

INTEGRALNI MODEL ZAŠTITE I UPRAVLJANJE RIZICIMA OD ŠUMSKIH POŽARA U REPUBLICI SRBIJI

By Tatjana M. Ratknić

Msc Tatjana M. Ratknić

**INTEGRALNI MODEL ZAŠTITE I
UPRAVLJANJE RIZICIMA
OD ŠUMSKIH POŽARA
U REPUBLICI SRBIJI**

doktorska disertacija

Beograd, 2018

SINGIDUNUM UNIVERSITY
FACULTY OF APPLIED ECOLOGY – FUTURA

Msc Tatjana M. Ratknić

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

PhD dissertation

Belgrade, 2018

2

KOMISIJA ZA OCENU I ODBRANU DOKTORSKE DISERTACIJE

MENTOR:

dr Jelena Milovanović, redovni profesor Fakulteta za primenjenu ekologiju „Futura“, Univerzitet Singidunum Beograd

ČLANOVI KOMISIJE:

1. dr Boris Vlakanjac, vanredni profesor Fakulteta za primenjenu ekologiju „Futura“, Univerzitet Singidunum Beograd

2. dr Tatjana Ćirković-Mitrović, naučni saradnik, Institut za šumarstvo Beograd

Datum odbrane:

Zahvaljujem se mojoj mentorki prof. dr Jeleni Milovanović, redovnom profesoru Fakulteta za primenjenu ekologiju „Futura“ i članovima komisije, dr Borisu Vlakanjcu, vanrednom profesoru Fakulteta za primenjenu ekologiju „Futura“ i dr Tatjani Ćirković-Mitrović, naučnom saradniku Instituta za šumarstvo.

Posebnu zahvalnost dugujem dr Mesudu Adžemoviću sa Fakulteta za primenjenu ekologiju „Futura“ i mojoj kolegici sa Instituta za šumarstvo dr Ljiljani Brašanac-Bosanac na odvojenom vremenu, savetima i sugestijama koje su mi pružili pri izradi doktorske disertacije.

Izrazitu zahvalnost dugujem kolegama dr Goranu Đorđeviću, načelniku Sektora za vanredne situacije Braničevskog okruga, dipl. inž. geodezije Mileti Bojoviću iz Energoprojekta, dipl. inž. Branislavu Ćetkoviću iz JP Vojvodinašume i dipl. inž. Filipu Jovanoviću iz Instituta za šumarstvo koji su mi nesebično pomogli.

Zahvaljujem se direktoru ² Instituta za šumarstvo u Beogradu, dr Ljubinku Rakonjcu i dr Aleksandru Lučiću.

Veliku zahvalnost dugujem svojoj porodici na pomoći, podršci i razumevanju koje su mi pružili tokom izrade disertacije. Posebno se zahvaljujem mom ocu, dr Mihailu Ratkniću kome i posvećujem ovaj svoj rad.

REZIME

U radu je teritorija Evrope podeljena na 6 teritorijalnih celina koja uglavnom prate bio regije Evrope. S jedne strane šumski požari izazivaju ogromne štete na prirodnim ekosistemima sa velikim brojem žrtava i materijalne štete (Mediterranske zemlje, zemlje Balkanskog poluostrva, zemlje centralne Evrope i zemlje istočne Evrope), dok sa druge strane u zemljama zapadne i severne Evrope kontrolisani šumski požar koji je namerno izazvan, služi kako za obnavljanje šuma tako i za rešenje drugih ekoloških problema od povećanja biodiverziteta staništa do sprečavanja nekih bolesti kod divljih životinja.

Prema štetama i posledicama koje izazivaju, kao i površinama šuma koje se svake godine unište, šumski požari predstavljaju svetski problem i zahtevaju angažovanje svih institucija i subjekata društva na sprečavanju njihove pojave i gašenju. Godine sa najvećom izgorelom površinom u Republici Srbiji su 2001, 2007 i 2012. U ovom periodu izgorelo je 37565 hektara ili 39.08% od ukupno izgorele površine u periodu 1955-2015. godine. Ova analiza ukazuje na obim šteta od šumskih požara koje se u pojedinim godinama mogu smatrati prirodnom katastrofom. Analizom GIS-a najveća opožarena površina je zabeležena u bukovim sastojinama u zajednici *Fagetum moesiaca montanum* 40.64%. Velika opožarena površina zabeležena je i u šumi *sladuna i cera (Quercetum farnetto-cerris)* 29.35% od ukupno izgorele površine.

Vremenski uslovi pogodni za nastanak i širenje šumskih požara karakteriše skup meteoroloških elemenata u uslovima kada oni prelaze određene granične vrednosti koje su značajne za ocenu verovatnoće pojave požara i njegovog brzog širenja u određenom pravcu. Najvažniji klimatski faktori koji utiču na stepen ugroženosti šuma od požara su temperatura vazduha, padavine, relativna vlažnost vazduha, oblačnost, vetar i dugi sušni period. Svi elementi koji pogoduju nastanku i širenju šumskih požara javljaju se u određenim sinoptičkim situacijama, a najopasnije su one koje nastaju zbog sušnih perioda uz visoke temperature i nisku vlažnost vazduha. Od posebnog značaja je prognoza takvih situacija uz odgovarajuće lokalne vremenske prilike gde predstavljaju osnovu za pravovremeno upozorenje o mogućnosti nastanka i širenja šumskih požara.

Jedan od najvažnijih zadataka koji se sprovodi u preventivnom delovanju zaštite šuma od požara je prognoziranje opasnosti od šumskih požara. Štete od požara se mogu svesti na najmanju meru, sistem otkrivanja, priprema pred požarnu sezonu, dobra

mobilnost i spremnost može sprečiti nastanak šumskih požara. Proučeno je 12 indeksa procene opasnosti od šumskih požara iz različitih delova sveta i ni jedan se ne može direktno primeniti na području Srbije. Dva indeksa se koriste u većini zemalja (Kanadski meteorološki indeks (FWI) i indeks Angstroma (I)), obavljena je analiza dnevnih vrednosti ovih indeksa za period (2005-2015) i uspostavljena je korelacija sa bazom podataka o šumskim požarima u ovom periodu. Postoji relativno slaba do umerene povezanosti između šumskih požara i vrednosti Kanskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i Angstromovog indeksa opasnosti. U cilju poboljšanja procene mogućnosti izbijanja požara na otvorenom izvršena je modifikacija Angstromovog indeksa na sledeći način: umesto srednje temperature vazduha uključena je u formulu maksimalna temperatura vazduha i umesto srednje relativne vlažnosti vazduha uključena je u formulu minimalna relativna vlažnost vazduha. Modifikovani indeks Angstroma ima značajno veću korelisanost sa stvarnim događajima šumskih požara tako da se preporučuje za dalju primenu. Primena indeksa za procenu opasnosti od šumskih požara prilagođena je i testirana specifičnim klimatskim uslovima Srbije.

Šume imaju sposobnost revitalizacije i prirodnog obnavljanja ali su klimatske promene ograničavajući faktor vraćanja ekosistema u predhodno stanje (pre požara). Detaljnim statističkim analizama pojedinih ekoloških faktora na sukcesiju vegetacije (1,2,5 i 10 godina) konstatovana je pojava invanzivnih vrsta. Već se u prvoj godini pojavljuje samo jedna drvenasta vrsta *Robinia pseudoacacia* (bagrem), invanzivna vrsta koja prete da zauzme staništa drugih vrsta, na požarištima do 800 m nadmorske visine, silikatne geološke podloge.

Revitalizacija šumskih ekosistema zahteva velika finansijska sredstva, pa se često ova staništa prepuštaju prirodnoj obnovi šuma i njeni resursi svrstavaju se u resurse budućnosti jer su obnovljivi, a uz pomoć nauke i tehnologije mogu postati zamena za brojne prirodne resurse koji su iscrpljeni i čiji je nestanak sa planete izvestan. Podizanjem novih i poboljšanjem stanja postojećih šuma došle bi do izražaja klimatska, zaštitna, antieroziona, estetsko-ambijentalna, turističko-rekreativna i druge funkcije šuma, povećao bi se prinos ostalih resursa šuma i šumskih područja – šumskih plodova, gljiva, lekovitog i aromatičnog bilja, poboljšalo bi se stanje u lovstvu, pa bi i ukupni efekti na nivou društva bili značajniji.

Stepen ugroženosti šuma od požara nije isti za sve šume i sve veći broj požara na otvorenom prostoru (u koje se ubrajaju i šumski požari) zahtevaju organizovaniji i stručniji pristup. Nova metodologija procene ugroženosti šuma od požara koja je testirana na području opštine Knjaževac gde je osnova ovog modela primena GIS-a pri čemu je njegovo projektovanje teklo u nekoliko faza. Izradom konceptualnog i logičkog modela definisani su podaci koji se prikupljaju (lejeri-entiteti), povezanost između podataka i logičke veze između podataka. Kreirana je prostorna baza u mdb. formatu, gde su podaci unutar geodatabaze organizovani po sledećim tematskim celinama: orografske karakteristike, klimatski podaci, vegetacija, klasifikacija gorivog materijala, isokeraunička karta, antropogeni uticaj. Na aero-snimcima je izdvojeno 30411 homogenih celina metodom vizuelne interpretacije. Tehnički napredniji postupak osmatranja otvorenog prostora je daljinsko upravljanje video kamerom. Na području opštine Knjaževac izdvojene su tri lokacije za moguće postavljanje termovizijskih kamera koje u različitim udaljenostima pokrivaju najveći deo šumskih površina područja.

Ključne reči: šumski požar, revitalizacija požarišta, indeks opasnosti, finansijska analiza, ekonomska analiza, GIS

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

52
between the forest fires and the values of the Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) and the Angstrom Index (I). 127 In order to improve the assessment of the probability of fire occurrence in the open, we modified the Angstrom Index in the following way: 111 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). 126 A detailed statistical analysis of the impact of some environmental factors on the succession of vegetation (1, 2, 5 and 10 years) 159 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 19 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.

19
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 13 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

SADRŽAJ

1. Uvod	1
1.1 Osnovno o šumskim požarima	3
1.1.1 Definicija šumskog požara	3
1.1.2 Vrste i oblici šumskog požara	3
1.1.3 Delovi šumskih požara	5
1.2 Osnovno o riziku i upravljanju rizikom u zaštiti šuma od požara	6
1.3 Međunarodne inicijative za održivo korišćenje šuma i šumskih ekosistema	13
1.3.1 Stokholmska deklaracija	13

1.3.2 Rezolucija Generalne skupštine OUN	15
1.3.3 Svetska povelja o prirodi	15
1.3.4 Najrobi deklaracija	17
1.3.5 Rio deklaracija o životnoj sredini i razvoju	18
1.3.6 Agenda 21	19
1.4 Inicijative za održivo korišćenje šuma i šumskih ekosistema	24
1.5 Konvencija o biološkom diverzitetu	30
1.6 Konvencija u borbi protiv dezertifikacije, u zemljama koje imaju iskustvo sa ozbiljnim sušama, naročito u Africi	31
1.7 Okvirna Konvencija Ujedinjenih Nacija o klimatskim promenama i Kjoto protokol	32
1.8 Konvencija o pejzažu (predelu/krajojliku)	33
1.9 Pariski sporazum	34
1.10 Zakonodavstvo i pravni okvir u Srbiji	35
1.10.1 Zakon o šumama („Sl. glasnik RS“, br 30/2010 i 93/2012)	35
1.10.2 Zakon o zaštiti od požara („Sl. glasnik RS“ br. 111/09)	36
1.10.3 Zakon o zaštiti životne sredine („Sl.glasnik RS“, br. 135/2004, 36/2009)	36
1.10.4 Zakon o zaštiti prirode („Sl. glasnik RS, br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016)	36
1.10.5 Zakon o vanrednim situacijama („Sl. glasnik RS“ br. 111/09, 92/11, 93/12)	37

1.10.6 <i>Pravilnik o šumskom redu („Sl. glasnik RS“ br. 104/09)</i>	37
2. Predmet istraživanja	38
3. Cilj istraživanja	41
4. Metode istraživanja	43
4.1 Razvoj GIS-a u prevenciji i adekvatnom gašenju šumskih požara	53
5. Rezultati istraživanja	56
5.1 Analiza šumskih požara u Evropi	56
5.1.1 <i>Zemlje Mediterana</i>	56
5.1.1.1 Ekološke karakteristike	56
5.1.1.1.1 Broj požara i opožarene površine na području Mediterana	62
5.1.2 <i>Zemlje Balkana</i>	69
5.1.2.1 Ekološke karakteristike	69
5.1.2.1.1 Broj požara i opožarene površine na području Balkana	72
5.1.3 <i>Zemlje centralne Evrope</i>	76
5.1.3.1 Ekološke karakteristike	76
5.1.3.1.1 Broj požara i opožarene površine na području centralne Evrope	79
5.1.4 <i>Zemlje srednje Evrope</i>	82
5.1.4.1 Ekološke karakteristike	82
5.1.4.1.1 Broj požara i opožarene površine na području srednje Evrope	84
5.1.5 <i>Zemlje severne Evrope</i>	86
5.1.5.1 Ekološke karakteristike	86
5.1.5.1.1 Broj požara i opožarene površine na području severne Evrope	89
5.1.6 <i>Zemlje istočne Evrope</i>	90
5.1.6.1 Ekološke karakteristike	90
5.1.6.1.1 Broj požara i opožarene površine na području istočne Evrope	91
5.2 Analiza šumskih požara u Srbiji	93
5.2.1 <i>Broj požara i opožarena površina na području Srbije</i>	93
5.2.2 <i>Opožarena površina prema vrsti požara i vlasništvu</i>	101
5.2.3 <i>Opožarena površina prema tipovima šuma</i>	102
5.3 Klimatske karakteristike i njihov uticaj na nastanak šumskih požara	119

<i>5.3.1 Temperatura vazduha</i>	119
<i>5.3.2 Relativna vlažnost vazduha</i>	128
<i>5.3.3 Padavine</i>	133
<i>5.3.4 Oblačnost</i>	140
<i>5.3.5 Vetar</i>	142
<i>5.3.6 Insolacija</i>	147
<i>5.3.7 Sušni period</i>	148
<i>5.3.8 Standardizovani indeks padavina (SPI)</i>	150
<i>5.3.9 Tipovi klimata Srbije</i>	153
<i>5.4 Prognožiranje opasnosti od šumskih požara</i>	158
<i>5.4.1 Indeks Angstroma (I)</i>	158
<i>5.4.2 Indeks Nesterova (N)</i>	159
<i>5.4.3 Modifikovan indeks Nesterova (M-N)</i>	160
<i>5.4.4 Baumgartnerov indeks</i>	161
<i>5.4.5 Keit-Biramov indeks suše (KBDI)</i>	162
<i>5.4.6 Modifikovani Keit-Biramov indeks suše (Mod-KBDI)</i>	163
<i>5.4.7 Kanadski meteorološki indeks (FWI)</i>	163
<i>5.4.8 Indeks verovatnoće nastanka šumskog požara (WBKZ)</i>	169
<i>5.4.9 McArthur-ov indeks opasnosti od šumskog požara (FFDI)</i>	169
<i>5.4.10 Indeks opasnosti od šumskog požara Austrije (F)</i>	170
<i>5.4.11 Indeks opasnosti od šumskog požara Češke (FD)</i>	171
<i>5.4.12 Libanski indeks opasnosti od šumskog požara (L)</i>	172
<i>5.4.13 Povezanost indeksa opasnosti od šumskog požara za bazom podataka o šumskim požarima</i>	175
<i>5.4.14 Korelaciona povezanost između analiziranih indeksa</i>	181
<i>5.4.15 Analiza osnovnih komponenti (PCA)</i>	185
<i>5.4.15.1 Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod požarnih indeksa</i>	185
<i>5.4.15.2 Modifikovani indeks Angstroma opasnosti od izbijanja šumskih požara</i>	190
<i>5.5 Revitalizacija požarišta</i>	202
<i>5.5.1 Biološki monitoring kao deo monitoringa životne sredine</i>	205

<i>5.5.1.1 Principi monitoringa ekosistema</i>	205
<i>5.5.1.2. Monitoring ekosistema uništenog požarima i brzina prirodne revitalizacije</i>	206
<i>5.5.1.3 Program monitoringa</i>	207
<i>5.5.1.4 Koncept biomonitoringa</i>	209
<i>5.5.1.5 Elementi biološkog monitoringa</i>	210
<i>5.5.2 Analiza opožarenih površina različite starosti</i>	210
<i>5.5.2.1 Analiza površina u prvoj godini posle požara</i>	210
<i>5.5.2.2 Analiza površina u drugoj godini posle požara</i>	213
<i>5.5.2.3 Analiza površina u petoj godini posle požara</i>	214
<i>5.5.2.4 Analiza površina u desetoj godini posle požara</i>	217
<i>5.5.3 Kvalitativno-kvantitativni sastav požarišta (indeksi diverziteta i ujednačenosti)</i>	221
<i>5.5.3.1 Analiza alfa (α) diverziteta</i>	221
<i>5.5.3.1.1 Zavisnost indeksa diverziteta i ujednačenosti od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta</i>	225
<i>5.5.3.1.1.1. Simpsonov indeks (D)</i>	225
<i>5.5.3.1.1.2. Simpsonov indeks diverziteta za određene populacije (1-D)</i>	227
<i>5.5.3.1.1.3. Simpsonov recipročni indeks (1/D)</i>	229
<i>5.5.3.1.1.4. Šenon-Viverov indeks diverziteta (H)</i>	231
<i>5.5.3.1.1.5. Simpsonov indeks ujednačenosti (E^2/D)</i>	233
<i>5.5.3.1.1.6. Evenesov indeks (indeks ravnomernosti) (E)</i>	234
<i>5.5.3.1.2. Margalefov indeks bogatstva vrsta (M)</i>	234
<i>5.5.4. Sukcesija vegetacije na opožarenim površinama</i>	236
<i>5.5.5 Životne forme kao indikator stanišnih uslova na požarištima</i>	241
<i>9.6. Biljne vrste kao indikatori stanišnih uslova na požarištima</i>	243
<i>5.5.6.1 Odnos vrsta prema klimatskim karakteristikama</i>	246
<i>5.5.6.1.1 Odnos vrsta prema svetlosti (SV)</i>	246
<i>5.5.6.1.2 Odnos vrsta prema relativnoj vlažnosti vazduha (RV)</i>	247
<i>5.5.6.1.3 Odnos vrsta prema temperaturi (T_{e-1})</i>	249
<i>5.5.6.1.4 Odnos vrsta prema kontinentalnosti (K_o)</i>	251

5.5.6.2 Odnos vrsta prema karakteristikama zemljišta	252
5.5.6.2.1 Reakcija zemljišta (pH)	252
5.5.6.2.2 Vlažnost zemljišta (VZ)	254
5.5.6.2.3 Tekstura zemljišta (Te)	256
5.5.6.2.4 Azot (N)	257
5.5.6.2.5. Organska materija (Om)	259
5.5.7 Analiza osnovnih komponenti (PCA) i faktorska analiza (FA)	260
5.5.7.1 Analiza osnovnih komponenti (PCA)	261
5.5.7.1.1 Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 1 godina	261
5.5.7.1.2 Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 2 godine	263
5.5.7.1.3 Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 5 godina	266
5.5.7.1.4. Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 10 godina	268
5.5.7.1.5. Analiza osnovnih komponenti (PCA) za požarišta posle 1, 2, 5 i 10 godina	271
5.5.7.2 Klaster analiza (CA)	273
5.5.7.2.1 Klaster-analiza za opožarene površine starosti 1 godina	274
5.5.7.2.2 Klaster-analiza za opožarene površine starosti 2 godine	275
5.5.7.2.3 Klaster-analiza za opožarene površine starosti 5 godina	276
5.5.7.2.4 Klaster-analiza za opožarene površine starosti 10 godina	277
5.5.7.2.5 Klaster-analiza za opožarene površine starosti 1, 2, 5 i 10 godina	278
5.6 Analiza rentabilnosti rekonstrukcije šuma oštećenih šumskim požarima	282
5.6.1 Vrednosno merljivi troškovi i koristi	284
5.6.2 Vrednosno nemerljive koristi i troškovi	289
5.7 Metoda za određivanje stepena ugroženosti šuma od požara	294
5.7.1 Procena ugroženosti šuma od požara	294
5.7.2 Kreiranje GIS-a	295
5.7.3 Orografske karakteristike	300
5.7.4 Klimatske karakteristike	307

<i>5.7.5 Geološke i pedološke karakteristike</i>	311
<i>5.7.6 Vegetacija i gorivi materijal</i>	320
<i>5.7.6.1 Stanje sastojina po stepenu degradiranosti</i>	322
<i>5.7.6.2 Starost stabala</i>	323
<i>5.7.7 Gorivi materijal</i>	324
<i>5.7.7.1 Mrtvo drvo i panjevi</i>	324
<i>5.7.7.2 Ivice šume na granici šuma /ne šuma</i>	325
<i>5.7.8 Isokeraunička karta</i>	328
<i>5.7.9 Karte primenjive opreme za gašenje šumskih požara</i>	329
<i>5.7.10 Antropogeni uticaji</i>	330
<i>5.7.10.1 Antropogeni faktor-rizik od čoveka</i>	330
<i>5.7.10.2 Istorija požara i njen uticaj na ugroženost šuma od požara</i>	331
<i>5.7.10.3 Otvorenost šumskog kompleksa</i>	331
<i>5.7.10.4 Stepen uredenosti prostora za turističke i izletničke aktivnosti</i>	333
<i>5.7.10.5 Ostale biotehničke mere zaštite</i>	334
<i>5.7.11 Step en ugroženosti šuma od požara</i>	336
<i>5.7.12 Lociranje kamera i zone vidljivosti</i>	337
6. Zaključna razmatranja i zaključci	340
LITERATURA	355
PRILOG 1	369
PRILOG 2	371
PRILOG 3	376

1. UVOD

Globalno zagrevanje praćeno je sve intenzivnijim i dugotrajnijim šumskim požarima u severnim delovima planete, što rezultira dodatnom emisijom ugljendioksida (CO_2) i ubrzavanjem klimatskih promena. Za vreme šumskih požara na severnoj hemisferi, a na osnovu desetogodišnjeg praćenja, zaključeno je da je za to vreme u atmosferu emitovano mnogo više ugljendioksida, nego što su šume apsorbivale u procesu fotosinteze, a ova tendencija će se u perspektivi samo pogoršavati. Požari utiču na procese unutar ekosistema, distribuciju i strukturu vegetacije, na klimu kao i na proces kruženja ugljenika. Klimatske promene menjaju režim požara i dovode do velikog broja različitih ekoloških efekata [1]. U protekloj deceniji na svim kontinentima gde ima vegetacije, došlo je do prorasta broja požara, gde požari ovakvog karaktera stvaraju velike ekonomske gubitke [1, 2, 3].

Svest o štetnim uticajima požara na biodiverzitet, zdravlje ljudi i ekonomiju je sve veća [3].

Šume su uvek smatrane nacionalnim blagom svake zemlje, koje pored svog ekološkog znaćenja u očuvanju važnih životnih ciklusa, imaju i privrednu, turističku, ekonomsku i rekreativno-zdravstvenu funkciju. Zbog velikog značaja i jednog od uslova opstanka, čovek je šume čuvao, negovao i obnavljao. Nekada su se šume na našoj planeti prostirale na znatno većoj površini nego što je to danas. U Republici Srbiji šumovitost iznosi oko 34% (uključujući šikare i šiblake) ili oko 2,3 miliona hektara od čega se oko 50 % nalazi u privatnom vlasništvu. U strukturi površina šume i šumskog zemljišta u Republici Srbiji visoke šume učestvuju sa 50%, izdanačke šume sa 28 %, a goleti sa 22% podesnih za pošumljavanje [4].

Negativni uticaji na šume su različiti: od raznih vrsta bolesti drveća, šumskih štetočina, vremenskih nepravilnosti, suša, poplava, erozije, do destruktivnog odnosa čoveka prema šumi. Ali ništa ne može tako negativno i destruktivno da utiče na šumu kao požar. Šumski požari su najekstremniji vid devastacije ili potpunog uništenja šuma. Po štetama i posledicama koje izazivaju, kao i površinama šuma koje se svake godine unište, šumski požari predstavljaju svetski problem i zahtevaju angažovanje svih institucija i subjekata društva na sprećavanju njihove pojave i gašenju. Pojava požara u

šumi zavisi od klimatskih prilika, stanja vlažnosti i količine gorivog biljnog materijala i aktivnosti čoveka [5].

11 Na Konferenciji o Klimatskim promenama i bezbednosti [6] održanoj u Briselu, područje Srbije je obeleženo kao deo teritorije Evrope na kojoj će se najdrastičnije odraziti promene u ekosistemima, povećan broj šumskih požara i negativan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju.

11 Na osnovu dosadašnjih konstatovanih promena klimatskih parametara, kao i razmatranja različitih scenarija promene klime (globalni, regionalni), teritorija Srbije predstavlja jedno od područja u kome je usled klimatskih promena ugroženo održivo korišćenje prirodnih resursa, a samim tim i dovedeno u pitanje stanje životne sredine. U 11 čitavom regionu jugoistočne Evrope se narednih decenija mogu očekivati još nepovoljniji efekti na biološku raznovrsnost (genetičku, specijsku i ekosistemsku) koji bi se manifestovali kroz promenu vertikalne i horizontalne zonalnosti vegetacije, povećanje rizika nestanka brojnih vrsta zbog sinergetskih efekata klimatskih promena i fragmentacije staništa, redistribuciju i migraciju ili nestanak pojedinih šumskih vrsta usled visokih temperatura i snižavanja nivoa podzemnih voda i dr.

Klimatske promene izazivaju dugoročno značajne promene u strukturnim i prostornim karakteristikama globalnog biodiverziteta. Osim što direktno utiču na fenologiju biljaka kroz povećanje maksimalne ili minimalne godišnje temperature, kao i u količini i raspodeli padavina po godišnjim dobima, takođe utiču na vegetaciju i kroz izmenjenu frekvenciju ekstremnih događaja (npr. letnje suše, mraz, šumski požari) [7].

1.1 OSNOVNO O ŠUMSKIM POŽARIMA

1.1.1 Definicija šumskog požara

Šumski požar podrazumeva gorenje drveća u šumi, šumske prostirke, šumskog "mrtvog" materijala, trave, lišća, humusa, treseta, korenja drveća, kao i drugog gorivog materijala koji se može naći u šumi [5].

1.1.2 Vrste i oblici šumskih požara

Požari mogu biti: podzemni, prizemni i visoki.

- a) Podzemni šumski požari se odvijaju bez plamena i najčešće gori treset ili humus ispod šumske organske prostirke, a u dubljim slojevima razloženo lišće, panjevi, žile i drugi gorivi materijal. Napredovanje podzemnih šumskih požara je sporo, teško se otkrivaju i brzo može da preraste u otvoreni površinski požar. To su najčešće "tinjajući" požari koji šumskoj vegetaciji mogu naneti velike štete, naročito uništavanjem korenja drveća [8].
- b) Prizemni šumski požari su najčešća vrsta požara, naročito u listopadnim šumama. Kod prizemnih požara vatra zahvata najčešće suhu travu, žbunje i suvo drveće. Najveće štete nastaju kod zasada mladih kultura, kako lišćara tako i četinarara, oštećenjem drveća naročito pri zemlji, gde temperatura od 54 °C može da ošteti koru drveća, što ima za posledicu sušenje stabala, bilo pojedinačno ili većih zasadenih površina. Ovi požari se brzo šire, često prelaze u visoke požare i zahvataju krošnje drveća. Brzina kretanja prizemnog požara zavisi pre svega od vrste gorivog materijala. Mogu biti brzi i postojani ili stabilni niski požari. U brze prizemne požare spadaju požari sa brzom probijajućom ivicom gorenja, brzine preko 0.5 m/min, gde sagoreva nagomilani pokrivač, opalo lišće, grane, iglice četinarara. Brzi prizemni požari karakteristični su za proleće, kada je površinski sloj gorivog materijala dosta suv i male debljine. U postojane ili stabilne prizemne požare spadaju požari sa srednjom brzinom širenja ivice požara, manjom od 0,5 m/min (gorenje vlažnih grana, prostirke sa velikom vlažnošću, uz izdvajanje velike

količine dima). Postojani ili stabilni niski požari javljaju se kada je deblji sloj gorivog materijala i kada je vlažnost veća. Ovo gorenje može biti i bezplameno.

- c) Visoki požari ili požari krošnje drveća, najčešće nastaju iz prizemnih požara, naročito u četinarskim šumama. Visoki požari su najčešće praćeni jakim vetrom, brzo se šire, jer vatra brzo preskače sa jedne na drugu krošnju i teško se gase. Prizemni požar najčešće predstavlja sastavni deo visokog požara. Visokim požarima najviše je podložna gusta i mlada četinarska šuma, kao i hrastova šuma na suvim i uzvišenim mestima, sa dosta grmlja. Visoki požari najčešće nastaju leti, kada zbog suše i jakog vetra mogu potpuno da unište zahvaćeno drveće. Visoki požar se najčešće širi u skokovima, što je povezano sa sagorevanjem šumskog pokrivača na zemljištu. Toplota prizemnog požara zagreva krošnje drveća na većem rastojanju i u slučaju zapaljenja jedne krošnje drveta, gorenje se brzo širi i na ostale krošnje. U periodima skokova gorenja, požar se širi po krošnjama drveća brzinom od 3-5 m/s, a rastojanje od 80 m, plamen prelazi za 15-20 s. Srednja brzina širenja visokog požara iznosi 2-5 km/h, a u nekim slučajevima i 15-20 km/h. Visoki požari su praćeni velikim izdvajanjem toplote. U krošnjama drveća se stvaraju veliki plameni jezici i jaki vrtložni stubovi, praveći vatrene kovitlace sa dosta iskri i ugaraka. Zagrejani vazduh i produkti sagorevanja izazivaju vertikalne struje i obrazovanje konvektivnih stubova prečnika nekoliko stotina metara. Njihovo postepeno kretanje se poklapa sa pravcem prodora fronta požara. Konvektivni stub povećava dotok vazduha u zoni požara i prouzrokuju vetar koji pojačava požar.

Prema vrsti i intenzitetu šumski požari se dele na: slabe, srednje i jake.

Oblici šumskih požara mogu biti različiti i zavise od:

- Oblika terena (ravan, strm, izlomljen),
- Vrste gorivog materijala (lišćari, četinari, homogeni gorivi materijal, heterogeni gorivi materijal, sitan ili krupan gorivi materijal),
- Karakteristika vetra (jak, slab, bez vetra, smer vetra i sl.).

U zavisnosti od delovanja navedenih faktora karakterišu se tri oblika šumskih požara: kružni, eliptični i nepravilni. Kružni požari se najčešće javljaju na ravnom terenu, kada nema vetra i kada je gorivi materijal homogen. Eliptični oblik šumskih požara se javlja kada je teren strm, vetar slabe jačine, a gorivi materijal heterogen.

Nepravilni oblik šumskog požara javlja se kada je teren neujednačenog nagiba, izlomljen, kada je vetar jak i kada je gorivi materijal heterogen.

1.1.3 Delovi šumskih požara

8

Prilikom izbora opreme i sredstava za gašenje šumskih požara i određivanja plana gašenja, važnu ulogu ima i poznavanje delova šumskih požara.

- Čelo šumskog požara je deo koji se nabraže razvija i širi pod uticajem vetra ili strujanja vazduha uz padinu. Proteže se na strani suprotnom pravcu duvanja vetra. Požar na čelu se širi veoma brzo, gori velikim intenzitetom i prouzrokuje najveće štete. Suzbijanje ovog dela požara je najteže i ključ je uspeha svake intervencije gašenja.
- Prsti požara najčešće se razvijaju u više nejednakih delova, od kojih svaki ima svoje čelo ili vrh, gde se najbrže širi. Ovaj deo požara se razlikuje po veličini i intenzitetu gorenja, što zavisi od uslova na terenu. Karakteristično je što se u početku gase zajedno sa čelom požara, da bi se sprečilo širenje u bilo kom smeru, a u drugoj fazi se gase sa bočne strane.
- Bočne strane požara razvijaju se između čela i repa požara, sa leve i desne strane. Vatra ne gori tako intenzivno i širenje je mnogo sporije. Gašenje ovog dela požara je lakše.
- Rep požara se nalazi na kraju požara, na mestu gde je požar iniciran. Vatra na repu požara gori najslabije, pa je i širenje najsporije. U odnosu na čelo i druge delove požara, ovaj deo se najlakše i najbrže gasi.

1.2 OSNOVNO O RIZIKU I UPRAVLJANJU RIZIKOM U ZAŠTITI ŠUMA OD POŽARA

Rizik se može posmatrati kao mogućnost nastajanja šumskog požara koji može ugroziti život i zdravlje ljudi, šumsko prostranstvo, živi svet u šumi i samu životnu sredinu [9].

158 Upravljanje rizikom u zaštiti šuma od požara podrazumeva skup mera koje imaju za cilj da spreče pojavu požara u šumi, pripravnost svih subjekata koji učestvuju u

zaštiti šuma od požara, delovanje na požar kada on nastane, kao i sanaciju terena posle požara [10].

Ugroženost šuma od požara je rezultat permanentnog opterećenja životne sredine, proširenja izvora ugrožavanja, neodgovarajuće regulative u zaštiti šuma od požara, nepoštovanje Zakona u ovoj oblasti, neadekvatne preventivne zaštite šuma od požara, nedovoljne uredenosti sistema upravljanja rizikom u zaštiti šuma od požara i neusklađene organizacije delovanja na neželjeni događaj, kao i neadekvatnost informacionog sistema. S obzirom da se čovek javlja kao uzročnik, ali i kao organizator sistema zaštite, potrebno je uskladiti i umanjiti uticaj čoveka na ugrožavanje šuma od požara, a takođe uspostaviti organizaciono-upravljački sistem zaštite koji će rizik od nastanka požara svesti na što manju meru.

Princip planskog upravljanja je najprihvatljiviji, jer se samo adekvatnim planiranjem, praćenjem rizika, adekvatnom organizacijom i efikasnim delovanjem ako rizični događaj nastane, daju garancije da mogu da se spreče ili minimalizuju gubici koji nastaju rizičnim događajem.

Upravljanje rizikom treba da bude uključeno u sve faze razvoja neke aktivnosti sa ciljem da omogući [5].

- pouzdaniji osnov za odlučivanje i planiranje,
- bolju indentifikaciju stanja sistema i prisutnih ili potencijalnih opasnosti,
- procenu dobitaka ili gubitaka prouzrokovanih rizikom,
- efikasniju raspodelu i upotrebu resursa,
- bolje upravljanje incidentima, odnosno smanjenje gubitaka i troškova rizika,
- veću bezbednost i poverenje,
- saglasnost sa relavantnim zakonodavstvom,
- efikasnije upravljanje svim činiocima.

Proces upravljanja rizikom obuhvata:

- a) utvrđivanje konteksta upravljanja rizikom,
- b) identifikaciju rizika,
- c) analizu rizika,
- d) vrednovanje rizika,
- e) tretman rizika,

- f) nadgledanje (monitoring) rizika,
 - g) komunikaciju i konsultovanje,
 - h) dokumentovanje rizika.
- a) Utvrđivanje konteksta upravljanja rizikom podrazumeva definisanje okvira u kome se rizik posmatra, a koji uključuje unutrašnje i spoljašnje okruženje, kao i sve procese upravljanja rizikom. Pre započinjanja bilo kojih aktivnosti u vezi sa rizikom neophodno je poznavanje sistema u kome treba uspostaviti proces upravljanja rizikom. To podrazumeva razumevanje strategije, svrhe i ciljeva sistema, poznavanje strukture, znanje o potencijalnim izvorima rizika i obuhvata definisanje svrhe i ciljeva upravljanja rizikom, odluke koje se moraju doneti, vrste i obim aktivnosti, formulisanje potreba za neophodnim resursima, definisanje uloge i odgovornosti različitih subjekata uključenih u proces upravljanja rizikom, načine ostvarivanja komunikacije, preciziranje vrste i sadržaja zapisa koji dokumentuju proces upravljanja rizikom. Na početku procesa upravljanja rizikom značajno je da se odrede kriterijumi za vrednovanje rizika. Kriterijumi rizika se mogu razvijati ili dopunjavati na osnovu informacija dobijenih i u toku procesa upravljanja rizikom.
- b) Identifikacija rizika vrši se sa ciljem formiranja liste izvora i faktora rizika, kao i događaja koji mogu uticati na ostvarenje ciljeva definisanih u kontekstu upravljanja rizikom. Ovi događaji mogu da onemoguće, umanje, uvećaju ili odlože ostvarenje definisanih ciljeva. Kako se identifikacioni događaji mogu realizovati na različite načine, neophodno je formiranje scenarija razvoja ovih događaja. Scenarijo povezuje faktore rizika na način koji rezultira negativnom posledicom ili nepovoljnim efektom. U postupku identifikacije rizika najčešće se koriste sledeće tehnike: anketiranje, intervjui, liste praćenja događaja, sudovi bazirani na iskustvima i zapisima, upoređivanje, analize, istorija ranijih događaja i sl.
- c) Analiza rizika je postupak kojim se vrši opis identifikovanih rizika i analizira njihov uticaj na predmet delovanja, procenjuje verovatnoća i posledice realizacije rizika, ocenjuje i klasifikuje rizik, formira listu prioritetnih rizika, predlažu metode za delovanje na rizik i definišu metode praćenja rizika. Procena rizika se vrši kroz

objedinjavanje procena verovatnoće i posledice za sve scenarije rizika. Veliki obim informacija o učestalostima i posledicama opasnosti treba integrisati i predstaviti u relativno jedinstvenoj formi za razumevanje i odlučivanje. To može biti jedinstveni brojni indeksi, tabele, matrice, grafik ili karta opasnosti i rizika. Analiza rizika se predstavlja kvalitativno, polukvalitativno, kvantitativno i kombinovano [10].

Kvalitativna analiza je zasnovana na kvalitativnim podacima i za opisivanje verovatnoće i posledica koristi reči. Primenjuje se u slučajevima gde je ovakav vid analize dovoljan za odlučivanje.

Polukvantitativna analiza opisima verovatnoće i posledica pridružuje i odgovarajuće brojne vrednosti i na taj način vrši njihovo rangiranje.

Kvantitativna analiza koristi numeričke podatke, tako da rezultati analize bitno zavise od obima i kvaliteta podataka. Podaci ove analize mogu se koristiti i za modeliranje ishoda događaja, što je u upravljanju zaštite šuma od požara od velikog značaja. U kvantitativnoj analizi rizika najčešće se koriste sledeća metode: teorija verovatnoće, statistika, teorija istraživanja, analiza osetljivosti, pokazatelj efikasnosti, metod scenarija, metod stabla događaja, modeliranje. Korišćenje kvantitativnih ocena rizika u praksi zahteva kategorizaciju i rangiranje rizika, s obzirom na značaj i uticaj na posmatrani sistem. Kategorizacija i rangiranje rizika mora biti rezultat ekspertske procene, saglasno okviru, sadržaju i cilju istraživanja. Osim rangiranja rizika može se izvršiti i rangiranje faktora rizika, u odnosu na njihov uticaj na pojavu rizičnog događaja. Rang lista treba da ukaže na najznačajnije faktore rizika, a samim tim i na način i mere koje će rizik najefikasnije umanjiti.

- d) Vrednovanje rizika podrazumeva poređenja nivoa rizika, sa kriterijumima rizika definisanih u postupku utvrđivanja konteksta upravljanja rizikom. Ako procenjeni rizik zadovoljava utvrđene kriterijume smatra se prihvatljivim i ne zahteva dodatne opcije kontrole, u suprotnom utvrđuje se lista prioriteta rizika, kao i načini delovanja na ove rizike.
- e) Tretiranje rizika je proces primene mera kojima se utiče na veličinu rizika. Osnovne opcije tretiranja rizika su: izbegavanje, zadržavanje, prenos i smanjenje rizika.

Izbegavanje rizika se postiže ne angažovanjem u aktivnostima koje mogu dovesti do rizika. U zaštiti šuma od požara izbegavanje rizika je negativan pristup rešavanja rizika, jer je rizik stalno prisutan i njegovo izbegavanje dovodi do pogoršanja sistema i vodi ka stvaranju gubitka.

Zadržavanje rizika postoji kada se ne preduzimaju nikakve aktivnosti u vezi sa rizikom. U zaštiti šuma od požara zadržavanje rizika se primenjuje samo kada se proceni da određeni rizik ne može da nanese veliki gubitak, ili kada delovanje na rizik iziskuje velike materijalne gubitke koji su veći od nedelovanja na isti rizik.

Prenos rizika podrazumeva raspodelu ili prenošenje rizika na druge organizacije i subjekte. U zaštiti šuma od požara to je čest slučaj i teži se uključivanju više subjekata u rešavanju problema kao što su: institucije koje se bave šumarstvom, meteorološke službe, razni državni organi i sl.

Smanjivanje rizika je vezano za aktivnosti prevencije. Mnogi rizici se mogu smanjiti, a mnogi izbeći primenom preventivnih mera, kojima se smanjuje verovatnoća pojave neželjenog događaja ili potencijalnog gubitka. Neke od mera za smanjenje rizika od nastanka šumskih požara su: strateško planiranje, monitoring, primena sistema za otkrivanje i gašenje požara, primena biološko-tehničkih mera zaštite, održavanje puteva, protivpožarnih pruga, obrazovanje, edukacija i sl. U zaštiti šuma od požara i upravljanje rizikom ovo je jedan od najvažnijih procesa i u delu sprečavanja da rizični događaj ne nastane, a i u delu smanjenja efekata rizičnog događaja kad on nastane.

- f) Monitoring (praćenje) rizika je kontinuirani proces praćenja i procene parametara procesa upravljanja rizikom putem merenja, izveštavanja i povratne veze. Na osnovu dobijenih informacija donose se odgovarajuće odluke o neophodnim aktivnostima upravljanja rizikom. U zaštiti šuma od požara monitoring i praćenje određenih uticajnih rizika je neodvojiv deo svakog upravljanja rizikom i bez njega ovaj sistem ne bi mogao da funkcioniše.
- g) Komunikacija i konsultovanje predstavlja značajan aspekt procesa upravljanja rizikom jer obezbeđuje svim subjektima uključenim u ovaj proces, razumevanje odluka i postupaka u vezi sa rizikom.

h) Dokumentacija treba da sadrži: svrhu i ciljeve upravljanja rizikom, kriterijume rizika, izvore i vrstu podataka, metode i tehnike identifikacije rizika, načine komunikacije, izveštaje i evidencije u vezi rizika. Osnovni dokumenti upravljanja rizikom treba da budu planovi i programi upravljanja rizikom. Plan je sistemski, organizovan i na naučnom principu zasnovan dokument kojima se definišu ciljevi, kao i načini za njihovo ostvarenje. Planovi zaštite šuma od požara su sastavni elementi svakog upravljanja rizikom koji se odnosi na zaštitu šuma od požara.

Sistem upravljanja rizikom projektovan je za rad u više režima: rad u stacionarnom režimu, režim pripravnosti, rad u režimu rizika i rad nakon rizika.

Preventivna zaštita šuma od požara odgovara stacionarnom režimu. Vršiti se praćenje potencijalno opasnih elemenata koji utiču na nastanak šumskih požara: klasifikacija vegetacije i gorivog materijala, određivanja kategorije ugroženosti, izgradnja i održavanje protivpožarnih pruga i proseka, primena biološko-tehničkih mera zaštite, izgradnja i uređenje puteva i prilaza za vozila, vodozahvata i izvora, uklanjanje mogućih uzročnika paljenja, uređenje izletišta i rekreativnih centara, izgradnja i uređenje osmatračnica, organizacija službe osmatranja i obaveštavanja, uređenje odgovarajućeg informacionog sistema, izrada planova zaštite šuma od požara i sl. U ovom režimu rada vrši se prognoza opasnosti od nastanka šumskih požara i primenjuje se na svim površinama pod šumom, bez obzira na vlasništvo.

Rad u režimu pripravnosti podrazumeva razradu i primenu detaljnih planova za prevenciju šumskog požara na osnovu programa preventivnog delovanja. Omogućava formiranje i opremanje organizacionih jedinica na svim nivoima, međusobnu povezanost i koordinirano delovanje. Pojačavaju se aktivnosti na praćenju potencijalno opasnih elemenata koji utiču na nastanak šumskih požara. Prognozira se opasnost od požara i preduzimaju mere za zaštitu potencijalno najugroženijih površina. Modeliranje požara se vrši za sve ugrožene površine pod šumama. U ovoj fazi ceo sistem se priprema za rad u uslovima nastanka šumskog požara.

Treći elemenat u upravljanju rizikom je **reagovanje kada šumski požar nastane**. Ovaj element odgovara radu u režimu rizika. Da bi ovaj deo sistema efikasno funkcionisao potrebno je definisati i uspostaviti odgovarajuću organizacionu strukturu, koja mora da definiše: načine osmatranja i uočavanja akcidentnih situacija, način brzog

i pravovremenog obaveštavanja, tačnu šemu organizacije i organizacionih jedinica koje će učestvovati i reagovati na nastalu situaciju, vrstu i količinu opreme koja će se upotrebiti u odgovoru na nastalu situaciju, vrstu i količinu sredstava za gašenje i način logističke pomoći, način korišćenja podataka od značaja za nastali događaj i informisanje o nastalom događaju. Ova faza utiče na veličinu materijalne štete i gubitaka i od nje zavisi efikasnost celog sistema upravljanja rizikom.

Četvrti elemenat u upravljanju rizikom u zaštiti šuma od požara je **sanacija terena**, odnosno radnje i mere koje se preduzimaju posle gašenja šumskog požara. Ovaj element odgovara post rizičnom režimu kada oštećeni sistem mora da se vrati u funkciju. Dužina trajanja ovih aktivnosti zavisi od stepena oštećenja sistema i mogućnosti sanacije.

Dostignut stepen naučnog saznanja u ovoj oblasti ukazuje na potrebu izrade sveobuhvatnog nacionalnog programa koji bi bio odraz spremnosti svih subjekata za prevenciju u zaštiti šuma od požara, za efikasno i pravovremeno reagovanje kada šumski požar nastane i sanaciju površina nakon gašenja požara. Efikasno upravljanje rizikom u zaštiti šuma od požara zahteva adekvatnu primenu svih režima funkcionisanja sistema upravljanja rizikom.

1.3 MEĐUNARODNE INICIJATIVE ZA ODRŽIVO KORIŠĆENJE ŠUMA I ŠUMSKIH EKOSISTEMA

Degradacija životne sredine koja, ako se nastavi dosadašnjim tempom, ozbiljno ugrožava opstanak života na zemlji. Industrijski razvoj i trka za profitom su osnovni razlozi enormnog zagađenja životne sredine, a tome je doprinelo i neumereno korišćenje šumskog fonda tj. uništavanje šuma na velikim površinama. Zbog toga je bitno umanjen pozitivan uticaj šumskih ekosistema na životnu sredinu (zaštita kvaliteta vazduha, zaštita zemljišta od erozije, sprečavanje poplava, uravnoteženost vodenih tokova, prirodnih akumulacija i drugih brojnih opštekorisnih funkcija).

Da bi se zaustavili ili bar ublažili degradacioni procesi životne sredine i prekomerna eksploatacija obnovljivih i neobnovljivih prirodnih resursa, Međunarodna zajednica na čelu sa Ujedinjenim nacijama, usvojila je brojne deklaracije, rezolucije i druge pravne akte, kojih se države potpisnice moraju pridržavati.

Navode se najznačajniji međunarodni pravni akti o zaštiti životne sredine, neophodnosti očuvanja biodiverziteta i održivom razvoju u svim sferama ljudske aktivnosti koja su direktno ili indirektno vezana za značaj šumskih požara na ekosisteme i obezbeđenje uslova za održivi razvoj.

1.3.1 Stokholmska deklaracija

50 Konferencija Ujedinjenih nacija o čovekovoj okolini održana u Stokholmu juna 1972. godine usvojila je deklaraciju (Stokholmska deklaracija) sa brojnim proklamacijama, odnosno načelima kojih države članice UN treba da se pridržavaju, od kojih navodimo samo neke izvode:

9 "Čovek je u isto vreme proizvođač i tvorac svoje okoline koja mu daje fizičku osnovu za održavanje života i koja mu omogućava intelektualni, moralni, društveni i duhovni razvoj. U dugoj evoluciji ljudskog roda na ovoj planeti, punoj promena, dostignut je stupanj na kome je čovek, zahvaljujući ubrzanom razvoju nauke i tehnologije, 9 stekao moć da menja svoju okolinu na bezbroj načina i u obliku bez presedana. Za čovekovo blagostanje i uživanje osnovnih ljudskih prava, uključujući tu pravo i na sam život, od bitnog su značaja oba vida čovekove okoline – prirodna

okolina i ona koju je čovek stvorio.

„Zaštita i unapređenje čovekove okoline je ključno pitanje koje pogađa dobrobit ljudi i ekonomski razvoj širom sveta“...

Usvojena su brojna načela, a navešćemo samo neka:

Načelo 1.- „Čovek ima osnovno pravo na slobodu, jednakost i odgovarajuće životne uslove, u okolini čiji kvalitet omogućava život u dostojanstvu i blagostanju, i on je nosilac važne odgovornosti da štiti i poboljšava tu okolinu za sadašnje i buduće generacije“.

Načelo 2.- „Prirodni resursi zemlje, uključujući i vazduh, vodu, zemljište, floru i faunu i posebno reprezentativne primerke ekosistema, moraju se brižljivim planiranjem ili odgovarajućim upravljanjem sačuvati za dobrobit sadašnjih i budućih generacija“.

Načelo 3. „Kapacitet zemlje da proizvodi vitalne obnovljive resurse mora biti održan i, gde god je potreban, ponovo uspostavljen ili poboljšan“.

Načelo 4. „Čovek ima posebnu odgovornost da sačuva i mudro upravlja nasledem živog sveta prirode, koji je sada ozbiljno ugrožen kombinacijom nepovoljnih činilaca. Očuvanje prirode, uključujući živi svet prirode, mora zato, da dobije važno mesto u planiranju privrednog razvoja“.

