>Draba muralis</i> L.	th	Subse.	6	4	7	3	8	3	3	5	2
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	h	Kosm.	3	7	5	5	5	4	3	6	4
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	h	Cirk.	5	5	5	5	4	4	3	7	4
<i>Epilobium montanum</i> L.	h	Evr.	5	6	5	5	5	4	3	6	3
<i>Epipactis latifolia</i> (L.) All.	g	Subevr.	3	5	5	5	5	4	4	5	4
<i>Erica carnea</i> L.	dc	Subilir.- subapen.	7	6	2	4	7	3	3	2	7
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	h	Subse.	5	8	5	5	7	5	1	7	8
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	zc	Subatl.- subm.	5	5	5	5	5	4	3	5	3
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	h	Evr.	8	4	5	5	7	2	3	3	2
<i>Fagus moesiaca</i> (K.Malý) Czechtz	p	Mez.	7	7	5	5	4	4	3	5	5
<i>Festuca drymeja</i> Mert. & W. D. J. Koch	h	Subm.	7*		7*		5*	5*		5*	
<i>Festuca valesiaca</i> Gaudin	h	Evr.	7*		7*	7**	5*	2*		4*	
<i>Fragaria moschata</i> Weston	h	Subse.	6	4	6	5	6	4	3	4	2
<i>Fragaria vesca</i> L.	h	Evr.	5	5	5	5	8	4	3	5	3
<i>Fraxinus ornus</i> L.	p	Subm.	8	5	7	4	7	4	3	5	2
<i>Galium album</i> Mill.	h	Subse.	6	5	5	5	7	4	3	5	2

<i>Galium cruciata</i> (L.) Scop.	g	Subse.	6	5	5	4	7	4	3	7	2
<i>Galium lucidum</i> All.	g	Subm.	7	5	6	4	7	3	3	2	2
<i>Galium mollugo</i> L.	h	Subse.	8	5	5	5	8	4	3	6	2
<i>Galium pumilum</i> Murray	h	Se.	8	4	5	3	7	2	3	3	2
<i>Galium rotundifolium</i> L.	g	Se.	4	5	3	7	5	4	3	4	5
<i>Galium vernum</i> Scop.	h	Pont.- subm.	7	5	3	4	5	4	3	5	5
<i>Galium verum</i> L.	g	Evr.	7	4	5	5	7	2	3	3	2
<i>Genista tinctoria</i> L.	dc	Pont.	7	5	6	5	6	5	3	3	2
<i>Geranium robertianum</i> L.	th	Subcirk.	4	6	5	5	5	4	3	7	3
<i>Glechoma hirsuta</i> W. et K.	h	Pont.- is.subm.	5	6	4	7	6	4	2	6	3
<i>Helleborus multifidus</i> Vis.		Ilir.									
<i>Helleborus odoratus</i> W. et K. ex Willd.	h	Srbalk.	5*		7*		2*	5*		4*	
<i>Hieracium pilosella</i> L.	h	Subse.	7*		5*	3**	5*	4*		2*	
<i>Hypericum perforatum</i> L.	h	Subevr.	7	5	5	5	6	4	4	5	3
<i>Hypericum richeri</i> Vill.	dc	Subm.- mont.	7	5	3	2	4	4	4	2	5
<i>Juniperus communis</i> L.	p	Cirk.	8	4	5	5	5	3	4	3	2
<i>Juniperus sibirica</i> Burgsd.	p	Cirk.	9	5	2	5	3	3	8	2	6
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) Crantz	zc	Subse.	4	7	5	6	6	4	1	5	3
<i>Lapsana communis</i> L.	th	Subse.	4	6	5	5	7	4	2	7	3
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	g	Subevr.	6	5	5	5	7	4	3	5	3
<i>Lilium martagon</i> L.	g	Evr.	6	8	2	6	7	5	1	6	8
<i>Lonicera alpigena</i> L.	np	Se.	5	6	2	5	7	5	2	5	3
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	np	Evr.	6	5	4	6	7	4	2	5	2
<i>Lotus corniculatus</i> L.	h	Subevroa z.	7	4	5	5	7	3	3	3	2
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	h	Cirk.	4	5	5	5	4	4	4	4	4
<i>Mercurialis perennis</i> L.	g	Subse.	3	5	5	5	6	4	2	7	3
<i>Myosotis collina</i> Hoffm.	t	Subse.	8	3	7	4	4	3	4	2	1
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	th	Evr.	4	6	5	4	6	4	3	6	4
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.											
<i>Origanum vulgare</i> L.	g	Evr.	6	5	5	5	7	4	3	4	3
<i>Oxalis acetosella</i> L.	g	Cirk.	4	7	5	5	4	5	1	6	5
<i>Petrorhagia illyrica</i> (Ard.) P.W.Ball & Heywood		Subm.									
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	p	Bor.- evrop.	7	6	3	5	4	4	3	5	5
<i>Picris hieracioides</i> L.	h	Subpont.- ca	8	4	5	5	8	2	3	7	1
<i>Plantago major</i> L.	h	Evr.	5	5	5	5	5	4	3	6	3
<i>Poa nemoralis</i> L.	h	Cirk.	5	7	5	5	5	4	3	4	3
<i>Poa pratensis</i> L.	h	Subcirk.	8	5	5	5	5	4	3	6	3
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth	h	Kosm.	3	7	4	4	6	4	3	6	2