Načelo 5. „Resursi zemlje, koji se ne mogu obnavljati, moraju se koristiti tako da se spreči opasnost od njihovog budućeg iscrpljivanja i da se osigura da čitavo čovečanstvo deli korist od njihovog korišćenja“.

Načelo 12. „Resursi treba da budu na raspolaganju radi čuvanja i upravljanja životne okoline, uzimajući u obzir okolnosti i posebno zahteve zemalja u razvoju i bilo koje troškove koji mogu proizaći iz inkorporiranja zaštite životne okoline i njihove razvojne planove i potrebu za stavljanje na raspolaganje, prema njihovom zahtevu, dodatne međunarodne tehničke i finansijske pomoći“.

Načelo 18. „Nauka i tehnologija, kao deo njihovog doprinosa ekonomskom i socijalnom razvoju, mora biti primenjiva na identifikaciju, izbegavanje i kontrolu rizika u životnoj sredini, rešavanju problema životne okoline i za zajedničko dobro čovečanstva“.

1.3.2 Rezolucija Generalne skupštine OUN

Rezolucija generalne skupštine OUN (decembar, 1972. godine) definiše potrebu za hitnim i efikasnim sprovođenjem od strane vlade i međunarodne zajednice, mera predviđenih da sačuvaju i unaprede sredinu za dobrobit sadašnjih i budućih generacija ljudi, odlučuje da osnuje Upravni savet Programa Ujedinjenih nacija za životnu sredinu (UNEP) sa sledećim osnovnim funkcijama i odgovornostima:

- a. da unapređuje međunarodnu saradnju u oblasti životne sredine, i da preporučuje, prema potrebi, politiku sa ciljem da obezbedi opšte političke smernice za uputstva i koordinaciju programa u oblasti životne sredine unutar sistema UN sa taksativno nabrojanim obavezama, osnivanje fonda za životnu sredinu koji se koristi za finansiranje programa za unapređenje životne sredine.

1.3.3 Svetska povelja o prirodi

Svetska povelja o prirodi usvojena je 28. oktobra 1982. godine rezolucijom Generalne skupštine OUN br. 37/7 kojom se potvrđuju osnovni ciljevi UN, osobito očuvanje međunarodnog mira i bezbednosti, razvoj prijateljskih odnosa među nacijama i ostvarenje međunarodne saradnje za rešavanje međunarodnih problema u privrednoj, socijalnoj, kulturnoj, tehničkoj, intelektualnoj i humanitarnoj oblasti.

Svesni da:

- a) Čovečanstvo čini deo prirode i da život zavisi od neprekidnog funkcionisanja prirodnih sistema koji su izvor energije i hranljivih materija.
- b) Civilizacija ima svoje korene u prirodi, koja je oblikovala ljudsku kulturu i uticala na sva umetnička i naučna dela i da, upravo živeti u skladu sa prirodom, čovek ima najbolje mogućnosti da razvije svoju kreativnost, da se opusti i preda dokolici.

Uverenost da:

- a) Svaki oblik života je jedinstven i zaslužuje da bude poštovan, bez obzira na njegovu korisnost za čoveka, da bi se priznala drugim živim organizmima ova unutrašnja vrednost, čovek mora da se rukovodi moralnim kodeksom akcije.
- b) Degradacija prirodnih ekosistema koja proizilazi iz prekomerne potrošnje i zloupotrebe prirodnih izvora, kao i iz nesposobnosti da se među narodima i državama uspostavi odgovarajući ekonomski poredak, vodi propasti privrednih, društvenih i političkih struktura civilizacije.

I – Opšti principi

Ovom poveljom su definisani brojni opšti principi:

1. Priroda će biti poštovana, a njeni principi neće biti menjani,
2. Genetička sposobnost zemlje neće biti dovedena u opasnost, populacija svake vrste, divlje i domaće, biće očuvana bar na takom nivou da se obezbedi da preživi, u tu svrhu neophodna staništa biće sačuvana.
3. Ovi principi održavanja biće primenjeni na sve prostore zemljine površine, na kopnu i na moru, a posebno će biti zaštićeni prostori koji su jedinstveni, reprezentativni uzorci svih različitih vrsta ekoloških sistema i staništa retkih i ugroženih vrsta.
4. Ekološkim sistemima i organizmima, kao i izvorima koji vode poreklo iz zemlje, mora ili atmosfere koje čovek iskorišćava, upravljajući se na takav način da se obezbedi i očuva njihova stalna i optimalna produktivnost, ali tako da se time ne dovodi u opasnost integritet drugih ekoloških ekosistema ili vrsta sa kojima oni koegzistiraju.

II – Funkcije

- Prirodna bogastva se neće pustošiti, već će biti korišćena sa merom formulisanom navedenom Poveljom:
- Biološki izvori neće biti korišćeni preko granice njihove prirodne sposobnosti za regeneraciju.
- Produktivnost zemljišta biće održana ili poboljšana merama kojim se osigurava njegova dugoročna plodnost i proces organskog raspadanja i sprečava erozija i svaki drugi oblik degradacije.
- Praksa u pogledu poljoprivrede, ispaše, šumarstva i ribolova biće prilagođena prirodnim karakteristikama i granicama zona njihovog rasprostranjenja.
- Zone degradirane ljudskim aktivnostima biće vraćene u predašnje stanje u svrhe koje odgovaraju njihovom prirodnom potencijalu i u skadu sa dobrobiti pogođene populacije.

1.3.4 Najrobi deklaracija

Najrobi deklaracija (maj, 1982. godine) konstatuje da se principi i akcioni plan Stokholmske deklaracije (iz 1972. godine) samo delimično sprovode jer Akcioni plan

nije imao dovoljno uticaja na međunarodnu zajednicu u celini pa se konstatuje da „Neke nekontrolisane i neplanske aktivnosti čoveka izazivaju rastuće pogoršanje životne sredine“. Da „Deforestacija, degradacija zemljišta i voda i širenje pustinja dosežu alarmantne razmere i ozbiljno dovode u pitanje životne uslove u velikim delovima sveta. Bolesti povezane sa negativnim uslovima životne sredine nastavljaju da proizvode ljudske patnje“. „Promene u atmosferi kao što su one u ozonskom omotaču, rastuća koncentracija ugljendioksida i kisele kiše – zagađenje mora i unutrašnjih voda, neoprezna upotreba i odlaganje opasnih supstanci i izumiranje biljnih i životinjskih vrsta čine buduće ozbiljne pretnje čovekovoј sredini“. „Države treba da unapređuju progresivni razvoj prava životne sredine, uključujući konvencije i sporazume i da šire saradnju u naučnom istraživanju i menadžmentu životne sredine...“. „Ponovo se potvrđuje podrška jačanju Programa Ujedinjenih Nacija za životnu sredinu kao glavnog katalitičkog instrumenta za globalnu saradnju u oblasti životne sredine i poziva da se uvećaju sredstva koja treba da budu na raspolaganju, posebno putem Fonda za životnu sredinu radi rešavanja problema životne sredine. To nagoni sve vlade i narode sveta da izvrše svoju istorijsku odgovornost kolektivno ili individualno, radi osiguranja da naša mala planeta preživi do budućih generacija u uslovima koji garantuju život u ljudskom dostojanstvu za sve“.

1.3.5 Rio deklaracija o životnoj sredini i razvoju

²¹ Potvrđuje Deklaraciju UN o čovekovoј okolini koja je usvojena 16. juna 1972. godine u Stokholmu i traži da se na toj osnovi i dalje radi. Na ovoj konferenciji su usvojeni brojni principi, od kojih navodimo najznačajnije za nas:

²¹ Princip 1. – Ljudska bića imaju centralno mesto u brizi za održivi razvoj.

Oni imaju pravo na zdrav i produktivan život u harmoniji sa prirodom.

Princip 4. - U cilju ostvarivanja održivog razvoja, zaštita životne sredine predstavlja integralni deo razvojnog procesa i ne može se razmatrati odvojeno od njega.

⁷⁵ Princip 6. – Poseban položaj i potrebe zemalja u razvoju, naročito najmanje razvijenih, kao i onih čija je sredina najugroženija, imaće poseban prioritet. ⁵⁰ Međunarodne akcije u oblasti zaštite životne sredine i razvoja takođe bi trebalo da povedu računa o interesima svih zemalja.

21

Princip 8. – U cilju ostvarivanja održivog razvoja i višeg kvaliteta života za sve ljude, države treba da ublaže i ukinu neodržive načine proizvodnje i potrošnje i da potstiču odgovarajuću demografsku politiku.

24

Princip 15. – U cilju zaštite životne sredine, države će, u skladu sa svojim mogućnostima, široko primenjivati preventivne mere. Tamo gde postoji opasnost od velike ili nenadoknadive štete, nepostojanje potpune naučne sigurnosti neće se upotrebiti kao razlog za odlaganje troškovno efikasnih mera za sprečavanje uništavanja životne sredine.

Princip 16. – Nacionalni organi treba da nastoje da unapređuju ugradnju troškova za zaštitu životne sredine u sistem obračuna troškova i korišćenje ekonomskih instrumenata, imajući u vidu princip da, u načelu, zagađivač treba da snosi troškove posledica zagađivanja, uz dužno poštovanje javnih interesa i bez ometanja međunarodne trgovine i investiranja.

83

Princip 20. – Žene imaju vitalnu ulogu u upravljanju životnom sredinom i razvojem. Njihovo puno učešće je stoga bitno za ostvarivanje održivog razvoja.

44

Princip 21. – Kreativnost, ideali i hrabrost omladine sveta treba mobilisati da bi se isklovalo globalno partnerstvo u cilju postizanja održivog razvoja i obezbeđivanja bolje budućnosti za sve.

Princip 25. – Mir, razvoj i zaštita životne sredine su međuzavisni i nedeljivi.

70

1.3.6 Agenda 21

Usvojena na konferenciji UN o životnoj sredini i razvoj u Rio de Ženeiru sadrži globalni program akcija za održivi razvoj usvojen na konferenciji UN o životnoj sredini i razvoju, Rio de Ženeiro – 1992 godine i jedan je od najsveobuhvatnijih i najznačajnijih dokumenata o životnoj sredini u razvoju.

32

Agenda 21 naglašava najteže probleme u oblasti životne sredine sa kojima se svet danas suočava. Ona ima za cilj da taj isti svet pripremi za izazove 21-og veka i održava globalni koncenzus i političku saglasnost o nedeljivosti razvoja i životne sredine.

6

Široko učešće javnosti, nevladinih organizacija i drugih grupa treba da bude što više ohrabrivano i podsticano.

Program za dalje sprovođenje Agende 21

Na specijalnom zasjedanju Generalne skupštine OUN – a, održane 23-27. juna 1997. godine (Rio 5) sadržanog u Rezoluciji generalne skupštine UN-S-19/2 usvojen je program sprovođenja Agende 21.

Konferencija pokreće novo globalno partnerstvo za održivi razvoj - partnerstvo koje poštuje nedeljivost životne sredine i razvojnih procesa. Agenda 21³² usvojena u Riu, naglašava hitnost dominantnih problema životne sredine i razvoja i ima za cilj da pripremi svet za izazov 21. veka radi postizanja dugoročnih ciljeva održivog razvoja. Dostizanje održivog razvoja zahtjeva integraciju ekonomskih, socijalnih i komponenti životne sredine.

Konferencija naglašava da pored postizanja izvesnih pozitivnih rezultata, učesnici su duboko zabrinuti jer su globalni trendovi za održivi razvoj lošiji 1997. nego što su bili 1992. godine.

Agende 21 na sveobuhvatan način i dalje ostaje od vitalnog značaja i hitnija je nego ikad.

Na globalnom nivou obnovljivi resursi, posebno voda za piće, šume, gornji sloj tla i morske zalihe ribe, nastavljaju da se koriste iznad nivoa koji omogućava regeneraciju. Kao rezultat, rastući nivo zagađenja preti da premaši kapacitete globalne životne sredine, da ih apsorbuje, povećavajući potencijalne prepreke ekonomskom i socijalnom razvoju u zemljama u razvoju.

Nevladine organizacije, obrazovne institucije, naučne zajednice, stručne institucije i mediji treba da jačaju javnu svest i diskusiju o odnosima između životne sredine i razvoja u svim zemljama.

¹¹⁰ Ekonomski razvoj, socijalni razvoj i zaštita životne sredine su međuzavisne i međusobno pojačavajuće komponente održivog razvoja. Održivi ekonomski rast je osnova za ekonomski i socijalni razvoj svih zemalja, a posebno zemalja u razvoju.

Navodeći samo neke od konstatacija sadržane u Programu za dalje sprovođenje Agende 21, smatramo da šumarski stručnjaci treba da budu upoznati sa najznačajnijim odredbama Agende 21 koje se direktno ili indirektno odnose na šume kao nezamenljivi prirodni ekosistem u očuvanju kvalitetne životne sredine.⁷³

U II delu Agende koji se odnosi na zaštitu i upravljanje resursima važno je istaći sledeće:

- U poglavlju 10, se govori o integralnom pristupu planiranju i upravljanju zemljišnim resursima u celini i prema nameni korišćenja. Za šumarstvo je interesantno iz razloga što kroz planiranje, upravljanje i sistem vrednovanja zemljišta i zemljišnih resursa, šumarski stručnjaci treba da insistiraju na njihovom uključenju u institucije koje rade na koordinativnom mehanizmu za upravljanje zemljištem i zemljišnim resursima s obzirom na dugoročnu stratešku projekciju pošumljavanjem erodiranih goleti koja se katastarski vodi kao poljoprivredna zemljišta VI-VIII bonitetne klase plodnosti, i ako se nikakvim agromelioracionim merama ne mogu transformisati u visoko produktivna za poljoprivrednu proizvodnju, dok bi se podizanjem šumskih ekosistema pošumljavanjem efikasno zaustavili dalji degradacioni procesi oštećenih zemljišnih resursa na oko 1.350.000 hektara. Time bi pozitivno uticali na životnu sredinu i dugoročno ostvarili značajne ekonomske efekte kroz produkciju biomase, a to je od fundamentalnog značaja za ekonomski prosperitet zemlje na principima održivog razvoja.

- Poglavlje 11 – u Agendi 21 je posvećeno Borbi protiv gubljenja šume - sa četiri programska područja (podpoglavlja) A, B, C i D.

Podpoglavlje A. Održavanje višestruke uloge i funkcije svih tipova šuma, šumskog i šumovitog zemljišta.

Ciljevi:

- a) Ojačati nacionalne institucije u cilju realizacije projekta zaštite i održivog upravljanja šumama i šumskim dobrima, povećati efikasnost programa i aktivnosti vezanih za upravljanje i razvoj šuma;
- b) Unapređivanje obrazovanja svih struka u ovoj oblasti

Podpoglavlje B. Povećanje zaštite, održivog upravljanja i očuvanja svih šuma i ozelenjavanje opustošenih područja pomoću saniranja šuma, pošumljavanja, ponovnog pošumljavanja i drugih sanacionih mera.

Ciljevi:

- a) Održati i proširiti oblast pod šumom i drvećem;
- b) Pripremiti i sprovesti nacionalne programe i/ili planove za upravljanje, očuvanje i održivi razvoj šuma, koji treba da se integrišu sa drugim vidovima korišćenja

zemljišta;

- c) Obezbediti održivo upravljanje i gde je pogodno, zaštitu postojećih i budućih šumskih resursa;
- d) Održati i povećati ekološke, biološke, klimatske, socijalno-kulturne i ekonomske doprinose šumskih resursa;
- e) Olakšati i podržati efikasno sprovođenje valjanih principa koji nisu zakonski obavezujući, a odnose se na globalni konsenzus o upravljanju, konzervaciji i održivom razvoju svih šuma.

Podpoglavlje C. Stimulisanje efikasnog korišćenja i procene ponovnog uspostavljanja pune vrednosti dobara i usluga koje obezbeđuju šume, šumska zemljišta i šumovita zemljišta

Ciljevi:

- a) Stimulisati metodologije u pogledu inkorporiranja socijalnih, ekonomskih i ekoloških vrednosti drveća, šuma i šumskog zemljišta u nacionalne sisteme ekonomskog vrednovanja i obezbediti održivo upravljanje šumama na način koji je konzistentan sa korišćenjem zemljišta, zaštitom životne sredine i potrebama razvoja;
- b) Stimulisati efikasno i održivo korišćenje svih tipova šuma i vegetacije, uključujući i druga srodna zemljišta i resurse koji počivaju na šumi, kroz razvoj efikasnijih delatnosti (privrede) koje se zasnivaju na eksploataciji šuma, a u skladu sa planovima koji integrišu sve vrednosti šuma;
- c) Stimulisati efikasnije i održivije korišćenje ogrevnog drveta i energetskih resursa poreklom od šuma;
- d) Stimulisati sveobuhvatnije korišćenje i ekonomske doprinose područja pod šumom, inkorporisanjem eko-turizma u planiranje i upravljanje šumama.

U ovom podpoglavlju je jasno definisano da sve vrednosti šuma – socijalna i druge iz stava „A“, stavlja u nacionalne sisteme vrednovanja, zatim da treba stimulisati racionalno i održivo korišćenje, da treba stimulisati ekonomske doprinose područja pod šumom, uključujući eko-turizam u planiranje i upravljanje šumama.

Prema tome, šumarski stručnjaci moraju da evoluiraju u shvatanju da šumarstvo nije samo sebi cilj, ono je deo jednog šireg društvenog sistema razvoja u novim uslovima održivog razvoja.

Podpoglavlje D - Ustanovljavanje i/ili jačanje kapaciteta za planiranje, procenu i sistematsko osmatranje šuma i srodnih programa, projekata i aktivnosti, uključujući i komercijalne procese i trgovinu.

Ciljevi:

- a) Ojačati ili uspostaviti sisteme za procenu i sistematsko praćenje efekata programa, projekata i aktivnosti na kvalitet i obim šumskih resursa, zemljišta dostupnog pošumljavanju i zemljišta koje je za zakup; integrisati ove sisteme u kontinuirani proces istraživanja i detaljnijih analiza, u cilju poboljšanja planiranja i donošenja odluka. Obezbediti učešće seoskog stanovništva u ovim procesima.
- b) Obezbediti ekonomistima, planerima koji donose odluke u lokalnim zajednicama ispravne (stabilne) i adekvatne ažurirane informacije o šumama i resursima šumskog zemljišta.

1.4 INICIJATIVE ZA ODRŽIVO KORIŠĆENJE ŠUMA I ŠUMSKIH EKOSISTEMA

Od regionalnih šumarskih inicijativa u okviru Evrope nesporno je najvažniji proces ministarskih konferencija o zaštiti šuma u Evropi [11]. Ministarska Konferencija o zaštiti šuma u Evropi predstavlja proces na visokom političkom nivou, u okviru koga evropske države i Evropska Zajednica pripremaju opšte smernice za politiku gazdovanja šumama i jačaju uzajamnu koordinaciju i saradnju. Ona se bavi svim aspektima trajno održivog gazdovanja šumama u Pan - evropskom regionu. U proces su uključene 44 zemlje Evrope (Evropska Zajednica), 41. zemlja i međunarodne organizacije sa statusom posmatrača.

Do sada je održano šest sastanaka Ministarske Konferencije o zaštiti šuma u Evropi: Strazbur 1990., Helsinki 1993., Lisabon 1998., Beč 2003. i Varšava 2007. godine i u Beogradu 2017. godine.

Sazivanje Prve Ministarske Konferencije odražavalo je volju na političkom nivou da se uskladi zaštita evropskih šuma i podrži njihovo održivo korišćenje. Učesnici konferencije su naglasili potrebu prekogranične saradnje i dogovorili su se o Opštoj deklaraciji i o šest rezolucija (rezolucije su se, pored ostalog, bavile i Evropskom mrežom trajnih indikatorskih površina, zaštitom šumskih genetičkih resursa, decentralizovanom bazom podataka o šumskim požarima u Evropi, adaptacijom gazdovanja planinskih šuma na nove ekološke uslove, proširenjem istraživačke mreže Evrosilva itd.). Ove Strazburške rezolucije inicirale su široku naučnu i tehničku saradnju u Evropi. Strazburška konferencija je ujedno predstavljala značajan korak za integraciju naučnih podataka u političke odluke o zaštiti evropskih šuma.

Na Drugoj Ministarskoj Konferenciji održanoj u Helsinkiju 1993. godine, ministri odgovorni za šume i šumske ekosisteme u Evropi usvojili su međunarodno priznate „šumarske principe na UNCED“. Sledeći korak u istorijskom kontekstu koncepcije trajno održivog gazdovanja šumama bilo je usvajanje (između ostalog) i Rezolucije H1 „Opšte smernice za trajno održivo korišćenje evropskih šuma“ i rezolucije H2 „Opšte smernice za zaštitu biodiverziteta evropskih šuma.“ Ove opšte smernice znače političku obavezu država potpisnica Helsinške rezolucije i formulišu osnovni politički pravac i dugotrajan cilj evropskog šumarstva – da se zadovolje zahtevi

koji proističu iz pritiska na evropske šume radi dobijanja različitih produkata i koristi/usluga na način koji je u skladu sa njihovim trajno održivim korišćenjem, kao i sa zahtevima zaštite njihovog biološkog diverziteta. U Rezoluciji H1 bila je utvrđena i nova jedinstvena definicija održivog korišćenja šuma, prema kojoj održivo korišćenje šuma jeste „*upravljanje i korišćenje šuma i šumskog zemljišta na način i u obimu, koji održava njihov biodiverzitet, produktivnost, sposobnost obnavljanja, vitalnost i njihov potencijal da ispunjavaju, sada i u budućnosti, odgovarajuće ekološke, ekonomske i socijalne funkcije, ne samo na lokalnom, već i na nacionalnom i globalnom nivou i to bez negativnog uticaja na ostale ekosisteme*“.

Za dalju razradu i uvođenje Opštih smernica u praksu, u okviru procesa Helsinške Ministarske Konferencije, na nivou eksperata usvojen je i za nacionalni nivo razrađen dokumenat nazvan Pan-evropski kriterijumi i indikatori. Ovi kriterijumi i indikatori predstavljaju određeni politički instrumenat za vrednovanje i dokumentovanje postignutog napretka na putu ka održivom korišćenju šuma.

Šest Pan-evropskih kriterijuma trajno održivog korišćenja šuma glasi:

1. Očuvanje i primeren razvoj šumskih resursa i doprinosa sveopštom svetskom kruženju ugljenika;
2. Očuvanje zdravlja i vitalnosti šumskih ekosistema;
3. Očuvanje i podrška produktivne funkcije šuma (drveni i nedrvni produkti);
4. Očuvanje, zaštita i primeren razvoj biološkog diverziteta šumskih ekosistema;
5. Očuvanje i primeren razvoj zaštitnih funkcija šuma (posebno u odnosu prema zemljištu i vodi);
6. Očuvanje ostalih socijalno-ekonomskih funkcija i uslova.

Treća Pan-evropska Ministarska Konferencija o zaštiti šuma u Evropi, koja je održana u Lisabonu od 2. do 4. juna 1998. godine deklarirala je obavezu podrške neobaveznih Pan-evropskih smernica za trajno održivo korišćenje šuma. Pan-evropske smernice bile su izrađene sa ciljem dalje podrške trajnoj održivosti korišćenja šuma u Evropi u obliku „razmene“ međunarodnih obaveza do nivoa privredno-uređivačkog planiranja i rada u šumama. Smernice predstavljaju osnovni okvir preporuka i usmerenja, na osnovu kojih je moguće delovati u procesu praktičnog korišćenja šuma. Njihovo korišćenje je zasnovano na principu dobrovoljnosti. Ove smernice direktno proizilaze iz rezolucija H1 i H2 i poštuju strukturu šest Pan-evropskih kriterijuma, koji

su bili identifikovani kao ključni principi trajno održivog korišćenja šuma. Zbog preglednosti podeljeni su na 2 dela i to „Smernice za privredno-uređivačko planiranje“ i „Smernice za rad u šumama“.

Usmerene su na osnovne ekološke, ekonomske i socijalne zahteve proistekle iz održivog korišćenja šuma u okviru svakog kriterijuma. Efektivno uvođenje ovih smernica u praksu, između ostalog, u sebi sadrži i priznavanje statusa i prava vlasnika šuma. Osim toga, uvođenje principa trajno održivog korišćenja šuma u praksu zahteva neprestani razvoj i dalje obrazovanje stručnih šumskih privrednika, vlasnika šuma i radnika u šumskim gazdinstvima, koji ove smernice mogu da koriste kao materijal na koji se prilikom korišćenja mogu osloniti i pozvati.

⁹⁷ Na Četvrtoj Ministarskoj Konferenciji o zaštiti šuma u Evropi, koja je održana pod sloganom "Living Forest Summit", predstavnici zemalja učesnica i Evropske zajednice potpisali su Bečku Deklaraciju koja je u originalu nazvana "European Forests - Common Benefits, Shared Responsibilities" i usvojili 5 rezolucija, koje naglašavaju značaj međugranične saradnje, a u vezi sa postojanjem nacionalnih šumarskih programa, posvećuju se ekonomskim aspektima održivog korišćenja šuma, ističu značaj socijalnih i kulturnih vrednosti šuma, očuvanja biološkog diverziteta šuma kao i ulogu šuma u smanjivanju negativnih uticaja klimatskih promena na životnu sredinu.

Na Petoj Ministarskoj Konferenciji bila je usvojena Varšavska Deklaracija ministara. Ova deklaracija sadrži odredbe koje naglašavaju ulogu šuma u održivom razvoju društva i značaj za buduće generacije. U vezi sa deklaracijom konstatovano je da šume poboljšavaju kvalitet života time što doprinose ublažavanju uticaja klimatskih promena, zaštiti vodnih resursa i pružaju biomasu za energiju. Osim deklaracije, na sednici su usvojene i dve rezolucije: Prva Varšavska rezolucija – „Šume, drvo i energija“ koja obavezuje države da prošire ulogu šumarskog sektora u proizvodnji energije, korišćenju biomase za energiju i pri smanjivanju emisije gasova iz staklene bašte, kao i da poboljšaju partnerstvo državnih i privatnih vlasnika šuma, drvnoprerađivačke industrije i proizvođača energije. Druga Varšavska rezolucija – „Šume i voda“ upozorava na resurse vode i ističe ulogu šuma u zaštiti njenog kvaliteta i kvantiteta, prevenciji poplava, smanjivanju uticaja suše i erozije zemljišta.

Na šestoj Ministarskoj Konferenciji usvojena je Beogradska deklaracija ministara. Ministarska konferencija je održana u okviru procesa „Životna sredina za

Evropu“ (EFE). Naglašena je obaveza poboljšanja životne sredine u zemljama UNECE regiona. Prepoznata je važna uloga EFE procesa kao jedinstvenog panevropskog foruma koji se bavi izazovima zaštite životne sredine kao stuba održivog razvoja u regionu, koji zauzvrat doprinosi iskorenjivanju siromaštva i poboljšanju kvaliteta života i sigurnijem svetu. Imajući u vidu različitost razvoja u UNECE regionu, trebalo bi odbraniti pristup zasnovan na specifičnim potrebama. Zajedno sa građanima i građanskim društvom, uključujući i privatni sektor, težiće se postizanju i održavanju zdrave životne sredine za sadašnje i buduće generacije. Iskazana je potreba za bavljenjem pitanjima zaštite životne sredine na integrisan način i potreba saradnje sa drugim regionima i razmena naučnih i stečenih iskustava. Zapaženo je poboljšanje životne sredine na panevropskom nivou i u nekim podregionima i zemljama, dok na drugoj strani konstatovano i zabrinjujuće stanje:

- više od 100 miliona ljudi i dalje nema pristup ispravnoj vodi za piće i odgovarajućoj sanitaciji u panevropskom regionu
- zagađenje vazduha uglavnom praškastim česticama, štetnim gasovima i azotnim oksidima, skraćuje prosečan ljudski vek za skoro godinu dana i utiču na zdrav razvoj dece u panevropskom regionu
- gubici u biodiverzitetu u ekosistemima se i dalje nastavlja ,
- potrošački i proizvodni odrasci su sve veća briga: uticaj otpada i saobraćaja na životnu sredinu raste uz ekonomski razvoj širom panevropskog regiona
- potrošnja energije i rezultirajući gasovi sa efektom staklene bašte su u porastu u panevropskom regionu, uprkos poboljšanjima u energetske efikasnosti i povećanja upotrebe obnovljive energije u određenim oblastima
- negativan uticaj klimatskih promena se očekuje u mnogim sektorima ekonomije i u prirodnim resursima
- neodgovarajuće upravljanje i odlaganje opasnih hemikalija i dalje vrši uticaj na životnu sredinu

Napomenuto je da je potrebno formiranje jasne vizije radi poboljšanja institucionalnog okvira jačanja primene propisa u oblastima životne sredine, izgradnju kapacitete na lokalnom nivou, usvajanju pristupa finansiranju zaštite životne sredine, strateškom ulaganju i oslanjanju na zainteresovane strane u okviru međunarodne saradnje.

U mnogo slučajeva šume su predmet i ne šumarskih inicijativa, ali odluke usvojene na ovakvim forumima značajno utiču na šumarsku privrednu praksu u celom svetu. Na svetskom samitu o održivom razvoju (World Summit on Sustainable Development, (WSSD) u Johanezburgu 2002. godine šumarska privreda se neodvojivo uvrstila u kontekst održivog razvoja. Pažnja je bila posvećena brojnijim pitanjima u vezi sa šumarskom privredom i potvrdilo se da održivo korišćenje šuma, povećanje njihovih površina i njihovo kvalitativno poboljšanje mogu da igraju ključnu ulogu u dostizanju opštih ciljeva i principa, (o kojima se dogovorilo u Johanezburgu), zahvaljujući ulozi šuma u obezbeđivanju održivosti životne sredine i činjenici da veliki deo siromašnog stanovništva u njima obezbeđuje svoju egzistenciju.

Sa gledišta međunarodnog prava gore pomenute inicijative i dokumenta imaju uglavnom karakter pravno neobavezujućih instrumenata. Nacionalne vlade zbog strateškog karaktera šumske privrede ispoljavaju veoma rezervisan stav prema zaključivanju globalnog sporazuma, kojim bi se utvrdile pravno obavezujuće dužnosti u oblasti zaštite i korišćenja šuma. Međutim, postoje instrumenti međunarodnog prava, pre svega oni usvojeni u kontekstu održivog razvoja i zaštite životne sredine, čije obaveze uključuju mere u sektoru šumarske privrede i podržavaju zaštitu i održivo korišćenje šuma.

Najznačajnijim sporazumima ovakvog tipa su: Konvencija o biološkom diverzitetu, Konvencija u ⁶³ borbi protiv dezertifikacije, u zemljama koje imaju iskustvo sa ⁵⁴ ozbiljnim sušama, naročito u Africi, Okvirna Konvencija Ujedinjenih Nacija o klimatskim promenama i Kjoto protokol, kao i Konvencija o pejzažu (predelu/krajoliku). Svi ovi sporazumi imaju značajan uticaj na integralni model zaštite i upravljanje rizicima od šumskih požara.

1.5 KONVENCIJA O BIOLOŠKOM DIVERZITETU

Sporazum je bio usvojen 1992. godine. Njegov cilj je zaštita biodiverziteta, održivo korišćenje njegovih elemenata i pravedna raspodela koristi koje proizilaze iz elemenata biološkog diverziteta. Na VI sednici Konferencije ugovornih strana sporazuma 2002. godine bio je usvojen Radni program za zaštitu biodiverziteta šuma, koji se sastoji iz tri dela. Prvi se bavi zaštitom biodiverziteta, održivim korišćenjem i pravednom raspodelom koristi od korišćenja šumskih genetičkih resursa. Drugi ukazuje na potrebu jačanja institucionalnog i socio-ekonomskog okvira, neophodnih za obezbeđivanje zaštite i održivog korišćenja šuma. Treći deo je posvećen značaju širenja znanja, vrednovanju stanja i trendova šumskih ekosistema i monitoringa. Radni program se bavi i specifičnim pitanjima strategije zaštite in-situ (na staništu) i ex-situ (van staništa) biodiverziteta šuma, održivog korišćenja šumskih resursa, potrebom sređivanja i jačanja zaštićenih područja i potrebom dosledne implementacije zakona o šumama. Ističe važnost koordinacije aktivnosti na nacionalnom nivou i uključivanju lokalnog stanovništva da gazduju zaštićenim područjima u šumskom zemljišnom fondu.

Program ističe i potrebu vrednovanja biodiverziteta šuma u okviru ocenjivanja stanja i potencijala šuma kod rešavanja pitanja zaštite od šumskih požara, u vezi ublažavanja klimatskih promena i kontrole invazivnih vrsta.

1.6 KONVENCIJA U BORBI PROTIV DEZERTIFIKACIJE, U ZEMLJAMA KOJE IMAJU ISKUSTVO SA OZBILJNIM SUŠAMA, NAROČITO U AFRICI

Degradacija zemljišta u Evropi predstavlja ozbiljan problem, a uzrokuju je ili pogoršavaju ljudske aktivnosti, uključujući i neodgovarajuće šumarske aktivnosti. Kao posledica javlja se gubitak plodnosti zemljišta, sadržaja ugljenika i biološkog diverziteta, smanjenje sposobnosti zadržavanja vode, narušava se kružni tok gasova i hranljivih materija i usporava odstranjivanje polutanata. Ugovorene strane sporazuma su dužne da implementiraju mere koje će sprečiti degradaciju zemljišta i krajnju posledicu – njegovo isušivanje i stvaranje pustinja. Ovakve mere obuhvataju i pošumljavanje i održivo gazdovanje šumama.

1.7 OKVIRNA KONVENCIJA UJEDINJENIH NACIJA O KLIMATSKIM PROMENAMA I KJOTO PROTOKOL

109

Okvirna Konvencija Ujedinjenih Nacija o klimatskim promenama je usvojena 1992. godine. Glavni cilj konvencije je stabilizacija koncentracije gasova koji izazivaju efekat „staklene bašte“ u atmosferi na nivo koji bi sprečio opasno delovanje čoveka na klimatski sistem. Ovakav nivo bi trebalo da se postigne u okviru određenog vremenskog perioda, koji bi omogućio da se ekosistemi adaptiraju na prirodan način i obezbedio da ne bude ugrožena proizvodnja namirnica i da omogući, da se ekonomski razvoj nastavi na održiv način. Kjoto Protokol usvojen 1997. godine obavezuje industrijske zemlje da smanje ili ograniče emisije gasova i da do 2012. godine postignu konkretne i za svaku zemlju specifične ciljeve u oblasti emisija.

Šume i šumska privreda imaju značajnu ulogu pri ublažavanju klimatskih promena. Povećavanje površina pod šumama je značajna mera za podršku sekvestracije ugljenika, tj njegovog usvajanja i skladištenja. Drvo ima važnu ulogu pri obezbeđivanju biomase (energija), kao i smanjenja emisije čvrstih goriva. Takođe je ekološki pogodan materijal, a u budućnosti može imati značajnu ulogu kao rezervoar ugljenika.

Sve više je izražena potreba za ispitivanjem uticaja klimatskih promena na šumske ekosisteme, kao i potreba za donošenjem odgovarajućih mera u vezi prilagodavanja ovakvim uticajima. Moraće da se preispitaju ne samo ublažavajuće mere (smanjenje gasova koji izazivaju efekat „staklene bašte“), nego i mere adaptacije (prilagodavanje šuma na klimatske promene).

1.8 KONVENCIJA O PEJSAŽU (PREDELU/KRAJOLIKU)

Na 718. sastanku ⁴³ *Komiteta Ministara Saveta Evrope*, usvojen je tekst *Evropske konvencije o pejsažu* i odlučeno ⁴³ da se otvori za potpisivanje za države članice Saveta Evrope u Firenci, 20. oktobra 2000. godine.

U Konvenciji termin pejsaž/predeo označava područje koje ljudi opažaju i čije su karakteristike/osobine ¹⁵⁶ rezultat aktivnosti i interakcije prirodnih i/ili antropogenih faktora.

Cilj Konvencije je ohrabrivanje javne uprave (državne ⁴³ vlasti) da usvoji politike i mere na lokalnom, regionalnom, nacionalnom i međunarodnom nivou, za zaštitu i planiranje pejsaža širom Evrope. Konvencijom su obuhvaćeni svi predeli (pejsaži), uključujući izuzetne ali i obične pejsaže, koji determinišu kvalitet životnog okruženja ljudi. Tekstom konvencije je predviđen fleksibilan pristup predelima/pejsažima čije specifične osobine zahtevaju različite tipove akcija, u rasponu od striktno zaštite, preko zaštite, upravljanja i unapređivanja aktuelnim/savremenim stvaralaštvom.

Konvencija predlaže pravne i finansijske mere na nacionalnom i međunarodnom planu u cilju definisanja/oblikovanja politika zaštite pejsaža/predela i unapređivanje interakcije između lokalnih i centralnih vlasti, kao i transgraničnu saradnju na zaštiti pejsaža. Ispoljava niz različitih rešenja koje države mogu primeniti saglasno njihovim specifičnim potrebama.

⁵⁹ Međuvladini komiteti (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)) Saveta Evrope će nadzirati implementaciju Konvencije. Tekstom je takođe predviđena nagrada Saveta Evrope za pejsaž, koja će biti dodeljivana lokalnoj ili regionalnoj upravi/vlasti ili nevladinim organizacijama, koji uvedu primerne i dugoročne ⁴³ politike ili mere za zaštitu, upravljanje i planiranje pejsaža/predela.

1.9 PARISKI SPORAZUM

Na 21. konferenciji Ujedinjenih nacija o klimatskim promenama održanog u Parizu 2015. godine (Pariski sporazum), usvojen je novi globalni klimatski sporazum koji predstavlja temelj za borbu ograničenja povećanja temperature do 1.5 °C ili ispod 2°C. Kao globalni cilj posebnim članovima su istaknute potrebe zaustavljanja prekomerene seče i degradacija šuma, unapređenje upravljanja zemljištem, pri čemu je tu uključena i borba protiv šumskih požara.

1.10 ZAKONODAVSTVO I PRAVNI OKVIR U SRBIJI

U proteklom periodu donet je niz zakona i podzakonskih akata iz oblasti zaštite životne sredine. Mogu se izdvojiti određeni zakoni koji nešto konkretnije regulišu zaštitu životne sredine od prirodnih katastrofa, odnosno zaštitu šuma od šumskih požara:

- Zakon o šumama („Sl. glasnik RS“, br. 30/2010 i 93/2012) [12]
- Zakon o zaštiti od požara („Sl. glasnik RS“, br. 111/2009) [13]
- Zakon o zaštiti životne sredine („Sl. glasnik RS“, br. 135/2004, 36/2009) [12]
- Zakon o zaštiti prirode („Sl. glasnik RS“, br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016) [12]
- Zakon o vanrednim situacijama („Sl. glasnik RS“, br. 111/2009, 92/11, 93/12) [14]
- Pravilnik o šumskom redu („Sl. glasnik RS“ br. 104/2009) [15]

1.10.1 Zakon o šumama („Sl. glasnik RS“, br. 30/2010 i 93/2012)

Cilj Zakona o šumama je da obezbedi uslove za održivo gazdovanje šumama, unapredi njihovu proizvodnu sposobnost, biološku raznovrsnost i njihov potencijal za ublažavanje klimatskih promena, a da se pritom ne ugroze ekosistemi.

Opšti interes ovog zakona je očuvanje, zaštita i unapređenje stanja šuma, kao i podizanje novih šuma u cilju optimalne šumovitosti, prostornog rasporeda i strukture šumskog fonda.

Korisnik šuma je dužan da donese plan zaštite šuma od požara za sve šume svih oblika svojine u šumskom području (državne šume, šume sa pravom svojine, crkvene šume itd.) za period od pet godina. Zakon posebno definiše obavezu korisnika šume da izvrši sanaciju površina stradalih od šumskih požara, kao i drugih elementarnih nepogoda (vetar, sneg, led i slično).

U pogledu obaveze ponašanja u šumi, Zakon propisuje zabranu paljenja vatre u šumi i na zemljištu koje se nalazi u neposrednoj blizini šume, na udaljenosti manjoj od 200 m

od ruba šume. U posebnim slučajevima dozvoljeno je paljenje vatre u šumi i na šumskom zemljištu na mestima obeleženim za tu namenu.

Za nepoštovanje navedenih odredbi, predviđene su odgovarajuće kazne za pravna i fizička lica.

1.10.2 Zakon o zaštiti od požara **(„Sl.glasnik RS” br.111/09)**

Zakonom o zaštiti od požara je regulisana oblast zaštite od požara kao i prava i obaveze svih državnih organa, organa autonomne pokrajne, lokalne samouprave kao i druga pravna i fizička lica u oblasti zaštite od požara. Zakonom je definisan sistem zaštite od požara koji je primenljiv i na otvorene prostore u koje spada i šumsko zemljište. Sistem zaštite od požara definiše skup mera za planiranje, organizovanje i kontrolu mera i radnji zaštite od požara, za sprečavanje njegovog izbijanja i širenja požara, otkrivanje i gašenje požara, kao i otklanjanje posledica požara na šume i šumske ekosisteme.

1.10.3 Zakon o zaštiti životne sredine **(„Sl.glasnik RS”, br. 135/2004, 36/2009)**

Zakonom o zaštiti životne sredine kao krovni zakon u ovoj oblasti, uređuje se integralni sistem zaštite životne sredine kojim se obezbeđuje ostvarivanje prava čoveka na život i razvoj u zdravoj životnoj sredini. Svi subjekti sistema zaštite životne sredine su da čuvaju i unapređuju životnu sredinu. Kao opšti zakonski akt ne razmatra posebnu problematiku šumskih požara već je ovaj problem uključen u pojam zaštite životne sredine.

1.10.4 Zakon o zaštiti prirode **(„Sl. glasnik RS, br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016)**

Zakon o zaštiti prirode uređuje zaštitu i očuvanje biološke, geološke i predeone raznovrsnosti kao deo životne sredine. Jedna od mera zaštite prirode predviđena

²⁸ Zakonom je ublažavanje štetnih posledica koje su nastale aktivnostima u prirodi u koje su uključeni i šumski požari.

⁸¹
1.10.5 Zakon o vanrednim situacijama
("Sl.glasnik RS" br.111/09, 92/11, 93/12)

Zakon o vanrednim situacijama definiše upravljanje u vanrednim situacijama u koje spadaju i veliki šumski požari. Zakonom se uređuju organizacija, finansiranje i tehničko opremanje u vanrednim situacija. Predviđa se formiranje štabova za vanredne situacije gde su pored čitavog niza elementarnih nepogoda uključeni i šumski požari.

⁴⁷
1.10.6 Pravilnik o šumskom redu
("Sl.glasnik RS" br. 104/09)

Jedan od najznačajnijih podzakonskih akata u zaštiti šuma od požara je ⁴⁷Pravilnik o šumskom redu ("Sl.glasnik RS" br.104/2009). Pravilnik definiše održavanje šumskog reda u šumama koje su sa različitim stepenom ugroženosti posebno u četinarskim šumama kao i obaveze održavanja protivpožarnih pruga, izgradnju osmatračnica i vodozahvata i drugih protivpožarnih objekata koje moraju biti u skladu sa posebnom osnovom gazdovanja šumama.

2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Na području Srbije će se sagledati način prevencije koji treba da spreči pojavu šumskih požara.

Predmet istraživanja je iznalažanje efikasnog modela upravljanjem rizikom u zaštiti šuma od požara kroz četiri osnovna segmenta: pripravnosti, preventivnom zaštitom šuma od požara, reagovanje na nastali šumski požar i sanaciju terena.

Veliki broj šumskih požara, kao i veličine opožarenih površina ukazuju da dosadašnji sistem zaštite šuma od požara nije adekvatan, da je vrlo malo funkcionalan i ne daje rezultate. Veliki broj požara i opožarenih površina, direktno ili indirektno utiče na znatne materijalne štete i niz drugih neželjenih efekata. Svi segmenti upravljanja rizikom (pripravnost, preventivna zaštita da do šumskog požara ne dođe, reagovanje na požar kada on nastane i sanacija terena posle požara), u sadašnjem sistemu ne daju adekvatne rezultate:

- Pripravnost i učestvovanje svih subjekata u zaštiti šuma od požara su vrlo loši (JP koja gazduju šumama, vatrogasne jedinice, lokalne samouprave sa svojim štabovima za vanredne situacije, ostala privredna društva, građani, zaposleni u nacionalnim parkovima i sl.), pošto nemaju odgovarajući sistem koji u svakom trenutku prati situaciju i uočava moguće rizike i deluje na same rizike. Slaba povezanost svih struktura (trenutni sistem ne definiše ovu povezanost) dovodi do toga da se za požar kasno dozna, zahvaćena površina se povećava, samo gašenje požara se otežava. Ne postoji adekvatan sistem osmatranja i obaveštavanja, nedovoljan broj i raspored osmatračnica, nepostojanje tehničkih sistema nadgledanja (kamere, meteorološke stanice, bespilotne letelice, nadgledanje letelicama iz vazduha i sl.), dovodi do toga da se požari ne uočavaju na vreme, kada se uoče oni su već u razbuktaloj fazi i toliko veliki da ih je teško gasiti, što zahteva veliki broj ljudi kojih nema, potrebu za opremom, sredstvima za gašenje i velikom organizacijom.
- Dojava požara i kada se on primeti je takođe spora, nema odgovarajućih sredstava za vezu kojima brzo može da se dojadi požar, tako da se kasni sa intervencijama.
- Povezanost svih struktura koje učestvuju u zaštiti šuma od požara nije definisana, ne postoji organizovan sistem delovanja ni pre, niti kada požar nastane, u većini

slučajeva svako radi posao za sebe, što uopšte ne daje rezultate. Ako se uzme u obzir da je učešće građana vrlo malo, jer ih u šumskim područjima ima sve manje, a trenutno učešće vojske je simbolično, sve akcije reagovanja svode se na delovanje vatrogasnih jedinica, policije i manjeg broja radnika šumskih uprava. Formiranje jedinstvenog sistema i međusobne povezanosti svih struktura, jasno definisane procedure i obaveze u situacijama pre nastanka požara i nakon nastanka požara, doprinele bi pozitivnijem i efikasnijem delovanju i rezultatima.

- Delovanje u početnom stadijumu požara je sporo i neadekvatno, broj subjekata koji učestvuju je mali, oprema za gašenje požara je neadekvatna i pogrešna, pogotovo kada se uzme u obzir da se svi šumski požar ne gase istom opremom, već da to zavisi od vrste vegetacije, vrste nastalog požara, konfiguracije terena, nagiba i sl. Ne postoje karte primenljive opreme za gašenje.
- Sistem procene ugroženosti šuma od požara kod nas skoro da ne postoji, nisu definisani rizici koji dovode do pojave požara u šumama. U Srbiji (jedino u ovom delu Evrope) ugroženost šuma od požara se ocenjuje samo u odnosu na vegetaciju u šumi, koji je samo jedan od elemenata za procenu ugroženosti, ne uzimajući i druge jako bitne elemente, kao što su klima, uticaj čoveka, orografija, uređenost šuma, prirodne pojave kao uzročnici požara, geološka podloga, tip zemljišta i istorija požara.
- Sadašnji sistem procene ugroženosti šuma takođe nije povezan sa indeksom ugroženosti šuma od požara i ne prate se meteorološki uslovi koji dovode do nastanka požara u šumi (vlažnost gorivog materijala i sl.)
- Preventivna zaštita se gotovo ne sprovodi, naročito u privatnim šumama. Mere preventivne zaštite se ne planiraju ni kada se vrše zasad i površina (formiranje mlade šume) u delu formiranja biološko-tehničkih mera zaštite, izrade protivpožarnih prepreka i puteva, izradi puteva za vatrogasna vozila, uređenju izletišta, uređenju vodozahvata za gašenje požara itd. Na postojećim površinama pod šumom ne sprovode se preventivne mere zaštite, niti se održava postojeća infrastruktura.
- Planovi zaštite od požara se rade bez odgovarajućih propisa i pravilnika koji definišu oblasti zaštite šuma. Sadašnji pravilnik koji definiše izradu planova zaštite od požara ne sadrži definisane planove zaštite šuma od požara, iako uredba za

kategorizaciju predviđa kategorizaciju zemljišta i biljnog pokrivača u kategoriji ugroženosti od požara.

Upravljanje rizikom u zaštiti šuma od požara je važan ekonomski faktor, jer bi se izgradnjom pravog sistema smanjili broj požara i veličina opožarenih površina, troškovi gašenja i štete prouzrokovana požarima.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Da bi se obezbedio efikasn sistem upravljanja u zaštiti šuma od požara neophodno je uspostaviti sistem efikasnog preventivnog delovanja, klasifikovati rizike koji utiču na nastanak požara u šumi, kao i uspostavljanje organizacione strukture koja obezbeđuje celovit sistem zaštite šuma od požara sa tačno definisanim procedurama kako pre nastanka požara, tako i kada se požar primeti, smanjenje vremena od prijave do izlaska na mesto nastanka požara i njegovo suzbijanje u što kraćem vremenu, kao i efikasnu sanaciju terena nakon požara.

Postavljen je naučni i praktični cilj.

Naučni cilj istraživanja treba da izvrši naučnu deskripciju (opisivanje) sa elementima klasifikacije i naučno objašnjenje sistema upravljanja rizikom u zaštiti šuma od požara.

Praktični cilj ima zadatak:

- da klasifikuje gorivi materijal u šumi i analizira zapaljivost
- analizira elemente i uslove za nastanak šumskih požara
- odredi mogućnost nastanka požara
- sagleda sve rizike koji utiču na nastanak i razvoj šumskih požara
- formira fundamentalne bazne podatke o šumskom gorivom materijalu i izradi odgovarajući sveobuhvatni sistem procene opasnosti od šumskih požara
- da predloži biološko – tehničke mere zaštite za određeno područje u cilju povećanja otpornosti šuma na požar
- da predloži načine izrade planova zaštite šuma od požara i karata primenjive opreme za gašenje požara
- da uradi najefikasniju šemu načina osmatranja i obaveštavanja o nastalim požarima

Hipotetički okvir

Opšta hipoteza:

- odgovarajućom procenom ugroženosti od pojave smanjiće se broj šumskih požara, a u uslovima njihovog nastanka smanjiće se vreme gašenja i površine zahvaćene požarom.

Posebne hipoteze:

- identifikovaće se površine sa najvećim stepenom ugroženosti od požara.
- ukazaće se na neophodne nužne promene u sadašnjem sistemu zaštite šuma od požara.

4. METODE ISTRAŽIVANJA

S obzirom na multidisciplinarnost doktorske disertacije u radu će se primeniti metode specifične za pojedine naučne discipline. Naučne metode istraživanje definisane su po aktivnostima u cilju realizacije ciljeva disertacije:

a) Analiza šumskih požara u Evropi

Za analizu šumskih požara u Evropi korišćeni su podaci iz publikacija „Forest Fires in Europe“.

U cilju analize karakteristika šumskih požara teritorija Evrope je podeljena na sledeće teritorijalne celine: zemlje Mediterana, (Portugalija, Španija, Francuska, Italija i Grčka), zemlje Balkana (Makedonija, Albanija, Crna Gora, Hrvatska, Bugarska, Bosna i Hercegovina i Slovenija), zemlje centralne Evrope (Rumunija, Mađarska, Austrija, Slovačka, Češka, Poljska), zemlje zapadne Evrope (Nemačka, Danska, Holandija, Velika Britanija, Irska, Švajcarska), zemlje severne Evrope (Norveška, Švedska, Finska, Litvanija, Letonija i Estonija) i zemlje istočne Evrope (Ruska federacija, Ukrajina i Belorusija)

b) Analiza šumskih požara u Srbiji

Zakovitosti pojave požara i veličina opožarene površine može se utvrditi na osnovu objektivne i ažurirane statistike [16]. Za područje Srbije, međutim, statistički podaci nisu uvek na odgovarajućem nivou, naročito kada se ima u vidu period posle 2. Svetskog rata. Za vremenski period od 1945. do 1955. postoje samo podaci za područje Srbije bez Autonomnih pokrajina. Za kasnije periode nedostaju podaci za 1967. i 1968. godinu, ili njihov prikaz nije dat po jedinstvenoj metodologiji (prikazu). Veliki deo nedostajućih podataka za period 1967-1975, kompletiran je na osnovu podataka „Šumski požari u Jugoslaviji“, koji su dobijeni korišćenjem podataka Saveznog sekretarijata za unutrašnje poslove i „izveštaja stručnih službi republičkih i pokrajinskih sekretarijata za poljoprivredu, prehrambenu industriju, šumarstvo, vodoprivredu, odnosno privredu, gde takođe nisu uvek bili kompletni podaci“ [16]. Poseban problem predstavlja odsustvo podataka za područje Kosova i Metohije u periodu od 1999. do 2015. godine.

c) Metod korišćen kod analiza klimatskih podataka

Određeni su vertikalni gradijenti temperature vazduha, padavina i relativne vlažnosti.

Analizirani su najvažniji klimatski faktori od značaja za ugroženost šuma od požara: temperatura vazduha, padavine, relativna vlažnost vazduha, oblačnost i vetar kao i dužina sušnog perioda. Ovi elementi su najopasniji kada nastaju zbog sušnih razdoblja, uz visoku temperaturu i malu vlažnost vazduha. Analiza i prognoza lokalnih vremenskih prilika osnova je za upozorenje o mogućnostima nastanka i širenja šumskih požara. Visoke temperature vazduha uzrok su bržeg gubitka vlage u gorivom materijalu i povećavanja temperature bliže tački paljenja. Produžena suša, direktno osunčavanje i visoka temperatura vazduha stvaraju izuzetno povoljne uslove za nastanak i razvoj šumskih požara.

Količina padavina je značajan meteorološki pokazatelj koji utiče na vlažnost gorivog materijala, vlažnost zemljišta, stepen relativne vlažnosti vazduha i sl.

Određena je relativna vlažnost vazduha.

Vetar ima veliki uticaj kako na pojavu šumskih požara, tako i na razvoj i širenje požara. Brzina i pravac duvanja vetra su vrlo važani elementi, jer direktno utiču na smer širenja požara, a imaju i važnu ulogu u ispravljanju vlage iz gorivog materijala u šumi.

Navedeni podaci se koriste za izradu prognostičkog sistema i modela prostiranja požara.

d) Metod rada u istraživanju sukcesije vegetacije

Dinamika sukcesije vegetacije analizirana je na 36 požarišta, od toga na 11 požarišta u prvoj godini, 8 u drugoj godini, 8 u petoj godini i 9 u desetoj godini od požara. Osnovne karakteristike požarišta po starosti prikazane su u Tabeli 1. Na krečnjaku je postavljeno 17 uzoraka, na serpentinitima 6, na peščaru 7 i na granitu 6. U pogledu staništa, 9 uzoraka je postavljeno na staništu mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612), 6 uzoraka na staništu zapadnobalkanske crnoborove šume (*Pinus nigra*) na serpentinitu (G3.522), 3 na staništu mezijske monodominantne brdske bukove šume (G1.6911), 6 na staništu veštački podignutih sastojina crnog bora (G3.F14), 6 na

staništu balkanske acidofilne smrčeve šume (*Picea abies*) (G3.1E41) i 6 na staništu mezijske planinske bukove šume (*Fagus*) na krečnjaku (G1.693). Uzorci su postavljeni na nadmorskim visinama od 288 do 1900 m, na nagibima od 2 do 38° i na različitim ekspozicijama.

Tabela 1. Osnovne karakteristike požarišta

Starost požarišta	Oznaka	Lokacija	Prethodno stanište	Nadmorska visina	Ekspozicija	Nagib	Geološka podloga
1	Aa1	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	980	S	10	Krečnjak
1	Aa2	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	950	S	15	Krečnjak
1	Ab1	Stolovi	Zapadnobalkanske crnaborove šume (<i>Pinus nigra</i>) na serpentinitu (G3.522)	940	S-SE	25	Serpentin
1	Ac1	Ušće	Zapadnobalkanske crnaborove šume (<i>Pinus nigra</i>) na serpentinitu (G3.522)	808	W	7	Serpentin
1	Ac2	Trstenik (Novi Pazar)	Zapadnobalkanske crnaborove šume (<i>Pinus nigra</i>) na serpentinitu (G3.522)	925	S	2	Serpentin
1	Ac3	Brezovica	Mezijske monodominantne brdske bukove šume (G1.6911)	860	N	35	Peščar
1	Ac4	Lisa 1	Veštački podignuta sastojina crnog bora (G3.F14)	1158	S	20	Krečnjak
1	Ac5	Lisa 3	Veštački podignuta sastojina crnog bora (G3.F14)	1158	Se	15	Krečnjak
1	Ac6	Goč 1	Veštački podignuta sastojina crnog bora (G3.F14)	296	E	8	Peščar
1	Ac7	Goč 2	Veštački podignuta sastojina crnog bora (G3.F14)	288	W	10	Peščar
1	Ac8	Svojbor 1	Veštački podignuta sastojina crnog bora (G3.F14)	603	W	24	Peščar
2	Ba1	Ušće	Zapadnobalkanske crnaborove šume (<i>Pinus nigra</i>) na serpentinitu (G3.522)	790	W	20	Serpentin
2	Ba2	Trstenik	Zapadnobalkanske crnaborove šume (<i>Pinus nigra</i>) na serpentinitu (G3.522)	925	S	2	Serpentin
2	Bb1	Stara planina	Balkanske acidofilne smrčeve šume (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1850	S	20	Granit
2	Bb2	Stara planina	Balkanske acidofilne smrčeve šume (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1850	S	15	Granit
2	Bb3	Stara planina	Balkanske acidofilne smrčeve šume (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1870	S	20	Granit
2	Bb4	Stara planina	Balkanske acidofilne smrčeve šume (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1890	S W	25	Granit
2	Bb5	Stara planina	Balkanske acidofilne smrčeve šume (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1900	S W	25	Granit
2	Bb6	Stara planina	Balkanske acidofilne smrčeve šume (<i>Picea abies</i>) (G3.1E41)	1900	W	20	Granit
5	Cb2	Vidlič	Mezijske planinske bukove šume (<i>Fagus</i>) na krečnjaku (G1.693)	1105	N E	8	Krečnjak

Starost požarišta	Oznaka	Lokacija	Prethodno stanište	Nadmorska visina	Ekspozicija	Nagib	Geološka podloga
5	Cb3	Vidlič	Mezijske planinske bukove šume (Fagus) na krečnjaku (G1.693)	1118	N E	6	Krečnjak
5	Cb4	Vidlič	Mezijske planinske bukove šume (Fagus) na krečnjaku (G1.693)	1113	N	25	Krečnjak
5	Cb5	Stol 2	Mezijske planinske bukove šume (Fagus) na krečnjaku (G1.693)	810	N E	17	Krečnjak
5	Cb6	Stol 3	Mezijske planinske bukove šume (Fagus) na krečnjaku (G1.693)	794	E	20	Krečnjak
5	Cb7	Stol 4	Mezijske planinske bukove šume (Fagus) na krečnjaku (G1.693)	805	S	10	Krečnjak
5	Cb1	Zavoj	Veštački podignuta sastojina crnog bora (G3.F14)	830	SE	38	Peščar
5	Ca1	Markov kamen	Mezijske monodominantne brdske bukove šume (G1.6911)	340	SE	15	Peščar
10	Da1	Severni Kučaj	Mezijske monodominantne brdske bukove šume (G1.6911)	650	N	15	Peščar
10	Db1	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	1150	S W	5	Krečnjak
10	Db2	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	1100	SE	5	Krečnjak
10	Db3	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	1100	N	10	Krečnjak
10	Db4	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	1200	W	15	Krečnjak
10	Db5	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	1200	W	10	Krečnjak
10	Db6	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	1200	W	10	Krečnjak
10	Db7	Tutin	Mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima (G4.612)	1250	S W	15	Krečnjak
10	Dc1	Trstenik (Novi Pazar)	Zapadnobalkanske crnoborove šume (Pinus nigra) na serpentinitu (G3.522)	700	SE	15	Serpentin

Izvor: Original

e) Metod rada korišćen kod analize rentabilnosti rekonstrukcije šuma oštećenih šumskim požarima u Srbiji

S obzirom da cilj investiranja treba da bude što veći nivo ostvarenih ekonomskih efekata po jedinici uloženi finansijskih sredstava, nivo ostvarenih efekata zavisi od kvantiteta i kvaliteta, kako izvršenih izdataka, tako i ostvarenih prihoda. Ekonomska efektivnost investicije se izračunava kao odnos dobijenih efekata i izvršenih investicionih ulaganja ili kao odnos izvršenih investicionih ulaganja i dobijenih efekata [17], odnosno:

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

gde su:

e i e' - ekonomska efektivnost;

E - dobijeni efekti (ostvareni rezultati);

ε - izvršena ulaganja (utrošeni resursi).

U prvom slučaju, formulom se iskazuje ekonomski efekat koji se ostvaruje po jedinici mere izvršenih investicionih ulaganja i koji treba da bude *maksimalan*.

U drugom slučaju, formulom se iskazuju investiciona ulaganja koja se vrše po jedinici mere dobijenih ekonomskih efekata i koja treba da budu *minimalna*.

Za ocenu ekonomske efektivnosti investicionog ulaganja korišćena je "Cost-Benefit" analiza (dinamički i statički pristup). Vrednosti proizvodnje računane su bez uzimanja u obzir troškova eksploatacije, jer njihovo uključivanje prilično usložnjava analizu (u dugim periodima mogu se znatno promeniti, u skladu sa mogućim promenama tehnologije), što utiče i na promene nivoa produktivnosti. Pored toga, preovladava trend razdvajanja eksploatacije od uzgoja šuma. Za obračun vrednosti drveta korišćene su cene drveta "na panju" [18]. Kao dodatni argument za izostavljanje razmatranja eksploatacije, može se navesti i da sredstva uložena u eksploataciju ne utiču u velikoj meri na visinu i rentabilnost angažovanih sredstava, jer ostaju vezana u proizvodnji relativno kratko vreme [19].

U analizu su uključeni sledeći troškovi: premazivanje panjeva u cilju suzbijanja izdanaka (sa cenom nabavke sredstava – 40.000 dinara po hektaru) i seča izbojaka u trećoj godini od izvođenja postupka rekonstrukcije i podizanja novih sastojina (22.400 dinara po hektaru).

Subvencija države tretirana je kao dobit (za organizacije koje izvođe postupke rekonstrukcije) koji iznosi 150.000 dinara po hektaru, u koji su uključeni troškovi pripreme zemljišta, vrednost sadnica, troškovi sadnje, troškovi okopavanja i plevljenja u cilju podizanja šuma visokog uzgojnog oblika.

Troškovi kupovine šumskog zemljišta nisu uzimani u obzir jer je predviđeno da se izvođenje revitalizacije šuma vrši na prostorima sa definisanim vlasničkim odnosima

Kao dobit analizirana je vrednost drvnih sortimenata u odgovarajućoj starosti. Na osnovu podataka o prinosima drveta i odgovarajućih cena drvnih sortimenata, izrađene su radne tabele vrednosti drveta za posmatranu vrstu drveta, na različitim

bonitetima. Ovako dobijene vrednosti su diskontovane diskontnim stopama (u rasponu od 2-10%), čime je dobijeno više različitih “sadašnjih vrednosti”, u zavisnosti od primenjene diskontne stope. Vrednost proizvodnje drveta je računata za različito trajanje proizvodnog ciklusa (od 20 do 140 godina). Sve računate veličine izražene su po jedinici površine (1ha).

Za drvene sortimente koji su uzeti u obzir za računanje vrednosti proizvodnje drveta korišćene su cene “na panju” trupaca za rezanje I klase (5783 dinara), trupaca za rezanje II klase (4728 dinara), trupaca za rezanje III klase (3917 dinara), rudničko drvo (4852 dinara), prostorno drvo (3595 dinara), celulozno drvo (2655 dinara) i šumski otpad (2.175 dinara)¹.

U okviru „Cost-Benefit“ analize, pored vrednosno merljivih troškova i koristi, posebno su iskazani novčano nemerljivi troškovi i koristi. Za razliku od prvog slučaja (dinamički pristup), u drugom slučaju (statički pristup) je posmatran uticaj šuma na biodiverzitet (obuhvata specijski, ekosistemski i genetički diverzitet), uticaj na životnu sredinu, uticaj na društvenu zajednicu i uticaj na privredu. Iz tog razloga, pored primene dinamičkih metoda za ocenu ekonomske efektivnosti investicionih ulaganja (neto sadašnja vrednost² i interna stopa rentabilnosti³), u radu su korišćene i statičke metode utvrđivanja novčano nemerljivih troškova i koristi (konkretno, korišćena je metoda ordinarne lestvice sa kvantitativnom obradom podataka).

f) Metod korišćen kod određivanja ugroženosti od šumskog požara

Parametri za procenu ugroženosti šuma od požara su mnogobrojni ali se, zbog lakše primene u praksi, u metodi procene ugroženosti uzimaju samo oni za koje se smatra da su najbitniji i da najviše utiču na ugroženost šuma od požara:

a) vegetacija i gorivi materijal

b) prirodne pojave koje utiču na nastanak požara

¹ 25 JRO = 124,00 dinara

² Neto sadašnja vrednost predstavlja razliku između sume očekivanih novčanih primanja od investicije i sume novčanih izdavanja za njeno pribavljanje i korišćenje i to u početnom momentu korišćenja investicije (momenat $n=0$) [20]. Invest²⁵ se smatra ekonomski opravdanom ako njena neto sadašnja vrednost nije negativna ($NSV > 0$), tj. ako je odnos između sume novčanih primanja i sume novčanih izdavanja diskontovanih na početni momenat perioda korišćenja ($n = 0$) veći od 0.

³ Interna stopa rentabilnosti se može definisati kao kamatna stopa pri kojoj je suma novčanih primanja od investicije diskontovanih na određeni obračunski momenat jednaka sumi novčanih izdavanja za pribavljanje i korišćenje investicije, diskontovanih na isti obračunski momenat [20]. Investicija je ekonomski opravdana kada je interna stopa rentabilnosti veća (ili bar jednaka) od pretpostavljene kalkulativne kamatne (diskontne) stope ($ISR \geq i$).

- 1** c) antropogeni faktor (rizik od čoveka)
- d) klimatske karakteristike
- 1** e) dužina sušnog perioda
- f) geološka podloga i pedološke karakteristike
- g) orografske karakteristike
- h) otvorenost šumskog kompleksa
- i) stepen uredenosti prostora za turističke i izletničke aktivnosti
- j) ostale biotehničke mere zaštite
- k) **1** istorija požara na posmatranom području

a) Vegetacija i gorivi materijal. Vegetacija koju predstavlja zastupljenu vrstu drveća i gorivi materijal u šumi iz koje proizilaze različiti tipovi gorivog materijala predstavlja osnovu na koju direktno ili indirektno deluju svi ostali faktori i čine da ona u različitom stepenu bude ugrožena od požara.

Šume se mogu različito klasifikovati (po vrsti drveća, načinu podizanja, starosti, nameni i sl.), ali se najčešće dele na četinarske šume, listopadne i mešovite šume. Takođe se uzimaju i posebne forma kao što je šikara, šibljak, makija, garig, degradirana šuma, zbog njihove specifičnosti u pogledu osetljivosti na požar. Kulture veštački podignutih zasada su u okviru dalje podele vegetacije, izdvojene kao posebna kategorije, jer starost utiče na ugroženost šuma od požara (sa povećanjem starosti prirodnih šuma stepen ugroženosti od požara se smanjuje), dok je kod kultura ta razlika u granicama zanemarljivosti.

Dalja podela prirodnih četinarskih, mešovitih i listopadnih šuma izvršena je prema zahtevima za svetlošću i prema starosti, mada i druga svojstva pojedinih tipova šuma utiču na njihovu ugroženost od požara (sadržaj smole, tanina, eteričnih ulja, sklop šume, prizemna vegetacija).

1 **b) Prirodne pojave koje utiču na nastanak šumskih požara.** I ako na prirodne pojave koje mogu izazvati šumske požare otpada nešto oko 1% svih uzročnika požara u šumi, na ovu pojavu takođe treba obratiti pažnju. npr prажnjenje ili udar groma, kao i dejstvo sunčeve toplote kada naiđe na određeni fokus i dovede do paljenja najčešće suhu travu kao gorivi materijal.

- c) **Antropogeni faktor-rizik od čoveka.** Skoro 98 % šumskih požara su posredno ili neposredno vezani za delatnost čoveka. Prisustvo čoveka u šumi kao pastira, turiste, sakupljača plodova, lovca povećava opasnost od požara u šumi. Naročita ugroženost proizilazi ako su njegove aktivnosti vezane sa paljenjem vatre: spaljivanje strništa, biljnih odpadaka i korišćenje vatre za bilo koju namenu u šumi. Zato rizik od čoveka kao stepen ugroženosti šuma od požara zauzima važno mesto. Ukoliko se šuma prema riziku od čoveka može svrstati u više kategorija onda se uticaj ovih faktora na ugroženost šuma od požara izražava kroz ukupan broj poena.
- d) **Klimat i uticaj klime na ugroženost šuma od požara.** Klima ima uzajamno delovanje sa svim činiocima koji utiču na ugroženost šuma od požara. Pored toga što na isušivanje gorivog materijala utiču brojni parametri klime (temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, padavine, vetar, oblačnost, sušni period i sl.) u proceni ugroženosti šuma od požara koriste se tri najznačajnija: srednja godišnja temperatura vazduha, srednja godišnja količina padavina i srednja godišnja relativna vlažnost. Prilikom korišćenja ovih parametara potrebno je u proceni uticaja klime na ugroženost šuma od požara ugraditi i trajanje sušnih perioda i njihov raspored u toku godine.
- e) **Sušni period i uticaj na ugroženost šuma.** Sušni period i trajanje sušnog perioda je takode važno u oceni stepena ugroženosti šuma od požara. Trajanje sušnog perioda izraženo u broju dana je jedan od najvažnih elemenata koji određuju stepen opasnosti od nastanka požara. Da bi se sagledala prava opasnost i ugroženost šuma od požara izvršena je podela na četiri tromesečja, shodno stepenu opasnosti jer taj stepen ugroženosti šuma nije isti u januaru i februaru, kao na primer u julu i avgustu kada je zbog velike temperature vazduha ta opasnost veća.
- f) **Podloga (matični supstrat i tip zemljišta) i njen uticaj na ugroženost šuma od požara.** Podloga, odnosno matični supstrat i tip zemljišta takode utiče na ugroženost šuma od požara. Sadržaj vlage u gorivom materijalu (iglice, lišće, granje), kao i vrsta zemljišta utiču na stanje vode i zadržavanje vode u prizemnim i unutrašnjim slojevima što utiče na gorivost i ugroženost gorivog materijala u šumi.
- g) **Orografske karakteristike.** Preovlađujući uticaj imaju nadmorska visina, nagib i ekspozicija terena. Na terenima sa različitom nadmorskom visinom, ekspozicijom i

⁹ različitim nagibima, različito je trajanje i intenzitet sunčevih zraka, a samim tim i uslovi za sušenje gorivog materijala

h) Otvorenost šumskog kompleksa je osnov za uspešnu prevenciju izbijanja šumskog požara. Tu se ubraja i uredenost protivpožarnih proseka na kojima se vrši čišćenje i kresanje grana, proređivanje i redukcija gorivog materijala.

¹ **i) Step en uredenosti prostora za turističke i izletničke aktivnosti** (određena mesta na kojima je dozvoljeno paljenje vatre / roštilja, potrebna upozorenja i uputstva za posetioce u cilju prevencije nastanka požara itd.

¹ **j) Ostale biotehničke mere zaštite**

k) Istorija požara i njen uticaj na ugroženost šuma od požara. Istorija požara, odnosno broj požara u određenom vremenskom intervalu na određenom području utiče na određivanje stepena ugroženosti šuma od požara. Naime sam broj požara na posmatranom području ukazuje koji deo prostora je podložniji nastanku požara i koja je veća ugroženost šuma od požara. Takođe ni gorivi materijal nije isti na područjima sa čestim nastancima požara jer se na tom mestu menjaju i vremenski uslovi koji utiču na stanje gorivog materijala koji je podložniji paljenju.

4.1 RAZVOJ GIS-A U PREVENCIJI I ADEKVATNOM GAŠENJU ŠUMSKIH POŽARA

Na osnovu istraživanja velikog broja faktora izgrađen je Geografski informacioni sistem (GIS), koji podrazumeva realizaciju sledećih aktivnosti:

a) Izrada tematskih lejera. Izvršeno je kreiranje tematskih lejera na osnovu podataka dobijenih na terenu, preuzimanjem iz raspoloživih baza podataka ili modeliranjem na osnovu definisanih kriterijuma. Tematski lejeri su organizovani na isti način kao i bazni lejeri, u okviru iste prostorne baze. To je omogućilo izvršenje različitih prostornih analiza sa bazama podataka.

b) Prostorne analize i izrada tematskih karata omogućava kreiranje različitih upita nad vektorskim i rasterskim podacima. Pri prostornim analizama korišćene su različite procedure: overlaying, neighborhood analyses, Matrix analysis i drugo. Rezultati prostornih analiza sa baznim i tematskim lejerima su prikazani u vidu tematskih karata, tabela, grafikona i sl.

13

Konceptualni model podrazumeva definisanje strukture Geodatabaze, odnosno izvršne funkcije GIS-a. Konkretizovanjem konceptualne šeme kroz definisanje tipova podataka (prostornih entiteta i atributa), domena i relacija dobijen je logički model. Implementacijom ove strukture u okviru personalne Geodatabaze i unos podataka predstavlja realizaciju fizičkog data modela baze podataka

c) Izrada digitalnog modela terena i analiza orografskih karakteristika od značaja za brzinu i pravac širenja požara

Izrađen je Digitalni modela terena (DMT), koji kao izvor podataka koristi topografske karte razmere 1:25.000 sa ekvidistancijom od 10 m. Da bi se dobio DMT izvršeno je skeniranje analognih karata, rektifikacija i georeferenciranje skeniranih karata, vektorizacija visinske predstave i izrada DMT-a. DMT je omogućio određivanje geografskih karakteristika koje su od značaja za upravljanje rizikom od požara. Svaka ćelija sadrži podatke o nadmorskoj visini, nagibu, položaj na padini izloženosti, stepen toplote i toplotna koordinata. Osim za ortorektifikaciju, DMT se koristiti i za izradu karata aspekta i nagiba terena.

d) Analiza matičnog supstrata i tipova zemljišta

Geološke karakteristike imaju veliki uticaj na tip vegetacionog pokrivača. Požar će pre nastati i brže se razvijati na suvim, bezvodnim terenima sastavljenim od vodopropustljivih stena. Samo gašenje može biti otežano zbog geomorfoloških osobina terena.

Izdvojene su zone sa različitim tipovima geološke podloge: čvrste – klastične - sedimentne stene, ne klastične sedimentne stene, eruptivne stene, metamorfne stene, nekonsolidovani depozit (aluvijum, ostatak raspadanja i padinski depozit), nekonsolidovani glacijalni nanos/ glacijalni nanos, eolski talozi, organske materije i antropogeni depozit.

Tip zemljišta određen je na osnovu raspoložive pedološke karte. Izvršice se harmonizacija sa Svetskom klasifikacijom zemljišta, kao i ugroženost pojedinih tipova od požara.

Analizirani podaci dobijeni su na osnovu izrade digitalne ¹⁰⁸ geološke karte (1:100.000) i digitalne pedološke karte (1:50.000).

e) Analiza socio-demografskih karakteristika

Analizirano je:

- stanovništvo po naseljima i njegovo migraciono kretanje, ⁸ socijalna struktura, broj domaćinstava, pregled institucionalne osnove života (tradicionalni oblici, uticaj urbane sredine), veličina naselja itd.
- tradicionalno i lokalno upravljanje resursima vegetacije (paljenje strnjišta, živica, korišćenje požara u obnovi livada i pašnjaka i drugo.

f) Istraživanje ekosistema

Sistem klasifikacije staništa Srbije bazirana je na EUNIS sistemu klasifikacije staništa.

Izrađena je digitalna karte Land Use / Land Cover (LU/LC) sloj baziran na podacima CORINA 2006.

Definisane su prioritetne funkcije površina i oblasti na osnovu pokrivenosti zeljastim biljkama, travom, mahovinama i lišajevima, kao i pokrivenost vrstom grmlja i polu grmlja, vrstama drveća i starosti stabala.

Odredene su zone sastojina po poreklu, očuvanosti, sklopu i mešovitosti. U zavisnosti od starosti drveća sastojina su podeljene po razvojnim fazama na podmladak, mladik, srednjedobnu, dozrevajuću i zrelu sastojinu.

g) Formiranje baze podataka o naseljima, objektima i putnoj mreži

Prikazane su lugarnice, magacinski prstori, lovački domovi, radničke barake, menze, radionice, rezervoari goriva – benziske stanice, odmarališta, muzeji, manastirske zgrade, kuće za odmor, seoska naselja, dalekovodi, PTT mreža i drugo.

Za brzu intervenciju i gašenje požara u šumi u njegovoj inicijalnoj fazi od odlučujućeg je značaja mogućnost brzog dopremanja ljudstva na mesto požara. Zbog toga prohodnost terena kojim će se transportovati ljudstvo predstavlja jedan od odlučujućih uslova za uspešnu borbu sa požarima.

Izrađena je karta postojeće putne mreže na kojoj su crvenom bojom označeni asfaltni putevi, žutom makadamski i pink meki.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

23 **5.1 ANALIZA ŠUMSKIH POŽARA U EVROPI**

Šumski požari su ključni elemenat u sistemu Zemlje i povezuju klimatske karakteristike, ljudsku aktivnost i tip vegetacije [21]. Sa 200 – 500 miliona hektara izgorele površine tokom godine, požari prouzrokuju štete na većim površinama i

uništavaju biomasu širom sveta više nego bilo koji drugi faktori koji negativno deluju na prirodne ekosisteme [22,23].

U cilju analize karakteristika šumskih požara, teritorija Evrope je podeljena na sledeće teritorijalne celine (Karta 1):

1. Zemlje Mediterana (Portugalija, Španija, Francuska, Italija i Grčka)
2. Zemlje Balkana (Makedonija, Albanija, Crna Gora, Hrvatska, Bugarska, Bosna i Hercegovina i Slovenija)
3. Zemlje centralne Evrope (Rumunija, Mađarska, Austrija, Slovačka, Češka, Poljska)
4. Zemlje zapadne Evrope (Nemačka, Danska, Holandija, Velika Britanija, Irska, Švajcarska)
5. Zemlje severne Evrope (Norveška, Švedska, Finska, Litvanija, Letonija i Estonija)
6. Zemlje istočne Evrope (Ruska federacija, Ukrajina i Belorusija)

5.1.1 Zemlje Mediterana

5.1.1.1 Ekološke karakteristike

Portugalija. Površina šuma i šumskog zemljišta, u Portugaliji iznosi 3.867.000 hektara što čini 41.5% teritorije. Na 25.6% površine rastu četinari, pre svega borovi, na 61.4% lišćari, a na 12.7% mešovite šume [11]. Od vrsta najzastupljeniji su *Pinus maritima* (27%), *Eucaliptus sp.* (23%), *Quercus suber* (23%), *Quercus ilex* (13%), *Pinus pinea* (4%), hrastovi (5%), *Castanea sativa* (1%), ostali četinari (1%) i ostali lišćari (3%) [24].

U Portugaliji ima više klimatskih područja s obzirom na uticaj geografske širine i nadmorske visine, kao i uticaja anticiklona sa Azora. Uticaj Atlantika se oseća severno, a mediterana južno od reke Težo (Taho). Na jugu, naročito u Alenteju nalaze se sastojine hrasta plutnjaka i hrasta crnike. Južno od Lisabona, na levoj obali reke Teža nalaze se sastojine *Pinus pinea*. Na jugu u provinciji Algarve, u uslovima mediteranske klime zastupljen je rogač (*Ceratonia siliqua*). Severno od Teža nalaze se sastojine primorskog bora (*Pinus pinea*) koji se prostire do 1000 m nadmorske visine. Na severozapadu dominira *Quercus robur*, na severoistoku *Castanea sativa* ili *Quercus*

- 2. Mediteranski region** se nalazi na krajnjem jugu (Belearskim i Kanariskim ostrvima) i predstavljena je staništima na kojima dominira *Pinus canariensis*. U šumama su prisutni borovi *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster* i *Pinus laricio*. Od lišćarskih vrsta zastupljeni su hrast plutnjak (*Quercus suber*) i crnika (*Quercus ilex*). U cilju sprečavanja erozije i fiksiranja duna preduzeta su značajna pošumljavanja. U tu svrhu je korišćen eukaliptus, kanarski bor, *Libocedrus decurrens*, a i topola. U severnom delu regiona, u području sa više padavina zastupljene su šume alpskog bora i crnike.
- 3. Centralni region.** U ovom području zastupljeni su *Pinus sylvestris*, *Pinus laricio*, *Pinus maritima*, *Quercus sissiliflora*, *Quercus pedunculata* i *Quercus toza*. Na „pravim platoima“ zastupljene su šume *Quercus ilex*, *Quercus lusitanica*, *Quercus suber*, kao i čiste sastojine bora. *Pinus pinaster*, *Pinus laricio*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*. U ovom području su zastupljene i sastojine kestena. Na visinama 1000-1800 m zastrupljene su šume sa *Abies pinsapo* (Sierra de Ronde i Sierra del Pinac). Pošumljavanja su vršena sa *Quercus ilex*, *Pinus pinea* i *Pinus pinaster*.

Francuska. Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta, u Francuskoj, iznosi 17.262.000 hektara. U ukupnoj površini šuma četinari učestvuju sa 4.471.000 hektara ili 25.9%, lišćari sa 11.140.000 hektara ili 64.5%, dok su mešovite šume zastupljene na 1.651.000 hektara ili 9.6% [11].

Teritorija Francuske može se podeliti na ravničarsko i brežuljkasto, planinsko i visoko-planinsko područje.

Ravničarsko i brežuljkasto područje Francuske podeljeno je u četiri zone:

- 1. Mediteransko područje.** Ovo područje karakteriše kserofilna šumska vegetacija. Na krečnjacima karakterističan je hrast-crnika (*Quercus ilex*). Usled preterane eksploatacije, požara i ispaše na ovim staništima su danas zastupljene površine sa hrastom prnarom (*Quercus coccifera*). Makije nastale posle požara zamenile su šume primorskog bora i hrasta plutnjaka. Obnovom šuma, na velikim površinama su podignete sastojine alpskog bora (na krečnjačkim terenima) i primorskog bora (na silikatnim terenima).
- 2. Atlantsko područje.** Karakteristika područja je povećana vlažnost i male temperaturne razlike, što pogoduje rasprostranjenju hrastova. U bazenu Gorone, zastupljen je hrast medunac (*Quercus pubescens*). Na nešto dubljim i svežijim

zemljištima formirane su šume hrasta lužnjaka (*Quercus pedunculata*). Na suvim silikatnim zemljištima zastupljen je *Quercus pyrenaica*. U predelu Landes de Gascogne, na peskovitom silikatnom zemljištu, na oko milion hektara zastupljene su šume primorskog bora (više od jedne trećine je oštećeno požarima ¹⁵³ za vreme i posle Drugog svetskog rata). Na istoku (Grand Causes) atlantskog područja su obešumljene površine nastale antropogenim uticajem i pašarenjem. U bazenu Loare karakterističan je hrast kitnjak (*Quercus sesiliflora*), koji je više prilagođen kserofilnim uslovima nego lužnjak (Troncais, Blois, Berce, itd.). U Solognei, na peskovitom zemljištu, vlažnoj zimi, suvom letu, pošumljene su velike površine korišćenjem borova (*Pinus sylvestris*, *Pinus maritima*, *Pinus laricio*). U Bretanji, nalaze se retke šume hrasta kitnjaka i lužnjaka, ali vlažna klima pogoduje pojavi bukve.

3. **Istočna Francuska.** U uslovima kontinentalne klime, zime su hladnije, a leta toplija i suvlja. Doline Rone i Loare nalaze se pod mediteranskim uticajem, ali je njegov uticaj sve manji sa udaljavanjem od Mediterana. Na najtoplijim mestima nalazi se nekoliko sastojina hrasta medunca (*Quercus pubescens*). Dominantne vrste u ovim šumama su hrast kitnjak, grab (znatno severnije), hrast lužnjak (na bogatim aluvijalnim zemljištima) i bukva (u uslovima dovoljne vlage za njen razvoj).
4. **Parisko područje.** U ovo području, kome treba dodati i sever Francuske, glavne vrste u šumama su bukva, hrast kitnjak i grab.

U planinskom području su prvorazredni šumski tereni, naročito ako se radi o istoku Francuske (Vogezima i Juri). Glavne vrste koje se javljaju u čistim i mešovitim, sastojinama su bukva i jela. U Vogezima zastupljene su sastojine belog bora (*Pinus sylvestris*), dok je u visokim klancima Jure zastupljena smrča (*Picea exelsa*). U Centralnom masivu u uslovima intenzivne eksploatacije šuma i pašarenja obraslost je znatno manja. Jela se javlja retko dok dominira bukva. U manje vlažnim predelima (Forez, Velay) nalaze se prostrane šume belog bora (*Pinus sylvestris*), ali je vršena i introdukcija smrče (u vlažnijim zonama). U Pirinejima raširene su bukva i jela, dok je beli bor ponekad zastupljen na toplijim ekspozicijama. U severnim predelima zbog vlažne klime nalaze se sastojine jele, smrče i bukve. U predalpima, zbog relativno suve klime i intenzivne eksploatacije područje je prilično obešumljeno. Zastupljene su retke

šume lošeg stanja hrasta medunca i belog bora. Na Korzici se nalaze šume korzičkog bora (*Pinus Laricio*).

U području visokih planina klima je hladna i relativno suva. U severnim Alpima smrča se prostire do 1000 metara nadmorske visine. Jela se javlja retko, dok se ariš prostire u višim delovima (gde nestaje bukva i gde je klima za njega dovoljno suva). U južnim Alpima u uslovima intenzivnog obešumljavanja ariš osvaja napuštene pašnjake. Na najsuvljim padinama ariš ustupa mesto krivulju (*Pinus mugo*). Mestimično je raširen beli bor. Smrča i jela su mestimično zastupljene, dok bukve nema. U Pirinejima obešumljene površine su iznad 1500 metara nadmorske visine, (jela i bukva su potpuno izčezli).

Italija. Površina šuma i šumskog zemljišta, u Italiji, iznosi 11.026.000 hektara. U ukupnoj površini četinari učestvuju sa 1.535.700 hektara, lišćari sa 8.350.000 hektara, dok su mešovite sastojine zastupljene na 1.139.400 hektara [11].

Raspored drvenastih vrsta može se podeliti u sledeće zone: Alpska, dolina reke Po, severni Apenini, centralni Apenini, južni Apenini i ostrvske planine (Sicilija i Sardinija) i zona makija.

Alpska zona se deli na predalpsku i alpsku. Predalpska zona se prostire na nadmorskim visinama od 200 do 800 metara. Godišnja suma padavina je preko 1000 mm. To je područje kestena sa *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Corylus avellana* itd. Na svežijim staništima zastupljena je i bukva. Na brežuljcima pored kestena dolazi i bagrem, breza i vrlo često beli bor. Plodnija zemljišta naseljava hrast lužnjak. Na krečnjačkim terenima nalaze se šume *Quercus lanuginosa*, *Carpinus betulus* i *Ostrya carpinifolia*. Alpska zona se prostire iznad 800 metara nadmorske visine. Godišnja suma padavina je u intervalu od 1300 do 1500 mm (u istočnim Alpima). Leta su topla i suva, dok su zime hladne. Na najsuvljim delovima ovog područja zastupljen je crni bor, dok su bukva i jela izolovani na mestima gde godišnje padavine prelaze 1500 mm (u istočnom delu Alpa gde uglavnom dominira smrča). Zastupljen je i ariš.

Dolina reke Po je poljoprivredni region sa šumskom vegetacijom u kojoj dominiraju plantaže topola.

U zoni Severnih Apenina klimatske karakteristike zavise od reljefa. U nižim delovima je kao u dolini Poa. U višim delovima je toplije nego u dolini Poa, ali su snežne padavine češće. Godišnja suma padavina se kreće od 1300-2000 mm. U nižim

predelima zastupljene su sastojine kestena i hrastova, dok su u višim rasprostranjene šume bukve i jele.

U centralnim Apeninima uticaj mora je intenzivniji nego u prethodnoj zoni. U visinskim zonama 400-800 metara nalaze se šume kestena, praćena sa *Quercus pubescens*, javorom i jasenom. Na vlažnijim zemljištima unet je crveni hrast (*Quercus rubra*). Na višim nadmorskim visinama zastupljene su šume bukva sa javorom, planinskim kestenom, lipom i jasenom.

U zoni južnih Apenina i ostrvskim planinama Sicilije i Sardinije leta su znatno toplija, a zime manje hladnije nego u predhodnoj zoni. Godišnje sume padavine se kreću 700-900 mm. U nižim delovima nalaze se šume kestena, dok je u predelima 800-1200 m je zastupljena bukva. Na eocenskom platou zastupljene su šume cera (*Quercus cerris*) sa *Quercus conferta* i *Quercus pedunculata*. Zastupljene su i sastojine *Quercus pubescens*, *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Ulmus campestris* koje čine prelaz ka makijama.

Zona Makije zahvata veliki deo Sicilije i Sardinije od nivoa mora pa do visine 1000 metara. Leta su suva, sa prosečnom godišnjom sumom padavina od 500mm. Klima je aridna, mediteranska.

Grčka. Ukupna površina šuskog zemljišta iznosi 3.752.000 ha. Četinari su zastupljeni na 1.594.000 hektara (42,5%), a lišćari na 2.157.000 hektara (57,5%) [11].

Grčka se odlikuje mediteranskom klimom (javlja se i alpska mediteranska klima i umereno kontinentalna mediteranska klima) sa različitim karakteristikama u različitim regijama.

Do visine od 700 m, na Kritu, Peloponezu kao i do 400 m u Makedoniji i Trakiji nalazi se područje pod šumama u kojima dominiraju *Quercus coccifera* i *Quercus aegilops*. Od četinara zastupljene su šume sa *Pinus halepensis*, *Pinus brutia*, *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*. Garig i makia su česte. Do visine od 1000 m zastupljene su šume sa *Quercus pubescens*, *Quercus conferta*, *Quercus sessiliflora*, *Quercus pendunculata* i *Quercus cerris*. u Tesaliji, na ovoj nadmorskoj visini se nalazi i pitomi kesten. Od četinara zastupljeni su *Pinus laricio*, var. *pallasiana* i var. *austriaca*. U uslovima dominacije vlažnih vetrova zastupljena je bukva, a od četinara *Abies cephalonica*, *Pinus sylvestris*, *Pinus leucodermis*, *Abies pectinate* i *Pinus peuce*.

5.1.1.1.1 Broj požara i opožarene površine na području Mediterana

U Tabeli 2 prikazan je broj šumskih požara u analiziranim Mediteranskim zemljama za period od 1981 do 2015. godine. Distribucija broja požara po analiziranim petogodišnjim periodima prikazana je na Grafikonu 1.

Tabela 2. Broj šumskih požara u periodu od 1981-2015

Godina	Zemlja					
	Portugalija	Španija	Francuska	Italija	Grčka	Ukupno
	Broj požara					
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
Ukupno	654088	531128	165437	320966	52039	1723618
Prosek	18688	15175	4727	9170	1487	49246
1981-1985	30692	41655	27061	59162	5898	164468

Godina	Zemlja					
	Portugalija	Španija	Francuska	Italija	Grčka	Ukupno
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

Izvor:[25], Kalkulacija autora

Na celom području (Portugalija, Španija, Francuska, Italija i Grčka) zabeleženo je ukupno 1.723.618 požara. U Portugaliji je od ovog broja zastupljeno 37.9%, u Španiji 30.8%, u Italiji 18.6%, u Francuskoj 9.6% i Grčkoj 3.0%.

Najveći broj požara, u Portugaliji, zabeležen je 2005. (5.5%), 1998. (5.3%), 1995. (5.2%) i 2000. (5.2%). U ove četiri godine ukupno je registrovano 138598 požara ili 21.2% od ukupnog broja. U Španiji je u ove četiri godine zabeleženo 97883 požara ili 18.4% ukupnog broja u analiziranom periodu.

U Italiji najveći broj požara bio je 1985. (5.8%), 1992. (4.6%), 1981. (4.5%), 1990. (4.5%) i 1993. (4.5%). U ovih pet godina bilo je ukupno 76697 požara ili 23.9% ukupnog broja u analiziranom periodu.

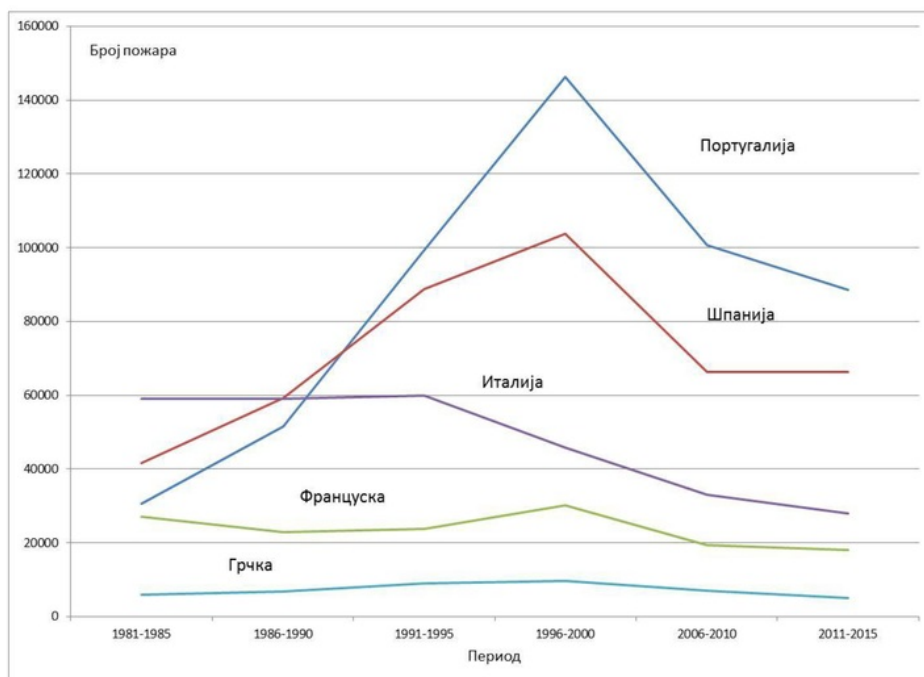
U Francuskoj je u 1997, 2003, 1989 i 1995 godini zabeleženo ukupno 28354 požara ili 17.1% ukupnog broja.

U Grčkoj najveći broj požara zabeležen je 1992, 2000, 2001 i 1993, ukupno 10104 odnosno 19.4% od broja požara u analiziranom periodu.

U cilju utvrđivanja dinamike promene broja požara tokom 1981-2015. godine izvršeno je njihovo grupisanje po petogodišnjim periodima (Grafikon 1). U Portugaliji i Španiji nakon porasta broja požara do perioda od 1996 do 2000 registruje se njihov pad. U Italiji broj požara ima opadajuću tendenciju u periodu posle 1991-1995. U Francuskoj se registruje blago smanjenje broja požara posle perioda 1996-2000, dok je u Grčkoj uglavnom na konstantnom nivou tokom celog analiziranog perioda (1981-2015).

U Portugaliji i Španiji nakon porasta broja požara do perioda od 1996 do 2000 registruje se njihov pad. U Italiji broj požara ima opadajuću tendenciju u periodu posle 1991-1995. U Francuskoj se registruje blago smanjenje broja požara posle perioda

1996-2000, dok je u Grčkoj uglavnom na konstantnom nivou tokom celog analiziranog perioda (1981-2015).



Izvor: Original

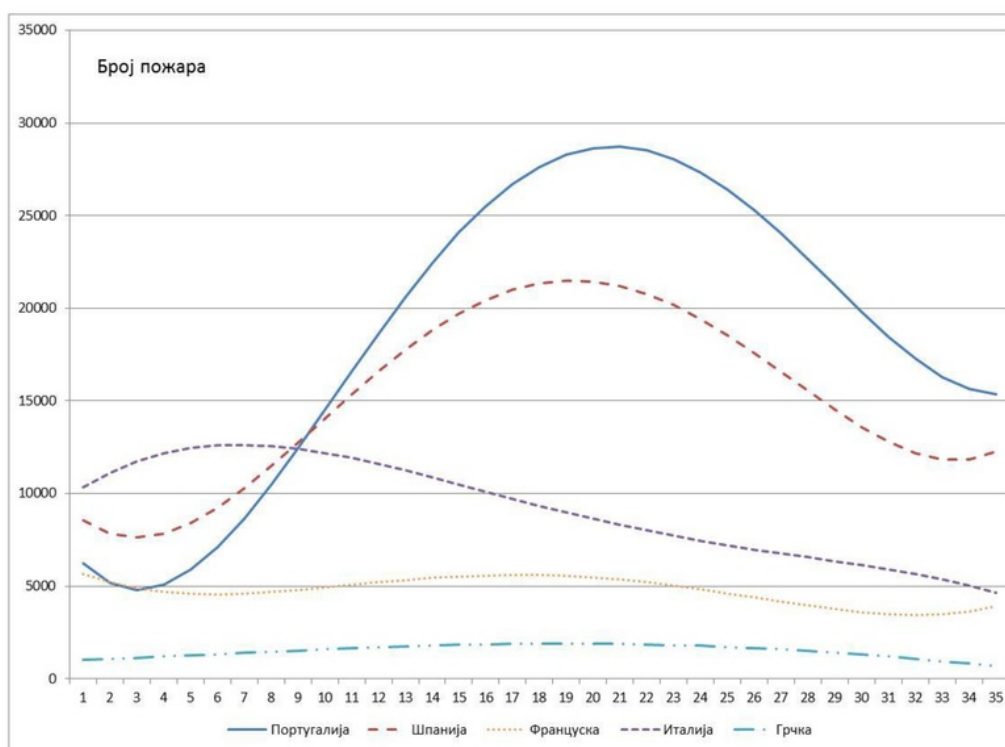
Grafikon 1. Distribucija broja požara po analiziranim petogodišnjim periodima

Jednačine korelacije o promeni broja požara tokom analiziranog perioda (1980-2015. godine) prikazane su u Tabeli 3 i na Grafikonu 2.

Tabela 3. Jednačine korelacije o promeni broja požara tokom analiziranog perioda (1980-2015. godine)

Zemlja	Jednačina korelacije	Koeficijent korelacije - R	Koeficijent determinacije - R ²
Portugalija	$Y=8235.4-2453.3x+498.2x^2-21.774x^3+0.2774x^4$	0.8526	0.7270
Španija	$Y=9864-1635.1x+343.25x^2-15.91x^3+0.2141x^4$	0.8214	0.6747
Francuska	$Y= 6289.9-695.29x+89.68x^2-3.9123x^3-0.0532x^4$	0.5456	0.2977
Italija	$Y= 9310.9+1133.8x-119.97x^2+3.9928x^3-0.0457x^4$	0.7256	0.5265
Grčka	$Y= 988.91+39.293x+4.3416x^2-0.2545x^3+0.0026x^4$	0.6625	0.4389

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 2. Izravne vrednosti broja požara po godinama
(1-1981.....35-2015)

U Tabeli 4 prikazana je opožarena površina (u hektarima) u analiziranim Mediteranskim zemljama za period od 1981 do 2015. godine.

Ukupna opožarena površina na celom području iznosi 15.611.385 hektara. U Portugaliji je od ove površine zastupljeno 24.1%, u Španiji 36.3%, u Italiji 23.8%, u Grčkoj 10.3% i u Francuskoj 5.6%.

Najveća opožarena površina u Portugaliji zabeležen je 2003 (11.2%) i 2005 (8.9%). U ove dve godine ukupna opožarena površina iznosila je 763988 hektara ili 20.3% ukupnih površina stradalih od požara.