<i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Woyh.	h	Kosm.	3	7	7	4	5	4	3	5	4
<i>Populus tremula</i> L.	p	Eubevr.	8	5	5	5	4	4	4	5	4
<i>Potentilla opaca</i> L.	h	Subse.	7	3	5	4	8	3	6	2	2
<i>Potentilla reptans</i> L.	h	Evr.	7	7	5	5	7	5	2	6	8
<i>Potentilla ternata</i> K. Koch	h	Mez.- karp.	7*		4*	4**	4*	5*		4*	
<i>Prunella vulgaris</i> L.	h	Subevr.	5	5	5	5	6	4	2	6	3
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	p	Subse.	7	4	4	4	4	4	3	5	3
<i>Prunus spinosa</i> L.	np	Subpont.	7	5	5	5	5	4	3	5	3
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	g	Kosm.	6	5	5	4	3	4	4	5	5
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	h	Subse.	5	5	6	5	7	4	3	6	3
<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Burgsd.	p	Subse.	6	5	6	4	4	3	4	4	4
<i>Quercus cerris</i> L.	p	Is.subm.	8	4	7	4	6	3	3	5	3
<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.	np	Balk.	7*		5*	5**	5*	4*		4*	
<i>Rhinanthus minor</i> L.	t	Subse.	8		5	3	7	5*	3	3	2
<i>Ribes alpinum</i> L.	np	Bor.-evr.	6	5	4	5	8	3	3	4	2
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	p		8	4	6	5	5	4	3	8	3
<i>Rosa canina</i> L.	np	Subse.	7	5	5	5	5	4	2	5	3
<i>Rosa pendulina</i> L.	np	Se.	6	5	3	5	7	4	3	6	3
<i>Rubus caesius</i> L.	np	Subj.-sib.	6	6	5	5	7	5	4	5	3
<i>Rubus canescens</i> DC.	np	Pont.- subm.	7*		7*		5*	4*		5*	
<i>Rubus hirtus</i> W. et K.	np	Se.	5	6	4	6	5	4	3	5	3
<i>Rubus idaeus</i> L.	np	Cirk.	5	6	5	5	5	5	2	6	4
<i>Salix caprea</i> L.	p	Evr.	7	5	5	5	5	4	3	5	4
<i>Salvia glutinosa</i> L.	h	Subse.	4	7	5	5	7	5	2	7	2
<i>Salvia pratensis</i> L.	h	Subse.	8	4	7	4	8	3	3	4	2
<i>Sambucus ebulus</i> L.	g	Subpont.- subm.	7	6	6	5	8	4	3	7	3
<i>Sambucus racemosa</i> L.	np	Cirk.	5	5	3	6	4	4	4	5	4
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	h	Subevr.	8	7	5	5	7	5	3	5	9
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	h	Evr.	5	6	4	5	6	4	2	6	3
<i>Sedum telephium</i> L.	h	Evr.	8	3	5	5	6	2	9	4	1
<i>Senecio rupestris</i> W. et K.	th	Subbalk.- subapen.	8	4	6	7	7	4	8	6	3
<i>Sesleria rigida</i> Rchb.	h	Mez.- karp.	7*		7*		9*	2*		4*	
<i>Silene flavescens</i> W. et K.	h	Subbalk.	9*		9*		9*	2*		2*	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	th	Subevr.	7	5	5	5	7	4	2	7	2
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	p	Subse.	7	5	5	5	4	4	4	3	5
<i>Stachys germanica</i> L.	h	Pont.- subm.	7	3	6	4	8	2	3	5	2
<i>Stenactis annua</i> (L.) Less.	th	Adv.	8	7	5	5	7	5	1	7	8
<i>Symphytum tuberosum</i> L.	g	Pont.-	4	7	6	4	7	5	2	6	8