U Španiji je u tri godine (1985, 1994. i 1989.) zabeležena opožarena površina od 1348804 hektara ili 23.8% ukupnih površina u analiziranom periodu.

U Italiji najveća opožarena površina je zabeležena 1981. (6.0%), 2007. (5.9%), 1983. (5.5%) i 1993. godine (5.3%). U ovom periodu izgorelo je 874.006 hektara ili 22.7% ukupne opožarene površine u analiziranim periodu.

U Francuskoj najveće opožarene površine zabeležene su 1989. (8.7%), 2003. (8.45%) i 1990. (8.3%). Ukupna izgorela površina u ove tri godine iznosila je 221.469 hektara ili 25.4% ukupnih opožarenih površina u analiziranom periodu (1981-2015).

U Grčkoj najveće opožarene površine zabeležene su 2007 (13.8%) i 2000. (8.9%), odnosno ukupno 370.767 hektara ili 22.7% ukupnih opožarenih površina u analiziranom periodu.

Tabela 4. Opožarena površina (u hektarima) u analiziranim Mediteranskim zemljama za period od 1981-2015.

Godina	Zemlja					
	Portugalija	Španija	Francuska	Italija	Grčka	Ukupno
	Broj požara					
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
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

Godina	Zemlja					
	Portugalija	Španija	Francuska	Italija	Grčka	Ukupno
	Broj požara					
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
Ukupno	3767897	5662306	870717	3708153	1602312	15611385
Srednja vrednost	107654	161780	24878	105947	45780	446040

Izvor: [25], Kalkulacija autora

Na području južne Evrope tokom letnjih meseci izgori nekoliko stotina hektara šuma, žbunastih i travnih površina svake godine uzrokujući velike ekonomske i ekološke štete, često i veći broj ljudskih žrtava [26]. Mediteran se u klimatskim studijama smatra „vrućom tačkom“ [27] ne samo zbog evidentnih promena već i zbog uzročne povezanosti između toplije i suve klime sa povećanjem rizika od intenzivnih ekstremnih vrućina [28], kao i povećanjem rizika od požara na otvorenom [29]. Blage zime sa kišom umesto snega utiču na povećano isušivanje finog gorivog materijala, koji posle toplih i suvih leta povećava rizik od požara, što mediteranski region čini područje sklono velikom broju požara i početak ekstremnih epizoda u vidu velikih spaljenih površina tokom celog požarnog perioda [30].

To je razlog što je najveći broj požara i izgorele površine u Evropi na području južne Evrope, odnosno u Portugaliji, Španiji, Francuskoj, Italiji i Grčkoj [31].

Većina požara nastala je zbog nepažnje [32]. Na području Mediterana izazivanje požara je kombinacija prirodnih faktora, koji uključuje vegetacijske karakteristike, topografiju, vremenske uslove i klimatske promene u dejstvu sa praksom korišćenja požara kao tradicionalni oblik gazdovanja prirodnim resursima (paljenje travnjaka u cilju poboljšanja kvaliteta trave i slično) [33, 34, 35, 36, 37].

Demografske promene u zemljama Mediterana su još jedan od faktora koji je uticao na povećanje opasnosti od požara poslednjih decenija. Tako na primer u Grčkoj, Posledica ovih promena je 300.000-500.000 hektara izgorelih šuma i šumskog zemljišta [38, 39, 40].

5.1.2 Zemlje Balkana

5.1.2.1 Ekološke karakteristike

Makedonija - Republika Makedonija pokriva površinu od 25.713 km² gde šumsko zemljište zauzima 988.000 ha [11]. Na osnovu specifičnih prirodnih i geografskih karakteristika Makedoniju karakterišu dve klimatske zone: mediteranska i kontinentalna.

U Makedoniji se razlikuje nekoliko zona rasprostranjenosti zajednica:

- Hrastov pojas se prostire do 1.100 metara nadmorske visine i zauzima 73% ukupne šumske površine. U ovim područjima zastupljena su klimatsko-zonalne, uglavnom termofilne hrastove i šume kestena, kao i orografsko-edafijske i hidrološki uslovljene šumske i žbunaste zajednice. U zapadnom delu mogu se pronaći najznačajnije azonalne fitocenoze (*Aesculus hippocastanum*, *Quercus trojana* itd.).
- Centralni deo Makedonije karakteriše vegetacija stepa sa tipičnim predstavnicima (*Artemisia maritima*, *Astragalus onobrychis*, *Festuca valesiaca*, *Kochia prostrata*, *Koeleria macrantha*, *Morina persica*, *Onobrychis hypargyrea*, *Stipa pennata* itd.).
- Bukov pojas zauzima planinska područja između 1.100 i 1.700 m (oko 22% ukupne šumske površine). Razlikuje se pod-planinski i planinski pojas. Podplaninski bukov pojas zastupljen je na nadmorskim visinama između 1.100-1.300 m (područje zonalna zajednica, pod nazivom *Festuco heterophyllae-Fagetum*), gde se mogu pronaći i refugijalni tipovi bukovih šuma kao i borove šumske zajednice.
- Planinski pojas se prostire između 1.300 i 1.700 m (područje klimatogenih kolaca . *Calamintho grandiflorae-Fagetum*) i formirano je od različitih tipova bukovih, bukovo-jelovih šuma i, u sekundarnim staništima, šume belog bora, javora i breze.

- Subalpiski pojas se nalazi između 1.700 m i približno 2.100 m. U ovim područjima šume su gotovo uništene, a mogu se naći parcijalno šume smrče, planinskog bora i molike.

Albanija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Albaniji iznosi 1.040.200 hektara. Od ove površine četinarske šume su zastupljene na 143.900 hektara, lišćarske na 846.500 hektara i mešovite na 44.400 hektara [11]. Površina šuma je znatno smanjena u prošlosti požarima, preteranom eksploatacijom tokom perioda koncesije, devastacijom za vreme Drugog svetskog rata i ekstenzivnim pašarenjem. Netaknute su šume u nepristupačnim masivima, na severu i severi-istoku zemlje i oko Skadra. U šumama lišćara na hrast otpada 33%, a bukvu 15%. Na visoke šume otpada oko 38%, na šikare 38% i makije 24%.

Crna Gora – Šume u Crnoj Gori pokrivaju 59,5% (826.792 ha), šumsko zemljište 9,9% (137.480 ha), što ukupno čini 69,4% teritorije Crne Gore. Nacionalnom inventurom u šumskim ekosistemima registrovano je 68 vrsta drveća, 57 lišćarskih i 11 četinarskih vrsta. Pojedinačno najzastupljenije vrste su: bukva, smrča, borovi i jela.

Teritorija Crne gore je podeljena na pet oblasti:

1. **Severni region** – U ovom regionu nalaze se najveći kompleksi crnog bora i mešoviti šuma belog bora i smrče.
2. **Istočni region** – Zastupljene su šume bukve i jele, smrče kao i šume molike.
3. **Centralni region** – Dominantne su šume bukve, mešovite šume jele i bukve i šume smrče.
4. **Region krša** – Dominira pretežno krečnjak. Izraziti su erozioni procesi usled velike količine padavina na ovom području.
5. **Crnogorsko primorje** – Intenzivnim antropogenim uticajem vegetacija ovog područja je izmenjena tako da uglavnom dominiraju razni degradacioni oblici u vidu makija, šikara i kamenjara.

Hrvatska – Šume i šumsko zemljište pokrivaju 2.481.000 hektara, od čega je 202.800 hektara pod četinarima, 2.086.000 je pod lišćarima, a 192.200 hektara su mešovite šume [11].

Hrvatska se prostire na četiri biogeografska regiona: Alpski, Kontinentalni, Mediteranski i Panonski. U šumskim ekosistemima je registrovano 260 autohtonih

šumskih vrsta drveća, od kojih 50 su ekonomski značajni. Klimatogena šumska vegetacija u mediteranskom delu Hrvatske karakteriše termofilne hrastove šume, zatim bukove šume koje pokrivaju primorske obronke Dinarskih planina. Kopneni deo Hrvatske zbog velike orografske raznolikosti uslovljava rasprostranjenje velikog broja zonalne vegetacije.

Bugarska – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Bugarskoj iznosi 3.651.000 hektara, četinarske šume su zastupljene na 1.124.000 hektara, dok su lišćarske zastupljene na 2.527.000 hektara [11].

Šume su prilično neravnomerno raspoređene. Šumovitost u planinskim područjima je visoka i iznosi 70%, dok je u ravninama zanemarljiva. Usled ekstenzivnog gazdovanja u prošlosti visoke šume su zastupljene na samo 48% površine pod šumom. Od četinarskih vrsta dominira bor, dok od lišćarskih je najviše zastupljena bukva i hrast. Najvažnije vrste u hrastova su: *Quercus robur*, *Quercus sessiliflora*, *Quercus pubescens*, *Quercus conferta* i *Quercus cerris*. Veliki deo hrastovih šuma je devastiran i pretvoren u izdanačke sastojine.

Prema nadmorskoj visini raspored vrsta je sledeći:

1. U dolinama i brežuljcima do 750 metara nadmorske visine zastupljeni su hrast, jasen, javor, topola, lipa, vrba, trepetljika;
2. od 750-850 metara nadmorske visine mešovite sastojine bukve i hrast;
3. od 850-1.250 metara nadmorske visine dominira bukva sa nešto hrasta, graba, jasen i platana;
4. od 1.250-2.000 metara nadmorske visine zastupljena je bukva u mešovitim sastojinama sa borom i smrčom;

Bosna i Hercegovina – Šume i šumska zemljišta u Bosni i Hercegovini rasprostiru se na površini od 2.734.000 hektara [11]. U državnom vlasništvu je 81%, a u privatnom 19%. Pretežno prirodne šume raznih razvojnih stadijuma zauzimaju 81,5%, od čega su visoke šume prisutne 47,6% i izdanačke šume na 33,9% površine. S obzirom na geografski položaj i uticaj mediteranske, submediteranske, umereno kontinentalne i planinske klime, u sastavu šuma se pojavljuje niz šumskih zajednica sa preko 100 drvenastih vrsta.

Slovenija – Šume i šumsko zemljište u Sloveniji pokrivaju 1.3264.000 hektara, od čega su četinari zastupljeni na 277.000 hektara, lišćari na 480.000 hektara i mešovite

sastojine na 507.000 hektara. Područje Slovenije zbog geoloških karakteristika, klimatskih uslova (uticaj Mediterana, Alpa i Panonske nizije) i kupiranosti terena odlikuje se visokim stepenom diverziteta.

Većina šuma se nalazi u visinskom pojasu bukve (44%), mešovitim sastojinama jele i bukve (15%) i bukve i hrasta (11%). Termofilna staništa sa pripadajućim vrstama zauzimaju svega oko 12% površine pod šumom.

5.1.2.1.1 Broj požara i opožarene površine na području Balkana

Na području Balkana broj požara u periodu 1988-2015. godine je veoma varijabilan.

U ovom periodu najmanji broj požara zabeležen je 1991. i iznosio je 288 (bez podataka za Crnu Goru, Hrvatsku i Bosnu i Hercegovinu). Najveći broj požara zabeležen je 2000. godine i iznosio je 27.372 (bez podataka za Crnu Goru). U pogledu ukupnog broja požara najmanji broj je registrovan u Crnoj Gori, a najveći u Bugarskoj, ali treba imati u vidu različiti period podataka sa kojima se raspolaže po pojedinim zemljama (Tabela 5).

Tabela 5. Broj šumskih požara u analiziranom periodu (1988-2015)

Godina	Zemlja							Ukupno
	Makedonija	Albanija	Crna Gora	Hrvatska	Bugarska	Bosna i Hercegovina	Slovenija	
	Broj požara							
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
Ukupno	3477	2716	805	3677	7703	44015	1436	63829
Srednja vrednost	232	181	73	245	514	2934	96	4255

Izvor:[25], Kalkulacija autora

Na celom području zabeleženo je ukupno 106.175 požara. U Makedoniji od ovog broja zastupljeno 14.5%, u Albaniji 23.1%, U Crnoj Gori 3.9%, u Hrvatskoj 29.6%, u Bugarskoj 19.4%, u Bosni i Hercegovini 27.2% i u Sloveniji 1.2%.

Najveći broj požara u Makedoniji zabeležen je 2000. (17.3%), 2007. (9.5%), 2008. (8.3%) i 2011. (7.6%). U ove četiri godine ukupno je registrovano 2935 požara ili 42.7% od ukupnog broja u analiziranom periodu. Najmanji broj požara zabeležen je 1995. godine.

U Albaniji najveći broj požara bio je 2000. (10.6%), 2003. (8.9%), 1997. (8.5%) i 1992. (7.6%). U ovom periodu bilo je ukupno 3.080 požara ili 35.5% ukupnog broja u analiziranim periodu. Najmanji broj požara zabeležen je 2014. godine.

U Crnoj Gori je u 2007, 2012. i 2003. godini zabeleženo ukupno 495 požara ili 61.5% ukupnog broja u analiziranom periodu.

U Hrvatskoj najveći broj požara zabeležen je 2000, 2012. i 2003. sa ukupno 1.807 odnosno 27.2% ukupnog broja.

U Bugarskoj je najveći broj požara zabeležen je 2000, 2007. i 2012. godine sa ukupno 4.385 odnosno 30.7% ukupnog broja.

U Bosni i Hercegovini najveći broj požara zabeležen je 2000, 2003, 2007. i 2012. sa ukupno 53.238 odnosno 79.7% ukupnog broja.

U Sloveniji najveći broj požara zabeležen je 2003, 2012, 1998. i 2007. sa ukupno 683 odnosno 32.3% ukupnog broja.

U Tabeli 6 izdvojene su godine sa najvećim brojem požara na području Balkanskih država. Izdvajaju se 2000, 2003, 2007. i 2012. godine kao period sa najvećim brojem požara u analiziranom periodu.

Tabela 6. Godine za najvećim brojem požara

Država						
Makedonija	Albanija	Crna Gora	Hrvatska	Bugarska	Bosna i Hercegovina	Slovenija
Godine sa najvećim brojem požara						
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

Izvor: [25], Kalkulacija autora

U Tabeli 7 prikazana je opožarena površina (u hektarima) u analiziranim Balkanskim zemljama za period od 1988 do 2015. godine. Ukupna opožarena površina na celom području iznosila je 1.243.539 hektara. U Makedoniji je od ove površine zastupljeno 14%, a Albaniji 23.1%, u Crnoj Gori 1.5%, u Hrvatskoj 25.3%, u Bugarskoj 19.4%, u Bosni i Hercegovini 15.6% i u Sloveniji 1.1%.

Najveća opožarena površina u Makedoniji zabeležena je 2000 (21.8%), 2007. (18.8%), 2011. (9.9%), 1993. (8.3%) i 2012. (5.8%). U ovih pet godina ukupna opožarena površina iznosila je 112.345 hektara ili 64.6% ukupnih površina stradalih od požara. Najmanja opožarena površina zabeležena je 1995.

U Albaniji je u četiri godine (2007, 2012, 2011 i 2008) zabeležena opožarena površina od 246771 hektara ili 86.0% ukupnih površina u analiziranom periodu.

U Crnoj Gori najveća opožarena površina je zabeležena je 2012, 2007, i 2011. godine. U ovom periodu izgorelo je 16.566 hektara ili 87.3% ukupne opožarene površine u analiziranim periodu.

U Hrvatskoj najveće opožarene površine zabeležene su 2000, 1998, 2003, 2012. i 2007. Ukupna izgorela površina u ovih pet godina iznosila je 172331 hektara ili 54.7% ukupnih opožarenih površina u analiziranom periodu.

Tabela 7. Opožarena površina (u hektarima) za period 1988-2015.

Godina	Zemlja							Ukupno
	Makedonija	Albanija	Crna Gora	Hrvatska	Bugarska	Bosna i Hercegovina	Slovenija	
	Broj požara							
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
Ukupno	89924	276017	18977	142736	123111	162749	6383	819897
Prosek	5995	18401	1725	9516	8207	10850	426	54660

Izvor: [25], Kalkulacija autora

U Bugarskoj najveće opožarene površine bile su 2000, 2007, 2001, 1993, 1994. i 2012. Ukupno je u ovom periodu izgorelo 169.551 hektar ili 70.1% ukupnih izgorelih površina u analiziranom periodu.

U Bosni i Hercegovini najveće opožarene površine bile su 2012, 2003, 2000. i 2007. godine, sa ukupno 133.928 hektara ili 69.2% izgorelih površina.

U Sloveniji godine sa najvećom izgorelom površinom su bile 2003, 1993, 2006, 1998 i 2012. godina. U ovih pet godina ukupno je izgorelo 7.539 hektara ili 57.3% od izgorelih površina analiziranog perioda.

Za sve analizirane države godine sa najvećom izgorelom površinom u hektarima su 2007, 2000, 2012, 2011. i 2003. U ovom periodu izgorelo je 63.8% od ukupno izgorele površine. Kada se ima u vidu da su nedostupni podaci o požarima u pojedinim godinama i državama ta površina bi bila znatno viša, ali i ova analiza ukazuje na obim šteta od šumskih požara koji se u pojedinim godinama mogu okarakterisati kao prirodna katastrofa.

5.1.3 Zemlje centralne Evrope

5.1.3.1 Ekološke karakteristike

Rumunija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta, u Rumuniji, iznosi 6.648.000 hektara. Od ukupne površine pod šumom četinarske su zastupljene na 30%, a lišćarske na 70%. Najzastupljenija su šume bukve, 20% su šume hrastova i 21% ostalih lišćara [11].

U florističkom pogledu Rumunija se deli u 11 zona – vegetacijskih tipova:

1. Alpska zona. U ovoj zoni nalaze se manje površine pod arišom i limbom. Gornju šumsku granicu čini smrča, a delimično je prisutna i bukva.
2. Šume smrče. Čiste smrčeve šume nalaze se na velikim površinama u severnim delovima zemlje. Na planinama lociranim na jugu Rumunije smrča je ograničena na više nadmorske visine. Pored smrče, na manjim površinama javlja se i ariš (rede limba).

3. Mešovite šume smrče, jele i bukve se prostire ispod šuma smrče. U severnim delovima zemlje spuštaju se do brežuljkastih područja, dok je na jugu ograničen na područje srednje visokih planina.
4. Šume jele – jednodobne nalaze se u zoni mešovitih šuma smrče, jele i bukve.
5. Čiste bukove sastojine su veoma rasprostranjene (od malih nadmorskih visina do gornje granice vegetacije). U manjoj meri primešane su i ostale vrste lišćara (grab, brest, lipa, hrast). U ovome tipu šuma četinari imaju sekundarnu ulogu.
6. Šume bukve i hrasta kitnjaka su tipične za brežuljkasto područje. Bukva se nalazi u zasenčenim područjima, a hrast na sunčanim i suvim gredama i brežuljcima.
7. Šume hrasta kitnjaka locirane su na ograničenim staništima u nižim predelima. Javlja se u čistim i u mešovitim sastojinama (uglavnom lužnjakom, cerom ili meduncem).
8. Šume hrasta lužnjaka, cera i medunca rasprostranjene na nižim nadmorskim visinama. Cer i medunac nalaze se uglavnom na jugu i zapadu zemlje.
9. Silvastepa je zona na istoku, jugu i zapadu zemlje, a karakteriše se visokom letnjom temperaturom i prosečnim padavinama ispod 500 m/m. U južnim delovima ove zone rasprostranjen je *Quercus pedunculiflora*
10. Stepe se nalaze u jugoistočnom delu zemlje. Padavine ispod 400 m/m, sa veoma visokom letnjom temperaturom. Zemljište je černo zem sa visokim sadržajem karbonata i humusa. Prirodnu vegetaciju sačinjavaju trave i grmlje, uglavnom *Stipa* i *Artemisija* vrsta. Ovo se zemljište koristi u poljoprivredi, a šume uglavnom imaju zaštitni karakter.
11. Livadsko područje u Podunavlju prostiru se u plavnom području Dunava gde je od 700.000 hektara (14%) pod šumom. Najzastupljenije su topole i vrbe.

Mađarska – ²⁶ Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta, u Mađarskoj, iznosi 1.948.000 hektara. Od ukupne površine četinarske šume su zastupljene na 185.000 hektara, lišćarske na 1.635.000 hektara i 128.000 hektara su mešovite [11].

Visoke šume su zastupljene sa 56%, a 42% su niske šume. Četinari se nalaze uglavnom u delovima zemlje pored austrijske granice od čega skoro 90% otpada na beli bor (*Pinus sylvestris*).

Austrija – Ukupna površina šuma iznosi 3.351.000 hektara. Šume četinara zastupljene su na 1.987.000 hektara, lišćari na 514.000 hektara. Na 853.000 hektara zastupljene su mešovite šume [11].

Šume Austrije su grupisane u 7 velikih regiona.

1. Niske i tople ravnice na istoku

a) *Vinorodni regioni donje Austrije* – Klima je kontinentalna, ekstremna temperaturna amplituda dostiže 22°C, a padavine su niske (450-500 mm). Šume pokrivaju 13,5% površine zona. Zastupljene su šume hrasta i graba.

b) *Bečka ravnica i severni Burgenland* – U ovoj zoni pod šumom je svega 3% zemljišta. Zastupljene su šume crnog bora, cera i medunca. Na zapadu, koji je vlažniji, zastupljeni su lišćari, a u dolinama topole, vrbe i jova.

c) *Brežuljci Štajerske i centralnog Burgenlanda* – U nižim predelima zastupljene su šume hrasta, graba i kestena, dok u višim se nalaze šume bora, jele i bukve. Veštačka pošumljavanja su vršena borom i smrčom.

2. Region šuma Muhl-a, severno od Dunava (Waldviertel) – Na ovom području zastupljene su šume sa jelom, smrčom, brezom i bukvom. Učešće bora i bukve raste prema istoku. Na pojedinim površinama unet je ariš.

3. Alpski Vorland ili subalpiski tesnac – Na ovoj površini šume učestvuju sa 12-20%. Zastupljene su šume bukve, hrasta, graba, javora, bresta, trepetljike i vrbe. Bor, ariš i smrča veštački su unete. Pored Dunava nalaze se šume vrbe, topole, jove, jasena, lipe, hrasta i bresta. Na brdovitim lokalitetima zastupljena je jela, smrča i bukva.

4. Severozapadni Predalpi, Vorarlberg i dolina Lech-a – U najvišim delovima nalaze se šume bresta u mešovitosti sa ostalim lišćarima. Najbolji uslovi postoje za jelu i bukvu, dok učešće bora raste prema istoku.

5. Severoistočni Predalpi i Bečka šuma (Wienerwald) – U ovom području Ariš je autohtona vrsta. Najistočnija alpska zona (Bečka šuma), pokrivena je bukvom, hrastom, kitnjakom, meduncem, grabom itd. U zapadnoj zoni nalaze se mešovite sastojine bukve i jele. Južno od Beča nalaze se sastojine crnog bora. U ostalom delu Predalpa zastupljene su sastojine ariša, bora i mešane sastojine bukve, jele i smrče.

6. Istočni Predalpi ili Predalpi Štajerske – U ovoj zoni zastupljene su sastojine ariša i mešovite sastojine bukve i jele.

7. Centralni Alpi, Štajerska, Koruška i Tirol – U ovoj zoni dominira ariš, često pomešan sa smrčom, a u višim predelima sa limbom.

Slovačka – Ukupna površina pod šumom u Slovačkoj iznosi 1.931.600 ha. Četinarske šume zastupljene su na 600.000 ha, liščarske na 957.500 ha i mešovite na 374.100 ha [11].

U planinskim predelima, u šumama obično dominiraju gusto, jednodobne sastojine četinara [41].

Češka – Ukupna površina pod šumom i šumskim zemljištem, u Češkoj, iznosi 2.647.000 ha. Četinarske šume su zastupljene na 1.879.000 hektara, liščarske na 392.000 ha, a mešovite na 376.000 ha [11].

Poljska – Ukupna površina pod šumom i šumskim zemljištem, u Poljskoj, iznosi 9.200.000 ha. Četinari su zastupljeni na 6.009.000 ha, liščari na 1.697.000 ha i mešovite na 1.353.000 ha [11]. Kod četinarskih vrsta dominiraju monokulture belog bora, posebno na siromašnim zemljištima [42].

5.1.3.1.1 Broj požara i opožarene površine na području centralne Evrope

Broj šumskih požara najveći je u Poljskoj dok je najmanji u Slovačkoj (Tabela 8.). Najveća opožarena površina je takođe u Poljskoj, a najmanja u Austriji (Tabela 9.).

Istraživanje uslova nastanka šumskih požara na području Srednje Evrope išla su u različitim pravcima, ali dominantne su klimatske promene i njihova veza sa čitavim nizom negativnih posledica na prirodne ekosisteme. Suša se kao prirodni fenomen posmatra kao dejstvo meteoroloških, hidroloških, poljoprivrednih, ekonomskih i drugih uslova ili analitički što omogućava procenu intenziteta, trajanja, učestalosti suše koje izazivaju posledice po životnu sredinu [43].

Tabela 8. Broj šumskih požara na području centralne Evrope

Godina	Zemlja						
	Rumunija	Mađarska	Austrija	Slovačka	Češka	Poljska	Ukupno
	Broj požara						
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
Ukupno	3719	10899	4965	4997	7593	133320	162730
Srednja vrednost	248	727	451	333	506	8888	10849

Izvor: [25], Kalkulacija autora

Tabela 9. Opožarena površina (u hektarima) na području centralne Evrope

Godina	Zemlja						
	Rumunija	Mađarska	Austrija	Slovačka	Česka	Poljska	Ukupno
	Opožarena površina (ha)						
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
Ukupno	21741	54028	1053	7828	6204	77175	5404
Prosek	1449	3602	96	522	414	5145	360

Izvor: [25], Kalkulacija autora

U Rumuniji suša utiče na 48% površine. U izuzetno sušnim godinama prosečan prinos iznosi 30 do 60% od potencijala staništa. Za period od 1901 do 2010. godine povećanje temperature vazduha je bilo 0.5°C, dok su padavine posebno na jugu, jugoistoku i istoku zemlje bile u deficitu. To je zahtevalo i izradu posebne strategije za borbu protiv suše, gde i borba protiv šumskih požara zauzima značajno mesto [43].

Šumski požari u Austriji ne igraju glavnu ulogu u poređenju sa oštećenjima u šumskim ekosistemima koji nastaju pod uticajem drugih prirodnih poremećaja (npr. oluje, potkornjaci i drugo) [44]. Očekuje se da sa klimatskim promenama, društveno-ekonomskih promena kao i trendu pružanja ekosistemskih usluga značaj šumskih požara će biti sve veći [45,46,47]. Kako su posledice šumskih požara na ove promene nepoznate povezani su sa meteorološkim uslovima [28]. Konstatovan je stalni rast srednjih temperatura vazduha, kao i pad količine padavina (Central Institute of Meteorology and Geodynamics Vienna, 2015) [44]. Na osnovu 2700 požara u periodu od 1993 do 2014. godine postavljen je WebGis portal u cilju prikupljanja podataka o javljanju, uzrocima, karakteristikama i dostupnosti [44].

U Slovačkoj, šumski požari se dešavaju sporadično i uglavnom su uzrokovani namernim ili nenamernim paljenjem od strane stanovništva ili posetilaca u šumama.

Njihova pojava je usko vezana sa sušom koja u Slovačkoj nastaje odmah nakon otapanja snega. Paljenjem travnjaka požar se širi na obližnje šume. Očekuje se da pojava ekstremnih vremenskih događaja vezana za klimatske promene bude učestalija i samim tim broj požara i štete veće. Trenutno postoji realna pretpostavka povećanja incidencije i ozbiljnosti ovih požara. Ovo je posledica pojave čestih ekstremnih vremenskih događaja kao jedne od manifestacija trenutnih klimatskih promena. Sistem za rano otkrivanje koji se razvija, bazira se na kvantifikaciji parametara šumskog goriva [48].

U Češkoj zakonodavstvo u oblasti kontrole šumskih požara ima za cilj da minimizira rizik od požara izazvanih ljudskim aktivnostima. Analiza statističkih podataka o šumskim požarima pokazuje dugoročni opadajući trend broja šumskih požara. Broj stanovnika u ruralnim područjima nije glavni uzrok nastanka šumskih požara [49].

Osnovne karakteristike u zaštiti šuma od požara u Češkoj su:

- 1) Zakonodavstvo o sprečavanju, gašenju i sanaciji oštećenja ekosistema dobro je razvijeno;
- 2) Tehnička oprema i organizaciona struktura kontrole vatre je vrlo efikasna;
- 3) Vazдушna kontrola vatre je na visokom novou u vreme visokog rizika od požara;
- 4) Vatrogasci su opremljeni najsavremenijom opremom;
- 5) Tehnologije šumskih operacija u otklanjanju drvnog otpada je unapređena čime se smanjuje rizik od požara;
- 6) Edukacija koja ima za cilj podizanje javne svesti usmerena je na prevenciji šumskih požara.

U Poljskoj glavni faktori koji utiču na nastanak požara su temperature vazduha i padavine koji direktno utiču na vlažnost goriva i njegovu osetljivost za paljenje. Klimatske promene usled globalnog zagrevanja postaju sve više značajne i uključuju klimatske varijacije i oscilacije [50].

Analiza dugoročnih vremenskih serija ukazuje na trend povećanja temperature vazduha i trend opadanja količine padavina, naročito u periodu posle 1982. godine. Ova pojava je uticala na povećanje broja požara i opožarene površine. Nedostatak vlage nastao tokom sušnih letnjih meseci nije se mogao nadoknaditi tokom toplih zima iz

snežnog pokrivača što uzrokuje povećanje opasnosti od šumskih požara u Poljskoj [50,51].

Osnovni problem kod šumskih požara u Mađarskoj je pojava invanzivnih vrsta koje ugrožavaju prirodna staništa uništavajući autohtone vrste. Kao invanzivne vrste definisani su bagrem (ne klon bagrema) i kiselo drvo, kao i mlečika koja se agresivno širi na požarištima.

5.1.4 Zemlje srednje Evrope

5.1.4.1 Ekološke karakteristike

Nemačka – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta, u Nemačkoj, iznosi 11.076.000 hektara. Nemačka je jedna od najšumovitijih država u Evropi i pokriva trećinu ukupne teritorije države. Četinarske šume zastupljene su na 6.530.000 hektara dok su lišćari zastupljeni na 4.546.000 hektara [11]. Šume bukve zauzimaju oko 74%, dok su šume hrasta zastupljene na oko 18% površine. Četinari su zastupljeni sa 60%, dok su lišćari zastupljeni sa 40%.

Danska – površine pod šumom i drugim šumovitim površinama iznosi 636.000 hektara [11]. Od toga šume četinara su zastupljene na 314.000 hektara, lišćari su prisutni na 186.000 hektara, dok 136.000 hektara predstavljaju ostale šumovite površine. Šume su neravnomerno zastupljene. Najveće površine su duž visokog grebena Jutland, kao i na severnom Zealand i na Bornholm. Velike površine su prisutne u blizini velikih gradova.

Od četinarskih vrsta najzastupljenija je smrča (19%). Četinari se koriste na peščanim terenima i u području dina. Hrast i bukva su autohtone vrste dok su četinari sađeni u poslednjih 200-300 godina. Preovlađuju omorika, sitka i duglazija.

Holandija – Površina pod šumom i šumskim zemljištem, u Holandiji, iznosi 365.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 112.000 hektara, lišćari na 76.000 hektara, dok su mešovite sastojine zastupljene na 177.000 hektara [11]. Zasadi van šuma – pored puteva, reka i kanala iznosi 48.000 km. Na visoke šume otpada 89%, niske šume 9%, dok 2% otpada na livadske šikare.

Od četinarskih vrsta najzastupljenija je duglazija, japanski ariš i korzikanski bor. Na obali i ostrvima sadi se beli i crni bor u cilju vezivanja dina. Od lišćara najvažniji je hrast kao i bukove šume ali je zastupljena i topola. Mešovite sastojine su uglavnom sastavljene od jasena, javora i hrasta. U zoni pustara prisutna je pretežno breza. Kod formiranja mešovitih sastojina upotrebljava se i japanski ariš i crveni hrast.

Belgija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta iznosi 698.000 hektara. Četinarske šume su zastupljene na 296.000 hektara, lišćarske na 368.000 hektara, dok su mešovite zastupljene na 34.000 hektara.

Izdvojeno je pet velikih prirodnih regiona:

1. **Jurski region** ima srednju nadmorsku visinu od 300 m. Karakteriše se blagom klimom (srednja temperatura vazduha 8-9°C i padavina 800-1.000 mm). Na ovom području dominiraju šume kitnjaka i lužnjaka, jasena i javora, a prisutna je i bukva. Četinari su veštački uneti i to beli bor na peskovitom i smrča na glinastom zemljištu.
2. **Ardenski region** ima srednju nadmorsku visinu od 400 m. Klima je oštra, hladna i vlažna srednja temperatura vazduha se kreće od 6-8.6°C i padavine 1.000-1.350 mm. Ovo je područje šuma bukve i kitnjaka. Na većim površinama unete su smrča i beli bor, ali i duglazija, jela i sitka.
3. **Zona škriljaca i krečnjaka** nalazi se severno od Ardena i južno od Sambre i Meze, Nammura i Liegea. Zemljište je talasasto, ali dosta uniformno. Padavine se kreću između 750 i 1.000 mm. Autohtone šume lišćara su malo zastupljene. Preovlađuju veštački podignute sastojine belog bora, crnog bora i smrče.
4. **Ravnica sa ilovastim i peskovitim tlom** nalazi se u centralnom delu. Nadmorska visina je od 20 do 200 m. Klima je blaga i vrlo pogodna za šumsku vegetaciju (srednja temperatura vazduha je 9°C i padavine od oko 720 mm). Šume su sastavljene od hrasta, jasena i crne i bele topole. Visoke šume lišćara, uglavnom bukve, nalaze se samo u nekoliko masiva (npr. šuma Soignes, Heverlee-Meerdel). Na peskovitim zemljištima zastupljen je beli bor kao i korzikanski bor. U dolinama reke zastupljene su plantaže topola.
5. **Kampine** je prostrana peskovita ravnica koje se od Escuata pruža sve do granice Holandije i Nemačke. Prosečna godišnja temperatura iznosi 9.3°C, a prosečne padavine su oko 700 mm. Sve šume u ovom regionu su veštačke pri čemu dominira beli bor.

Velika Britanija – Površina šuma i šumskog zemljišta u Velikoj Britaniji iznosi 2.865.000 hektara. Četinarske šume su zastupljene na 1.555.000 hektara, šume u kojima dominiraju lišćari na 1.100.000 hektara, dok su mešovite zastupljene na 210.000 hektara [11].

Dominantna vrsta u Velikoj Britaniji je hrast, koji je na siromašnim krečnjačkim zemljištima zamenjen bukvom (posebno na jugoistoku i centralnom delu zemlje). Pored hrasta i bukve na severu i zapadu zemlje zastupljen je i jasen. Zastupljeni su i javor i brest, kao i breza. Od četinarskih vrsta uglavnom je zastupljen beli bor (na najsuvljim staništima u Škotskoj). Na jugu je unet *Pinus laricio*, na području Highland-a unet je Evropski ariš, dok su za pošumljavanje tresetišta korišćena sitka (*Picea sitkaensis*). Na istoku su unete duglazija i japanski ariš.

Irska – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Irskoj iznosi 669.000 hektara. Šume u kojima dominiraju četinari zastupljene su na 561.000 hektara, u kojima dominiraju lišćari na 96.300 hektara, dok su mešovite zastupljene na 11.400 hektara [11].

Šume su zastupljene na siromašnim zemljištima koja nisu pogodna za poljoprivrednu proizvodnju. U podignutim plantažama dominiraju *Picea excels*, *Picea sitchensis*, *Larix europaea*, *Larix leptolepis*, *Pinus sylvestris*, *Pinus murrayana*. Od lišćara najzastupljeniji su hrast, jasen i bukva.

Švajcarska – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Švajcarskoj iznosi 1.186.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 502.000 hektara, lišćari na 235.000 hektara i mešovite sastoje na 448.000 hektara.

5.1.4.1.1 Broj požara i opožarene površine na području srednje Evrope

Broj šumskih požara najveći je u Nemačkoj dok je najmanji u Danskoj – bez požara (Tabela 10). Najveća opožarena površina je u Velikoj Britaniji, a najmanja u Danskoj – bez požara, i Holandiji (Tabela 11).

Tabela 10. Broj šumskih požara u zemljama srednje Evrope

Godina	Zemlja							Ukupno
	Nemačka	Danska	Holandija	Belgija	V.Britanija	Irska	Švajcarska	
	Broj požara							
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
Ukupno	12420	0	3	5	59	53	1493	12420
Prosečno	828	0	0	0	4	4	100	828

Izvor: [25], Kalkulacija autora

Tabela 11. Opožarena površina (u hektarima) u zemljama srednje Evrope

Godina	Zemlja							Ukupno
	Nemačka	Danska	Holandija	Belgija	V.Britanija	Irska	Švajcarska	
	Broj požara							
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
Ukupno	5404	0	566	2289	32349	31830	2446	5404
Sr. vrednost	360	0	51	153	2157	2122	163	360

Izvor: [25], Kalkulacija autora

U Nemačkoj je do pre nekoliko godina spaljivanje biljnih ostataka u šumi je bilo dozvoljeno, što je imalo za posledicu širenje požara na šume. Obnova travnjaka i pašnjaka korišćenjem požara se pojavljuje u Baden-Warttemberg [52]. Svetska baština UNESCO-a u dolini Srednje Rajne takođe se tretira kontrolisanim spaljivanjem [53]. Na osnovu analize spaljenih površina konstatovano je da je biodiverzitet stabilan ili se povećava nakon propisanih spaljenih intervencija. Kontrolisano spaljivanje takođe

ostvaruju većinu svojih direktnih ciljeva regeneracije ili održavanja otvorenih predela u turističke svrhe uz razumne troškove.

U Danskoj nisu registrovani požari na otvorenom.

Najveći deo površina u Holandiji je u vlasništvu države [54], a 40% je pod poluprirodnom vegetacijom na toplim staništima. Glavni cilj je očuvanje određenih biljnih vrsta kao što je *Arnica montana* i pojedinih vrsta insekata. Požari na području Holandije nastaju uglavnom usled vojnih aktivnosti, zbog čega su one ograničene isključivo na zimski period posle dozvole lokalnih vlasti i vatrogasnih službi.

Požari na području Velike Britanije nastaju kao rezultat paljenja pašnjaka za ispašu stoke, ovaca i divljači. Još uvek je raširena praksa spaljivanja grana i pripreme zemljišta za pošumljavanje ili prirodnu regeneraciju. U Škotskoj se spaljuje slama na njivama, praksa koja je prestala sa korišćenjem u Engleskoj i Velsu. Sa ovih površina pod uticajem vetra, vatra se širi i na šumske površine. Kontrolisano spaljivanje korišćeno je i kod zaustavljanja bolesti papaka kod jelena, kao i uništavanje borovnice za pripremu staništa za tetreba. Postupak kontrolisanog korišćenja požara razvio se na osnovu američkog i australijskog metoda [55].

5.1.5 Zemlje severne Evrope

5.1.5.1 Ekološke karakteristike

Norveška – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Norveškoj iznosi 12.000.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 5.372.000 hektara, lišćari na 4.497.000 hektara i mešovite šume na 2.131.000 hektara [11].

Najrasprostranjenije vrste drveća su smrča, beli bor i breza. Izdvojene su tri zone vegetacije kao posledica geografske širine, visine i udaljenosti od mora.

Viši regioni su pokriveni mahovinom i lišajevima. Od raštrkanog drveća zastupljene su breza, vrba i kleka. *Dryas octopetala* je karakteristična vrsta ove zone. Na nižim nadmorskim visinama (ispod ove zone) zastupljena u proređenim sastojinama breza, jova, trepetljika, jarebika. Znatno niže raspoređeni su četinari od kojih je najvažniji beli bor i smrča. Na zapadnoj obali smrča i beli bor se nalaze u mešovitim sastojinama sa lužnjakom, lipom, javorom i leskarima.

Švedska – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Švedskoj iznosi 30.919.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 23.175.000 hektara, lišćari na 2.200.000 hektara i mešovite šume na 5.554.000 hektara [11].

Klimatski uslovi omogućavaju šumsku vegetaciju da se nalazi na celoj teritoriji. Vegetacioni period na jugu ima 240, a na severu 130 dana. U području sa kratkim vegetacionim periodima rastu drvenaste vrste u vidu žbunja.

Razlikuju se četiri šumske zone:

1. **Zona breza.** Ova zona nije uključena u ukupnu površinu šuma. Zemljište je uglavnom golo, sa grmolikim brezama, bez ekonomske vrednosti. Ovu zonu, koja se nalazi u planinskom severozapadu, koriste Laponci kao pašnjake.
2. **Šume četinara** su zastupljene do 60° severne širine. Najzastupljenije vrste su smrča i beli bor koje najčešće rastu u mešovitim sastojinama. Bor naseljava suvlja i siromašnija zemljišta, a smrča bogatija, vlažnija i na većim visinama. Breza (*Betula verrucosa* i *Betula pubescens*) je svuda zastupljena.
3. **Šume četinara na jugu** sastavljene su od mešovitih šuma bora i smrče, u kojima ima oko 10% breze i 4% ostalih lišćara. Na pojedinim područjima zastupljen je i hrast lužnjak. Na bogatijim zemljištima javlja se i bukva (u prelaznoj zoni ka lišćarima).
4. **Zona bukve** čine prirodne mešovite sastojine hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka, bukve, jasena i javora. Pošumljavanja u ovoj zoni vršena je uglavnom smrčom.

Finska – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Finskoj iznosi 23.311.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 1.851.000 hektara, lišćari na 1.612.000 hektara i mešovite šume na 3.186.000 hektara [11].

Šumske površine na severu zemlje se ne koriste zbog malog prirasta i loših pristupnih saobraćajnica. Ove površine predstavljaju zaštićena područja.

Na šume najveći uticaj imaju klimatske karakteristike Finske. Na jugu, na obali Baltika, zastupljene su šume lišćara sa hrastom, jasenom i javorom. Na najvećem delu zemlje prostiru se šume od *Pinus sylvestris* u kojima se *Betula verrucosa*, *Betula pubescens* javljaju kao pionirske vrste.

Na požarištima naseljavaju se *Alnus incana* i *Populus tremula*, dok na severu zemlje šume ustupaju mesto tundri (na severu se sve više prostire breza koja na krajnjoj zoni rasprostiranja šuma formira žbunaste formacije). Beli bor (*Pinus sylvestris*) se

prostire do jezera, a smrča do 68° severne širine. Javor, hrast i jasen se prostire do 62°, lipa do 63.5° ali kao vrsta koja se razmnožava semenom.

U Finskoj, u cilju proizvodnje katrana šumske površine su paljene sve do polovine XIX veka. Na ovim površinama su (tada) sejani ječam i raž. Posledica je da su šume u južnom delu Finske relativno mlade (započele su svoj razvoj u toku druge polovine XIX veka). Smrča je naselila borove sastojine kao donja etaža. Šume u severnim delovima su znatno starije, ali su i manje pristupačne.

Litvanija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Litvaniji iznosi 2.045.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 1.851.000 hektara, lišćari na 1.612.000 hektara i mešovite šume na 3.186.000 hektara [11].

Smrča je zastupljena na 42% površine, dok su tvrdi lišćari zastupljeni na 4-5%. U državnim šumama šume lišćara su na 67%, dok su četinari na 33%. U privatnim šumama 52% su četinari, a na 48% lišćari.

Letonija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Letoniji iznosi 3.149.700 hektara. Četinari su zastupljeni na 1.389.600 hektara, lišćari na 1.308.300 hektara i mešovite šume na 451.800 hektara [11].

Bor je zastupljen na 28.9%, a jela na 17% ukupne površine pod šumom. Od lišćara najzastupljenija je breza (27.9%), javor (7.7%), crna i bela jova (5.1% i 9.8%), jasen (0.8%) i hrast (0.7%).

Estonija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Estoniji iznosi 2.358.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 828.000 hektara, lišćari na 922.000 hektara i mešovite šume na 598.000 hektara [11].

Od vrsta belog bora (*Pinus sylvestris*) je zastupljen na 38%, smrča (*Picea abies*) na 24%, breza (*Betula pendula* i *Betula pubescens*) na 30, odnosno 27%, trepetljika (*Populus tremula*) na 1.6% i jova (*Alnus incana*) na 4.1% ukupne površine.

5.1.5.1.1 Broj požara i opožarene površine na području severne Evrope

Broj šumskih požara najveći je u Švedskoj dok je najmanji u Estoniji (Tabela 12). Najveća opožarena površina je u Švedskoj, a najmanja u Litvaniji (Tabela 13).

Tabela 12. Broj šumskih požara

Godina	Zemlja						
	Norveška	Švedska	Finska	Litvanija	Letonija	Estonija	Ukupno
	Broj požara						
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
Ukupno	1658	67905	20836	6957	10443	1376	139295
Sr. vrednost	111	4527	1894	464	696	92	9286

Izvor: [25], Kalkulacija autora

Tabela 13. Opožarena površina (u hektarima)

Godina	Zemlja						
	Norveška	Švedska	Finska	Litvanija	Letonija	Estonija	Ukupno
	Broj požara						
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
Ukupno	12891	44513	8566	3806	10087	7831	117814
Sr. vrednost	859	2968	779	254	672	522	7854

Izvor: [25], Kalkulacija autora

U Švedskoj početkom 1800. godine počinje korišćenje zemljišta gde dominira industrijsko šumarstvo. Razvijena je mreža puteva za izvoz drvene građe i stvoreni su efikasni sistemi za blagovremeno suzbijanje požara. U gazdovanju šumama u prošlosti dominiralo je spaljivanje biljnih ostataka posle seče, a vraćanje na prethodnu površinu je bilo oko 58 godina, odnosno godišnje je spaljivano oko 1.7% ukupne šumske površine. Prestankom korišćenja ove prakse uzrokovalo je nestanak pa i izumiranje mnogih vrsta čiji je životni ciklus bio vezan za vatru (uglavnom bezkičmenjaka). Još jedan efekat je konstatovan kao negativan, a to je odsustvo sukcesije vegetacije posle požara i javljanjem vrsta kao što su breza, trepetljika i vrbe tako da su danas ove vrste postale retkost. Ptica *Oendrocopus leucotos* je na ivici izumiranja i ograničena je na starije listopadne sastojine, dok je u prošlosti bila česta u celoj zemlji. Prema švedskim sertifikacionim kriterijumima u okviru Saveta za upravljanje šumama potrebno je spaliti 5% godišnje površine pod šumama za regeneraciju.

U Finskoj propisano paljenje površina predloženo je u raznim uputstvima i programima za zaštitu šuma, sertifikaciji šuma gde je navedeno da će usred klimatskih promena doći do povećanja rizika od šumskih požara u budućnosti. Istražuje se

moćnost sprećavanje, prevencije i smanjenje rizika od šumskih požara ali uvođenje kontrolisanog paljenja zbog povećanja biodiverziteta.

U Litvaniji tokom požarne sezone primenjuju se kontrolne mere šuma posebno na tresetnim zemljištima. Šume na ovakvim zemljištima su posebno osetljive jer mogu dovesti do velikih i dugotrajnih šumskih požara. Evidentan je neostatak protiv požarne opreme jer gašenje tresetišta zahteva veliku količinu vode. Praktično ovi požari se najčešće gasе prirodno posle obilnih padavina.

5.1.6 Zemlje Istočne Evrope

5.1.6.1 Ekološke karakteristike

Ruska federacija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Ruskoj federaciji iznosi 882.975.200 hektara. Četinari su zastupljeni na 442.867.000 hektara, lišćari na 213.647.000 hektara i mešovite šume na 226.461.000 hektara [11].

Ukrajina – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Ukrajini iznosi 9.616.000 hektara. Četinari su zastupljeni na 3.554.000 hektara, lišćari na 5.009.000 hektara i mešovite šume na 1.053.000 hektara [11].

Dominantna vrsta je beli bor (*Pinus sylvestris*) i zauzima 33% ukupne površine. Srednjedobne monokulture belog bora predstavljaju veliki rizik od izbijanja šumskih požara [56]. Od ostalih vrsta zastupljena je smrća (*Picea abies*) na 7.5%, uglavnom na Karpatima [57].

Belorusija – Ukupna površina šuma i šumskog zemljišta u Belorusiji iznosi 8.935.300 hektara. Četinari su zastupljeni na 4.325.600 hektara, lišćari na 3.836.600 hektara i mešovite šume na 772.9000 hektara [11].

Dominantne vrste su *Pinus sylvestris* (56%) i *Picea abies* (11%). Breze (*Betula* spp.) su zastupljene u većim grupama u zoni lišćarskih vrsta sa 18% [58].

5.1.6.1.1 Broj požara i opožarene površine na području istočne Evrope

Broj šumskih požara (Tabela 14) kao i opožarena površina (Tabela 15) je najveća u Ruskoj federaciji, dok su najmanji u Belorusiji.

Tabela 14. Broj šumskih požara za analizirani period 1991-2015.

Godina	Država			Ukupno
	Ruska federacija	Ukrajina	Belorusija	
	Broj požara			
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
Ukupno	451373	60120	26390	419044
Srednja vrednost	90275	12024	5278	

Izvor: [25], Kalkulacija autora

U Zapadnoj Rusiji mnoge površine pod tresetom su bile iscrpljene šezdesetih godina HH veka za poljoprivredu i proizvodnju bioenergije. Mnoge od ovih prethodno kultivisanih zemljišta su napuštene ali nisu vrećene u izvorni karakter močvara. Napuštena tresetišta omogućila su oporavak borovih šuma (u procesu sukcesije vegetacije). Na ovaj način su stvorena nova požarna žarišta koja paljenjem usled klimatskih promena, dovode do procesa uništenja tresetne podloge i nepovratno nestajanje ovih staništa. Ovaj problem je naročito značajan jer ugljen-dioksid koji se tom prilikom oslobađa ostaje u atmosferu i predstavljaće najveći problem u povećanju ugljen-dioksida u atmosferi i izazvaće još drastičnije klimatske promene na globalnom nivou. Čvrste čestice koje sadrže ugljenik, proizvod nepotpunog sagorevanja biomase i fosilnih goriva, transportuju se na Antartik preko dima i ostaju u atmosferi oko nedelju dana. Tokom ovog vremena mogu znatno da poremete lokalne klimatske uslove.

Tabela 15. Opožarena površina (u hektarima) za analizirani period 1991-2015.

Godina	Država			Ukupno
	Ruska feredacija	Ukrajina	Belorusija	
	Opožarena površina (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
Ukupno	38678838	150500	100830	38930168

Srednja vrednost	7735768	30100	20166	
------------------	---------	-------	-------	--

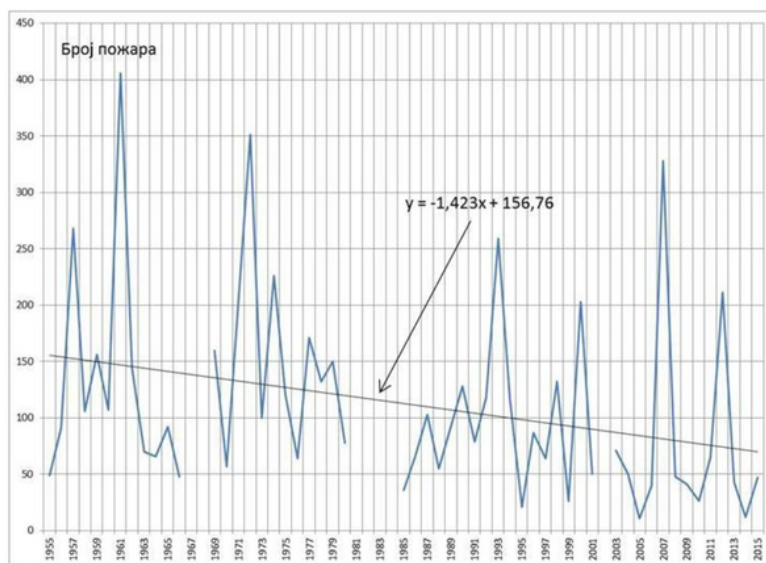
Izvor: [25], Kalkulacija autora

Što se tiče požara u Ukrajni najveći problem su požari koji su zahvatili područja koja su pretrpela radioaktivna zagađenja od nuklearne katastrofe u Černobilu. Čvrste čestice nastale tokom požara na otvorenom pored zagađenja transportuju i radioaktivne čestice (cezijum 137) na šire prostore preko Belorusije do Finske.

5.2. ANALIZA ŠUMSKIH POŽARA U SRBIJI

5.2.1 Broj požara i opožarena površina na području Srbije

Zakovitosti pojave požara i veličina opožarene površine može se utvrditi na osnovu objektivne i ažurirane statistike [16]. Za područje Srbije, međutim, statistički podaci nisu uvek na odgovarajućem nivou, naročito kada se ima u vidu period posle 2. Svetskog rata. Za vremenski period od 1945. do 1955. postoje samo podaci za područje Srbije bez Autonomnih pokrajina. Za kasnije periode nedostaju podaci za 1967. i 1968. godinu, ili njihov prikaz nije dat po jedinstvenoj metodologiji (prikazu). Veliki deo nedostajućih podataka za period 1967-1975, kompletiran je na osnovu podataka „Šumski požari u Jugoslaviji“, koji su dobijeni korišćenjem podataka Saveznog sekretarijata za unutrašnje poslove i „izveštaja stručnih službi republičkih i pokrajinskih sekretarijata za poljoprivredu, prehrambenu industriju, šumarstvo, vodoprivredu, odnosno privredu, gde takode nisu uvek bili kompletni podaci“ [16]. Poseban problem predstavlja odsustvo podataka za područje Kosova i Metohije u periodu od 1999. do 2015. godine (Grafikon 3).



Izvor: Original

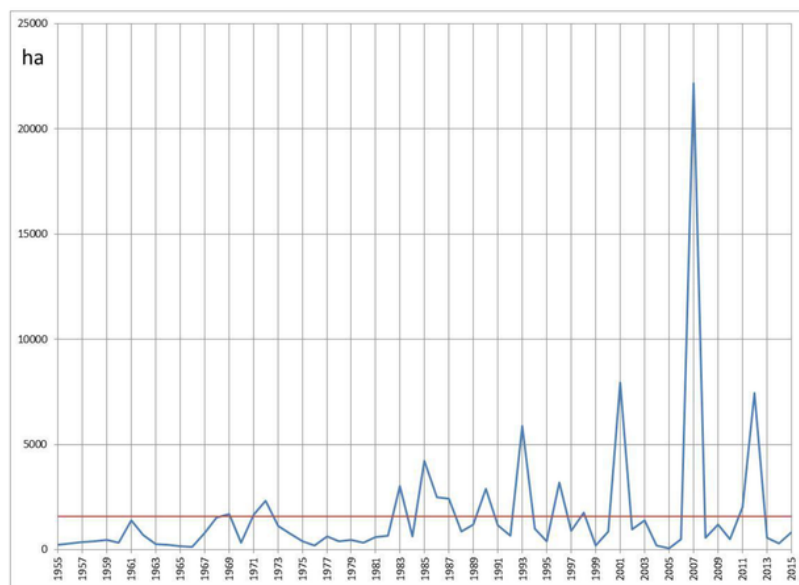
Grafikon 3. Broj požara u analiziranom periodu (1955-2015)

U tabeli 16 dati su podaci o broju požara, kao i ukupnoj i prosečnoj opožarenoj površini za period od 1955. do 2015. godine. U Republici Srbiji u ovom periodu izbilo je ukupno 6043 požara od čega je 4357 registrovano na području centralne Srbije, 857 na području Vojvodine i 784 na području Kosova i Metohije⁴.

Ukupna opožarena površina za ovaj period iznosi 96239 ha. U centralnoj Srbiji opožarena površina je iznosila 76576 hektara, na Kosovu 7263, a na području Vojvodine 14392 hektara (Grafikon 4). Prosečna opožarena površina za Srbiju iznosi 17.2 ha, za centralnu Srbiju iznosi 19.0 ha, za područje Kosova 6,2 ha i za Vojvodinu 18,0 ha (Grafikon 5).

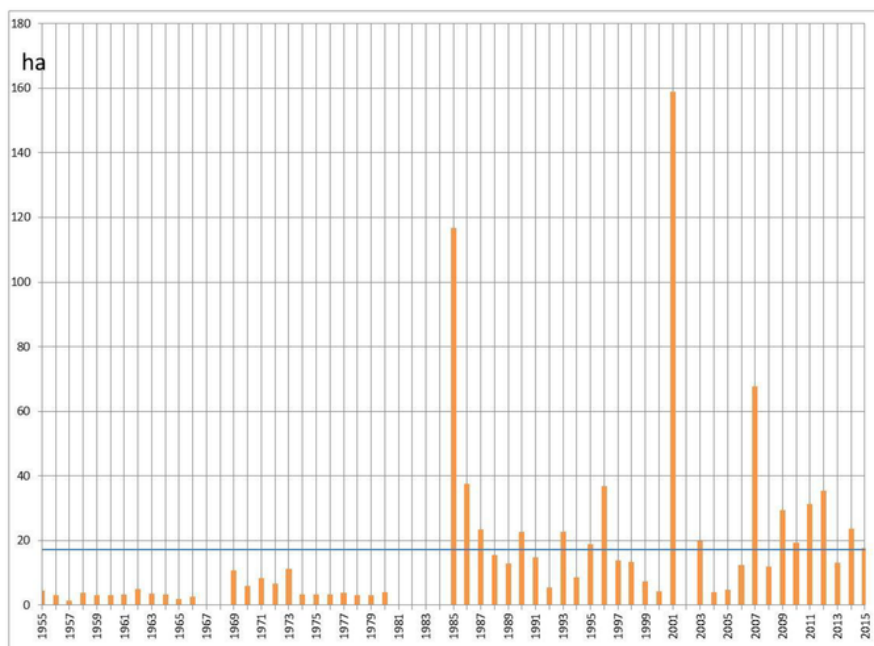
Ukupan broj požara po desetogodišnjim periodima prikazan je u Tabeli 17 i na Grafikonu 6. Najveći broj požara zabeležen je u periodu od 1955 – 1965. godine (1555). Međutim najveća opožarena površina zabeležena je u periodu od 2006-2015. godine (36111 hektara) (Grafikon 7.). U ovom periodu je i najveća prosečna površina požarišta (Grafikon 8 i Tabela 18). To ukazuje da su šumski požari i pored manjeg broja pojava daleko razorniji i izazivaju znatno veće štete u šumskim ekosistemima.

⁴ Za područje Kosova i Metohije nisu dostupni podaci za period od 1999 do 2015. godine, kao i podaci o broju požara za područje Srbije za 1967, 1968, 1981, 1982, 1983, 1984 i 2002. godinu.



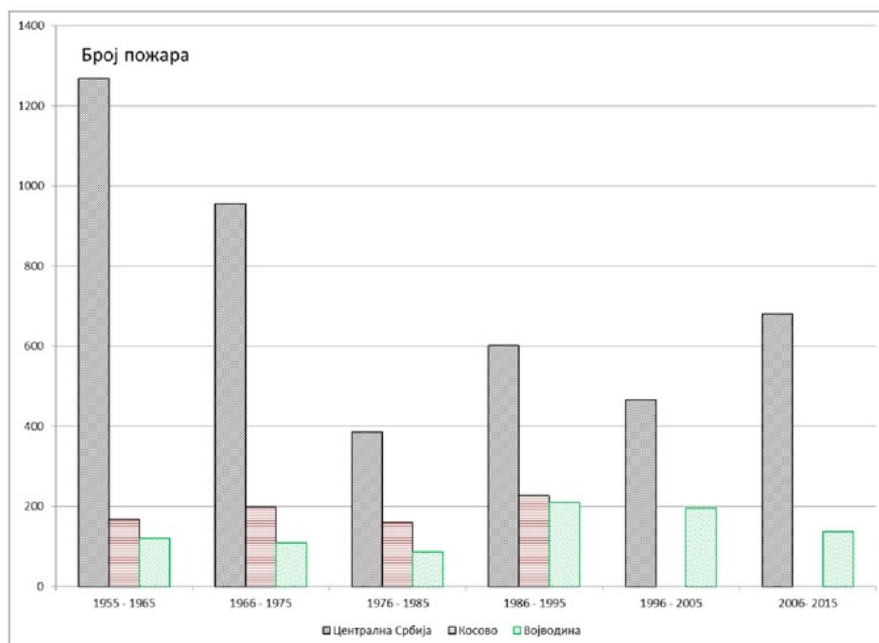
Izvor: Original

Grafikon 4. Opožarena površina u analiziranom periodu (1955-2015) u ha



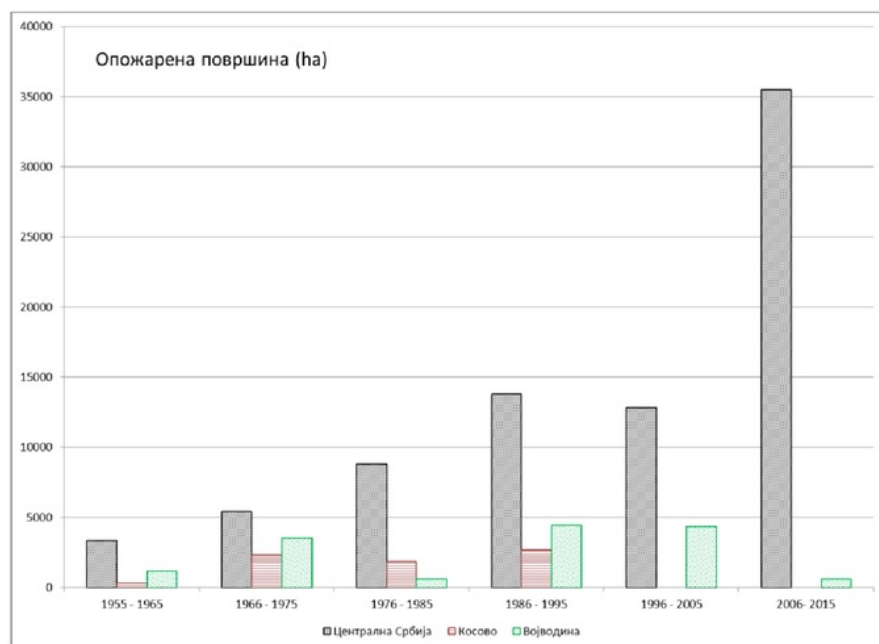
Izvor: Original

Grafikon 5. Prosečna opožarena površina u analiziranom periodu (1955-2015) u ha



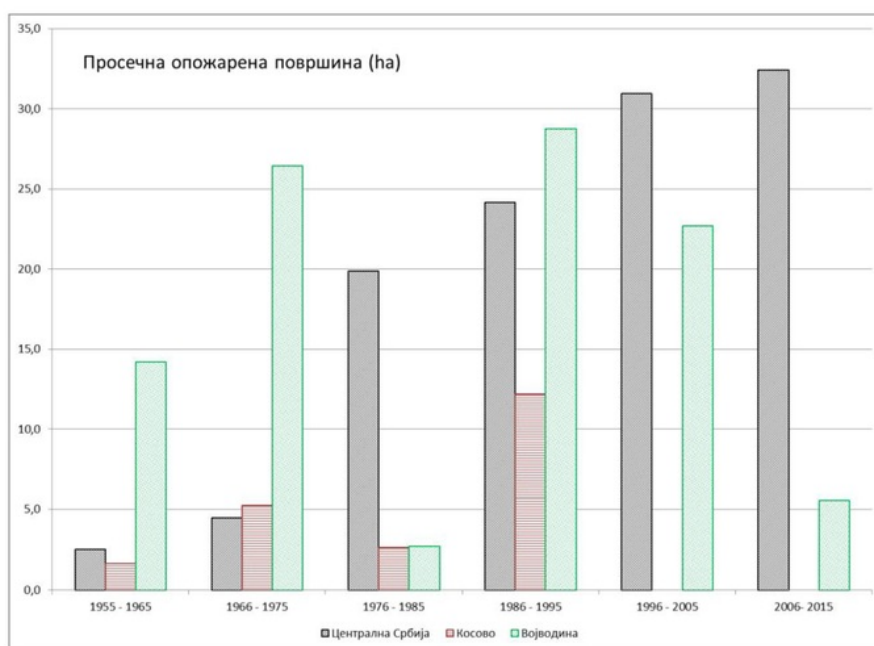
Izvor: Original

Grafikon 6. Број пожара по територијалним целинама и десетогодишњим периодима



Izvor: Original

Grafikon 7. Опожарена површина по територијалним целинама и десетогодишњим периодима



Izvor: Original

Grafikon 8. Prosečna opožarena površina po teritorijalnim celinama i desetogodišnjim periodima

Tabela 16. Broj šumskih požara i opožarena površina u hektarima za period od 1955-2015

Godina	Centralna Srbija	Kosovo	Vojvodina	Ukupno	Centralna Srbija	Kosovo	Vojvodina	Ukupno	Centralna Srbija	Kosovo	Vojvodina	Ukupno
	Broj požara				Opožarena površina (ha)				Prosečna opožarena površina (ha)			
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	Nema podataka				397	214	200	811				
1968					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

Godina	Centralna Srbija		Kosovo	Vojvodina	Ukupno	Centralna Srbija		Kosovo	Vojvodina	Ukupno	Centralna Srbija		Kosovo	Vojvodina	Ukupno
	39		Broj požara												
			Opožarena površina (ha)												
Prosečna opožarena površina (ha)															
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	Nema podataka														
1982															
1983															
1984															
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			

Nema podataka

Tabela 17. Ukupan broj požara, ukupna i prosečna opožarena površina u desetogodišnjim periodima

Godina	Centralna Srbija	Kosovo 39	Vojvodina	Ukupno	Centralna Srbija	Kosovo	Vojvodina	Ukupno	Centralna Srbija	Kosovo	Vojvodina	Ukupno
	Broj požara				Opožarena površina (ha)							
					Prosečna opožarena površina (ha)							
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

Izvor: Original, Kalkulacija autora

Tabela 18. Prosečan broj požara, prosečna opožarena površina i prosečna opožarena površina u desetogodišnjim periodima

Godina	Centralna Srbija		Kosovo 39	Vojvodina		Ukupno	Centralna Srbija		Kosovo	Vojvodina		Ukupno	Centralna Srbija		Kosovo	Vojvodina		Ukupno	
			Broj požara					Opožarena površina (ha)					Prosečna opožarena površina (ha)						
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

Izvor: Original, Kalkulacija autora

Godine sa najvećom izgorelom površinom u hektarima su 2007, 2001. i 2012. U ovom periodu izgorelo je 37.565 hektara ili 39.08% od ukupno izgorele površine. Ova analiza ukazuje na obim šteta od šumskih požara koje se u pojedinim godinama mogu okarakterisati kao prirodna katastrofa.

5.2.2 Opožarena površina prema vrsti požara i vlasništvu

U Tabeli 19 prikazana je opožarena površina u hektarima po vrsti požara i vlasništvu.

Tabela 19. Opožarena površina u hektarima i vlasništvo

God.	Ukupno	Opožarena površina u hektarima							
		Ukupno		Državne šume			Privatne šume		
		Prizemni	Visoki	Ukupno	Prizemni	Visoki	Ukupno	Prizemni	Visoki
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
Ukupno	86753	67542	19247	48129	34965	13154	38847	32577	6270

Izvor: Original, Kalkulacija autora

5.2.3 Opožarena površina prema tipovima šuma

Opožarena površina prema tipovima šuma, vlasništvu i vrsti požara prikazana je u Tabelama 20-25. Od ukupne opožarene površine u čistim sastojinama lišćara prizemni požar u državnim šumama je zastupljen sa 88.9% ukupnog broja požara u analiziranom periodu. Visoki požar je u državnim šumama zastupljen sa 58.6%, dok je u privatnim zastupljen sa 41%. Najzastupljeniji su požari u bukovim šumama. U državnim šumama bukve prizemni požar zastupljen je na 22.9% ukupno opožarene površine čistih sastojina, dok su u privatnim šumama prisutne na 12.7%. Visoki požar u bukovim šumama je zastupljen sa 4.6% (u državnim), odnosno 1.6% (u privatnim).

U hrastovim šumama prizemni požar zastupljen je na 18.6% (državne šume), odnosno 19.5% (privatne šume). Visoki požar bio je na 0.5% u državnim šumama i 2.5% u privatnim šumama.

U šumama ostalih tvrdih lišćara, šumama topole i ostalim mekim lišćarima u državnim šumama je bilo prizemnog požara na 9.6%, dok je u privatnim bio zastupljen sa 6.7%. Visoki požar državnim šumama bio je zastupljen na 1.4%, a u privatnim na 0.6% (Tabela 20).

Od ukupne opožarene površine u čistim sastojinama četinarica prizemni požar u državnim šumama je zastupljen sa 26.6% ukupnog broja požara u analiziranom periodu. Visokim požar je u državnim šumama zastupljen sa 37.3%, dok je u privatnim zastupljen sa 29.7%. Najzastupljeniji su požari u šumama crnog bora. U državnim šumama crnog bora prizemni požar zastupljen je na 9.7% ukupno opožarene površine čistih sastojina, dok su u privatnim šumama prisutne na 14.2%. Visoki požar u šumama crnog bora je zastupljen sa 21.9% (u državnim), odnosno 2.1% (u privatnim). U šumama belog bora prizemni požar zastupljen je na 9.9% (državne šume), odnosno 9.1% (privatne šume). Visoki požar bio je na 8.5% u državnim šumama i 3.2% u privatnim šumama. U šumama smrče u državnim šumama je bilo prizemnog požara na 5.2%, dok je u privatnim bio zastupljen sa 6.3%. Visoki požar državnim šumama smrče bio je zastupljen na 2.3%, a u privatnim na 0.5%. Najmanje opožarene površine konstatovane su u šumama jele, kao i šumama ostalih četinarskih vrsta (Tabela 21).

Od ukupne opožarene površine u mešovitim sastojinama lišćara prizemni požar u državnim šumama je zastupljen sa 32.7% ukupnog broja požara u analiziranom

periodu. Visoki požar je u državnim šumama zastupljen sa 12.6%, dok je u privatnim zastupljen sa 20.8%. Najzastupljeniji su požari u mešovitim šumama hrastova i ostalih lišćara. U državnim šumama ovog tipa šume prizemni požar zastupljen je na 13.1% ukupno opožarene površine mešovitih šuma lišćara, dok su u privatnim šumama prisutne na 14.2%. Visoki požar zastupljen je sa 4.8% (u državnim i u privatnim šumama). U mešovitim šumama bukve prizemni požar zastupljen je na 10.2% (državne šume), odnosno 13.3% (privatne šume). Visoki požar bio je na 2.0% u državnim šumama i 4.5% u privatnim šumama. Mešovite šume bukve obuhvataju sastojine u kojima se pored bukve javljaju još i hrastovi kao i sastojine sa ostalim lišćarima (Tabela 22).

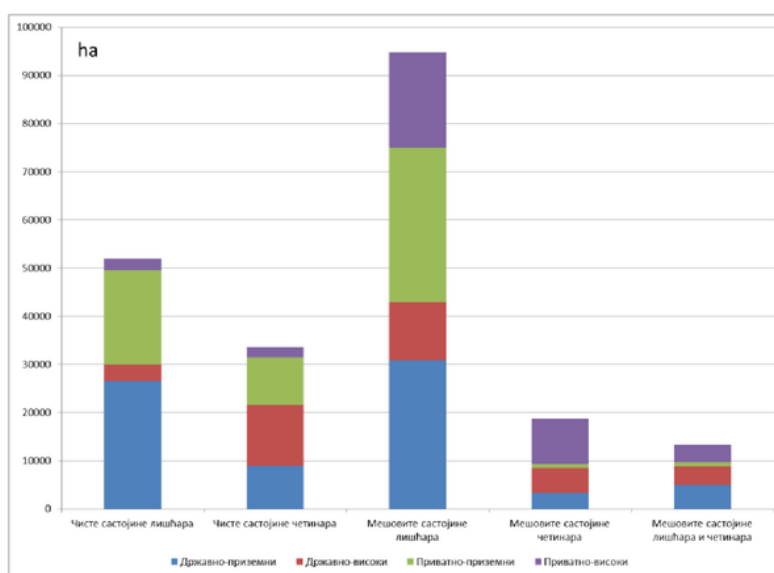
Od ukupne opožarene površine u čistim sastojinama lišćara prizemni požar u državnim šumama je zastupljen sa 17.4% ukupnog broja požara u analiziranom periodu. Visokim požar je u državnim šumama zastupljen sa 28.3%, dok je u privatnim zastupljen sa 50.2%. Najzastupljeniji su požari definisani kao „ostali četinari“. U državnim šumama ovog tipa prizemni požar zastupljen je na 5.7% ukupno opožarene površine, dok su u privatnim šumama prisutne na 1.1%. Visoki požar u šumama „ostalih četinara“ je zastupljen sa 12.7% (u državnim), odnosno 46.6% (u privatnim). U mešovitim šumama crnog bora i belog bora prizemni požar zastupljen je na 8.3% (državne šume), odnosno 1.1% (privatne šume). U ovom tipu šuma visoki požar je zastupljen na 12.9% u državnim šumama i na 2.9% u privatnim šumama. U mešovitim šumama smrče i jele u državnim šumama prizemni požar je bio zastupljen na 3.5%, a u privatnim šumama sa 1.8%. Visoki požar u mešovitim državnim šumama smrče i jele bio je zastupljen na 2.5%, a u privatnim na 0.7% (Tabela 23).

Od ukupne opožarene površine u mešovitim šumama lišćara i četinara prizemni požar u državnim šumama je zastupljen sa 37.6%. Visokim požar je u državnim šumama zastupljen sa 29.3%, dok je u privatnim zastupljen sa 27.7%. Najzastupljeniji su požari u mešovitim šumama smrče, jele i bukve. U državnim šumama ovog tipa prizemni požar zastupljen je na 14.6%, dok su u privatnim šumama prisutne na 22.2%. Visoki požar u mešovitim šumama smrče, jele i bukve zastupljen sa 8.3% (u državnim), odnosno 22.2% (u privatnim). U mešovitim šumama ostalih lišćara i četinara prizemni požar zastupljen je na 13.6% (državne šume), odnosno 2.1% (privatne šume). Visoki požar bio je na 15.0% u državnim šumama i 3.7% u privatnim šumama.

U mešovitim šumama crnog bora, belog bora i hrasta prizemni požar je u periodu od 1985 do 2015. godine bio zastupljen na 9.3%, dok je u privatnim bio zastupljen sa 0.9%. Visoki požar u državnim šumama ovog tipa mešovitosti zastupljen je na 5.9%, a u privatnim na 1.8% (Tabela 24).

Podaci o opožarenoj površini, s obzirom na promenjenu strukturu podataka prikazana je u Tabeli 25.

Na grafičkom prikazu (Grafikon 9) vidi se da je najveća površina obuhvaćena požarima bila u mešovitim sastojinama liščara (44.6%), zatim čistim sastojinama liščara (24.5%), čistim sastojinama četinarara (15.8%), mešovitim sastojinama četinarara (8.8%), dok je najmanje bio u mešovitim sastojinama liščara i četinarara (6.3%).



Izvor: Original

Grafikon 9. Zastupljenost opožarene površine u hektarima po tipovima šuma, vlasništvu i vrsti požara

Tabela 20. Opožarene površine u čistim šumama lišćarskih vrsta (u hektarima)

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

God.	Čiste sastojine						Bukva						Hrastovi						OTL						Topola						OML											
	20						Privatne						Državne						Privatne						Državne						Privatne						Državne					
	Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne					
	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V				
1997	342	3	240				7			5				225	7			61	3	3		252			17								17					7				
1996	834	332	267				266			33				216	95			343	320	3		121	12		9								9				15					
1995	53		122				4			109				12	14			9		1		3			23																	
1994	562	6	89				252			61				9	103	2		31	4	19		82			94																	
1993	1394	147	842	168			850	102		72				713	407	41		121	4	57	15	16																				
1992	132	249	14				21	242		1				12	78			13		1		20															7					
1991	422	32	130	260			20			4	1			33	44			74		93	52	207			77	32																
1990	1633	69	369	49	362	8	362			112				223	44	143	1	34	5	30		30			91																	
1989	236	1	635	22	13	1	132			4				381	9			36		36		50			32										7							
1988	591	2	239	228	70		374			1	180			110	20	136		123	26	4	2	7			7									5	2							
1987	2614	65	125	79	1510	60	966	4		28				48	71	117	1	48	1	7					14											7						
1986	537	98	210	483	86	5	85	1		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						
Ukupno	26600	3378	19679	2382	11919	2381	11919	2381	6654	860	9706	287	10158	1291	2820	663	3152	313	1478	19	85	1478	19	85	0	681	47	237	9													

Izvor: Original, Kalkulacija autora

Tabela 21. Opožarene površine u čistim šumama četinarskih vrsta (u hektarima)

[illegible]

Godina	20 Čista sastojine				Smrča				Jela				Crni bor				Beli bor				Ostali četinari			
	Državne		Privatne		Državne		Privatne		Državne		Privatne		Državne		Privatne		Državne		Privatne		Državne		Privatne	
	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V
1993	634	753	426	24	286	405	28																	
1992	73	619	165		19	20																		
1991	47	9	3	20	8		3	2																
1990	2030	1235	123	221	84	27	12	1	9															
1989	110	56	207	22	8		16		6															
1988	736	305	96	56	66	32	3																	
1987	723	667	4033	256	87	10	2002	2	3	2														
1986	544	72	173	43	260	5	9																	
1985	425	1850	107	249	156	113	2	100																
Ukupno	8954	12573	9984	2150	1742	763	2110	165	35	2	3	4	3257	7382	4813	719	3346	2874	3048	1081	614	1546	10	180

Izvor: Original, Kalkulacija autora

Tabela 22. Opožarene površine u mešovitim sastojinama lišćara (u hektarima)

Godina	Mešovite sastojine lišćara						Bukve - hrasta i ostalih lišćara						Bukve - ostalih lišćara						Hrasta - ostalih lišćara						Ostalih lišćara					
	Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne		
	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P
2015	357			5						3									2			357								
2014	36	1	86							70								8												
2013	71		147							4			70																	
2012	414	37	669	6		6	220	37	192	6												192								
2011	286		293						155			39				58						204								
2010	2		10																											
2009	16		18							15																				
2008	172		103							81																				
2007	2276	44	3782	5		5	705	12	2385	1	216				195	1					524	32	1078	2	831				124	1
2006	184		1				95														60									
2005	3		21												20						1									
2004	47		48						30						10						21									
2003	54		284				6		189						12						40									
2002																														
2001	232		2689				153		178		10										10									
2000	2332	4	2089	333		4	479	4	601	111	272				30						650									
1999	62		62				30		30																					
1998	450		913				162		818		1				1						117									
1997	126		337				75		317		5										45									
1996	545		374				149		180		48				7						35									
1995	85		116				81		70												26									

Godina	Mešovite sastojine lišćara						Bukve - hrasta i ostalih lišćara						Bukve - ostalih lišćara						Hrasta - ostalih lišćara						Ostalih lišćara					
	Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne		
	P	V	18	P	V	20	P	V	18	P	V	20	P	V	18	P	V	20	P	V	18	P	V	20	P	V	18	P	V	20
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								
Ukupno	30935	11975	32123	19714			6575	664	8256	991	3158	1204	4352	3287	12401	4593	13451	4583	9027	5718	3617	10853								

Izvor: Original, Kalkulacija autora

Tabela 23. Opožarene površine u mešovitim sastojinama četinaru (u hektarima)

Godina	M 20 vite sastojine četinaru						Smrče - jela						Crni bor - beli bor						Ostali četinari					
	18 žavne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne			Državne			Privatne		
	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P	P	V	P
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		

Godina	M ²⁰ vite sastojine četnara						Smrče - jela			Crni bor - beli bor			Ostali četinari		
	18 žavne			Privatne			Državne			Privatne			Državne		
	P	V	V	P	P	V	P	V	V	P	P	V	P	V	V
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
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
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
1985	472	1390	175	4138	26	26			172	526	19	14	274	836	156
Ukupno	3264	5301	758	9387	671	465	348	125	1559	2417	202	535	1060	2378	209

Izvor: Original, Kalkulacija autora

Tabela 24. Opožarene površine u mešovitim sastojinama lišćara i četinarara (u hektarima)

Godina	20 tojine lišćara i četinarara				Smrča - jela - bukva				Crni bor - beli bor - hrast				Ostalih četinarara i lišćara			
	18 žavne		Privatne		Državne		Privatne		Državne		Privatne		Državne		Privatne	
	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V
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											
1994	33		175	127	20			2	13						175	125

Godina	20 tojine lišćara i četnara						Smrča - jela - bukva				Crni bor - beli bor - hrast				Ostalih četnara i lišćara			
	18 žavne		Privatne		Državne		P		V		P		V		P		V	
	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V
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	
Ukupno	5005	3897	726	3687	1945	1108	324	2950	1239	787	128	245	1816	2002	274	492		

Izvor: Original, Kalkulacija autora

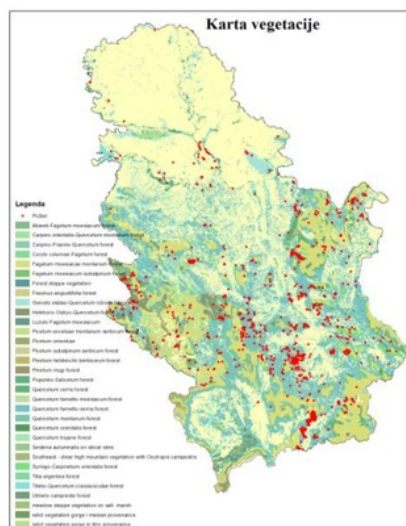
Tabela 25. Opožarene površine u šumama (ha) za period 1980-1984. godine

Tip šume	Godina										Ukupno
	1984.		1983.		1982.		1981.		1980.		
	Svojina										
	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	
Čiste sastojine	733	357	1980	560	904	397	341	197	904	88	6461
Lišćara	391	287	554	369	585	312	131	151	783	59	3622
Bukve	113	6	193	69	357	2	32	12	8	4	796
Hrasta lužnjaka	24		100	55	98	1	21		5		304
Hrasta kitnjaka	6	4	37	72	46	144	21	21	718	12	1081
Cera	4	4	127	115	26	68	15	13	1	10	383
Krupne granice		2	1	5		56		19	8	11	102
Jasena	2		4		12						18
Graba		2			2	5	2		1	19	31
Bagrema	37	50	1	13		36	19	30	7	3	196
OTL	183	219	1	40	11			56	23		533
Topola	21		111		9		8		12		161
Vrba	1		18		1		12				32
OML					23		1				24
Četinara	342	70	1426	191	319	85	210	45	121	29	2838
Smrča	10	19	96	28	36	12	99	2	5	1	308
Jela	3		1								4
Crni bor	198	30	1232	107	243	60	90	34	93	26	2113
Beli bor	92	21	64	1	30	3	9	8	14	2	244
Ostalo	39		33	55	10	10	12	1	9		169
Mešovite sastojine	2427	6430	7556	8996	3556	6517	3977	4084	1568	1473	46584
Lišćara	1821	4975	5595	6920	3029	3655	3494	3659	1300	1272	35720

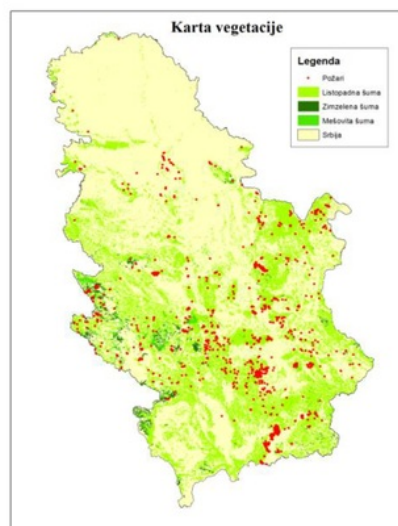
Tip šume	Godina										Ukupno
	1984.		1983.		1982.		1981.		1980.		
	Svojina										
	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	Društveno	Privatno	
Bukve-hrasta-graba	728	926	1280	1611	1126	138	734	584	575	418	8120
Lužnjaka-jasena	72	506	20	36	20	585	1	605	5	1	1851
Kinjaka-graba	21	400	50	47	105	132	11	255	6	27	1054
Granice-cera	219	81	219	259	95	366	61	340	72	163	1875
Ostalo	781	3062	4026	4967	1683	2434	2687	1875	642	663	22820
Četinara	488	1440	1855	2068	436	2831	343	345	227	164	10197
Smrče-jele			109	5	42	43	36		3		238
Belog-ernog bora	86	912	791	238	240	2413	79	80	54	23	4916
Ostalo	402	528	955	1825	154	375	228	265	170	141	5043
Lišćara-četinara	118	15	106	8	91	31	140	80	41	37	667
Smrče-jele-bukve	13	4	8		13	3		30		2	73
Beli-erni bor-hrast	105		47		48	2	25	49	19	33	328
Ostalo		11	3	8	30	26	115	1	22		216
Ukupno	9480	20361	28599	28668	13380	20742	12954	12841	7416	4681	159122

Izvor: Original, Kalkulacija autora

Broj požara i opožarena površina po šumskim zajednicama prikazani su u Tabeli 26 i na kartama 2 i 3.



Karta 2. Karta vegetacije sa registrovanim požarima



Karta 3. Karta vegetacije na osnovu Corine 2012

Tabela 26. Broj požara i opožarena površina (ha) u zavisnosti od šumskih zajednica

Tip šume	Broj požara	Opožarena površina
	%	%
<i>Abiet-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 colurnae-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
Reliktna vegetacija klisura	0.43	0.28
<i>Syringo-Carpinetum orientalis</i>	0.75	0.79
<i>Tilia argentea</i>	0.27	0.04
<i>Tilieto-Quercetum crassiusculae</i>	1.18	2.57

Tip šume	Broj požara	Opožarena površina
	%	%
Ukupno	100.00	100.00

Izvor: Original

Najveća opožarena površina zabeležena je u bukovim sastojinama i to u zajednici *Fagetum moesiaca montanum* 40,64%. Velika opožarena površina zabeležena je ²⁹ i u šumi sladuna i cera (*Quercetum farnetto-cerris*) 29,35% od ukupno izgorele površine.

5.3 KLIMATSKE KARAKTERISTIKE I NJIHOV UTICAJ NA NASTANAK ŠUMSKIH POŽARA

Vremenski uslovi pogodni za nastanak i širenje šumskih požara, karakteriše skup meteoroloških elemenata u uslovima kada oni prelaze određene granične vrednosti. Određivanje graničnih vrednosti svakog elementa najvažnije je za ocenu verovatnoće pojave požara i njegovog brzog širenja u određenom pravcu.

Najvažniji klimatski faktori koji utiču na stepen ugroženosti šuma od požara su: temperatura vazduha, padavine, relativna vlažnost vazduha, oblačnost i vetar, kao i dugi sušni periodi. Svi elementi koji pogoduju nastanku i širenju šumskih požara javljaju se u određenim sinoptičkim situacijama, a najopasnije su one koje nastaju zbog sušnih perioda uz visoke temperature i nisku vlažnost vazduha. Analiza i prognoza takvih situacija i odgovarajućih lokalnih vremenskih prilika osnova je za pravovremeno upozorenje o mogućnosti nastanka i širenja šumskih požara.

Za determinisanje klimatskih karakteristika teritorije Srbije korišćeni su podaci sa 51. meteorološke stanice čije su lokacije i nadmorske visine date u Prilogu 1.

Od analiziranih meteoroloških stanica najmanju nadmorsku visinu ima Negotin (42 mnm), a najvišu Kopaonik (1710 mnm). Obradeni podaci odnose se na period 2005-2015 godine i povezan je sa raspoloživom bazom podataka o šumskim požarima na teritoriji Srbije. Posebnoj analizi podvrgnute su i dnevne vrednosti meteoroloških podataka za klimatološke stanice Beograd, Novi Sad, Loznica, Niš, Vranje i Zlatibor.

5.3.1 Temperatura vazduha

46

Temperatura vazduha je jedan od osnovnih klimatoloških elemenata. Njena direktna funkcionalna zavisnost je vezana za geografsku širinu (bilans zračenja, odnosno dužinu osunčavanja), geografsku dužinu (udaljenost od mora) i nadmorsku visinu.

Visoka temperatura vazduha pomaže bržem gubitku vlage u gorivom materijalu i povećava temperaturu bliže tački paljenja. Produžena suša, direktno osunčavanje i visoka temperatura vazduha stvaraju izuzetno povoljne uslove za nastanak i razvoj šumskih požara.

Za utvrđivanje rizika od šumskih požara, a posebno za planiranje mera zaštite šuma od požara važno je za određena područja pratiti temperature vazduha za jedan duži vremenski period.

Temperatura vazduha u Srbiji, odnosno njen godišnji tok, prvenstveno je uslovljen Sunčevom radijacijom, položajem i reljefom. Najkraći izraz za prikaz toplotnog stanja određenog mesta je srednja godišnja temperatura vazduha. Međutim, ona nije dovoljna za opštu kategorizaciju termičkih uslova, jer temperatura vazduha podleže kolebanju u toku godine. Godišnje periodske promene najbolje se mogu izraziti srednjim mesečnim vrednostima temperature.

Analiza podataka za srednje mesečne temperature vazduha (Tabela 27) pokazala je da je na svim analiziranim stanicama najhladniji januar.

17
Tabela 27. Srednje mesečne i srednje godišnje temperature vazduha
za period 2005-2015.

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
<200 m													
Negotin	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
Bečej	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
Senta	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
Šabac	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
Zrenjanin	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
Kikinda	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
Sremska Mitrovica	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
Veliko Gradište	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
Rimski Šančevi	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
Vršac	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
Bački Petrovac	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
Sombor	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
Bela Crkva	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
Palić	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
Aleksa Šantić	-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
Loznica	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
Smederevska Palanka	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
Čuprija	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
Beograd (opservatorija)	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
Zaječar	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
Kruševac	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
Ljubovija	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
Valjevo	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
Aleksinac	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
Kragujevac	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
Srednja vrednost	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													
Niš	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
Kraljevo	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

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Leskovac	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
Vrnjačka banja	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
Rekovac	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
Bukovička banja	-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
Prokuplje	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
Vlasotince	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
Knjaževac	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
Sokobanja	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
Požega	-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
Žagubica	-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
Aleksandrovac	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
Pirot	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
Kuršumlja	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
Bujanovac	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
Vranje	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
Dimitrovgrad	-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
Ivanjica	-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
Babušnica	-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
Srednja vrednost	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													
Novi Pazar	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
Rudnik planina	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
Srednja vrednost	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													
Zlatibor	-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
Sjenica	-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
Dragaš	-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
Kopaonik	-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
Srednja vrednost	-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

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Vrednost srednje godišnje temperature vazduha ⁴⁹ nižim predelima pokazuje visok stepen ujednačenosti (9.4 do 11.9⁰C). Međutim, sa porastom nadmorske visine srednja godišnja temperatura ^{se} snižava, tako da na Kopaoniku (1710 m.n.m) iznosi samo 3.9⁰C.

² Srednja godišnja temperatura vazduha za područja sa nadmorskom visinom do 300 m iznosi 11.0⁰C. Područja sa nadmorskom visinom od 300 do 500 m imaju prosečnu godišnju temperaturu oko 10.0⁰C. U ⁷⁸ planinskim predelima preko 1000 m nadmorske visine srednja godišnja temperatura je oko 6.5⁰C, a na visinama preko 1500 m nadmorske visine 2.9⁰C.

¹⁶ Najhladniji mesec je januar, sa srednjom mesečnom temperaturom u intervalu ⁴⁶ od -6.0⁰C (Kopaonik) do 0.4⁰C (Beograd). Najvišu temperaturu ima Beograd zbog izraženog urbanog uticaja. Sa porastom nadmorske visine negativne temperature se prenose u februaru (Zlatibor, Sjenica i Kopaonik) i martu (Kopaonik). Srednja godišnja

temperatura vazduha i raspored šumskih požara za period (2005-2015) prikazana je na Karti 4 dok je srednja temperatura vazduha u vegetacionom periodu prikazana na Karti 5.

3 Područja sa nadmorskom visinom do 300 m imaju januarsku temperaturu od -1.0 do 0.0°C, a izdvaja se područje Timočke krajine i izraženih kotlina sa srednjom temperaturom od -3.0°C koja je konstatovana u januaru. Za mesta sa nadmorskom visinom od 300 do 500 m, srednje januarska temperatura iznosi -1.0°C, a u mestima sa nadmorskom visinom preko 1000 m od -6.0°C do -3.0°C.

Najtopliji mesec je jul sa srednjom mesečnom temperaturom u intervalu od 11.6°C (Kopaonik) do 22.1°C (Negotin).

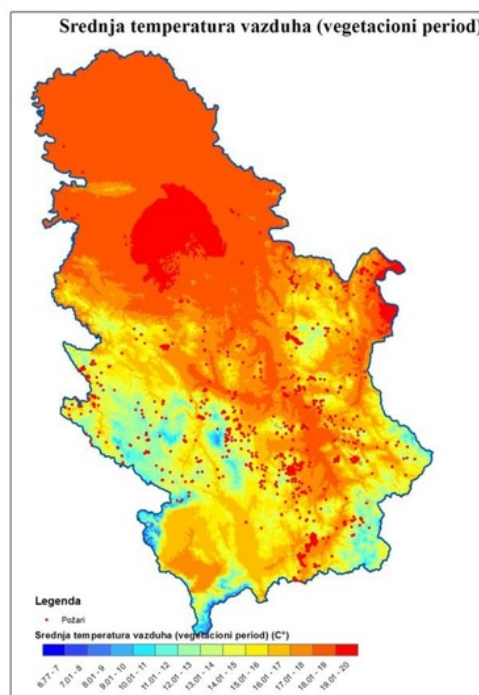
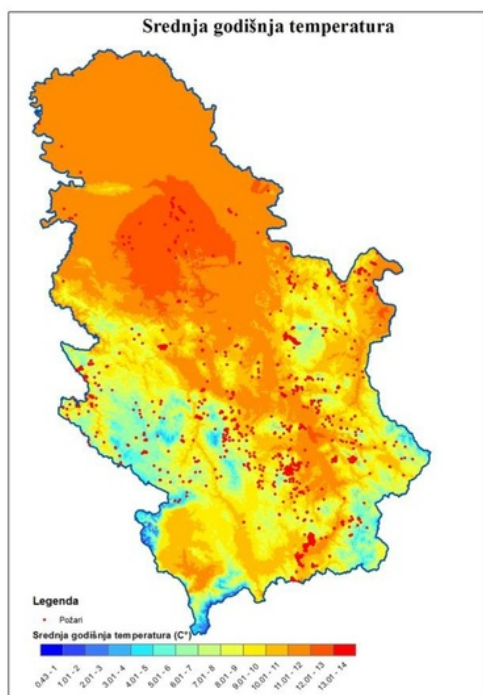
Područja sa nadmorskom visinom do 300 m imaju julsku temperaturu od 20.4°C (Ćuprija) do 22.1°C (Negotin). Za mesta sa nadmorskom visinom od 300 do 500 m, srednje julska temperatura iznosi 19.2°C (Požega) do 20.7°C (Leskovac i Vranje), a u mestima sa nadmorskom visinom preko 1000 m od 11.6°C (Kopaonik) do 16.3°C (Zlatibor).

Uočava se da prosečne temperature vazduha za određena područja mogu da se razlikuju i za više od 5 °C, što može biti od velikog uticaja prilikom procena opasnosti od nastanka šumskih požara ili prilikom preduzimanja preventivnih mera u zaštiti šuma od požara. Zastupljenost zona sa temperaturama vazduha i brojem bodova kojima se utvrđuje rizik od požara prikazani su u Tabeli 28.

1
Tabela 28. Srednja godišnja temperatura vazduha

Temperatura	Broj bodova	Broj požara	%	Površina(ha)	%
Do 9	10	591	31.6	14755.30	58.1
Od 9 do 12	20	1239	66.2	10539.67	41.5
Preko 12	30	41	2.2	114.29	0.4
Ukupno		1871	100	25409.26	100

Izvor: Original



Izvor: Original

Karta 4. Srednja godišnja temperatura vazduha i raspored šumskih požara u analiziranom periodu

Karta 5. Srednja temperatura vazduha u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara u analiziranom periodu

Kao jedan od pokazatelja uticaja temperature vazduha na opasnost od nastanka šumskih požara je prosečna maksimalna i minimalna temperatura vazduha ($^{\circ}\text{C}$) (Tabela 29 i 30).

Tabela 29. Srednje mesečne maksimalne i srednje godišnje maksimalne temperature vazduha za period 2005-2015.

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
do 200 m													
Negotin	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
Bečej	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
Senta	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
Šabac	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
Zrenjanin	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
Kikinda	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
Sremska Mitrovica	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
Veliko Gradište	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
Rimski Šančevi	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

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Vršac	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
Bački Petrovac	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
Sombor	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
Bela Crkva	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
Palić	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
Aleksa Šantić	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
Loznica	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
Smederevska Palanka	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
Čuprija	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
Beograd (opservatorija)	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
Zaječar	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
Kruševac	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
Ljubovija	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
Valjevo	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
Aleksinac	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
Kragujevac	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
Srednja vrednost	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													
Niš	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
Kraljevo	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
Leskovac	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
Vrnjačka banja	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
Rekovac	5.3	6.3	12.3	18.7	23.1	26.6	29.4	29.7	24.1	18.5	13.6	6.7	1.7
Bukovička banja	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
Prokuplje	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
Vlasotince	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
Knjaževac	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
Sokobanja	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
Požega	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
Žagubica	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
Aleksandrovac	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
Pirot	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
Kuršumlija	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
Bujanovac	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
Vranje	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
Dimitrovgrad	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
Ivanjica	Nema podataka												
Babušnica	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
Srednja vrednost	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
500-1000 m													
Novi Pazar	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

37

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Rudnik planina	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
Srednja vrednost	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													
Zlatibor	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
Sjenica	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
Dragaš	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
Kopaonik	-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
Srednja vrednost	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

Izvor: [59], Kalkulacija autora

29

Tabela 30. Srednje mesečne minimalne i srednje godišnje minimalne temperature vazduha za period 2005 – 2015.

17

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
do 200 m													
Negotin	-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
Bečej	-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
Senta	-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
Šabac	-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
Zrenjanin	-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
Kikinda	-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
Sremska Mitrovica	-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
Veliko Gradište	-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
Rimski Šančevi	-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
Vršac	-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
Bački Petrovac	-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
Sombor	-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
Bela Crkva	-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
Palić	-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
Aleksa Šantić	-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
Loznica	-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
Smederevska Palanka	-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
Čuprija	-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
Beograd (opservatorija)	-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
Zaječar	-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
Kruševac	-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
Ljubovija	-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
Valjevo	-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
Aleksinac	-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
Kragujevac	-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
Srednja vrednost	-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													

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Niš	-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
Kraljevo	-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
Leskovac	-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
Vrnjačka Banja	-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
Rekovac	-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
Bukovička Banja	-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
Prokuplje	-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
Vlasotince	-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
Knjaževac	-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
Sokobanja	-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
Požega	-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
Žagubica	-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
Aleksandrovac	-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
Pirot	-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
Kuršumlja	-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
Bujanovac	-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
Vranje	-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
Dimitrovgrad	-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
Ivanjica	-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
Babušnica	-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
Srednja vrednost	-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													
Novi Pazar	-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
Rudnik planina	-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
Srednja vrednost	-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													
Zlatibor	-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
Sjenica	-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
Dragaš	-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
Kopaonik	-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
Srednja vrednost	-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

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Srednje maksimalne i minimalne mesečne temperature vazduha, u poređenju sa srednjim mesečnim temperaturama, odlikuju se znatno većom promenljivošću, kako u vremenu tako i u prostoru.