		subm.									
Tanacetum parthenium (L.) Sch. Bip.	h	Subm.	7	5	7	4	6	4	3	7	3
Teucrium chamaedrys L.	th	Subpont.-subm.	7	2	7	4	8	2	9	1	1
Teucrium montanum L.	dc	Subm.	8	3	5	4	9	2	3	1	1
Thymus glabrescens Willd.	zc	Subpont.	7*		9*		7*	2*		4*	
Thymus jankae Čelak.	zc	Mez.-dac.	7*		7*	5**	5*	4*		4*	
Trifolium medium L.	h	Subse.	6	5	6	4	6	4	3	4	2
Urtica dioica L.	h	Evr.	5	5	5	5	6	4	3	9	3
Vaccinium myrtillus L.	dc	Subbor.-cirk.	5	6	4	5	2	4	3	3	5
Verbascum lychnitis L.	h	Subpont.	7	4	6	5	7	3	3	6	2
Verbascum nigrum L.	h	Evr.	6	5	5	5	7	4	3	7	2
Verbascum niveum Ten.	h	Subsk.-pind.-j.apen.									
Verbascum phlomoides L.	th	Subpont.-subm.	8	4	5	5	8	3	3	6	2
Verbascum speciosum Schrad.	th	Subeuks.	7*		7*		7*	4*		5*	
Veronica arvensis L.	t	Subse.	7	5	5	4	6	4	3	6	3
Veronica chamaedrys L.	g	Subse.	6	5	5	5	5	4	3	5	2
Vicia cracca L.	h	Evr.	6	6	5	5	5	5	2	5	3
Viola alba Besser	h	Subm.	5	5	7	4	7	4	2	4	2
Viola hirta L.	h	Subj.sib.	5	4	5	5	8	3	3	4	2
Viola tricolor L.	th	Evr.	8.5	7.5	3.5	4.5	6.5	4.5	4.5	5.5	3.5

Напомена: * - пропорционално одређено према вредностима биоиндикатора (Којић и сар.1994); ** - преузето, или пропорционално одређено (S), према вредностима еколошких индекса (Ellenberg et al. 1991, 1992)

ПРИЛОГ 3

ПРЕГЛЕД ГРАФИКОНА, ТАБЕЛА, КАРАТА И СЛИКА

Графикон 1. Дистрибуција броја пожара по анализираним петогодишњим периодима	65
Графикон 2. Изравнате вредности броја пожара по годинама (1-1981....35-2015)	66
Графикон 3. Број пожара у анализираним периодима (1955-2015)	94
Графикон 4. Опожарена површина у анализираним периодима (1955-2015)	95
Графикон 5. Просечна опожарена површина у анализираним периодима (1955-2015) у ha	96
Графикон 6. Број пожара по територијалним целинама и десетогодишњим периодима	96
Графикон 7. Опожарена површина по територијалним целинама и десетогодишњим периодима	97
Графикон 8. Просечна опожарена површина по територијалним целинама и десетогодишњим периодима	97
Графикон 9. Заступљеност опожарене површине у хектарима по типовима шума, власништву и врсти пожара	105
Графикон 10. Изравнате вредности максималне релативне влажности ваздуха по надморским висинама станица и месецима	132
Графикон 11. Однос релативне влаге, температуре ваздуха и притисак водене паре	134
Графикон 12. Утицај релативне влаге ваздуха и дана након кише на влагу лишћара	135
Графикон 13. Куршумлија	146
Графикон 14. Београд	146
Графикон 15. Ниш	146
Графикон 16. Златибор	147
Графикон 17. Нови Пазар	147
Графикон 18. Димитровград	147
Графикон 19. Врање	147
Графикон 20. Пожега	147
Графикон 21. Лесковац	147
Графикон 22. Краљево	147
Графикон 23. Крагујевац	147
Графикон 24. Крушевац	147
Графикон 25. Зајечар	147
Графикон 26. Њуприја	147

Графикон 27. Лозница	147
Графикон 28. Нови Сад	148
Графикон 29. Сремска Митровица	148
Графикон 30. Неготин	148
Графикон 31. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Нови Сад	176
Графикон 32. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Лозница	177
Графикон 33. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Ниш	177
Графикон 34. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Врање	178
Графикон 35. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Златибор	178
Графикон 36. WFI за подручје које покрива Метеоролошка станица Београд	179
Графикон 37. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Нови Сад	179
Графикон 38. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Ниш	180
Графикон 39. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Врање	180
Графикон 40. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Златибор	181
Графикон 41. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Београд	181
Графикон 42. I за подручје које покрива Метеоролошка станица Лозница	182
Графикон 43. Корелациона повезаност између Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и Ангстромовог индекса опасности од избијања шумских пожара	184
Графикон 44. Корелациона повезаност између степена Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и степена Ангстромовог индекса опасности од избијања шумских пожара	186
Графикон 45. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности по метеоролошким станицама	188
Графикон 46. Дводимензионални приказ дистрибуције података за подручја која покривају одговарајуће метеоролошке станице (тачке расејања)	189
Графикон 47. Корелациона повезаност између Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и модификованог Ангстромовог индекса	194
Графикон 48. Корелациона повезаност између Ангстромовог индекса опасности од избијања шумског пожара и модификованог Ангстромовог индекса	196
Графикон 49. Корелациона повезаност између степена Канадског индекса опасности од пожара (FWI) и степена модификованог Ангстромовог индекса	197
Графикон 50. Корелациона повезаност између степена Ангстромовог индекса опасности од пожара и степена модификованог Ангстромовог индекса	199
Графикон 51. Поређење индекса опасности од шумских пожара (највиша опасност)	202