U Tabeli 29 prikazane su srednje mesečne maksimalne i srednje godišnje maksimalne temperature. One pokazuju da se srednja godišnja maksimalna temperatura

vazduha kreće od 7.9°C (Kopaonik) do 18.1°C (Niš), u zavisnosti od nadmorske visine mesta.

U godišnjem toku temperaturne razlike su značajne. Godišnja amplituda kolebanja srednje mesečne maksimalne temperature kreće se od 18.7°C (Kopaonik) do 25.7°C (Negotin).

Srednja mesečna maksimalna temperatura najhladnijeg meseca (januar) relativno se malo menja u prostoru, od -0.7°C do 5.3°C , dok su u najtoplijem mesecu (jul) promene temperature u prostoru znatno veće i kolebaju se u većim granicama (od 17.3°C do 29.7°C).

Prosečne maksimalne temperature vazduha za određena područja u pojedinim mesecima koji su posebno požarno ugroženi kao što su jul i avgust iznose oko ili preko 30°C , što stvara dobre uslove za pojavu šumskih požara, a opasnost od nastanka šumskih požara se povećava.

Srednje minimalne temperature su jedan od pouzdanih pokazatelja oštine zime u nekom mestu, a karakterišu i termički režim noćnih časova.

U Tabeli 30 prikazan je tok srednjih mesečnih minimalnih i srednje godišnje minimalne temperatura vazduha. Podaci pokazuju da srednja minimalna temperatura ima negativne vrednosti od decembra do februara u nižim, a od novembra do marta i aprila u višim predelima. Najniže negativne vrednosti javljaju se u januaru, a najviše pozitivne u julu.

Srednja mesečna minimalna temperatura najhladnijeg meseca (januar) relativno se malo menja u prostoru od -9.8°C (Sjenica) do -2.3°C (Beograd), dok su u najtoplijem mesecu (jul) promene temperature u prostoru znatno veće i kolebaju se u većim granicama (od 7.5°C (Kopaonik) do 16.3°C (Beograd)).

Praćenje temperature vazduha za određena područja pomaže prilikom određivanja perioda požarne opasnosti i ugroženosti šuma od požara (Tabela 31) i početak pripreme za požarnu sezonu.

Tabela 31. Požarna opasnost u zavisnosti od temperature vazduha

Temperatura vazduha	-10°C - 10°C	10°C - 20°C	20°C – 25°C	25°C – 30°C	30°C - 40°C
Opasnost od nastanka šumskih požara	mala	postoji	izražena	jako izražena	velika

Izvor: Original

5.3.2 Relativna vlažnost vazduha

Među prvim meteorološkim indeksima opasnosti od požara koristila se samo relativna vlažnost vazduha s obzirom da ona pokazuje koliko je vazduh zasićen parom [5]. Od svih pokazatelja vlažnosti vazduha najveći praktični značaj ima relativna vlažnost vazduha, koja karakteriše stepen zasićenja vazduha vodenom parom. Iako se u godišnjem toku vrednosti relativne vlažnosti vazduha veoma malo kolebaju, one zavise od topografskih prilika, količine vodene pare u vazduhu, temperature vazduha, vetra, oblačnosti, visine i čestine padavina i dr.

Kao kriterijum klasifikacije najčešće se koristi podela prema kojoj je vazduh:

- veoma suv, ako je $r < 55\%$,
- suv, ako je $55\% < r < 74\%$,
- umereno vlažan, ako je $75\% < r < 90\%$,
- veoma vlažan, ako je $> 90\%$.

Relativna vlažnost vazduha je u obrnutom odnosu sa temperaturom: najniža je u toplim mesecima (jul, avgust) a najviša u decembru i januaru. Relativna vlažnost kao jedan od meteoroloških elemenata sastoji se u tome da se pri visokoj vlazi sunčeva toplota troši na isparavanje, a pri niskoj vlazi isparavanje je malo pa se toplota troši na turbulentnu razmenu i zagrevanje vazduha. Suv vazduh i niska relativna vlažnost imaju tendenciju da upijaju vodu iz gorivog materijala, dok vlažan vazduh zbog velike sadržine vode u sebi ne apsorbira vodu iz gorivog materijala već mu je vraća. Srednje vrednosti relativne vlage vazduha nisu iste za sva područja i nisu iste u svim mesecima što utiče na ugroženost šuma od požara. Vrednosti srednje mesečne i godišnje relativne vlažnosti vazduha po nadmorskim zonama i meteorološkim stanicama prikazani su u Tabeli 32.

Tabela 32. Srednja mesečna i godišnja relativna vlažnost vazduha (%) u Srbiji za period
2005-2015.

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
do 200 m													
Negotin	39	35	24	26	28	29	28	27	25	35	37	41	20
Bečej	46	40	26	22	25	26	26	26	25	28	39	47	21
Senta	64	59	50	45	50	50	42	47	54	60	67	63	31
Šabac	58	58	41	45	38	42	43	39	51	52	50	59	23
Zrenjanin	55	45	31	29	30	33	30	29	31	35	42	54	25
Kikinda	52	45	29	26	28	30	28	28	27	35	44	54	22
Sremska Mitrovica	55	45	29	28	30	30	30	28	30	33	43	53	24
Veliko Gradište	39	36	24	24	26	27	24	25	27	30	35	44	19
Rimski šančevi	54	47	28	26	30	34	31	30	31	36	43	54	23
Vršac	41	37	25	25	28	27	27	26	28	31	36	41	19
Bački Petrovac	61	52	39	38	38	37	41	34	41	48	55	63	30
Sombor	42	38	26	24	25	28	26	26	25	28	38	46	21
Bela crkva	52	49	35	33	38	39	36	36	38	43	46	50	29
Palić	38	36	23	23	24	27	26	24	24	27	37	41	19
Aleksa Šantić	62	62	32	42	36	42	39	41	40	45	50	55	27
Loznica	43	36	26	27	28	32	28	27	27	32	32	41	21
Smederevska Palanka	43	37	25	25	28	30	27	27	29	34	39	45	21
Čuprija	46	37	24	23	27	28	31	24	26	33	40	47	19
Beograd (opservatorija)	44	34	23	23	26	27	26	25	29	32	37	44	19
Zaječar	37	31	25	27	26	29	27	25	26	31	33	38	21
Kruševac	43	33	24	25	25	26	26	23	24	32	35	44	19
Ljubovija	52	44	35	34	37	38	39	38	39	42	49	55	29
Valjevo	42	33	27	28	29	30	28	26	30	53	34	40	21
Aleksinac	51	45	35	36	36	37	32	36	36	45	50	52	27
Kragujevac	45	40	29	27	31	32	28	26	26	36	38	42	21
Srednja vrednost	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													
Niš	42	34	25	25	26	28	24	24	26	32	38	44	19
Kraljevo	43	36	26	25	29	31	28	27	28	34	40	46	20
Leskovac	36	30	23	23	24	26	23	22	22	27	33	39	18
Vrnjačka banja	48	41	31	30	31	34	33	34	36	41	49	52	22
Rekovac	46	38	31	31	33	34	29	32	36	43	45	46	17
Bukovička banja	46	40	29	30	36	38	37	31	31	26	42	44	21
Prokuplje	48	44	33	35	32	36	31	33	37	42	46	51	22
Vlasotince	56	40	32	28	33	33	35	30	37	37	41	51	21
Knjaževac	50	44	33	29	32	37	33	32	35	42	43	48	26
Sokobanja	51	46	35	34	39	39	38	33	39	47	50	50	28
Požega	44	35	25	24	25	29	28	26	27	38	41	47	19

17

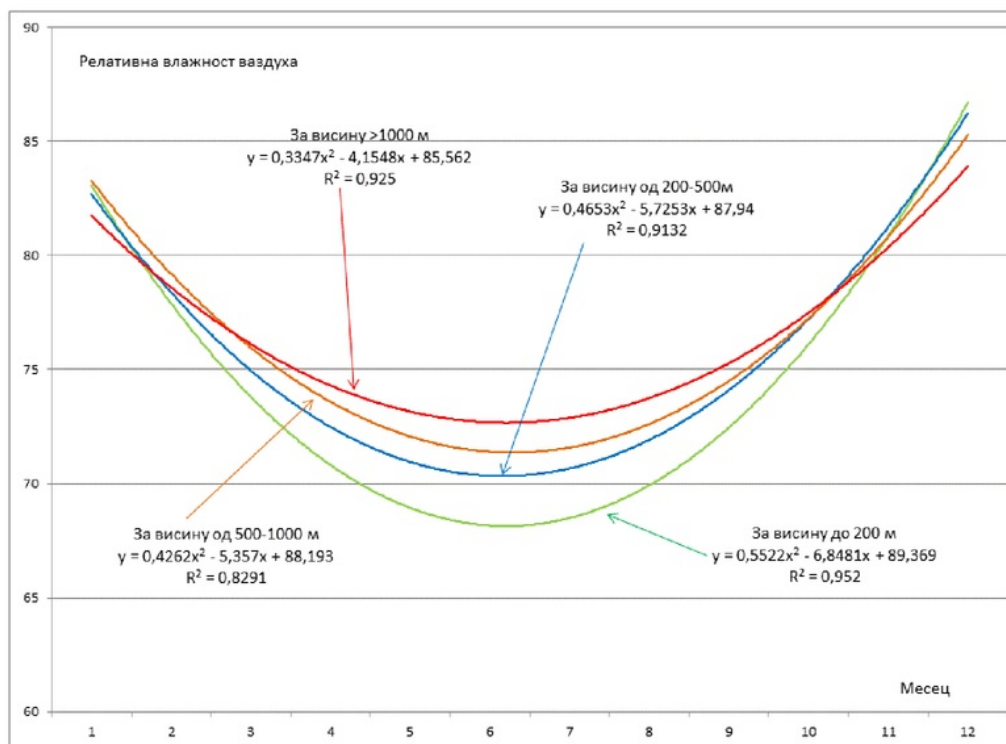
Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Žagubica	57	53	39	37	40	40	41	38	46	51	53	60	25
Aleksandrovac	33	32	25	26	26	30	29	26	31	35	44	41	19
Pirot	45	38	27	29	29	35	29	30	30	34	39	38	20
Kuršumlija	43	36	30	26	28	30	27	25	27	32	36	41	21
Bujanovac	60	49	37	27	31	33	34	28	38	46	57	66	19
Vranje	43	36	23	23	24	26	22	21	22	30	37	44	18
Dimitrovgrad	43	34	27	24	26	30	25	24	24	31	35	43	19
Ivanjica	53	46	40	35	32	41	36	37	42	45	47	54	25
Babušnica	45	46	57	51	44	36	35	35	42	52	56	43	27
Srednja vrednost	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													
Novi Pazar	66	50	35	29	31	34	32	31	34	41	46	60	25
Rudnik planina	53	45	43	39	42	44	42	38	47	51	45	53	29
Srednja vrednost	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													
Zlatibor	46	37	29	26	28	36	30	26	32	34	35	47	22
Sjenica	44	37	29	27	26	30	24	25	27	29	29	45	21
Dragaš	41	38	35	33	34	34	33	30	36	38	38	39	25
Kopaonik	35	34	36	32	35	40	31	33	34	25	25	27	16
Srednja vrednost	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

Izvor: [59], Kalkulacija autora

2

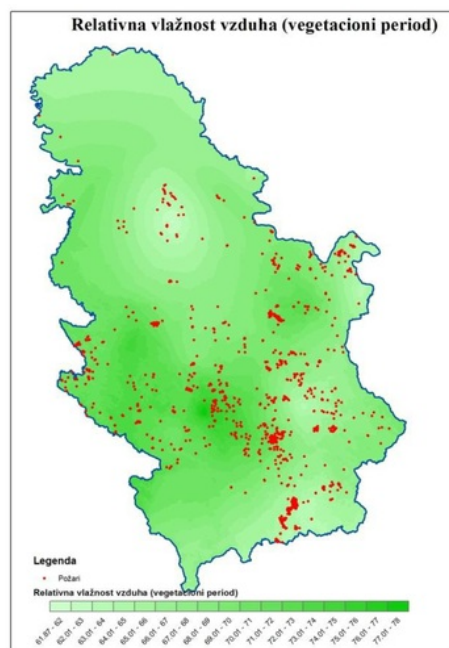
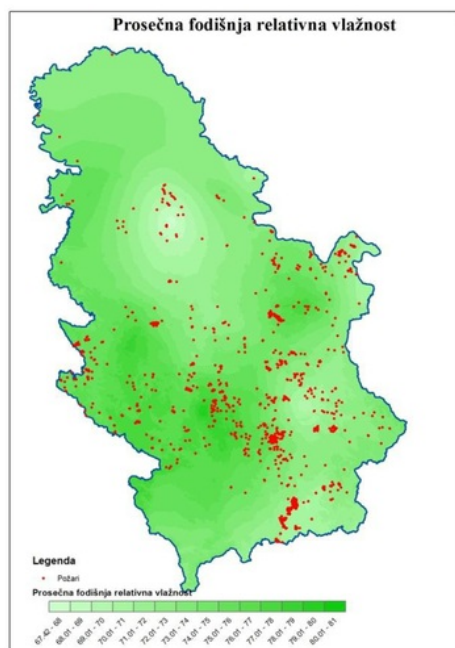
35

Na osnovu prikazanih rezultata može se zapaziti da se maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha javljaju u decembru i januaru (88.7% na Crnom Vrh). Minimalna vrednost relativne vlažnost vazduha od 62.8% javlja se u julu (Vranje) (Grafikon 10).



Графикон 10. Izravnate vrednosti maksimalne relativne vlažnosti vazduha po nadmorskim visinama stanica i mesecima

Srednja relativna vlažnost vazduha i raspored šumskih požara za period (2005-2015) prikazana je na Karti 6 i srednja relativna vlažnost vazduha u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara prikazana je na Karti 7.



Izvor: Original

Karta 6. Relativna vlažnost vazduha i raspored šumskih požara

Karta 7. Relativna vlažnost vazduha u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara

Zastupljenost zona sa relativnom vlažnošću vazduha i brojem bodova kojima se utvrđuje rizik od požara prikazao su u Tabeli 33.

Tabela 33. Srednja godišnja relativna vlažnost vazduha

Relativna vlažnost vazduha	Broj bodova	Broj požara	%	Površina (ha)	%
Do 70%	30	28	1.5	23.32	0.1
Od 71 do 79%	20	1843	98.5	25385.94	99.9
Preko 81%	10				
Ukupno		1871	100	25409.26	100

Izvor: Original

Kada se ima u vidu da je relativna vlažnost vazduha obrnuto proporcionalna temperaturi vazduha, onda je razumljivo što zimski meseci imaju najveću relativnu vlažnost vazduha, a letnji najmanju.

Relativna vlažnost vazduha od početka godine do jula, odnosno avgusta opada, a zatim raste do kraja godine. Analiza prosečnih - mesečnih vrednosti relativne vlažnosti

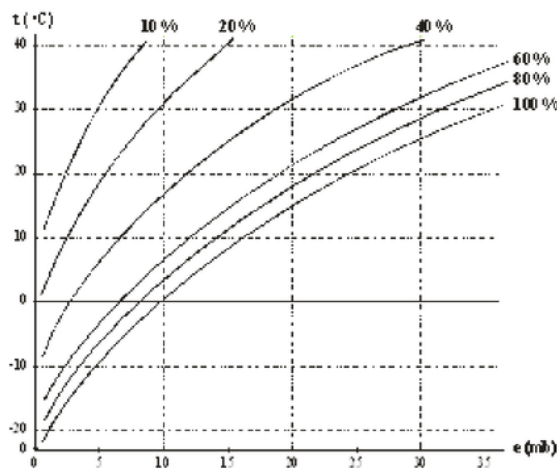
vazduha na posmatranim meteorološkim stanicama pokazala je da se one u najvećoj meri nalaze u kategoriji umereno vlažnog vazduha, dok se u toplom delu godine mogu okarakterisati kao suve.

Relativna vlažnost vazduha uopšteno pokazuje stanje atmosfere u odnosu prema dva meteorološka elementa: temperature i vlage u vazduhu. Sa stanovišta prognoze relativne vlažnosti vazduha potrebno je posebno analizirati promene temperature i promene količine vlage u vazduhu.

Na grafikon 11. dat je uporedni odnos relativne vlažnosti vazduha u zavisnosti od temperature vazduha i pritisku vodene pare.

5.3.3 Padavine

Padavine su jedan od najvažnijih klimatoloških elemenata. Po svojoj prirodi padavine su najpromenljiviji meteorološki element. ³ S obzirom na atmosferske procese i karakteristike reljefa, padavine su na teritoriji Republike Srbije nepravilno rasporedene u vremenu i prostoru. Jugozapadni delovi teritorije pripadaju maritimnom režimu padavina (u hladnoj polovini godine padne više od 50% od ukupne godišnje količine padavina). Ostali deo republike Srbije ima kontinentalni režim, u toplijoj polovini godine pada više od 50% od godišnje količine padavina.



Izvor: [8]

Grafikon 11. Odnos relativne vlage, temperature vazduha i pritiska vodene pare

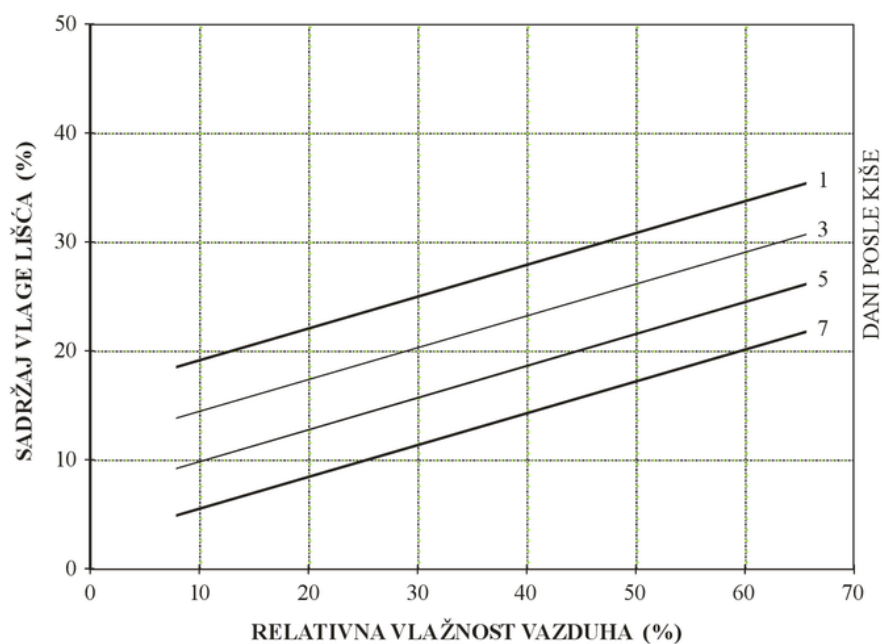
Regionalna raspodela padavina u Srbiji je veoma nepravilna, prvenstveno usled složenog uticaja čestine prolaska ciklona, stepena kontinentalnosti i karaktera reljefa (nadmorske visine, ekspozicije, morfolškog sklopa).

Za procenu stepena opasnosti od šumskih požara potrebno je pratiti hidrološki ciklus u atmosferi u koji se ubrajaju: kiša, njeno oticanje, isparavanje, kondenzacija i nova kiša.

Padavine svojim viškom ili nedostatkom direktno utiču na stanje gorivog materijala u šumi, u delu viška ili manjka vlage u gorivom materijalu, što znatno povećava ili smanjuje zapaljivost i mogućnost širenja požara.

Na Grafikonu 12 dat je prikaz uticaja vlage vazduha i dana nakon kiše na vlagu lišćara.

Duži sušni period utiče na količinu vlage u većini vrsta šumskog gorivog materijala, pa on znatno postaje osetljiv na pojavu šumskih požara. S druge strane duži kišni period povećava količinu vlage u gorivom materijalu, što bitno utiče na osetljivost gorivog materijala na požar, odnosno smanjuje opasnost od nastanka požara.



Izvor: [8]

Grafikon 12. Uticaj relativne vlage vazduha i dana nakon kiše na vlagu lišćara

Količina padavina ili kišni režim ukazuju da sva područja nemaju isti režim padavina i da to utiče na gorivi materijal u šumi. Sitni gorivi materijal se brzo suši i

količina vlage u njemu određuje njegovu zapaljivost dok krupniji gorivi materijal duže zadržava vlagu u sebi i teže se pali.

Duži kišni period omogućava veći sadržaj vlage u gorivom materijalu što ga čini težim za paljenje i gorenje i teže širenje požara u šumi. Sa druge strane kraći ili duži sušni vremenski period smanjuje sadržaj vlage u gorivom materijalu i čini ga pogodnijim za paljenje i gorenje.

Prosečna godišnja suma padavina u Srbiji za period 2005-2015. godine iznosi 677.7 mm (Tabela 34). Godišnja količina padavina u proseku raste sa nadmorskom visinom. Suvlje oblasti, sa padavinama ispod 600 mm, nalaze se na severoistoku zemlje, kao i u dolini Južne Morave i delu Kosova. Oblasti koju čine Podunavlje, dolina Velike Morave i njen nastavak prema Vranju i Dimitrovgradu, imaju tokom godine oko 650 mm padavina. Idući na istok, u oblasti Homoljskih planina godišnje sume padavina dostižu vrednost od 800 mm. Slično je i u planinskim predelima na jugoistoku Srbije. Veća i kompaktnija oblast prema zapadu i jugozapadu predstavlja najkišovitije predele Srbije. Prema Pešterskoj visoravni i Kopaoniku vrednost raste do 1000 mm godišnje, a neki planinski vrhovi na jugozapadu Srbije imaju obilnije padavine (preko 1000 mm).

Veći deo Srbije ima kontinentalni režim padavina, sa većim količinama u toplijoj polovini godine. Najviše kiše zabeleženo je junu (11, 9% od ukupne godišnje sume padavina), julu (9.9%) i u maju (9.6%). Najmanje padavina ima u februaru ili oktobru, kada u proseku padne 6 % od ukupne godišnje količine padavina.

Područje jugozapadne Srbije, usled karakteristika reljefa, obronaka visokih planinskih masiva i uticaja mediteranske klime, ima mediteranski režim padavina sa maksimumom u novembru, decembru i januaru, a minimumom u avgustu mesecu.

Tabela 34. Srednje mesečne i godišnje padavine u Srbiji za period 2005-2015.

Me 17 rološka stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
do 200 m													
Negotin	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
Bela Crkva	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
Zrenjanin	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
Senta	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
Kikinda	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
Sr. Mitrovica	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
V. Gradište	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
Vršac	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
Rim. Šančevi	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
Bač. Petrovac	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
Sombor	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
Beograd	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
Palić	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
Aleksa Šantić	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
Loznica	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
Sm. Palanka	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
Čuprija	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
Bečej	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
Zaječar	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
Kruševac	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
Ljubovija	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
Valjevo	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
Aleksinac	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
Kragujevac	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
Negotin	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
Srednja vrednost	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													
Niš	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
Kraljevo	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
Leskovac	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
Vr. Banja	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
Rekovac	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
Buk. Banja	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
Prokuplje	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
Vlasotince	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
Knjaževac	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
Sokobanja	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
Požega	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
Žagubica	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
Aleksandrovac	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
Pirot	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
Kuršumlja	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
Bujanovac	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
Vranje	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
Dimitrovgrad	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
Ivanjica	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
Babušnica	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
Srednja vrednost	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													
Novi Pazar	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
Rudnik Planina	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

Me 34. pološka stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Srednja vrednost	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													
Zlatibor	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
Sjenica	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
Dragaš	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
Kopaonik	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
Srednja vrednost	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

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Vrednost srednje godišnje sume padavina na analiziranim stanicama kreće se od 539.3 mm u Aleksandrovcu do 1014.6 mm na Zlatiboru.

Srednja godišnja suma padavina za područja sa nadmorskom visinom do 200 m kreće se u intervalu od 594.4 mm (Aleksa Šantić) do 912.8 mm u Ljuboviji, na stanicama sa nadmorskom visinom od 200 do 500 m suma padavina je u granicama od 560.4 mm u Prokuplju, do 889.2 mm u Ivanjici, a na stanicama nadmorske visine 500-1000 metara je u rasponu od 649.7 mm u Novom Pazaru, do 925.6 mm na planini Rudnik. Područja sa nadmorskom visinom preko 1000 m imaju prosečnu godišnju sumu padavina od 751.2 mm (Sjenica) do 1014.6 mm (Zlatibor).

Najkišovitiiji mesec je jun sa srednjom mesečnom sumom padavina u intervalu od 52.4 mm (Prokuplje) do 117.8 mm (Rudnik) i jul od 43.1 mm (Niš) do 99.5 mm (Zlatibor).

Na području sa nadmorskom visinom do 500 mm srednja mesečna suma padavina najkišovitijeg meseca juna kreće se od 52.4 mm (Prokuplje) do 114.7 mm (Ljubovija), od 500 do 1000 m je u rasponu od 67.1 (Novi Pazar) do 117.8 (Rudnik), a na području sa nadmorskom visinom preko 1000 m od 53.2 mm (Dragaš) do 108.8 mm (Zlatibor).

Najmanje padavina ima u februaru, od 25.5 mm u Nišu, do 66.6 mm na Zlatiboru.

Na područjima sa nadmorskom visinom do 500 mm u februaru padne od 25.5 mm u Kikindi, do 54.3 mm u Ivanjici, a na području sa nadmorskom visinom preko 1000 mm od 44.8 mm (Sjenica) do 60.8 mm (Zlatibor). U Tabeli 35 date su procentualne vrednosti prosečnih visina padavina po godišnjim dobima. Najkišovitiije sezone na svim stanicama, osim Dragaša, su proleće i leto, kada padne 55 - 60% godišnjeg taloga.

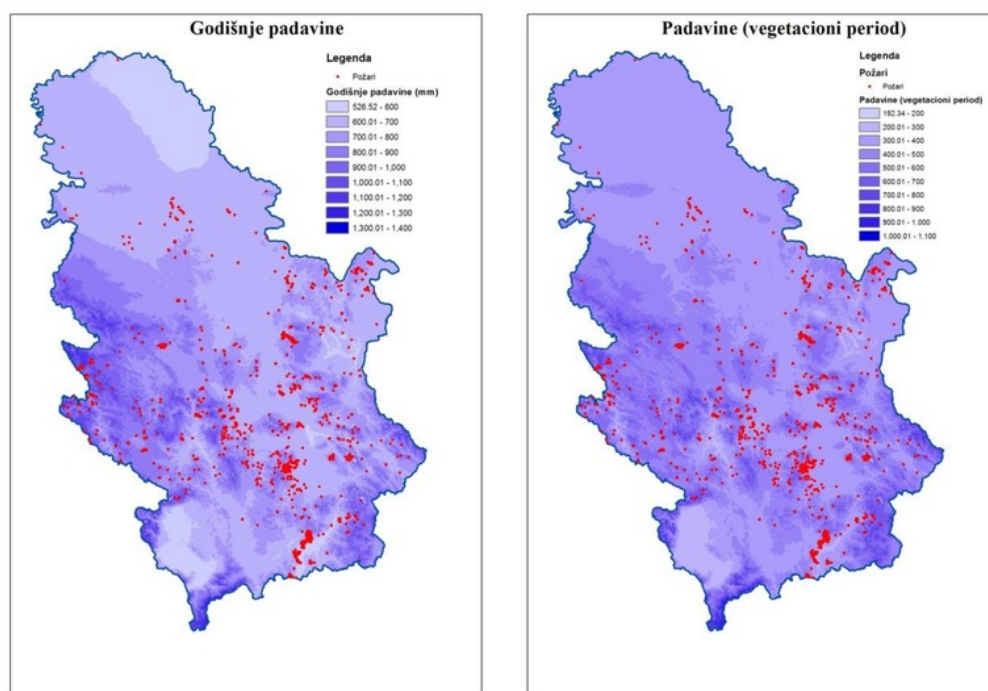
Tabela 35. Prosečne visine padavina po godišnjim dobima (%)
za period 2005-2015.

Meteorološka stanica	Nadm. visina	Proleće	Leto	Jesen	Zima
do 200 mm					
Negotin	42	27.3	22.8	29.0	20.9
Bečej	75	29.3	28.9	23.2	18.6
Senta	80	30.9	27.1	25.1	16.9
Šabac	80	29.1	28.0	26.2	16.8
Zrenjanin	80	27.4	27.1	26.8	18.7
Kikinda	81	30.8	27.9	24.9	16.4
Sremska Mitrovica	81	29.7	27.1	25.9	17.3
Veliko Gradište	82	30.0	27.1	23.7	19.2
Rimski šančevi	84	30.5	29.6	22.8	17.0
Vršac	84	30.2	28.4	24.9	16.5
Bački Petrovac	85	30.0	26.7	26.0	17.3
Sombor	88	28.7	29.0	25.5	16.7
Bela Crkva	90	29.4	26.7	24.0	19.9
Palić	102	30.8	28.5	24.3	16.4
Aleksa Šantić	120	28.5	29.6	26.6	15.3
Loznica	121	28.2	26.0	26.2	19.6
Smeder. Palanka	121	28.2	28.1	25.1	18.6
Čuprija	123	30.1	24.6	24.6	20.6
Beograd (opserv.)	132	30.5	28.2	24.7	16.6
Zaječar	144	28.3	25.0	27.2	19.5
Kruševac	166	29.5	25.0	25.6	20.0
Ljubovija	170	28.7	27.5	24.7	19.1
Valjevo	176	30.5	27.2	23.4	18.9
Aleksinac	180	28.4	25.6	25.3	20.7
Kragujevac	185	29.5	28.3	23.8	18.4
Niš	202	28.6	24.8	26.7	19.8
Kraljevo	215	30.2	26.5	23.7	19.5
Srednja vrednost	118.1	29.4	27.1	25.2	18.3
200 do 500 mm					
Leskovac	230	28.7	23.4	27.3	20.6
Vrnjačka banja	235	28.8	27.4	24.0	19.8
Rekovac	251	29.7	25.9	24.5	19.9
Bukovička banja	264	27.2	28.0	25.1	19.6
Prokuplje	266	28.3	25.4	26.8	19.6
Vlasotince	271	28.6	23.8	26.3	21.2
Knjaževac	281	29.1	25.0	27.1	18.8
Sokobanja	300	27.7	24.0	28.0	20.3
Požega	310	30.4	27.6	24.2	17.8
Žagubica	314	28.8	27.3	24.9	19.0
Aleksandrovac	360	31.4	29.3	23.2	16.1
Pirot	370	34.0	24.0	24.1	17.9
Kuršumlija	382	28.0	26.7	25.6	19.6
Bujanovac	400	27.7	24.2	29.0	19.1
Vranje	432	29.5	23.9	28.4	18.1
Dimitrovgrad	450	30.8	27.0	24.0	18.2
Ivanjica	465	30.6	27.7	23.3	18.4
Babušnica	495	29.3	24.3	25.1	21.3
Srednja vrednost	337.6	29.4	25.8	25.6	19.2
500 do 1000 mm					

Novi Pazar	545	27.0	27.9	26.8	18.3
Rudnik planina	700	29.6	27.6	23.0	19.8
Srednja vrednost	622.5	28,3	27.75	24.9	19.05
>1000 mnm					
Zlatibor	1028	27.7	26.8	25.2	20.2
Sjenica	1038	27.1	27.6	27.1	18.2
Dragaš	1060	22.8	21.4	30.4	25.3
Kopaonik	1710	30.8	26.5	23.2	19.5
Srednja vrednost	1209	27.1	25.575	26.475	20.8

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Godišnja suma padavina i raspored šumskih požara za period (2005-2015) prikazana je na Karti 8 i suma padavina u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara prikazana je na Karti 9.



Izvor: Original

Karta 8. Godišnja suma padavina i raspored šumskih požara

Karta 9. Suma padavina u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara

Zastupljenost zona sa srednjom godišnjom sumom padavina i brojem bodova kojima se utvrđuje rizik od požara prikazao su u Tabeli 36.

Tabela 36. Srednja ¹ godišnja suma padavina

Godišnja suma padavina	Broj bodova	Broj požara	%	Površina (ha)	%
Do 800	30	1389	74.3	13183.83	51.9
Od 800 do 1200	20	482	25.7	12225.43	48.1
Preko 1200	10				
Ukupno		1871	100	25409.26	100

Izvor: Original

5.3.4 Oblačnost

Oblačnost je takođe značajan klimatski element koji povećava ili smanjuje stepen ugroženosti šuma od požara, utiče na intezitet sunčevih zračenja, kolebanje temperature vazduha u toku dana i godine i količine padavina, i na taj način u vezi je sa procenom isušivanja i vlaženja gorivog materijala u šumi. Oblačnost odražava pokrivenost neba oblacima, a izražava se u desetinama pokrivenosti. Statistička obrada oblačnosti zasniva se na vizuelnom posmatranju u terminima (07, 14 i 21 čas). Osim količine oblačnosti klimatološke obrade sadrže i broj oblačnih dana (pokrivenost veća od 8/10) i broj vedrih dana (pokrivenost manja od 2/10).

Oblačnost spada u red veoma promenljivih meteoroloških elemenata, jer njeno nastajanje zavisi od niza činilaca. Osnovni činioci koji utiču na pojavu oblaka i stepen pokrivenosti neba su opšta cirkulacija atmosfere izazvana raznim ciklonskim poremećajima, orijentacija visokih oblika reljefa na pravac strujanja vlažnih vetrova i vlažnost tla. Prikaz mesečnog i godišnjeg toka oblačnosti dat je u Tabeli 37.

Tabela 37. Srednja mesečna i godišnja oblačnost (1/10)

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Aleksa Šantić	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
Aleksandrovac	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
Aleksinac	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
Babušnica	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
Bački Petrovac	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
Bečej	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
Bela Crkva	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
Beograd (Opservatorija)	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
Bujanovac	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
Bukovička Banja	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
Ćuprija	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
Dimitrovgrad	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
Dragaš	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

37

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Ivanjica	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
Kikinda	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
Knjaževac	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
Kopaonik	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
Kragujevac	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
Kraljevo	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
Kruševac	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
Kuršumlja	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
Leskovac	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
Loznica	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
Ljubovija	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
Negotin	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
Niš	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
Novi Pazar	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
Palić	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
Pirot	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
Požega	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
Prokuplje	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
Rekovac	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
Rimski Šančevi	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
Rudnik Planina	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
Senta	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
Sjenica	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
Smederevska Palanka	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
Sokobanja	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
Sombor	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
Sremska Mitrovica	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
Šabac	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
Valjevo	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
Veliko Gradište	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
Vlasotince	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
Vranje	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
Vrnjačka Banja	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
Vršac	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
Zaječar	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
Zlatibor	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
Zrenjanin	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
Žagubica	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
Srednja vrednost	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

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Iz iznetih podataka vidi se da godišnji tok oblačnosti na svim stanicama pokazuje određene pravilnosti. Srednja mesečna oblačnost opada od decembra do avgusta. U avgustu postiže svoj minimum, a u narednim mesecima se postepeno povećava. Prolećni meseci imaju nešto veću oblačnost od zimskih.

Srednja godišnja oblačnost kreće se u granicama od 5.4 (Beograd, Dimitrovgrad, Negotin) do 6.0 desetina (Sjenica).

Najveća oblačnost je kod skoro svih stanica zabeležena u decembru, a kreće se u granicama od 6.7 desetina na Zlatiboru, do 7.8 desetina u Kragujevcu. Najmanja oblačnost je u avgustu.

Iz tabele se vidi da oblačnost nije ista za sva područja, da neka područja imaju veću oblačnost što smanjuje opasnost od nastanka šumskih požara kao na primer Žagubica i Zaječar. Takođe oblačnost nije ista u svim mesecima i godišnjim dobima, veća je u zimskim nego u letnjim mesecima što takođe ima uticaj na pojavu požara.

5.3.5 Vetar

Vetar opredeljuje klimu područja na kom se pojavljuje. Ako dolazi sa mora donosi osobine morske klime (obilne padavine), a ako duva iz duboko kontinentalnih predela donosi osobine kontinentalne klime (suvi i hladno vreme). Vetar prvenstveno utiče na temperaturu i vlažnost vazduha, a od njega zavise oblačnost, padavine i sl. Pri određivanju uticaja vetra na klimatske osobine postoji veza između pojedinih pravaca vetra i ostalih klimatskih i hidroloških pojava.

Najčešći pravci vetra na otvorenim terenima poklapaju se sa dominantnim stanjima polja vazdušnog pritiska. U ostalim slučajevima strujanje vazduha se prilagođava različitim oblicima terena, tako da se vazdušne mase slivaju u pravcu najpovoljnijih prolaza.

36

Na prostoru Srbije najpoznatiji i dominantni vetrovi su košava i etezija.

Košava, jugoistočni vetar, po prostornoj zastupljenosti predstavlja veoma važan klimatski element. Njeno dejstvo se oseća u najvećem deli Vojvodine, u istočnoj Srbiji, Pomoravlju i Šumadiji. Ovaj vetar ima najveću snagu u dolini Dunava između Velikog Gradišta i Novog Sada i u južnom Banatu. Košava se javlja u dva vida, kao topla i hladna. Prva nastaje kada se istočno od Srbije formira polje visokog, a zapadno polje

niskog vazdušnog pritiska. Ova košava ima fenska svojsta, te povećava temperaturu vazduha. Druga, hladna košava duva isključivo zimi, kada hladne vazdušne mase struje iz pravca jugoistoka, preko geografskog prostora Srbije ka ciklonu u zapadnom mediteranu. Košava, u odnosu na ostale pravce, najčešće duva u Beogradu, Velikom Gradištu i Dimitrovgradu.

Za razliku od košave koja uglavnom duva zimi, etezija je karakterističan vetar u letnjem delu godine. Prostrano relativno slabo strujanje nastaje kao posledica visokog vazdušnog pritiska nad centralnom Evropom i niskog u istočnom Sredozemlju. Pravac duvanja je severozapad, donosi pretežno suvo, toplo i vedro vreme i zahvata celu teritoriju Srbije.

Velikom zastupljenošću tišina odlikuju se dobro zaklonjene kotline zapadne i jugoistočne Srbije (Valjevo, Kragujevac, Kraljevo, Leskovac), dok je u široko otvorenim delovima Srbije (Beograd, Zlatibor) odsustvo vetrova registrovano u vrlo malom broju (Tabela 38).

Tabela 38. Srednje čestine vetrova i tišine (‰)

Meteorološka stanica	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Beograd	75.5	45.5	109.0	251.0	67.5	81.5	156.0	126.0	89.0
Valjevo	41.0	69.5	82.0	32.5	19.0	51.0	201.0	101.0	404.0
Vranje	95.0	260.0	125.0	18.5	39.0	94.5	94.0	39.5	235.0
Veliko Gradište	36.0	13.5	132.0	202.0	12.5	30.0	97.5	139.0	338.0
Dimitrovgrad	5.0	22.0	199.0	298.0	5.0	8.5	125.0	229.0	110.0
Zaječar	56.0	175.0	78.0	28.5	42.0	221.0	126.0	71.5	204.0
Zlatibor	207.0	164.0	50.0	41.0	179.0	243.0	41.5	48.0	26.0
Kragujevac	86.5	34.5	12.0	72.5	99.0	113.0	32.5	104.0	447.0
Kraljevo	28.5	25.5	186.0	61.5	17.5	39.5	132.0	94.0	416.0
Kruševac	98.0	87.0	115.0	85.0	125.0	41.5	80.5	99.5	269.0
Kopaonik	113.0	151.0	105.0	70.5	151.0	174.0	56.5	63.0	117.0
Leskovac	107.0	27.0	44.0	76.0	98.5	70.5	45.5	96.5	436.0
Loznica	122.0	79.5	76.0	41.5	93.5	199.0	112.0	111.0	167.0
Negotin	74.0	68.5	100.0	56.5	19.5	31.0	133.0	202.0	316.0
Niš	39.0	53.0	141.0	52.5	40.5	35.0	55.5	191.0	393.0
Požega	59.0	69.0	94.0	58.5	20.0	33.5	69.5	207.0	390.0
Sjenica	133.0	60.5	49.0	94.0	58.5	97.5	42.5	102.0	362.0
Čuprija	61.0	10.5	61.0	176.0	94.0	17.5	30.0	183.0	368.0

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Najveću srednju brzinu vetra (5.2 ms^{-1} , južni pravac) ima Kopaonik (Tabela 39). Na Kopaoniku su i brzine vetrova iz ostalih pravaca znatno veće u odnosu na ostale analizirane meteorološke stanice.

Tabela 39. Srednje brzine vetrova

Meteorološka stanica	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Beograd	2.6	2.1	2.6	2.6	2.2	1.9	2.4	2.6
Valjevo	1.8	1.6	2.2	2.2	0.9	0.7	2.3	2.7
Vranje	3.3	3.0	2.8	2.8	2.5	3.0	3.3	2.7
Veliko Gradište	1.9	1.2	1.9	1.9	1.8	1.5	1.8	2.3
Dimitovgrad	0.3	1.1	2.3	2.3	0.5	0.5	1.9	3.1
Zaječar	1.6	2.1	2.1	2.1	1.5	2.1	2.3	2.2
Zlatibor	2.3	2.0	1.4	1.4	3.6	3.5	1.3	1.2
Kragujevac	2.0	1.1	0.5	0.5	2.0	1.4	0.8	2.2
Kraljevo	1.2	1.1	2.8	2.8	1.0	1.1	1.5	1.4
Kruševac	2.1	1.5	1.9	1.9	1.6	1.2	2.0	2.5
Kopaonik	4.4	4.4	4.0	4.0	5.2	4.2	3.4	3.8
Leskovac	2.5	1.1	1.5	1.5	1.6	1.7	1.6	2.6
Loznica	2.4	1.9	1.9	1.9	1.4	2.1	2.3	2.9
Negotin	1.5	1.2	1.6	1.6	0.7	1.1	3.1	3.5
Niš	1.3	1.6	2.0	2.0	1.4	1.1	1.3	2.6
Požega	1.8	1.7	2.0	2.0	1.2	1.6	1.7	1.9
Sjenica	2.5	1.8	1.5	1.5	1.9	3.1	1.8	2.2
Čuprija	1.9	0.6	2.1	2.1	2.1	0.8	1.0	2.6

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Lokalni vetrovi su karakteristična pojava za čitavu teritoriju Republike Srbije, pri mirnim i vedrim vremenskim stanjima. Za pojavu lokalnih vetrova i njihove karakteristike presudnu ulogu ima reljef. Danju preovladava strujanje vazduha iz dolina i kotlina ka planinama, dok u noćnom periodu situacija je obrnuta, strujanje vazduha iz planinskog dela se kreće prema dolinama i kotlinama.

Vetar ima veliki uticaj kako na pojavu šumskih požara, tako i na azvoj i širenje požara. Brzina i smer vetra utiču na smer širenja požara i ima važnu ulogu u ispravanju vlage iz gorivog materijala u šumi.

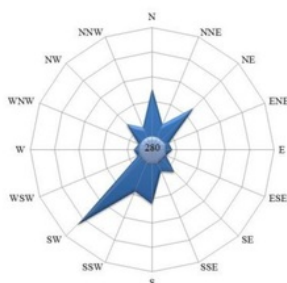
Uticaj vetra na ponašanje požara u šumi može biti različit:

- eliminisanje vlage povećava intezitet sušenja gorivog materijala,
- podstiče požar na intezivnije gorenje,
- izaziva brže i neujednačenije širenje požara po površini,
- povećava snabdevenost kiseonikom, pa pojačava proces gorenja,
- prenosi žiške i zapaljene ugarke preko požarne linije na drugu stranu gde izaziva nove požare,
- iznenadnom promenom pravca može skrenuti glavni front požara, ugroziti gašenje i sigurnost ljudi koji učestvuju u gašenju,

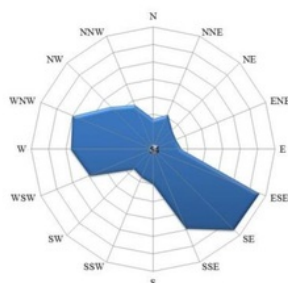
- stvara vazdušne struje koje nastaju usled pomeranja pregrejanog vazduha iznad požara što izaziva upad hladnog vazduha koji zauzima njegovo mesto.

Prostorna varijabilnost brzine i smera vetra omogućava vrtložna i konvergentna strujanja, pa time diktira razvoj lokalnih vremenskih uslova. Takvi uslovi utiču na raspored padavina i njihovu veliku varijabilnost i uticaj na klimatske režime.

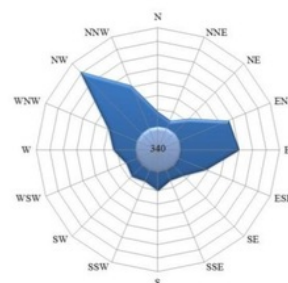
Ruže vetrova za određenu oblast, brzina i smer vetra ima značajnu ulogu prilikom nastanka šumskih požara, a naročito veliki značaj ima prilikom širenja požara. Izbor taktike gašenja šumskih požara bazira se na poznavanju smera i brzine kretanja vetra na određenom području i u određeno vreme. Ruže vetrova za analizirane meteorološke stanice prikazane su na grafikonima od 13 do 30.



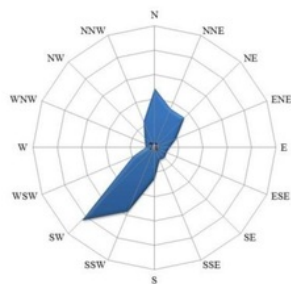
Grafikon 13. Kuršumlija



Grafikon 14. Beograd

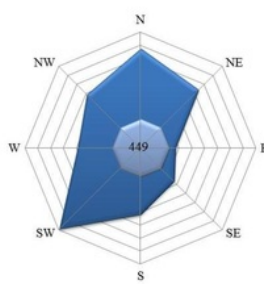


Grafikon 15. Niš



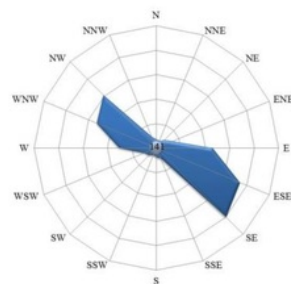
Grafikon 16.

Zlatibor

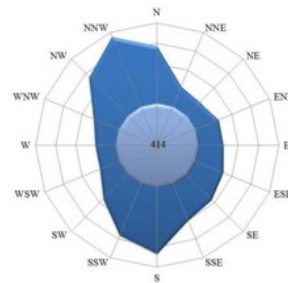
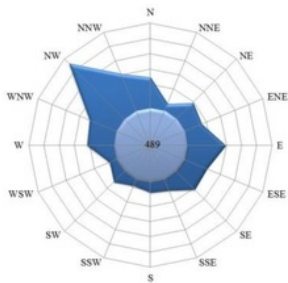
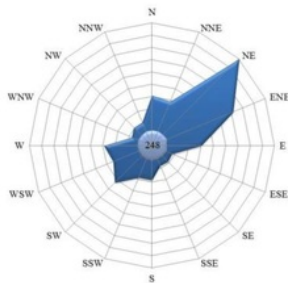


Grafikon 17.

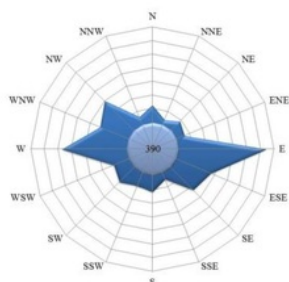
Novi Pazar



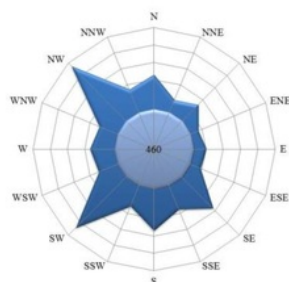
Grafikon 18. Dimitrovgrad



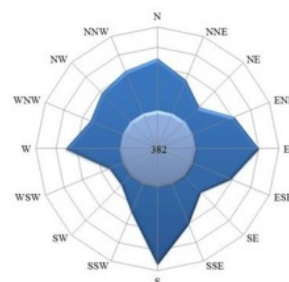
Grafikon 19. Vranje



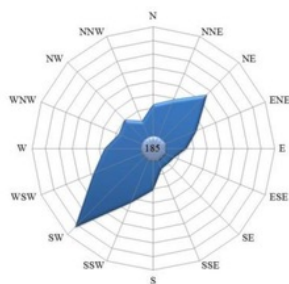
Grafikon 20. Požega



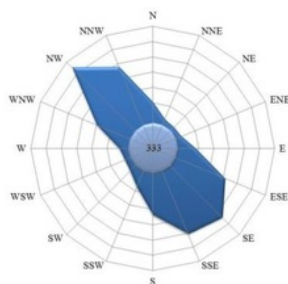
Grafikon 21. Leskovac



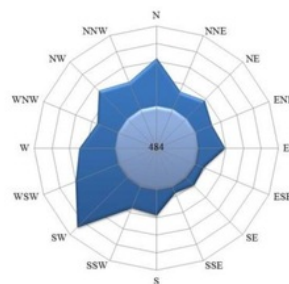
Grafikon 22. Kraljevo



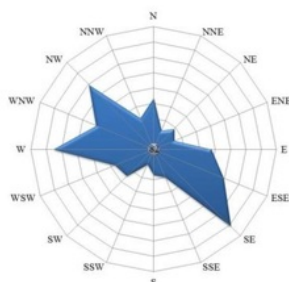
Grafikon 23. Kragujevac



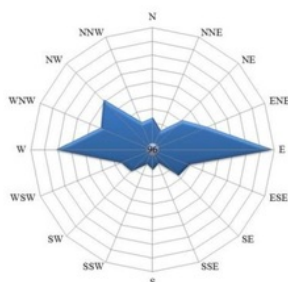
Grafikon 24. Kruševac



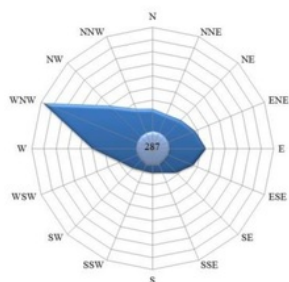
Grafikon 25. Zaječar



Grafikon 26. Čuprija



Grafikon 27. Loznica



Grafikon 28.

Novi Sad

Grafikon 29.

Sremska Mitrovica

Grafikon 30.

Negotin

Izvor: [59], Kalkulacija autora

5.3.6 Insolacija

Insolacija ili osunčavanje je dužina trajanja sijanja sunca i zavisi od geografske širine, godišnjeg doba, visine sunca iznad horizonta, oblačnosti, konfiguracije terena, prirodnog okruženja, urbanizacije, naseljenosti, kvaliteta vazduha (zagađenosti) i drugih faktora.

Osunčavanje pod kojim se podrazumeva dužina trajanja sunčevog sjaja izražena u časovima, predstavlja značajnu klimatološku veličinu, bilo sa direktnim ili indirektnim uticajem. Duže trajanje sunčevog sjaja na određenom području, uzrokuje bržem sušenju gorivog materijala u šumi i doprinosi boljim uslovima za nastanak šumskih požara. Osunčanost nije ista za sva područja i područja sa većom osunčanošću pogodnija su za nastanak i razvoj šumskih požara.

U Tabeli 40 dat je prikaz prosečne vrednosti sisanja sunca (u časovima) za određena područja za period 2005-2015. godina.

Tabela 40. Prosečne vrednosti sisanja sunca 2005-2015

Stanica	Mesec												64 God.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Palić	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
Sombor	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
Zrenjanin	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
Kikinda	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
Vršac	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
Banatski Karlovac	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
Loznica	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
Sremska Mitrovica	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
Valjevo	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
Beograd	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
Veliko Gradište	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
Smederevska Palanka	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
Negotin	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
Zlatibor	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
Sjenica	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
Požega	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
Kragujevac	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
Kraljevo	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
Kruševac	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
Čuprija	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
Zaječar	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
Niš	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
Leskovac	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
Dimitrovgrad	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
Vranje	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
Kopaonik	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
Crni Vrh	75.2	77.5	144.9	184.8	219.5	262.0	313.6	284.4	189.5	137.2	99.5	79.6	2059.5
Palić	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
Srednja vrednost	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

Izvor: [59], Kalkulacija autora

Najsunčaniji mesec je jul sa trajanjem sijanja sunca od 221.2 časa (Požega) do 319.0 (Vranje). Najkraće mesečno osunčavanje ima decembar od 30.6 časova (Požega) do 85.3 časova (Kopaonik). Prosečne godišnje sume osunčanosti u Republici Srbiji kreću se od 1447.6 časova (Požega) do 2197.3 (Palić).

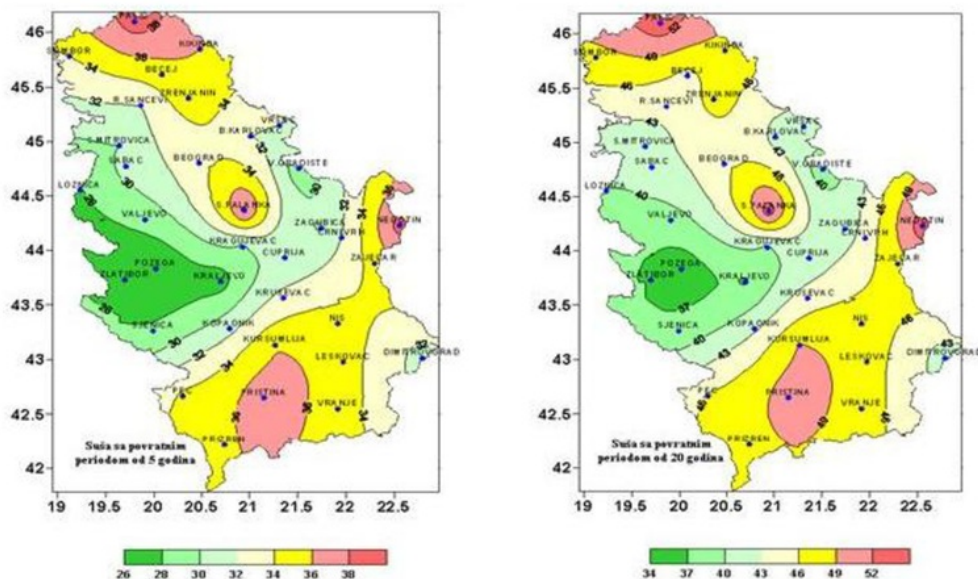
5.3.7 Sušni period

Suša se definiše kao prirodni fenomen koji nastaje kada padavine značajno odstupaju od normalnih vrednosti i izazivaju ozbiljne promene u hidrološkom bilansu koji štetno utiče na zemljišne produkcijske sisteme. Postoje tri vrste suša: meteorološka, poljoprivredna i hidrološka koje su međusobno povezane i ako svaka od njih ima posebne faktore formiranja uticaja. Sa stanovišta šumskog ekosistema i pojave šumskih požara sva tri oblika suše imaju izraziti uticaj. Međutim, najznačajnije mesto ipak pripada meteorološkoj suši, jer ona predhodi ostalim tipovima suša.

Prilikom proučavanja pojave suša u nekom regionu ili području, meteorološka suša (okarakterisana kao značajno negativno odstupanje padavina od proseka ili pojavom dužih bezkišnih perioda) uzima se kao bazna, koja omogućuje da se ispitivanje proširi na oblast poljoprivredne i šumske suše (povezane sa deficitom padavina i vlažnosti zemljišta i zahtevima useva i šuma za vodom) i hidrološke suše (povezane sa deficitom vode usled narušavanja bilansa površinskih i podzemnih voda).

Pojava meteorološke suše analizira se na osnovu dužine trajanja bezkišnog perioda iznad nekog referentnog nivoa. Rezultati ispitivanja bezkišnih perioda dužih od 15 dana pokazuju da na području Republike Srbije mogu se izdvojiti nekoliko područja : Vojvodina, doline Velike i Južne Morave, Timočka Krajina i Kosovo i Metohija gde je pojava suše izraženija. Trajanje sušnog perioda u ovim regionima i područjima, na bazi višegodišnjeg praćenja, iznosi više od 32 dana za povratni period od 5 godina.

Na Karti 10 i 11 dat je prikaz maksimalnog trajanja bezkišnog perioda (manji od 15 dana) za odgovarajući povratni period od 5 godina (slika levo) i 20 godina (slika desno) za vegetacijski period april-septembar u Srbiji.



Izvor: [59]

Karta 10 i 11. Trajanje bezkišnog perioda za period april-septembar u Srbiji

Za procenu opasnosti od nastanka šumskih požara potrebno je poznavati i u ocenu uključiti sušna razdoblja. Često statistički podaci o sušnom periodu ne daju pravu sliku za ocenu opasnosti. Na primer podatak o deset kišnih dana u mesecu ne daju podatke da li su bili uzastopno ili u nekom razmaku na dva ili tri dana, pa takvi podaci ne daju pravu sliku. Pojava padavina u nekom razdoblju nije statistički nezavisna veličina, jer suvi i kišni dani nisu ravnomerno raspoređeni već oni imaju veliku prostorno-vremensku varijabilnost. Posmatranje sušnih razdoblja mora se vršiti za konkretan period koji služi za ocenu opasnosti jer statistički podaci o sušnim razdobljima praćenjem predhodnog perioda ne daje realne podatke [5]. Standardizovani indeks padavina (SPI) je jedan od pokazatelja uslova vlažnosti, što sa stanovišta zaštite šuma od požara može da odredi jasniju sliku uticaja vlažnosti na određivanje opasnosti od nastanka šumskih požara.

5.3.8 Standardizovani indeks padavina (SPI)

U indekse koji karakterišu uslove vlažnosti, a koja ima veliki uticaj na nastanak šumskih požara spada i standardizovan indeks padavina (SPI). Standardizovani indeks padavina je relativno jednostavan, ali vrlo primenljiv pokazatelj uslova vlažnosti. Standardizovan indeks

padavina je u stvari količina padavina zabeležena tokom nekog vremenskog perioda predstavljena preko vrednosti slučajne promenljive koja ima standardizovano normalnu raspodelu verovatnoće. Vrednosti statističkih parametara koji su neophodni za sprovođenje ovog indeksa dobijaju se obradom dugogodišnjeg niza podataka o padavinama. Primena ovakvog postupka omogućava jednostavnu klasifikaciju neke količine padavina i njeno kvalitativno određenje na osnovu odgovarajuće verovatnoće pojave. Ovakvim postupkom postiže se i međusobna uporedivost podataka o padavinama iz vremenskih perioda nejednake dužine, kao i podataka iz sezona i lokacija sa raspodelom količine padavina [60].

Standardizovanim indeksom padavina u okviru praćenja uslova vlažnosti, obuhvaćeno je i određivanje vrednosti indeksa na osnovu količine padavina zabeleženih u predhodnih 30, 60 ili 90 dana. Osim ovih vrednosti izračunavaju se i vrednosti standardnog indeksa padavina za predhodnih 1,2,3,4,5,6,9,12 i 24 meseci i to po isteku svakog kalendarskog meseca, što je za procenu opasnosti od nastanka šumskih požara veoma značajno. Umesto brojnih vrednosti standardni indeks padavina, kao pogodnije za korišćenje, daju se kvalitativne ocene uslova vlažnosti što je pogodnije za operativno korišćenje. Pre svega jer postoji korelacija između veličine i trajanja anomalija u režimu padavina indeks štetnih posledica na poljoprivredu, šumarstvo, vodoprivredu, što korišćenjem ovih podataka može pomoći pri procenjivanju nepovoljnih uslova vlažnosti.

Spektr³ vremenskih skala u kojima se može odrediti standardizovani indeks padavina omogućuje njegovu široku primenu od kratkoročnog planiranja do istraživanja dugoročnih kolebanja u režimu padavina. Vrednosti standardnog indeksa padavina utvrđene za period od jednog do tri meseca relativno dobro mogu opisati stanje produktivne vlage u površinskim slojevima zemljišta, i može se koristiti za ocenu uslova vlažnosti u kojima se odvija rast i razviće biljnog pokrivača što je vrlo važno prilikom razvoja i širenja požara na otvorenom prostoru [5].

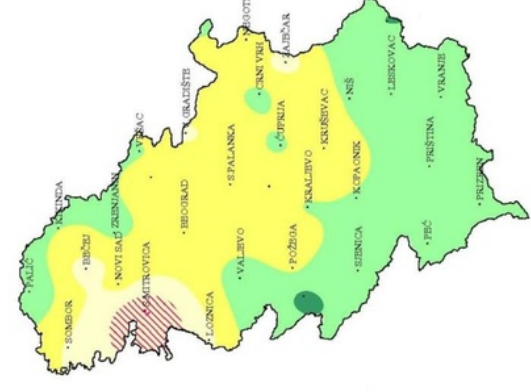
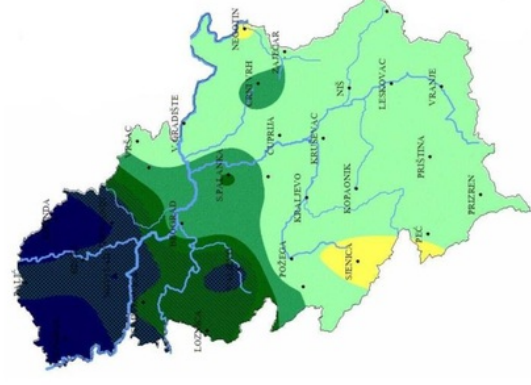
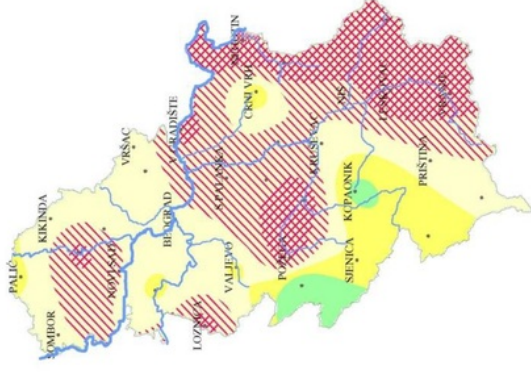
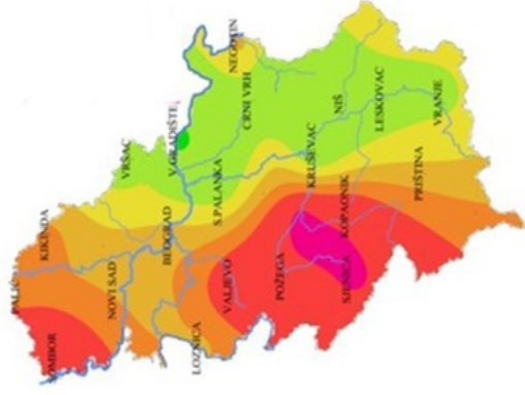
U Tabeli 41 dat je prikaz kategorizacije uslova vlažnosti na osnovu standardnog indeksa padavina koja je usvojena za operativnu upotrebu.

Tabela 41. Kategorizacija uslova vlažnosti na osnovu standardnog indeksa padavina

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

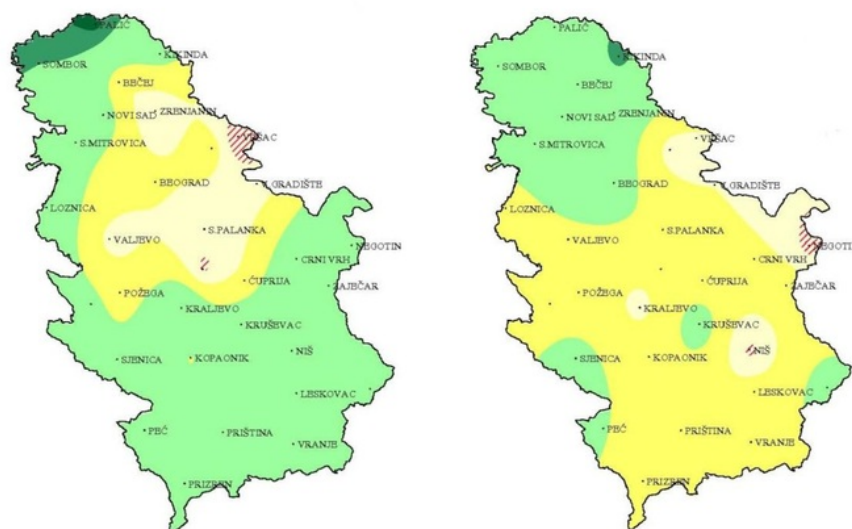
Izvor: [60].

Na kartama 12-17 dat je prikaz područja po intenzitetu suše (SPI) za teritoriju Republike Srbije kao i broj šumskih požara.



Izvor: [60].

Karta 12. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2012. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI)	Karta 13. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2011. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI)	Karta 14. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2010. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI)	Karta 15. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2009. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI)
Opožarena površina - 7460 hektara	Opožarena površina - 2036 hektara	Opožarena površina - 503 hektara	Opožarena površina - 1210 hektara



Izvor: [60].

Karta 16. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2008. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI)

Opožarena površina - 576 hektara

Karta 17. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2007. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI)

Opožarena površina - 22161 hektara

5.3.9 Tipovi klimata Srbije

U Srbiji su izdvojene tri osnovne klimatske oblasti sa određenim brojem podoblasti [61].

Prva oblast (A) obuhvata Vojvodinu i Peripanonski obod, Pomoravlje i istočnu Srbiju, do Nišave. Ova klimatska oblast ima odlike kontinentalne klime. U okviru nje izdvojeno je pet podoblasti: A-1-a, A-1-b, A-2-a, A-2-b i A-2-V.

Podoblast A-1-a obuhvata ravničarske terene Vojvodine i Peripanonskog oboda, kao i leskovačku kotlinu.

Apsolutne ekstremne temperature vazduha u ovom podreonu kreću se od 32.6°C do 42.3°C. Godišnja amplituda temperature je iznad 22.0°C. Srednja zimska temperatura kreće se iznad 1°C, a letnja iznad 20°C. Prolećne temperature se neznatno razlikuju od jesenjih. Srednja godišnja suma padavina u nižim predelima iznosi oko 520 mm, a na

pojedininim mestima i preko 650 mm. Najmanje padavina ima zimi, dok su prolećne padavine neznatno veće od jesenjih.

Klimatska podoblast A-1-b obuhvata Timočku krajinu, od Knjaževca do Negotina i Kladova. Odlike klime ove podoblasti su:

- Najveće vrednosti izmerenog vazdušnog pritiska,
- Srednja godišnja temperatura vazduha naglo raste ka severoistoku (Negotinu),
- Najviši stepen kontinentalnosti,
- Godišnje amplitude temperatura iznose 25°C ,
- Najveća čestina anticiklonske vremenske situacije,
- Zime su hladnije, a dužina trajanja snežnog pokrivača veća nego u ostalim ravničarskim područjima Srbije.

Klimatska podoblast A-2-a obuhvata planine južno od Valjeva (Sokolske planine, Povlen, Maljen, Suvobor) i planine južnog dela Šumadije (Rudnik, Kotlenik i Gledičke planine).

Prosečne temperature vazduha u ovoj podoblasti kreću se od 7.0°C do 9.3°C . Prosečna temperatura vazduha najtoplijeg meseca na planinama ne prelazi 18.4°C , a godišnje amplitude su ispod 20°C .

U ovom podreonu je vrlo izražen uticaj reljefa na količinu padavina, tako da stanice ispod nadmorske visine od 1000 m imaju prosečnu sumu padavina preko 1000 mm.

Klimatska podoblast A-2-b obuhvata zonu mladih ¹⁵⁰ venačnih planina, počev od Đerdapa na severu do Niške kotline na jugu. Srednje godišnje temperature u ovom podreonu su ispod 10°C . Proleće je hladnije od jeseni. Jesenji meseci imaju manje padavina od prolećnih.

Klimatska podoblast A-2-V obuhvata Svrljiške planine i Staru planinu. U zoni od 1200 - 1800 m.n.m. je pojas hladne i snežne borealne planinske klime sa srednjim godišnjim temperaturama vazduha od 4°C do 7°C i 950-1100 mm padavina. Iznad ove zone (1700-2000 m.n.m.) prostire se pojas subalpske klime sa srednje godišnjom temperaturom vazduha od 2.5°C do 4°C i sumom padavina od 1000-1150 mm, dugotrajnim snežnim pokrivačem, velikim brojem dana sa mrazom i skraćenim vegetacionim periodom.

Klimatska oblast B nalazi se južno od klimatske oblasti A. Obuhvata područje od granica sa Makedonijom i Bugarskom na istoku, sa Bosnom i Hercegovinom na jugoistoku i Crnom Gorom na zapadu. Na severu je ograničena dolinom Zapadne Morave i Nišave, a na jugozapadu sa klimatskom oblasti V. Najveći deo klimatske oblasti B pripada umerenokontinentalnoj klimi.

Srednje godišnje temperature vazduha u ovoj klimatskoj zoni kreću se u velikom rasponu (od 2.7°C na Kopaoniku do 10.8°C u Vranju). Na većini meteoroloških stanica ovog reona registrovane su negativne srednje mesečne temperature u februaru i decembru, što je karakteristično za ovu klimatsku oblast. Proleća su hladnija od jeseni, a ta razlika postaje veća sa porastom nadmorske visine. Idući od jugoistoka ka severozapadu udeo prolećnih padavina se smanjuje na račun jesenjih

U okviru ove klimatske oblasti izdvojene su dve podoblasti: B-3-a i B-3-b.

Klimatska podoblast B-3-a obuhvata područje Pešterske visoravni.

Leta u Novom Pazaru su za 3°C toplija nego u Sjenici. Prosečne decembarske temperature su negativne. Jesenje padavine su veće od prolećnih, a u proseku se više taloga izluči leti nego zimi.

Klimatska podoblast B-3-b obuhvata Kosovsku visoravan. Prosečna letnja temperatura vazduha iznosi 19°C , a jesen je toplija od proleća. Prosečna godišnja količina padavina se spušta ispod 600 mm.

Treća klimatska oblast V približno se poklapa sa regionalno-geografskom granicom Kosova i Metohije.

Na severnom delu Kosova dominira maritimni uticaj, a dolinom Prizrenske Bistrice kontinentalni uticaj.

U ovoj oblasti izdvojene su podoblasti: metohijska dolina (V-1-a), planina Šara (V-2-a) i Prokletije (V-2-b).

Klimatska podoblast V-1-a obuhvata Metohijsku kotlinu, a karakterišu je niže godišnje vrednosti vazdušnog pritiska. Najviše srednje godišnje temperature u ovoj oblasti javljaju se u Prizrenu. Prolećni meseci su hladniji od jesenjih, a zimske temperature su pozitivne.

Samo se u ovom podreonu Srbije maksimum srednje mesečnih padavina javlja u jednom od zimskih ili jesenjih meseci. Na zapadnom obodu kotline prosek godišnjih

padavina iznosi oko 1150 mm, dok se idući prema Kosovu padavine smanjuju na 600 mm.

Klimatska podoblast V-2-a obuhvata planinu Šaru. Do nadmorske visine od 700 m samo januar ima negativnu prosečnu temperaturu vazduha. Na visinama od 1000-1100 m prosečnu negativnu mesečnu temperaturu imaju januar i februar, a na visinama od 1700-1800 m.n.m. decembar, januar, februar i mart.

U najvišim zonama Šare (iznad 2300 m) prosečne negativne temperature javljaju se od novembra do aprila (šest meseci). Srednje godišnje padavine na ovom području kreću se od 800 do 1300 mm.

Klimatska podoblast V-2-b obuhvata Prokletije. Za ovaj podreón nema merenih podataka, to jest, klimatske prilike ovih planina nisu dovoljno proučene.

U Tabeli 42. prikazan je broj požara i opožarena površina po klimatskim zonama. Najveći broj požara i opožarene površine registrovano je u klimatskoj zoni B.

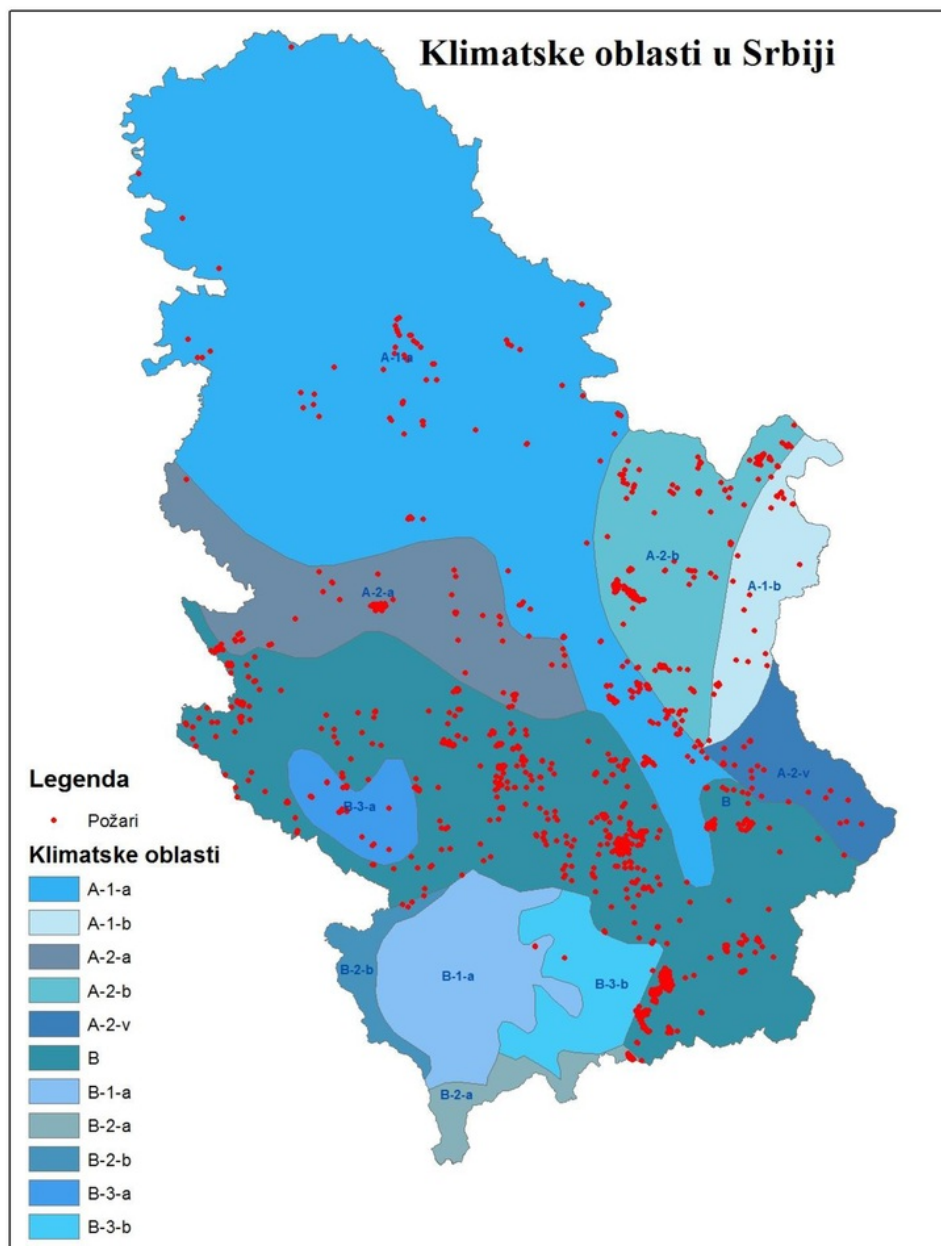
Tabela 42. Klimatske oblasti i broj požara

Klimatske oblasti	Broj požara	%	Površina (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

Izvor: Original

Najveći broj požara registrovan je u klimatskoj zoni B (60.9% od ukupnog broja) dok je najmanji broj zabeležen u klimatskoj zoni B-1-a (0.11 % od ukupnog broja).

Raspored požara po klimatskim zonama prikazan je na Karti 18.



Izvor: Original

Karta 18. Klimatske oblasti i raspored šumskih požara

5.4. PROGNOZIRANJE ⁴OPASNOSTI OD ŠUMSKIH POŽARA

Prognoziranje opasnosti od nastanka šumskih požara je jedan od najvažnijih zadataka koji se sprovodi u preventivnom delovanju zaštite šuma od požara. Na taj način štete od požara se mogu svesti na najmanju meru, sistem otkrivanja, pripreme pred požarnu sezonu, dobra mobilnost i spremnost može sprečiti nastanak šumskih požara. Procene opasnosti od šumskih požara se bazira na scenariju kada požar nastane, gde će se pojaviti i kako će se razvijati. Elemente za određivanje vremena pojave požara definiše požarna sezona, odnosno dinamika nastanka šumskih požara, koja se određuje dugogodišnjim praćenjem.

Kriterijumi za procenu gde će se požar pojaviti određuje područje, vrsta gorivog materijala na datom području, orografske i klimatske prilike i dostupnost uzročnika požara. Od ovih parametara zavisi i kako će se požar razvijati, odnosno koje mere treba preduzeti radi njihovog suzbijanja.

Sistem procene sastoji se od indeksa koji opisuju stanje osnovnih komponenti opasnosti:

- stanje šumskog gorivog materijala definisano njihovom vrstom, količinom, vlažnošću i prostornim rasporedom;
- rizik od požara, odnosno verovatnoća izbijanja požara u šumi, definisana prirodom i aktivnostima koji ih uzrokuju.

Stanje šumskog gorivog materijala utvrđuje se direktno (uzimanjem uzorka sa terena) i posredno na osnovu meteoroloških podataka.

5.4.1 Indeks Angstroma (I)

Angstromov indeks razvijen je u Švedskoj u prvoj polovini dvadesetog veka sa ciljem predviđanja pojave šumskog požara [62]. Bazira se na relativnoj vlažnosti vazduha i temperaturi vazduha i pokazuje verovatan broj požara za bilo koji dan tokom požarne sezone [63] dat je modelom:

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

gde je:

R relativna vlažnost vazduha (%),

T je temperatura vazduha (°C).

Rizik od potencijalnog nastanka šumskog požara podeljen je u pet klasa (Tabela 43).

Tabela 43. Angstromov indeks potencijalne opasnosti od izbijanja šumskog požara

Indeks opasnosti (I)	Rizik
$I > 4.0$	Pojava požara nije verovatna
$4.0 > I > 3.0$	Nepovoljni uslovi za nastanak požara
$3.0 > I > 2.5$	Povoljni uslovi za nastanak požara
$2.5 > I > 2.0$	Povoljniji uslovi za nastanak požara
$I < 2.0$	Pojava požara je veoma verovatna

Izvor: [63].

Na osnovu Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara izrađene su karte rizika [64].

5.4.2 Indeks Nesterova (N)

Indeks suše Nesterova (1949) u proceni rizika od izbijanja šumskih požara koristi se u zemljama bišeg SSSR-a, zasnovan je na sinoptičkim dnevnim podacima o temperaturi, vlažnosti vazduha i padavinama. Matematički model je predstavljen razlikom između temperature i tačke rose.

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

gde je:

N - indeks Nesterova,

W je broj dana od poslednjih padavina većih od 3 mm,

T - srednja vrednost dnevne temperature (°C) i

D je tačka rose (°C).

Nesterov je opasnost od izbijanja šumskih požara podelio u pet klasa (Tabela 44).

Tabela 44. Indeks Nesterova potencijalne opasnosti od
izbijanja šumskog požara

Indeks opasnosti (N)	Rizik
$N < 300$	Nema rizika za nastanak požara
$301 < N < 1.000$	Nizak nivo rizika za nastanak požara
$1001 < N < 4.000$	Srednji rizik za nastanak požara
$4.001 < N < 10.000$	Visok rizik za nastanak požara
$I > 10.000$	Ekstremno visok rizik za nastanak požara

Izvor: [65].

Indeks Nesterova je prilagođen za upotrebu u Portugaliji [66] i Austriji [67] Testiran je i upoređen sa KBDI indeksom na području Indonezije, gde se pokazao kao veoma primenljiv za predviđanje i rano upozorenje na rizik od šumskog požara [68].

5.4.3 Modifikovan Indeks Nesterova (M-N)

Modifikovani indeks Nesterova je razvijen 1952 godine, i poznat je kao indeks sušenja [69] Koristi se na području Rusije zajedno sa Indeksom Nesterova uzimajući u obračun redukcionni faktor (K)

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

gde je K faktor koji zavisi od trenutnih padavina (Tabela 45 i 46).

Tabela 45. Vrednost korekcionog faktora u zavisnosti od količine padavina

Padavine (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

Izvor: [70].

Tabela 46. Modifikovani indeks Nesterova potencijalne opasnosti od
izbijanja šumskog požara

Indeks opasnosti (N)	Rizik
$100 < MN < 1.000$	Nema rizika za nastanak požara
$1.001 < MN < 2.500$	Nizak nivo rizika za nastanak požara
$2.5001 < MN < 5.000$	Srednji rizik za nastanak požara
$5.001 < MN < 10.000$	Visok rizik za nastanak požara
$MN > 10.000$	Ekstremno visok rizik za nastanak požara

Izvor: [70].

Modifikovani indeks Nesterova uspešno je korišćen u predviđanju šumskih požara u Libanu [70]. Komparativno je testiran sa Keetch Byram-ovim indeksom suše, kao i sa indeksom Nesterova, pri čemu je dao dobre rezultate za rano upozorenje na rizik od izbijanja šumskih požara [70].

5.4.4 Baumgartnerov indeks

Baumgartnerov indeks razvijen je u zapadnoj Nemačkoj 1967. godine i bazira se na padavinama i potencijalnoj evapotranspiraciji [62]. Obračunava se na osnovu Modela.

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

gde je:

P padavine (mm) i

PE potencijalna evapotranspiracija (mm).

Podeljen je u pet klasa tokom osam meseci (Tabela 47).

Tabela 47. Baumgartnerova skala potencijalnog izbijanja šumskih požara

Mesec	Klasa rizika				
	1	2	3	4	5
Mart	+5 >	[+5,-3]	[-3, -9]	[-9, -15]	-15
April	+3 >	[+3,-8]	[-8, -16]	[-16, -27]	-27
Maj	-3 >	[-3,-16]	[-16,-25]	[-25, -35]	-35
Jun	-12 >	[-12,-24]	[-24,-32]	[-32,-41]	-41
Jul	-12 >	[-12,-24]	[-24,-31]	[-31,-40]	-40
Avgust	-8 >	[-8,-20]	[-20,-28]	[-28,-37]	-37
Septembar	-6 >	[-6,-8]	[-18,-26]	[-26,-35]	-35
Oktobar	-6 >	[-6,-8]	[-18,-26]	[-26,-35]	-35

Izvor: [62].

U poređenju sa indeksom Nesterova i Angstroma u Nacionalnom parku Slovački raj retko se pojavljivao do najvišeg ranga rizika [62]. Baumgartnerov indeks je pokazao dobre rezultate za predviđanje šumskih požara na području Zapadnih Alpi [72].

5.4.5 Keit-Biramov indeks suše (KBDI)

Keit-Biramov indeks suše (Keetch-Byram Drought Index) kreiran je za područje Sjedinjenih Američkih Država i zasniva se na merenju gornjeg sloja zemljišta [73], rang suše kreće se od 0 do 800 pri čemu je vrednosti 800 predstavljaju ekstremno suve uslove. Matematički model ovog indeksa prikazan je formulom:

$$KBDI_t = KBDI_t + DF$$

pri čemu se KBDI_t obračunava na osnovu Modela:

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

gde je:

T dnevna maksimalna temperatura (°C),

R je srednja godišnja suma padavina (mm),

dt je vreme povećanja dužine dana i

KBDI_{t-1} je Keit-Biramov indeks suše u vremenu t-1.

Dnevna količina padavina KBDI se smanjuje kada je ukupna količina padavina veća od 5 mm (za 24 časa). KBDI indeks suše podeljen je u nivoe (Tabela 48).

Tabela 48. KBDI indeks potencijalne opasnosti

Vrednosti indeksa	Opis	Nivo opasnosti
0 – 150	Gornji sloj zemljišta i prostirka su vlažni	Potencijalna opasnost je minimalna
15 – 300	Gornji sloj zemljišta i prostirka su vlažni ali ne doprinose intenzitetu vatre	Ponašanje vatre je predvidljivo
300 – 500	Gornji sloj zemljišta je vlažan i prostirka je suva i može doprineti intenzitetu požara	Ponašanje vatre je donekle predvidljivo
500 – 700	Gornji sloj zemljišta i prostirka su vrlo suvi. Površinski otpad i organska deo doprinose intenzitetu vatre	Izbijanje požara je značajno
700 - 800	Gornji sloj zemljišta i prostirka su izuzetno suvi. Vegetacija podstiče aktivno sagoreva i doprinosi potencijalu požara.	Ponašanje požara je nepredvidljivo

Izvor: [73].

Utvrđeno je da KBDI ima jaku korelaciju sa požarima na području Havaja [74], a na području Malezije je bio prihvaćen kao metod za procenu rizika od pojave šumskih požara [75].

5.4.6 Modifikovani Keit-Biramov indeks suše (Mod-KBDI)

Keit-Biramov indeks suše (KBDI) se nije pokazao kao dobar indikator predviđanja šumskih požara na području oblasti Misissipija [76,77,78], zbog čega je bilo nepohodna korekcija modela. Ovu korekciju uradili su [79] za područje Mediterana uključivši u model padavine.

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

Granična vrednost padavina je 3 mm, pa je modifikovana jednačina:

$$Mod\ KBDI = ModKBDI_{t-1} + DF - (R - 3)$$

Modifikovani Keit-Biramov indeks suše (Mod-KBDI) može se koristiti u uslovima letnje suve klime [79].

5.4.7 Kanadski meteorološki indeks (FWI)

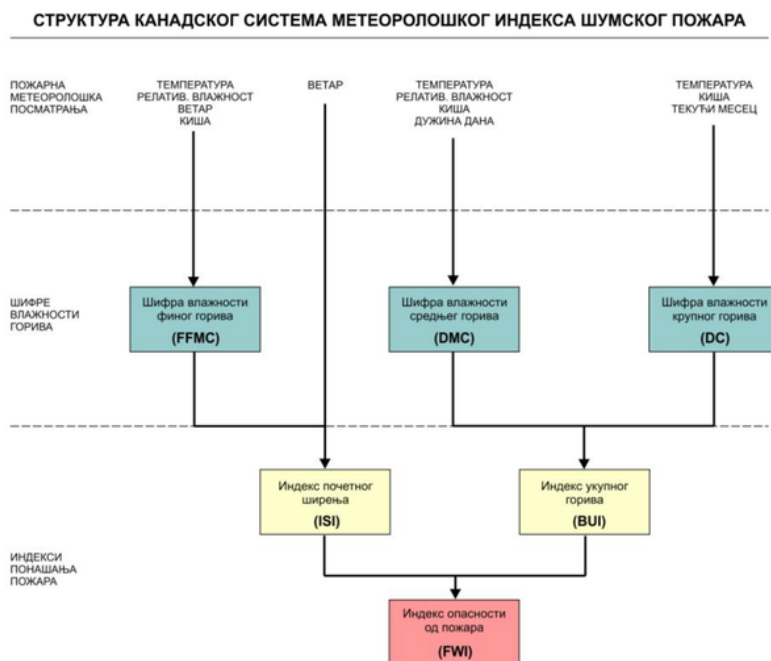
Za procenu opasnosti pojave šumskih požara, u velikom broju zemalja, koristi se **Kanadski metod (Fire Weather Index, FWI)**. Ovaj metod bazira se na modelu procene zapaljivosti šumskog gorivog materijala i zavisnosti od prošlih i trenutnih vremenskih uslova.

Tabela 49. Englesko-srpski ekvivalent termina kanadskog sistema meteorološkog indeksa šumskog požara

4	Engleski	Srpski
	FFMC (Fine Fuel moisture code)	PVFG (Pokazatelj vlažnosti finog goriva)
	DMC (Duff moisture code)	PVSG (Pokazatelj vlažnosti srednjeg goriva)
	DC (Drought code)	PVKG (Pokazatelj vlažnosti krupnog goriva)
	ISI (Intial spread index)	IPŠ (Indeks početnog širenja)
	BU (Buildup index)	IUG (Indeks ukupnog goriva)
	FWI (Fire Weather index)	IOP (Indeks opasnosti od požara)

Izvor: [5]

Sastoji se od šest komponenti: tri primarne, dve posredne i jedne koja označava jačinu pojedinačnog požara u standardnoj vrsti goriva (Slika 1).



Izvor: [5].

Slika 1. Struktura kanadskog sistema meteorološkog indeksa šumskog požara

10

Pokazatelj vlažnosti finog goriva PVFG (Fine fuel moisture code - FFMC)

numerički ocenjuje sadržaj vlage u prostirci i drugog finog goriva u šumi. Ovaj pokazatelj je indikator relativne lakoće zapaljivosti i gorivosti finog goriva. Tipičan je za debljinu sloja mrtve šumske organske prostirke od 2-3 cm, težine oko 5 t/ha.

10 Elementi za utvrđivanje pokazatelja finog goriva su: dnevna temperatura, relativna vlažnost vazduha i brzina vetra.

Količina padavina u proteklih 24 časa veća od 0,6 mm pokazuje vlažnost gorivog materijala do ranog popodneva u najtoplijem delu dana. Ta vrednost je najpovoljnija za ocenu zapaljivosti. Vetar se koristi za izračunavanje indeksa početnog širenja vatre u metrima u minuti.

10

Pokazatelj vlažnosti srednjeg goriva PMSG (Duff moisture code-DMC)

numerički ocenjuje prosečnu vlažnost kompaktne organske prostirke umerene dubine i drvnog materijala srednje veličine. Ovaj pokazatelj tipičan je za debljinu mrtve šumske prostirke 5-10 cm i težine oko 50 t/ha. Prvenstveni je izvor energije koje daje kretanje požara u većini vrsta gorivog materijala.

Elementi koji određuju ovaj pokazatelj su: temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, padavine u predhodnih 24 časa veće od 1,5 mm i dužina dana. Činilac dužine dana menja se iz dana u dan tokom požarne sezone. Dužina dana utiče na trajanje isušivanja gorivog materijala. Temperatura od 21⁰C i relativna vlaga od 45% u podne u mesecima u kojima su dani najduži, ima dvostruko veći učinak nego u mesecima kada su dani kraći pri istim meteorološkim parametrima.

Pokazatelj vlažnosti krupnog goriva PVKG (Drought code-DC) numerički ocenjuje prosečan sadržaj vlage u dubini kompaktne organske prostirke i krupnog drvnog materijala. U krupnom dubokom sloju mrtve šumske prostirke, slojevi mogu sadržati i do 350-400 % vode u odnosu prema težini suvog gorivog materijala. Na mestima gde gori krupni gorivi materijal, požar se teško gasi i teško se kontroliše.

Elementi koji utiču na ovaj pokazatelj su: temperatura vazduha, padavine u predhodnih 24 časa veće od 2,9 mm, tekući mesec za izvođenje broja koji opisuje sadržaj vlage u sloju ispod 10-20 cm dubine mrtve šumske prostirke i težine od 440 t/ha.

Ovi pokazatelji vlažnosti (modula meteoroloških indeksa požara), imaju sledeća značenja za zapaljivost i postojanost vatre: PVFG-zapaljivost; PVSG-postojanost i jačina vetra; PVKG-otežano gašenje i kontrola.

Indeks početnog širenja IPŠ (Intial spread index – ISI) pokazuje kombinovani uticaj brzine vatre i pokazatelja vlažnog finog gorivog materijala. Pomoću njega se vrši numerička procena mogućnosti širenja požara neposredno nakon njegovog izbijanja. Da bi se odredio indeks početnog širenja požara, potrebni su podaci o brzini vetra na otvorenom na visini od 10 m. Za indeks početnog širenja postoje četiri klase brzine širenja ROS (Rate of spread). Padine strmije od 20% mogu povećati brzinu širenja (Tabela 49).

Tabela 50. Brzina širenja (ROS)

IPŠ	Klase brzine	Brzina	Mogućnost manifestacije
0-7	sporo	1,5 m/min	
41 2	umereno	3,0 m/min	požar u obliku baklji
13-17	brzo	6,1 m/min	moću požar u krošnjama
>18	vrlo brzo	18,3 m/min	požar u krošnjama i umnožavanje fronta

Izvor: [8].

Indeks ukupnog gorenja IUG (Buildup index – BU) je kombinacija pokazatelja vlažnosti srednjeg goriva i pokazatelja vlažnosti krupnog goriva. On je numerički pokazatelj ukupne količine goriva dostupne požaru koji se širi. Numerička vrednost ovog indeksa kreće se od 0 do 400.

Indeks opasnosti od požara IOP (Fire weather index – FWI) je kombinacija indeksa početnog širenja i indeksa ukupnog goriva. Ovaj indeks je numerički pokazatelj potencijalnog intenziteta vatre u standardnom tipu goriva i označava stepen proizvedene energije po jedinici dužine fronta požara. Vrednost indeksa opasnosti od požara zavisi samo od meteoroloških elemenata i izračunava se svakodnevno. Dobijene vrednosti pokazuju za datu oblast stepen opasnosti od požara u vremenskom intervalu oko podneva, što omogućuje vremensku i prostornu uporedivost ovog pokazatelja. Ovaj indeks pokazuje težinu lokalizacije, veličinu širenja i veličinu štete koja pritom može da nastane. Indeks opasnosti od požara, kao konačni indeks, koristi se za sve planske aktivnosti.

Pokazatelj vlažnosti finog goriva FFMC (PVFG) se računa po formuli:

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

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

gde je:

m - sadržaj vlage finog goriva dobijen kao funkcija vlage u vazduhu.

Razlikuju se dva slučaja. Prvi, kada je u proteklih 24 časa bilo padavina i drugi kada padavina nije bilo. U prvom slučaju računa se “šifra ravnoteže vlage za sušenje”, a u drugom “šifra ravnoteže vlage za vlaženje finog goriva”. Na sadržaj vlage finog goriva utiče količina padavina veća od 0,6 mm. Količina padavina veća od 5,8 mm ne utiče na vlažnost finog goriva zbog njegove zasićenosti. Pokazatelj vlažnosti finog goriva FFMC je prvi modul indeksa opasnosti od požara, koji predstavlja vlažnost sloja lišća do dubine 2-3 cm. Pod uslovima standardnog dana (temperatura 21°C, relativna vlažnost 45% i brzina vetra od 3,6 m/s u 12 sati) vremensko zaostajanje FFMC iznosi

2/3 dana. Ovo znači da za manje od jednog standardnog dana sa navedenim uslovima može se očekivati da će fina goriva izgubiti oko dve trećine svoje vlage. Naime FFMC predstavlja sadržaj vlage koji se očekuje u finom gorivu u toku popodnevnog maksimuma opasnosti od požara između 14 i 16 časova. Kako svi požari koji započinju u sloju finog goriva, vrednost pokazatelja vlažnosti FFMC je najpogodnija za ocenjivanje zapaljivosti i pojave požara.

Pokazatelj vlažnosti srednjeg krupnog goriva (DMC), takođe uzima u obzir sadržaj vlage u gorivom materijalu od predhodnog dana. Takođe uvažava činjenicu ako je padala kiša. U tom slučaju pokazatelj vlažnosti srednjeg krupnog goriva DMC je funkcija padavina. DMC je pokazatelj vlažnosti u dubini od 5-10 cm, i dobija se na osnovu formule:

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

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

gde su:

DMC_o = DMC predhodnog dana;

DMC_r = DMC ako je padala kiša;

T' = temperatura vazduha u 12 časova;

H = relativna vlažnost vazduha u 12 časova;

Le = vidljivog dela dana;

r = padavine u mm u predhodnih 24 časa

Vreme koje je potrebno da srednje krupno gorivo izgubi 2/3 vlage je 12 dana. U poređenju sa finim gorivom, srednje gorivo se daleko sporije suši do postizanja ravnotežnog sadržaja vlage. Na sadržaj vlage srednjeg goriva utiče količina padavina veća od 1,5 mm.

Pokazatelj vlažnosti krupnog materijala (DC), tretira zatečeno stanje. On pokazuje vlažnost krupnog goriva do 20 cm dubine. Požari koji su zahvatili krupni gorivi materijal teško se gase i izuzetno se teško kontrolišu. Pokazatelj vlažnosti krupnog goriva DC, dobija se iz relacije:

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

gde su:

DC_o = DC predhodnog dana,

DC_t = DC posle kiše,

T = temperatura vazduha u 12 časova,

Le = dužina vidljivog dela dana,

r = padavine u mm za protekla 24 časa.

Veličina DC je dugoperiodični indikator koji je osetljiv na sezonsko isušivanje koje traje 2, 3 pa i 4 meseci.

Iz predhodnih vrednosti se računaju dva međuindeksa. Indeks početnog širenja vatre ISI i indeks ukupnog goriva BUI.

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

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

gde su:

f (W) = funkcija vetra,

f (F) = funkcija vlažnosti finog goriva,

DMC = pokazatelj vlažnosti srednjeg gorivog materijala,

DC = pokazatelj vlažnosti krupnog gorivog materijala.

U Tabeli 51 dat je prikaz brožanih vrednosti koji određuju indeks opasnosti od šumskih požara (IOP) na osnovu kojih se određuje stepen opasnosti od nastanka šumskih požara.

Tabela 51. Stepen opasnosti od pojave požara

<i>IOP (FWI)</i>	Stepen opasnosti požara
od 0 do 5.2	Veoma niska opasnost
od 5.2 do 11.2	Niska opasnost
od 11.2 do 21.3	Umerena opasnost
od 21.3 do 38.0	Visoka opasnost
od 38.0 do 50.0	Veoma visoka
veće ili jednako 50.0	Ekstremna opasnost

Izvor[5].

Kanadski model je testiran i usvojen na Novom Zelandu, Fidžiju, Aljasci, Meksiku, Čileu, Argentini i Evropi.

5.4.8 Indeks verovatnoće nastanka šumskog požara (WBKZ)

⁹ Sistem procene opasnosti od šumskih požara razvijen je u Norveškoj početkom sedamdesetih godina u Meteorološkom institutu [5]. Indeks verovatnoće nastanka šumskih požara dat je formulom:

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

gde su:

T_{13} = temperatura vazduha u 13 časova po lokalnom vremenu,

L_{13} = razlika između zasićenog pritiska vodene pare kod T_{13} i stvarnog stanja pritiska vodene pare u T_{13} . To je deficit vlage i pokazuje relativnu vlagu vazduha.

U slučaju kada ima padavina, indeks verovatnoće nastanka šumskog požara se redukuje po formuli:

$$\text{Redukcija} = 4RR$$

gde je:

RR = padavine u mm u proteklih 24 časa

Izračunavanje WBKZ započinje u proleće, nakon otapanja snega. Do pojave mladog lišća upotrebljava se konstanta 3. To znači da se dnevni doprinos WBKZ množi sa faktorom 3 za taj period. U sledećih 30 dana konstanta je 2, a u leto konstanta iznosi 1 (Bertović et al. 1987). Za procenu indeksa verovatnoće nastanka požara primenjuje se tablica rizika (Tabela 52).

Tabela 52. Tablica rizika

Nivo rizika	WBKZ
mali rizik	5-20
umereni rizik	21-40
veliki rizik	41-70
vrlo veliki rizik	više od 70

Izvor: [8].

⁴ 5.4.9 McArthur-ov indeks opasnosti od šumskog požara (FFDI)

Indeks opasnosti od izbijanja šumskih požara razvijen je od strane McArthur (1970) za područje Australije [80].

¹⁰⁰

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

gde je:

T temperatura (°C),

U je brzina vetra (km/h),

RH je relativna vlažnost (%),

DF je faktor sušenja. Faktor sušenja je mera vlage u gorivu, na koju utiče kiša i broj dana od prethodne kiše. Izračunava se na osnovu Modela:

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

gde je:

N broj dana od poslednje kiše,

R je ukupna količina padavina u poslednjih 24 časa (mm),

I je količina padavina potrebna za vraćanje vlage u zemljištu (200 mm).

Potencijalna opasnost od šumskih požara (FFDI) podeljena je u 6 nivoa (Tabela 53).

4

Tabela 53. Indeks opasnosti od šumskog požara (FFDI)

Indeks opasnosti od šumskog požara (FFDI)	Rizik
Katastrofični	100+
Ekstremni	75-99
Ozbiljan	50-74
Veoma visok	25-49
Visok	12-24
Nizak do srednji	0-11

Izvor: [80]

Ovaj indeks se pokazao kao jedan od najpreciznijih za predviđanje opasnosti od šumskih požara u Australiji [81], Kanadi [82], SAD ([83], u Grčkoj, Italiji [84], Portugaliji [85] i Španiji [86].