Графикон 52. Зависност Симпсоновог индекса (D) од надморске висине (a), нагиба (b) и старости пожаришта (c)	228
Графикон 53. Зависност Симпсоновог индекса диверзитета (1-D) од надморске висине (a), нагиба (b) и старости пожаришта (c)	230
Графикон 54. Зависност Симпсоновог реципрочног индекса (1/D) од надморске висине (a), нагиба (b) и старости пожаришта (c)	232
Графикон 55. Зависност Шенон-Виверовог индекса диверзитета (H) од надморске висине (a), нагиба (b) и старости пожаришта (c)	234
Графикон 56. Зависност Маргалефовог индекса (M) од надморске висине (a), нагиба (b) и старости пожаришта (c)	236
Графикон 57. Тренд промена спектра животних облика у зависности од старости пожаришта	244
Графикон 58. Тренд промена броја биљака у зависности од индекса светлости	248
Графикон 59. Тренд промена индекса светлости (SV) у зависности од старости пожаришта	248
Графикон 60. Тренд промена броја биљака	250
Графикон 61. Тренд промена индекса за релативну влажност ваздуха (RV) у зависности од старости пожаришта	250
Графикон 62. Тренд промене броја биљака	252
Графикон 63. Тренд промена индекса за температуру ваздуха (Te_1) у зависности од старости пожаришта	252
Графикон 64. Тренд промене броја биљака	253
Графикон 65. Тренд промена индекса за континенталност (Ko) у зависности од старости пожаришта	253
Графикон 66. Тренд промене броја биљака	255
Графикон 67. Тренд промена индекса за киселост земљишта (pH) у зависности од старости пожаришта	255
Графикон 68. Тренд промене броја биљака	256
Графикон 69. Тренд промена индекса за влажност земљишта (VZ) у зависности од старости пожаришта	256
Графикон 70. Тренд промене броја биљака	258
Графикон 71. Тренд промена индекса за текстуру земљишта (Te) у зависности од старости пожаришта	258
Графикон 72. Тренд промене броја биљака	259
Графикон 73. Тренд промена индекса за азот (N) у зависности од старости пожаришта	259
Графикон 74. Тренд промене броја биљака	261

Графикон 75. Тренд промена индекса за органску материју (Om) у зависности од старости пожаришта	261
Графикон 76. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (1. година пожаришта)	262
Графикон 77. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних површина (1. година пожаришта)	263
Графикон 78. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (2. година пожаришта)	265
Графикон 79. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожарних површина (2. година пожаришта)	266
Графикон 80. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (5. година пожаришта)	267
Графикон 81. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожарних површина (5. година пожаришта)	268
Графикон 82. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (10. година пожаришта)	270
Графикон 83. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожарних површина (10. година пожаришта)	271
Графикон 84. Број издвојених компоненти и њихове својствене вредности (1,2, 5 и 10 година пожаришта)	272
Графикон 85. Дводимензионални приказ дистрибуције истраживаних пожаришних површина (1,2,5 и 10 година пожаришта)	273
Графикон 86. Дендограм за старост пожаришта 1 година	275
Графикон 87. Дендограм за еколошке индексе за старост пожаришта 1 година	275
Графикон 88. Дендограм за старост пожаришта 2 године	276
Графикон 89. Дендограм за еколошке индексе старости пожаришта 2 године	276
Графикон 90. Дендограм за старост пожаришта 5 година	277
Графикон 91. Дендограм за еколошке индексе старости пожаришта 5 година	277
Графикон 92. Дендограм за старост пожаришта 10 година	278
Графикон 93. Дендограм за еколошке индексе старости пожаришта 10 година	278
Графикон 94. UPGMA дендограм за све истраживане површине пожаришта (1,2,5 и 10 година)	279
Графикон 95. Дендограм за еколошке индексе старости пожаришта 1+2+5+10 година	281
Графикон 96. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Буква Бонитет I)	286
Графикон 97. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим	286

дисконтним стопама (Буква V)	
Графикон 98. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Китњак Бонитет I)	287
Графикон 99. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Китњак V)	287
Графикон 100. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Црни бор Бонитет I)	288
Графикон 101. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Црни бор V)	288
Графикон 102. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Смрча I)	288
Графикон 103. Промене садашње вредности дрвета у односу на старост при различитим дисконтним стопама (Смрча I)	288
Табела 1. Основне карактеристике пожаришта	45
Табела 2. Број пожара у периоду од 1981-2015	63
Табела 3. Једначине корелације о промени броја пожара током анализираних периода (1980-2015. године)	65
Табела 4. Опожарена површина (у хектарима) у анализираним Медитеранским земљама за период од 1981-2015	67
Табела 5. Број шумских пожара у анализираним периоду (1988-2015)	73
Табела 6. Године са највећим бројем пожара	74
Табела 7. Опожарена површина (у хектарима) за период 1988-2015	75
Табела 8. Број шумских пожара на подручју централне Европе	79
Табела 9. Опожарена површина (у хектарима) на подручју централне Европе	80
Табела 10. Број шумских пожара у земљама средње Европе	85
Табела 11. Опожарена површина (у хектарима) у земљама средње Европе	85
Табела 12. Број шумских пожара	89
Табела 13. Опожарена површина (у хектарима)	90
Табела 14. Број шумских пожара за анализирани период 1991-2015	92
Табела 15. Опожарена површина (у хектарима) за анализирани период 1991-2015	92
Табела 16. Број шумских пожара и опожарена површина у хектарима за период 1955-2015	98
Табела 17. Укупан број пожара, укупна и просечна опожарена површина у десетогодишњим периодима	101

Табела 18. Просечан број пожара, просечна опожарена површина и просечна опожарена површина у десетогодишњим периодима	101
Табела 19. Опожарена површина у хектарима и власништво	102
Табела 20. Опожарене површинеу чистим шумама лишћарских врста (у хектарима)	106
Табела 21. Опожарене површине у чистим шумама четинарских врста (у хектарима)	108
Табела 22. Опожарене површине у мешовитим састојинама лишћара (у хектарима)	110
Табела 23. Опожарене површине у мешовитим састојинама четинара (у хектарима)	112
Табела 24. Опожарене површине у мешовитим састојинама лишћара и четинара (у хектарима)	114
Табела 25. Опожарене површине у шумама (ha) за период 1980-1984. године	116
Табела 26. Број пожара и опожарена површина (ha) у зависности од шумских заједница	118
Табела 27. Средње месечне и средње годишње температуре ваздуха за период 2005-2015	121
Табела 28. Средња годишња температура ваздуха	123
Табела 29. Средње месечне максималне и средње годишње максималне температуре ваздуха за период 2005-2015	124
Табела 30. Средње месечне минималне и средње годишње минималне температуре ваздуха за период 2005-2015.	126
Табела 31. Пожарна опасност у зависности од температуре ваздуха	129
Табела 32. Средња месечна и годишња релативна влажност ваздуха (%) у Србији за период 2005-2015.	130
Табела 33. Средња годишња релативна влажност ваздуха	133
Табела 34. Средње месечне и годишње падавине у Србији за период 2005-2015	137
Табела 35. Просечне висине падавина по годишњим добима (%) за период 2005-2015	139
Табела 36. Средње годишња сума падавина	141
Табела 37. Средња месечна и годишња облачност (1/10)	141
Табела 38. Средње честине ветрова и тишине (‰)	144
Табела 39. Средње брзине ветрова	145
Табела 40. Просечне вредности сијања сунца 2005-2015	148
Табела 41. Категоризација услова влажности на основу стандардног индекса падавина	152
Табела 42. Климатске области и број пожара	157
Табела 43. Ангстромов индекс потенцијалне опасности од избијања шумског пожара	160
Табела 44. Индекс Нестерова потенцијалне опасности од избијања шумског пожара	161

Табела 45. Вредност корекционог фактора у зависности од количине падавина	161
Табела 46. Модификовани индекс Нестерова потенцијалне опасности од избијања шумског пожара	161
Табела 47. Баумгартнерова скала потенцијалног избијања шумских пожара	162
Табела 48. KBDI индекс потенцијалне опасности	163
Табела 49. Енглеско-српски еквивалент термина канадског система метеоролошког индекса шумског пожара	164
Табела 50. Брзина ширења (РОС)	167
Табела 51. Степен опасности од појаве пожара	169
Табела 52. Таблица ризика	170
Табела 53. Индекс опасности од шумског пожара (FFDI)	171
Табела 54. Индекс опасности од шумског пожара (F)	172
Табела 55. Индекс опасности од шумског пожара (FD)	173
Табела 56. Индекс опасности од шумског пожара (L)	173
Табела 57. Преглед метода за процену ризика од избијања шумских пожара са карактеристикама модела	174
Табела 58. Корелациона повезаност између FWI и Ангстромовог индекса	183
Табела 59. Корелациона повезаност индекса опасности између FWI и Ангстромовог индекса	185
Табела 60. Својствене (eigenvalues) и потенцијалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	187
Табела 61. Вредности којима свака варијабла (климатске карактеристике)учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних узорака пожара и коришћених података	188
Табела 62. Број дана степена опасности од пожара на основу Канадског метеоролошког индекса (FWI)	191
Табела 63. Број дана степена опасности од пожара на основу Ангстромовог индекса (I)	192
Табела 64. Распоред броја пожара у зависности од степена опасности од пожара на основу Канадског метеоролошког индекса (FWI)	192
Табела 65. Распоред броја пожара у зависности од степена опасности од пожара на основу Ангстромовог индекса (I)	192
Табела 66. Корелациона повезаност између FWI и модификованог Ангстромовог индекса	193
Табела 67. Корелациона повезаност између Ангстромовог индекса са модификованим	195

индексом Ангстрома	
Табела 68. Корелациона повезаност између Ангстромовог индекса опасности од избијања шумског пожара и модификованог Ангстромовог индекса	196
Табела 69. Корелациона повезаност између индекса опасности Ангстрома и модификованог Ангстромовог индекса	198
Табела 70. Број дана степена опасности од пожара на основу модификованог индекса Ангстрома (I mod)	201
Табела 71. Распоред броја у зависности од степена опасности од пожара на основу модификованог индекса Ангстрома (I mod)	201
Табела 72. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 1 година	212
Табела 73. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 2 године	214
Табела 74. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 5 година	216
Табела 75. Фитоценолошки снимци пожаришта старости 10 година	219
Табела 76. Индекси диверзитета и уједначености – 1 година после пожара	223
Табела 77. Индекси диверзитета и уједначености – 2 година после пожара	224
Табела 78. Индекси диверзитета и уједначености - 5 година после пожара	225
Табела 79. Индекси диверзитета и уједначености - 10 година после пожара	225
Табела 80. Средње вредности индекса диверзитета и уједначености на опожареним површинама после 1,2,5 и 10 година од избијања пожара	226
Табела 81. Зависност Симпсоновог индекса (D) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта	227
Табела 82. Анализа варијансе	227
Табела 83. Зависност Симпсоновог индекса диверзитета за одређене популације (1-D) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта	229
Табела 84. Анализа варијанси	229
Табела 85. Зависност Симпсоновог реципрочног индекса (1/D) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта	231
Табела 86. Анализа варијансе	231
Табела 87. Зависност Шенон-Виверовог индекса диверзитета (H) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта	233
Табела 88. Анализа варијансе	233
Табела 89. Зависност Маргалефовог индекса богатства врста (M) од надморске висине, нагиба и старости пожаришта	235
Табела 90. Анализа варијансе	235
Табела 91. Компаративна синтетска фитоценолошка табела Легенда. I-V: степен	237

присутности; +, 1-5: бројност	
Табела 92. Преглед заступљености броја врста на пожариштима различитих старости	242
Табела 93. Животни облици и старост пожаришта	243
Табела 94. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост пожаришта 1 година	245
Табела 95. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост пожаришта 2 године	245
Табела 96. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост пожаришта 5 године	246
Табела 97. Средње вредности анализираних еколошких фактора за старост пожаришта 10 године	246
Табела 98. Опис еколошких индекса за светлост према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve-y (2016)	247
Табела 99. Заступљеност врста одређене еколошке групе	248
Табела 100. Опис еколошких индекса за релативну влажност ваздуха према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve-y (2016)	249
Табела 101. Заступљеност врста одређене еколошке групе	249
Табела 102. Опис еколошких индекса за температуру ваздуха према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve-y (2016)	251
Табела 103. Заступљеност врста одређене еколошке групе	251
Табела 104. Спектар флорних елемената	251
Табела 105. Опис еколошких индекса за континенталност према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve-y (2016)	252
Табела 106. Заступљеност врста одређене еколошке групе	253
Табела 107. Опис еколошких индекса за реакцију земљишта према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve-y (2016)	254
Табела 108. Заступљеност врста одређене еколошке групе	254
Табела 109. Опис еколошких индекса за влажност земљишта према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve-y (2016)	255
Табела 110. Заступљеност врста одређене еколошке групе	256
Табела 111. Опис еколошких индекса за текстуру земљишта према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve-y (2016)	257
Табела 112. Заступљеност врста одређене еколошке групе	257
Табела 113. Опис еколошких индекса за азот према Ellenberg-y et al.(1991,1992) и Julve- y (2016)	259
Табела 114. Заступљеност врста одређене еколошке групе	259

Табела 115. Опис еколошких индекса за органску материју према Ellenberg-у et al.(1991,1992) и Julve-у (2016)	260
Табела 116. Заступљеност врста одређене еколошке групе	260
Табела 117. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	262
Табела 118. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	263
Табела 119. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	264
Табела 120. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	265
Табела 121. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	267
Табела 122. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	268
Табела 123. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	269
Табела 124. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	270
Табела 125. Својствене (eigenvalues) и процентуалне вредности којима свака координата учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	272
Табела 126. Вредности којима свака варијабла (еколошки индекс) учествује у описивању укупне варијабилности испитиваних пожаришних површина и коришћених података	273
Табела 127. Максималне вредности дисконтних стопа и граница рентабилности у односу на бонитет	287
Табела 128. Граница рентабилности производње дрвета у шумама букве при различитим дисконтним стопама (у години)	289
Табела 129. Оцене немерљивих утицаја на животну средину	290

Табела 130. Процена немерљивих користи и трошкова планираног захвата квантитативном методом	290
Табела 131. Квантификација вредности процене немерљивих користи и трошкова	292
Табела 132. Површине хомогених целина по висинским класама и број бодова	302
Табела 133. Површине хомогених целина по експозицијама број бодова	303
Табела 134. Површине хомогених целина по нагибу и број бодова	304
Табела 135. Индекс спирања земљишта у односу на нагиб	304
Табела 136. Ступњеве топлоте према надморској висини (координата V)	305
Табела 137. Топлотне координате експозиције и нагиба (координата E)	306
Табела 138. Степени топлоте (V) и топлотне координате (E)	306
Табела 139. Параметри утицаја елемената климе на шумске пожаре	308
Табела 140. Параметри сушног периода за одређивање степена угрожености шума од пожара	310
Табела 141. Заступљеност стенских комплекса на подручју општине Књажевац (ha)	314
Табела 142. Подела врсте земљишта и утицај на степен угрожености шума од пожара	318
Табела 143. Параметри вегетације који одређује степен угрожености шума од пожара	321
Табела 144. Стање састојина по степену деградираности	322
Табела 145. Старост састојина, број бодова и површинска заступљеност	323
Табела 146. Стање голети по бодовном систему	324
Табела 147. Заступљеност мртвог дрвета и број бодова	324
Табела 148. Тип ивице шуме	325
Табела 149. Облик ивице шуме	325
Табела 150. Густина ивице шуме	326
Табела 151. Дубина ивице шуме	327
Табела 152. Присутност жбуња на ивици шуме	327
Табела 153. Дејство ивице шуме и блиског земљишта на састојину	327
Табела 154. Број громава и степен опасности изражен у бодовима	329
Табела 155. Параметри утицаја човека на појаву пожара у шуми	330
Табела 156. Параметри историје пожара који утичу на степен угрожености шума од пожара	331
Табела 157. Отвореност шумског комплекса	332
Табела 158. Степен уређености простора и број бодова	333

Табела 159. Степен уређености и број бодова	335
Табела 160. Категоризација угрожености шума од пожара	336
Карта 1. Анализиране територијалне целине на подручју Европе	57
Карта 2. Карта вегетације са регистрованим пожарима	118
Карта 3. Карта вегетације на основу CORINE 2012	118
Карта 4. Средња годишња температура ваздуха и распоред шумских пожара у анализираном периоду	124
Карта 5. Средња температура ваздуха у вегетационом периоду и распоред шумских пожара у анализираном периоду	124
Карта 6. Релативна влажност ваздуха и распоред шумских пожара	133
Карта 7. Релативна влажност ваздуха у вегетационом периоду и распоред шумских пожара	133
Карта 8. Годишња сума падавина и распоред шумских пожара	140
Карта 9. Сума падавина у вегетационом периоду и распоред шумских пожара	140
Карта 10 и 11. Трајање безкишног периода за период април-септембар у Србији	150
Карта 12. Оцена услова влажости у вегетационом периоду 2012. године на основу вредности Стандардизованог индекса падавина (SPI), опожарена површина – 7460 хектара	153
Карта 13. Оцена услова влажности у вегетационом периоду 2011. године на основу Стандардизованог индекса падавина (SPI), опожарена површина – 2036 хектара	153
Карта 14. Оцена услова влажости у вегетационом периоду 2010. године на основу вредности Стандардизованог индекса падавина (SPI), опожарена површина – 503 хектара	153
Карта 15. Оцена услова влажости у вегетационом периоду 2009. године на основу вредности Стандардизованог индекса падавина (SPI), опожарена површина – 1210 хектара	153
Карта 16. Оцена услова влажости у вегетационом периоду 2008. године на основу вредности Стандардизованог индекса падавина (SPI), опожарена површина – 576 хектара	154
Карта 17. Оцена услова влажости у вегетационом периоду 2007. године на основу вредности Стандардизованог индекса падавина (SPI), опожарена површина – 22161 хектара	154
Карта 18. Климатске области и распоред шумских пожара	158
Карта 19. Висинске класе	302

Карта 20. Висинске класе по бодовима	302
Карта 21. Експозиција	303
Карта 22. Класе експозиције са бодовима	303
Карта 23. Нагиби	304
Карта 24. Класе нагиба са бодовима	304
Карта 25. Индекс спирања	305
Карта 26. Координате E	307
Карта 27. Координата V	307
Карта 28. Средња годишња температура	308
Карта 29. Средња годишња температура по бодовима	308
Карта 30. Годишње падавине	309
Карта 31. Годишње падавине по бодовима	309
Карта 32. Хидролошка мрежа и изворишта вода	310
Карта 33. Геолошка карта	313
Карта 34. Педолошка карта по бодовима	319
Карта 35. Карта састојина	322
Карта 36. Вегетационе целине	323
Карта 37. Вегетационе целине по бодовима	323
Карта 38. Исокерауничка карта општине Књажевац	328
Карта 39. Карта путне мреже	332
Карта 40. Природне и културне вредности	334
Карта 41. Заштићена природна добра	334
Карта 42. Угроженост од шумских пожара по категоријама	337
Карта 43. Карта лоцираних камера и зоне видљивости (предлог аутора)	339
Слика 1. Структура канадског система метеоролошког индекса шумског пожара	165
Слика 2. Атрибутске табеле слојева геодатабазе	296
Слика 3. Концептуални и логички модел	297
Слика 4. Атрибутске табеле слојева геодатабазе за хидрографску мрежу и изворишта вода	311
Слика 5. Атрибутске табеле слојева геодатабазе за геолошку карту	312
Слика 6. Легенда геолошке карте	313

Слика 7. Атрибутске табеле слојева геодатабазе за педолошку карту	319
Слика 8. Типови густине састојине од значаја за избијање и ширење пожара	326
Слика 9. Атрибутске табеле слојева геодатабазе за путну мрежу	332
Слика 10. Атрибутске табеле слојева геодатабазе за природне и културне вредности	334
Слика 11. Издвајање хомогених целина методом делинације и креирање просторних ентитета	335
Слика 12. Уношење атрибута хомогених целина према кодном приручнику	336
Слика 13. Атрибутске табеле слојева геодатабазе угрожености шума од пожара	336

БИОГРАФИЈА

Татјана М. Раткнић је рођена 08.11.1989 године у Београду, Република Србија. Основну и средњу школу завршила је у Београду.

Основне студије завршила је на Факултету за примењену екологију „Футура“ на студијском програму Заштита животне средине са просечном оценом 8,26. По завршетку основних студија уписала је мастер на Факултету за примењену екологију „Футура“ на студијском програму Интегрално управљање природним ресурсима са просечном оценом 9,83 и успешно одбранила мастер рад под називом *„Специјски диверзитет шумских екосистема Пешетрске висоравни“*. Школске 2013/14 уписала је докторске студије на Факултету за примењену екологију „Футура“ и почиње са волонтирањем у Институту за шумарство.

Одлуком Научног већа Института за шумарство у Београду августа 2015. године стекла је звање истраживач-сарадник и ступа у радни однос на одељењу за Подизање, гајење и екологију шума.

У досадашње раду учествовала је на више домаћих и страних пројеката. До сада је објавила 38 научна рада:

- 1 рад у тематском зборнику међународног значаја (M14),
- 2 рада у међународном часопису (M23),
- 1 рад у међународном часопису (M24),
- 1 рад са међународног скупа штампано у целини (M31),
- 16 рада на скуповима међународног значаја штампаних у целини (M33),
- 4 саопштења са међународног скупа штампано у изводу (M34),
- 1 поглавље у књизи (M45),
- 1 рад у водећем часопису националног значаја (M51),
- 2 рада у часопису националног значаја (M52),
- 9 саопштења са скупа националног значаја штампано у целини (M63).

Поседује сертификат за управљање беспилотном ваздухопловима, као и међународни сертификат за Microsoft Access и SQL (Structured Query Language).

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а **Татјана Раткнић**

број уписа **D 6/2013**

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Интегрални модел заштите и управљање ризицима од шумских пожара у Републици Србији

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 10. априла 2018.

Т. Раткнић

Прилог 2.

**Изјава о истоветности
штампане и електронске верзије докторског рада**

Име и презиме аутора: **Татјана Раткнић**

Број уписа: **D 6/2013**

Студијски програм: **Одрживи развој и животна средина**

Наслов рада: **„Интегрални модел заштите и управљање ризицима од шумских пожара у Републици Србији“**

Ментор: **проф. др Јелена Миловановић**

Потписани/а: **Татјана Раткнић**

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета Сингидунум у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета Сингидунум у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 10. априла 2018.

Т. Раткнић

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем библиотеку Универзитета Сингидунум да у Дигитални репозиторијум Универзитета Сингидунум у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Интегрални модел заштите и управљање ризицима од шумских пожара у Републици Србији“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета Сингидунум у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

У Београду, 10. априла 2018.

Потпис докторанда

М. Рашићкић

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.