4

5.4.10 Indeks opasnosti od šumskog požara Austrije (F)

Indeks opasnosti od šumskog požara (F), razvijen je na području Austrije [74]. Dobija se kombinacijom meteoroloških parametara i sadržaja vlage u gorivu na osnovu Modela:

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

gde je:

U brzina vetra u km/h i

U0 prag brzine vetra kako bi se osiguralo da opasnost od požara bude veća od 0, čak i kod nulte brzine.

FMI je indeks vlage koji se obračunava na osnovu Modela:

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

Indeks opasnosti od šumskog požara (F) podeljen je na 5 novoa (Tabela 54).

Tabela 54. Indeks opasnosti od šumskog požara (F)

Indeks opasnosti od šumskog požara (F)	Rizik
0 - 0.7	Nizak
0.7 - 1.5	Srednji
1.5 - 2.7	Visok
2.7 - 6.1	Veoma visok
> 7	Ekstremni

Izvor: [87]

Ovaj indeks je pokazao dobre rezultate u Austriji [88] i Švajcarskoj [89], dok je u Italiji pokazao veliki stepen ograničenja u mogućnosti primene [90].

4

5.4.11 Indeks opasnosti od šumskog požara Česke (FD)

Indeks opasnosti od šumskih požara u Češkoj bazira se na kombinaciji meteoroloških podataka i vlažnosti zemljišta [91]. Primenjuje se u periodu od 1. marta do 15-tog oktobra i obračunava se na osnovu Modela.

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

gde je:

T temperatura vazduha u (°C),

H je vlažnost vazduha (%),

U je brzina vetra u m/s,

F je vlažnost zemljišta (%),

b1, b2, b3, b4 su procenjeni parametri modela.

Podeljen je na 6 novoa opasnosti (Tabela 55).

4

Tabela 55. Indeks opasnosti od šumskog požara (FD)

Indeks opasnosti od šumskog požara (FD)	Rizik
< 0.9	Veoma nizak

0.9 – 1.7	Nizak
1.7 – 3.0	Srednji
3.0 – 6.0	Visok
≥6.0	Veoma visok

Izvor: [91]

Indeks opasnosti od šumskog požara (FD) se koristi u Nemačkoj i Švedskoj i daje dobre rezultate u procenama izbijanja šumskih požara [92].

4

5.4.12 Libanski indeks opasnosti od šumskog požara (L)

Libanski indeks opasnosti od šumskih požara dobija se na osnovu podataka o temperaturi vazduha, temperaturi površinskog sloja zemljišta i tačke rose [71], a prikazana je modelom .

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

gde je:

T temperatura vazduha ($^{\circ}\text{C}$) ,

S temperatura zemljišta ($^{\circ}\text{C}$),

D tačka rose ($^{\circ}\text{C}$).

Podeljen je na 5 novoa opasnosti (Tabela 56).

4

Tabela 56. Indeks opasnosti od šumskog požara (L)

Indeks opasnosti od šumskog požara (L)	Rizik
0 < 15	Bez požara
15 - 30	Nizak nivo rizika
30 - 45	Srednji rizik
45 - 60	Visok rizik
> 60	Ekstremno visok rizik

Izvor: [71]

Preporučuje se za korišćenje u zemljama u razvoju u sličnim klimatskim uslovima.

Tabela 57. Pregled metoda za procenu rizika od izbijanja šumskih požara sa karakteristikama modela

Indeks opasnosti od požara	Država	Godina	Karakteristike oblasti razvoja	Parametri koji se mere	Karakteristike modela	Testirane i prihvaćene za primenu
Angstrom	Švedska	1949	Polarna klima, visoka suma padavina i visoka vlažnost	Temperatura i vlažnost vazduha	Dnevni iskustveni indeks, lak za merenje	Švedska, Nemačka
Nesterov	Rusija	1967	Polarna klima, visoka suma padavina i visoka vlažnost	Tačka rose i temperatura	Kumulativni indeks, lak za merenje	Slovačka, Nemačka
M-Nestorov	Rusija	1968	Polarna klima, visoka vlažnost	Tačka rose i temperatura	Kumulativni indeks, lak za merenje	Rusija, Kanada
KBDI	Južni deo Sjedinjenih Američkih Država	1968	Vruća i topla leta sa visokom vlažnošću vazduha	Temperatura i srednja godišnja količina padavina	Kumulativni indeks, komplikovan za merenje	SAD, Australija, Indonezija
Baumgartner	Nemačka	1967	Visoka suma padavina, hladno i oblačno tokom zime	Padavine i evapotranspiracija	Kumulativni indeks, lak za merenje	Nemačka
M-KBDI	Grčka	2011	Mediteransko područje	Temperatura i srednja godišnja količina padavina	Kumulativni indeks, komplikovan za merenje	Grčka, Indonezija, Malezija
FWI	Kanada	1970	Vlažno sa visokom sumom padavina tokom leta, veoma hladna zima	Temperatura, relativna vlažnost i padavine	Kumulativni indeks, komplikovan za merenje	Kanada, Kina, Čile, Indonezija, Meksiko, Novi Zeland, Južna Afrika, Španija, Švedska, Tajland, Engleska, Argentina
F	Australija	2008	Visoka suma padavina i visoka vlažnost leti	Temperatura i relativna vlažnost	Kumulativni indeks, lak za merenje	Australija, Švajcarska
FD	Česka	2014	Vruće i suvo leto, hladna zima sa jakim vetrom	Relativna vlažnost, temperatura, brzina vetra i vlažnost zemljišta	Kumulativni indeks, lak za merenje	Česka, Nemačka i Švedska
Libanski indeks opasnosti	Liban	2016	Mediteransko područje	Temperatura, tačka rose i temperatura zemljišta	Kumulativni indeks, lak za merenje	Liban

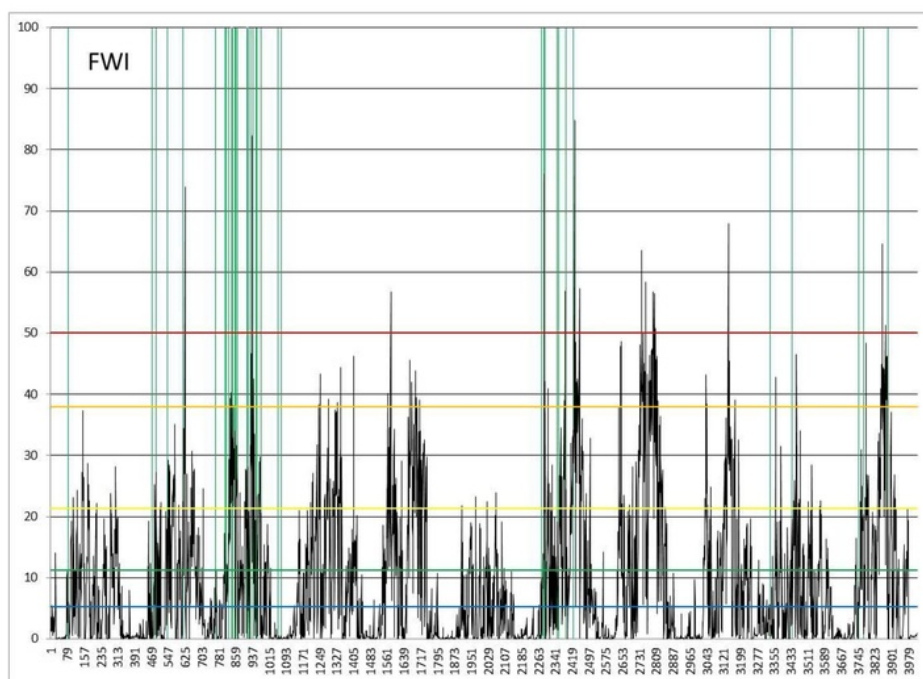
Indeks opasnosti od požara	Država	Godina	Karakteristike oblasti razvoja	Parametri koji se mere	Karakteristike modela	Testirane i prihvaćene za primenu
Modifikovani metod Angstrom-a (Ratknić Tajana, 2017)	Srbija	2017	Suvo i toplo proleće, leto i jesen sa malo padavina	Maksimalna temperatura i minimalna vlažnost vazduha	Dnevni indeks, lak za određivanje	Srbija

Izvor: [71], Original

5.4.13 Povezanost indeksa opasnosti od šumskog požara za bazom podataka o šumskim požarima

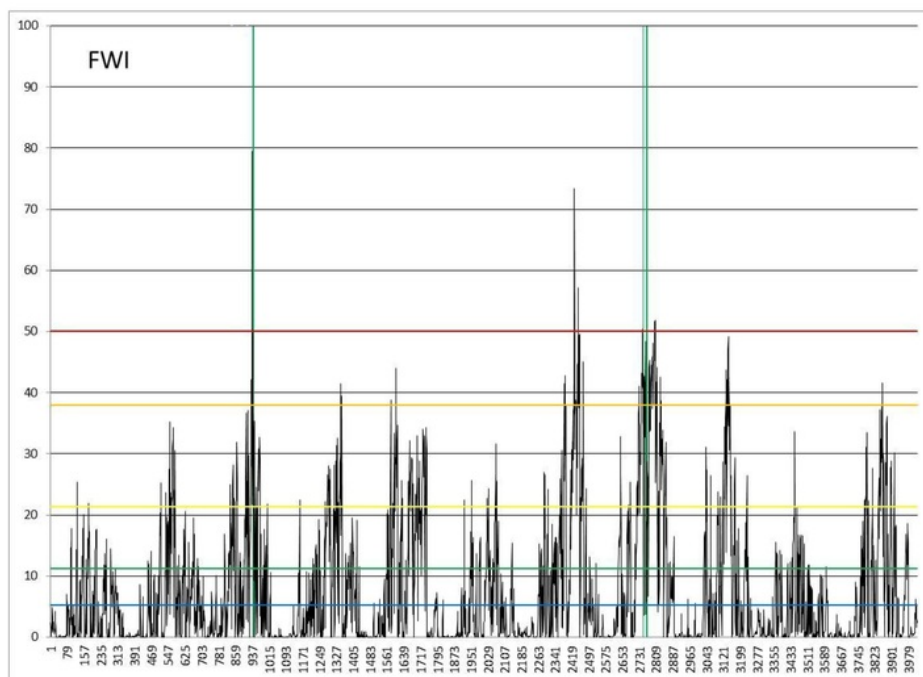
147

Na osnovu uvida u indekse opasnosti od šumskih požara koji se koriste u svetu izdvojeni su dva koja pokazuju najbolje rezultate u proceni (Kanadski indeks (FWI) i indeks Angstroma (I)). Dnevne vrednosti ovih indeksa za period 2005-2015 dovedeni su u vezu sa stvarnim šumskih požarima koji su u tom periodu bili na području Srbije. Vrednosti ovih indeksa prikazani su na grafikonima 31-42.



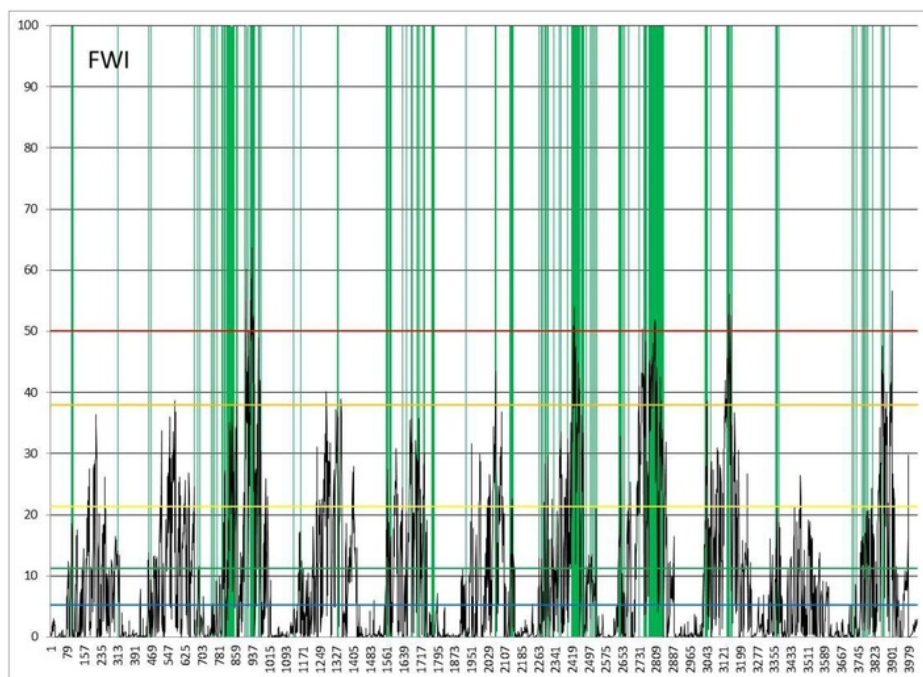
Izvor: Original

Grafikon 31. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Novi Sad



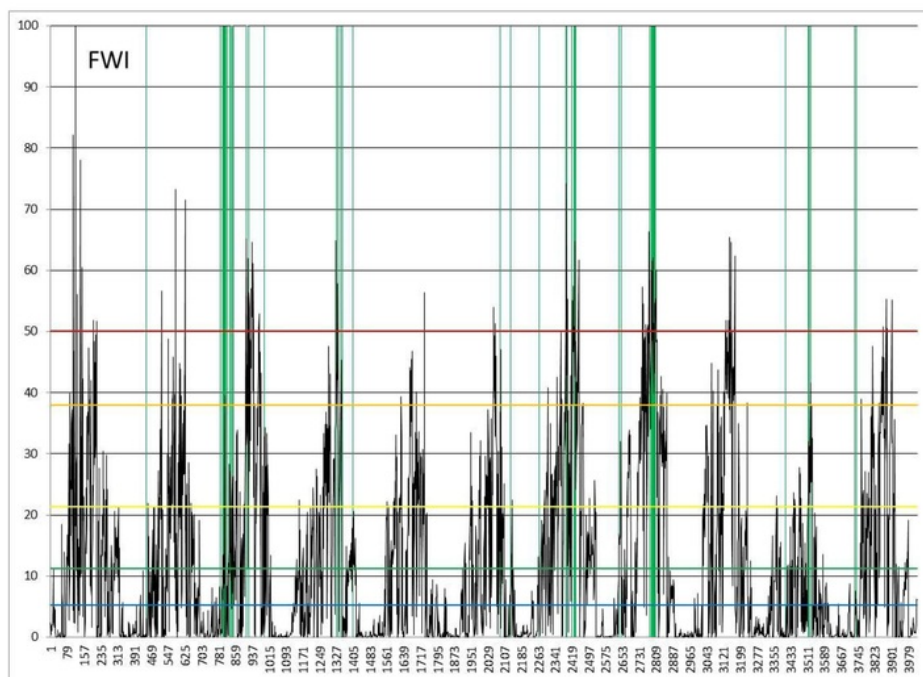
Izvor: Original

Grafikon 32. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Loznica



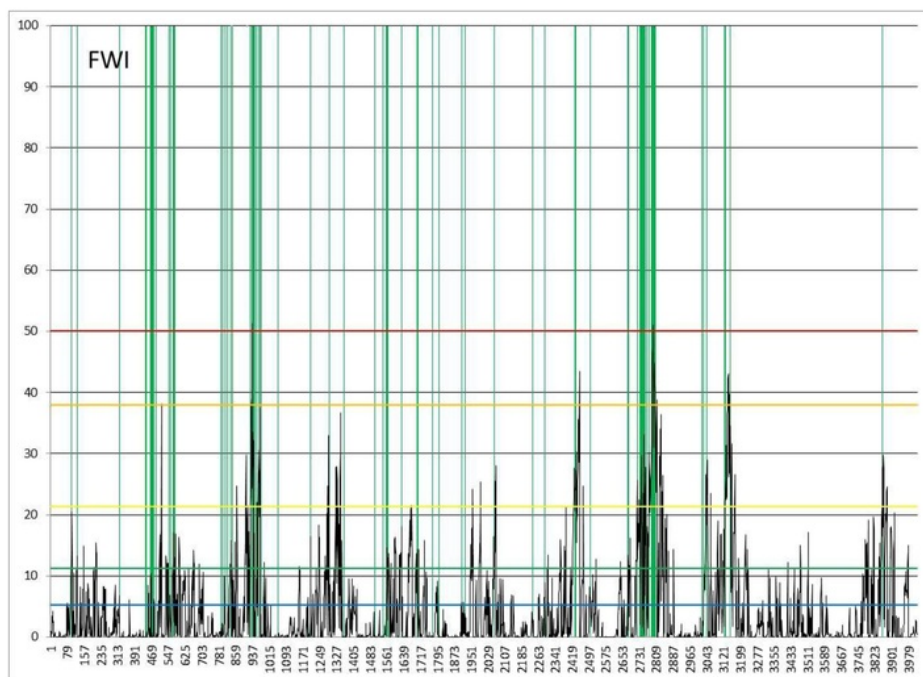
Izvor: Original

Grafikon 33. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Niš



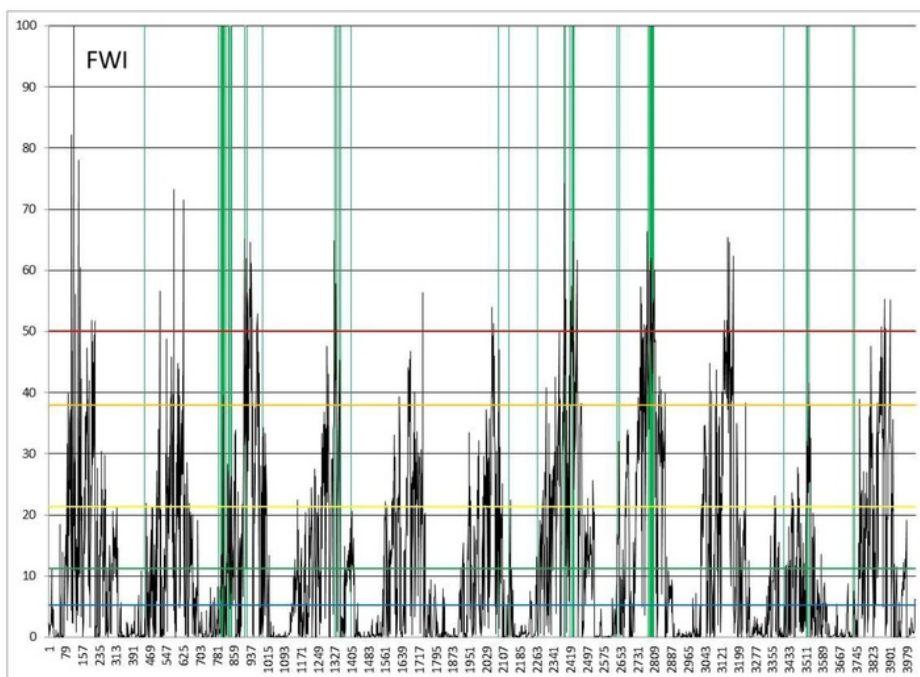
Izvor: Original

Grafikon 34. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Vranje



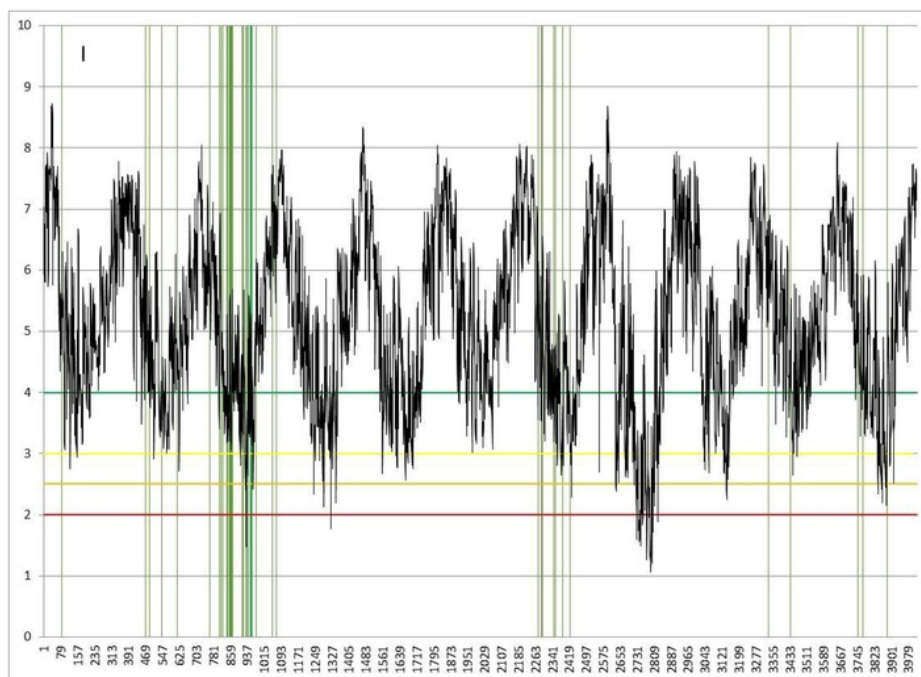
Izvor: Original

Grafikon 35. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Zlatibor



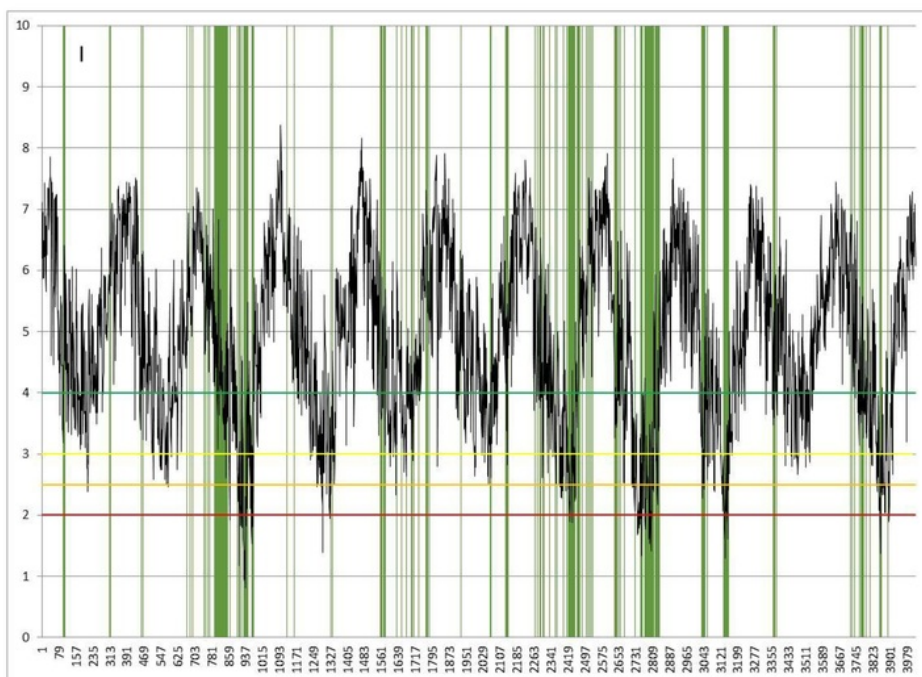
Izvor: Original

Grafikon 36. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Beograd



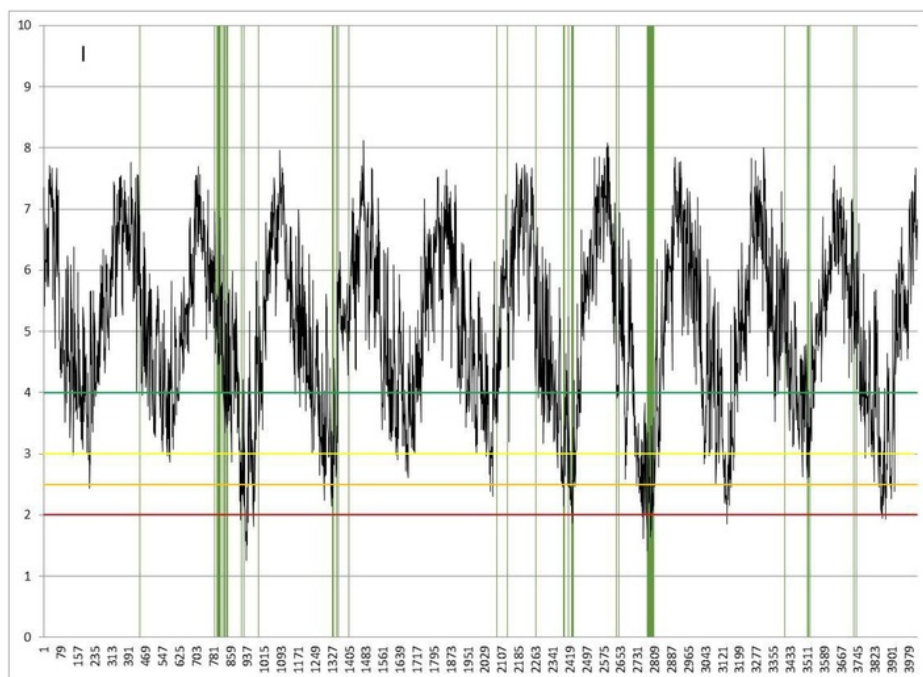
Izvor: Original

Grafikon 37. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Novi Sad



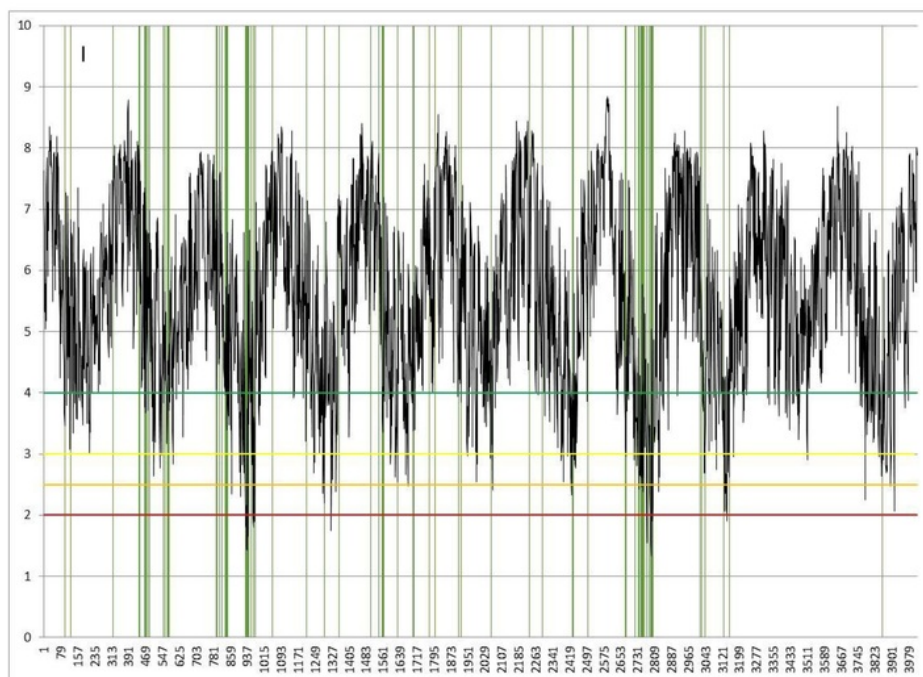
Izvor: Original

Grafikon 38. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Niš



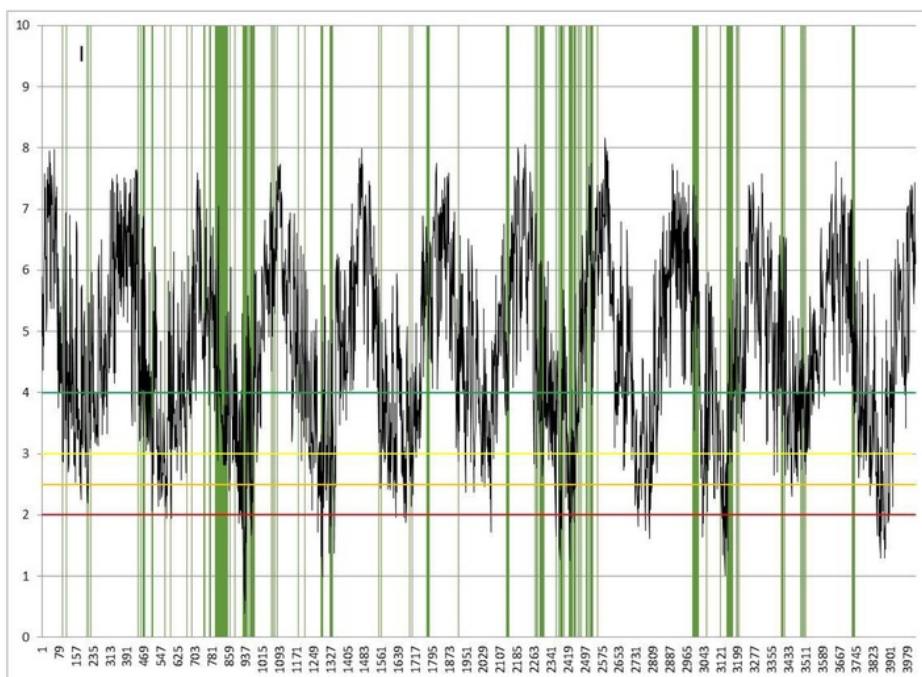
Izvor: Original

Grafikon 39. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Vranje



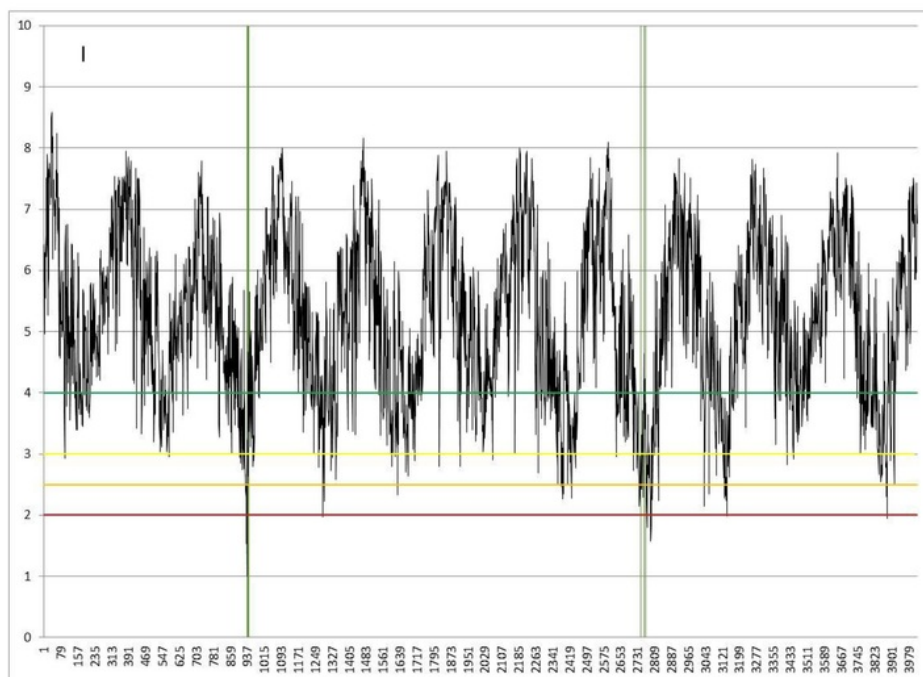
Izvor: Original

Grafikon 40. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Zlatibor



Izvor: Original

Grafikon 41. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Beograd



Izvor: Original

Grafikon 42. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Loznica

5.4.14 Korelaciona povezanost između analiziranih indeksa

Uspostavljena je korelaciona veza između Kanadskog indeksa opasnosti od šumskog požara (FWI) i Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara. ⁸⁰ Rezultati ove analize prikazani su u Tabeli 58 i Grafikonu 43.

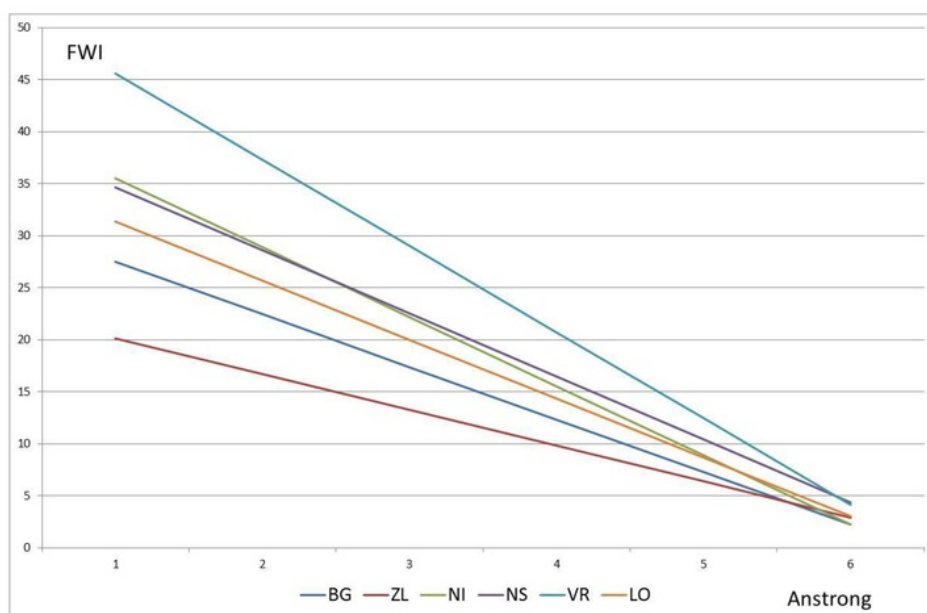
Vrednost F-testa ukazuje na nivo značajnosti od 95% i kreće se u intervalu od 3564.17 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 6792.99 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Koeficijent determinacije pokazuje da je varijabilnost promenljivih objašnjena od 47.01% (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 78.77% (na području koje pokriva meteorološka stanica Niš). Standardna greška procene je u intervalu od 5.33 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 8.92 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Durbin-Watsonov test ukazuje da postoji mogućnost serijske korelacije između analiziranih indeksa.

Tabela 58. Korelaciona povezanost između FWI i Angstromovog indeksa

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	Vrednosti
FWI BG = 32.55050 - 5.05612 Arn BG	Standardna greška regresije	8.81199
	Koeficijent korelacije	0.6939
	Koeficijent determinacije	0.4815
	F-test	3729.23*
	Durbin-Watsonov test	0.4784
FWI ZL = 23,6056 - 3,44797 Arn ZL	Standardna greška regresije	5.32571
	Koeficijent korelacije	0.6856
	Koeficijent determinacije	0.4701
	F-test	3564.17*
	Durbin-Watsonov test	0.462327
FWI NI = 42,1762 - 6,65934 Arn NI	Standardna greška regresije	7.30639
	Koeficijent korelacije	0.7877
	Koeficijent determinacije	0.6205
	F-test	6569.41*
	Durbin-Watsonov test	0.627677
FWI NS = 40,708 - 6,06484 Arn NS	Standardna greška regresije	7.55785
	Koeficijent korelacije	0.7495
	Koeficijent determinacije	0.5619
	F-test	5152.68*
	Durbin-Watsonov test	0.74761
FWI VR = 53,8867 - 8,28917 Arn VR	Standardna greška regresije	8.9092
	Koeficijent korelacije	0.7927
	Koeficijent determinacije	0.6284
	F-test	6792.99*
	Durbin-Watsonov test	0.850062
FWI LO = 37,0057 - 5,66669 Arn LO	Standardna greška regresije	7.35494
	Koeficijent korelacije	0.7132
	Koeficijent determinacije	0.5087
	F-test	4159.77*
	Durbin-Watsonov test	0.572449

Izvor: Original

Trend promena između originalnih vrednosti Kanadskog indeksa opasnosti od šumskog požara (FWI) i Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara (Arn) pokazuje opadajuće vrednosti. Najniže vrednosti ima meteorološka stanica Zlatibor, zatim Beograd i Loznica. Vrednosti za Niš i Novi Sad se preklapaju dok najviše vrednosti ima meteorološka stanica Vranje.



Izvor: Original

Grafikon 43. Korelaciona povezanost između Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i Angstromovog indeksa opasnosti od izbijanja šumskih požara

Korelaciona povezanost Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i Angstromovog indeksa prikazani su u tabeli u Tabeli 59.

Vrednost F-testa ukazuje na nivo značajnosti od 95% i kreće se u intervalu od 3252.35 (na području koje pokriva meteorološka stanica Novi Sad) do 5481.84 (na području koje pokriva meteorološka stanica Beograd). Koeficijent determinacije pokazuje da je varijabilnost promenljivih objašnjena od 44.73% (na području koje pokriva meteorološka stanica Novi Sad) do 57.71% (na području koje pokriva meteorološka stanica Beograd). Standardna greška procene je u intervalu od 0.61 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 1.00 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje).

Durbin-Watsonov test ukazuje da postoji mogućnost serijske korelacije i kreće se u intervalu od 0.83 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje) do 1.00 (na području koje pokriva meteorološka stanica Beograd).

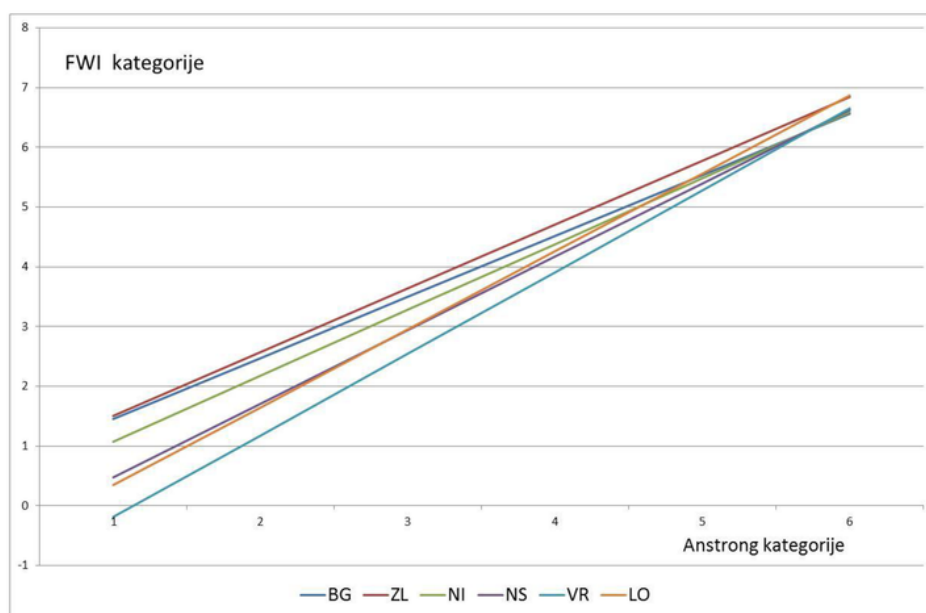
Tabela 59. Korelaciona povezanost indeksa opasnosti između FWI i Angstromovog indeksa

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	Vrednosti
FWI kat BG = $0,42531 + 1,02278 \text{ Amkat BG}$	Standardna greška regresije	0.828758
	Koeficijent korelacije	0.7597
	Koeficijent determinacije	0.5771
	F-test	5481.84
	Durbin-Watsonov test	0.998262
FWI kat ZL = $0,430859 + 1,06951 \text{ Amkat ZL}$	Standardna greška regresije	0.606549
	Koeficijent korelacije	0.7027
	Koeficijent determinacije	0.4939
	F-test	3920.86
	Durbin-Watsonov test	0.921652
FWI kat NI = $-0,029941 + 1,10297 \text{ Amkat NI}$	Standardna greška regresije	0.834425
	Koeficijent korelacije	0.7434
	Koeficijent determinacije	0.5526
	F-test	4961.47
	Durbin-Watsonov test	0.86536
FWI kat NS = $-0,753638 + 1,23062 \text{ Amkat NS}$	Standardna greška regresije	0.899055
	Koeficijent korelacije	0.6688
	Koeficijent determinacije	0.4473
	F-test	3252.35
	Durbin-Watsonov test	0.765472
FWI kat VR = $-1,56133 + 1,36811 \text{ Amkat VR}$	Standardna greška regresije	1.00131
	Koeficijent korelacije	0.7166
	Koeficijent determinacije	0.5136
	F-test	4243.05
	Durbin-Watsonov test	0.832258
FWI kat LO = $-0,965007 + 1,30599 \text{ Amkat LO}$	Standardna greška regresije	0.833776
	Koeficijent korelacije	0.6745
	Koeficijent determinacije	0.4550
	F-test	3353.87
	Durbin-Watsonov test	0.888676

Izvor: Original

Koeficijenti korelacije ukazuju na srednju povezanost između Kanadskog indeksa opasnosti od šumskog požara (FWI) i Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara kod meteoroloških stanica Loznica i Novi Sad, dok je jaka povezanost konstatovana kod meteoroloških stanica Beograd, Niš, Vranje i Zlatibor.

Na osnovu Grafikona 44 mogu se izdvojiti četiri grupe. Prvu grupu čini povezanost indeksa na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje, drugu grupu Loznica i Novi Sad, treću grupu Niš i četvrtu grupu Beograd i Zlatibor.



Izvor:Original

Grafikon 44. Korelaciona povezanost između stepena Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i stepena Angstromovog indeksa opasnosti od izbijanja šumskih požara

5.4.15 Analiza osnovnih komponenti (PCA)

PCA je primenjena da bi se utvrdila varijabilnost podataka između i unutar analiziranih požarnih indeksa u cilju izbora najbolje varijable za diskriminaciju. Rezultati ovih analiza su predstavljeni numerički i grafički.

5.4.15.1 Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod požarnih indeksa

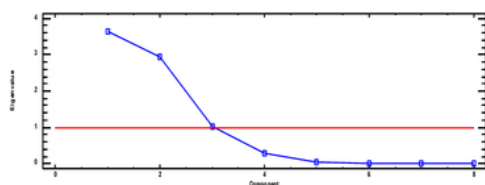
U analizi osnovnih komponenti (PCA) podataka koji se odnose na meteorološke stanice za period osmatranja od 2005. do 2015. izdvojene su tri komponente (za meteorološke stanice Beograd, Loznica, Vranje, Novi Sad i Niš), odnosno dve komponente za meteorološku stanicu Zlatibor. (Grafikon 45). Rezultati ove analize prikazani su numerički u Tabeli 60. Prema dobijenim svojstvenim i procentualnim vrednostima, prve tri komponente (koordinate) su dovoljne da objasne 95.093% (MS Beograd), 85.447% (MS Loznica), 84.686% (MS Vranje), 84.569% (MS Novi Sad),

78.451% (MS Niš), dok je sa dve komponente objašnjeno 73.579% (MS Zlatibor) od ukupne varijabilnosti korišćenih podataka. Vrednosti kojima svaka varijabla (klimatski faktor) doprinosi ukupnoj varijabilnosti podataka (po prvoj, drugoj i trećoj osi) prikazane su u Tabeli 61.

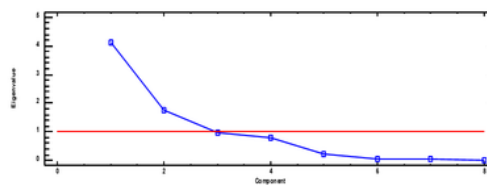
Tabela 60. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

Komponenta broj	MS Beograd			MS Zlatibor			MS Loznica		
	Eigenvalue	Procentat varijanse	Procentat kumulativno	Eigenvalue	Procentat varijanse	Procentat kumulativno	Eigenvalue	Procentat varijanse	Procentat kumulativno
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
	MS Vranje			MS Novi Sad			MS Niš		
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

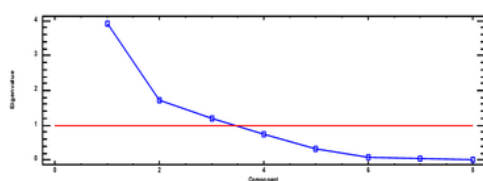
Izvor: Original



(a) MS Beograd

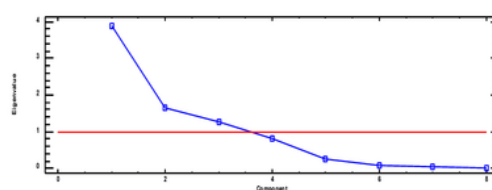


(b) MS Zlatibor



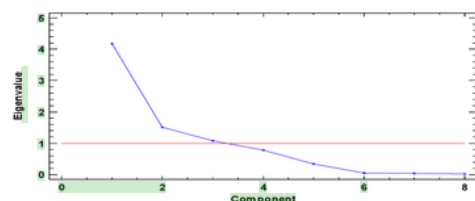
(c) MS Loznica

53
Scree Plot

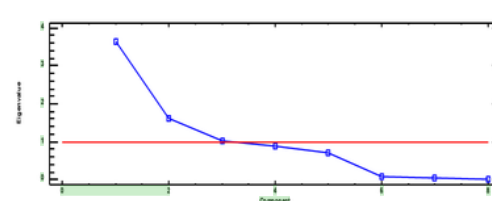


(d) MS Vranje

53



(e) MS Novi Sad



(f) MS Niš

Izvor: Original

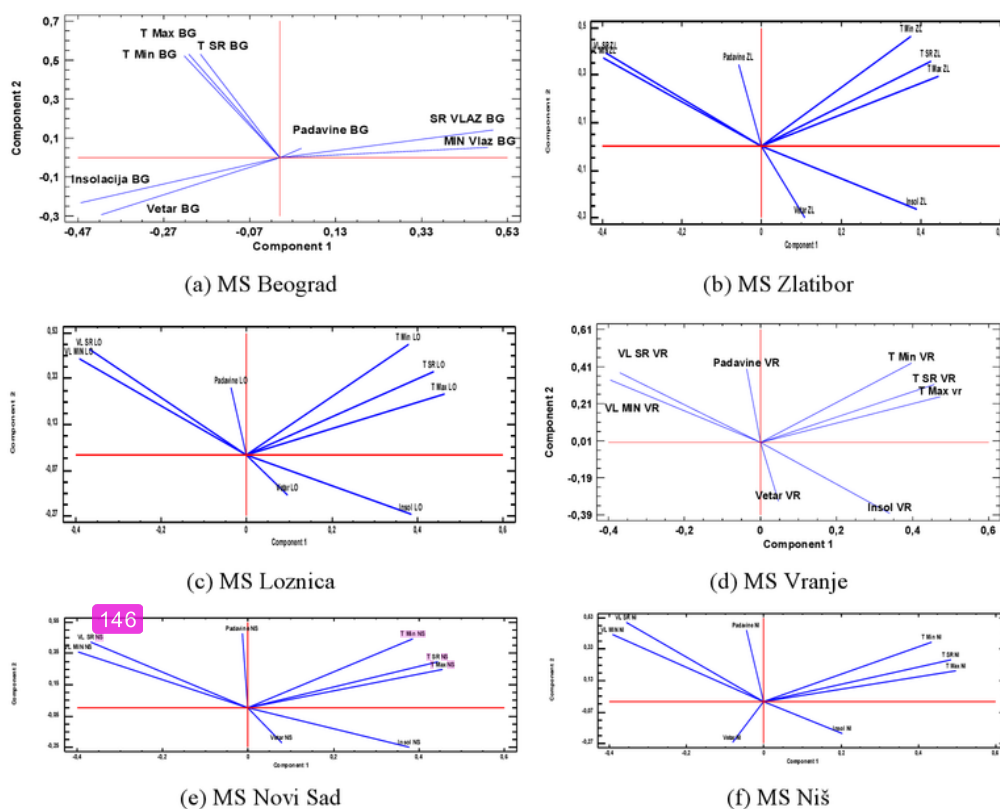
Grafikon 45. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti po meteorološkim stanicama

Tabela 61. Vrednosti kojima svaka varijabla (klimatske karakteristike) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih uzoraka požara i korišćenih podataka

Faktor	MS Beograd			MS Zlatibor			MS Loznica		
	Komponente			Komponente			Komponente		
	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
	MS Vranje			MS Novi Sad			MS Niš		
T Max	0.4722	0.2469	0.0086	0.4558	0.2492	-0.0788	0.4965	0.1948	0.0280
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

Izvor: Original

Na grafikonu tačaka rasejanja (Grafikon 46) vidi se geometrijska distanca između istraživanih klimatski parametara i može se zapaziti varijabilnost između njih.



Izvor: Original

Grafikon 46. Dvodimenzionalni prikaz distribucije podataka za područja koja pokrivaju odgovarajuće meteorološke stanice (tačke rasejanja)

Prema prvoj komponenti, istraživana polja su među sobom razdvojena u dve grupe. Jednu grupu čine površine srednja, minimalna i maksimalna temperatura vazduha. Ovoj grupi se pridružuju i padavine. Drugu grupu čine minimalna i maksimalna relativna vlažnost vazduha, dok treća obuhvata vetar i insolaciju.

Ako posmatramo zastupljenost broja dana u analiziranom periodu od 2005 do 2015. godine (ukupno 4017 dana), zastupljenost ekstremne opasnosti od požara kod Kanadskog indeksa je 164 (0,68% ukupnog broja), veoma visoke 687 (2.85 %), visoka opasnost 2658 (11,03%), umerena opasnost 3543 (14.70%), niska opasnost 3355 (13.92%) i veoma niska opasnost 13695 (56.82%) (Tabela 62).

U pogledu ekstremne opasnosti od mogućnosti izbijanja šumskih požara registrovan je u Vranju (83 dana), a najmanji broj dana zabeleženo je na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor (3 dana).

Zastupljenost broja dana po Angstromovom indeksu opasnosti od izbijanja šumskih požara, pojava požara je veoma verovatna u 244 dana (1.01%) od ukupnog broja dana, povoljniji uslovi za nastanak požara je u 481 dana (1.96%) od ukupnog broja, povoljni uslovi za nastanak požara je verovatna u 1042 dana (4.32%), nepovoljni uslovi za nastanak požara 4165 dana (17.28%), pojava požara nije verovatna 18170 dana (75.39%) od ukupnog broja (Tabela 63).

Ako poredimo ove podatke sa bazom podataka o šumskim požarima u analiziranom periodu kod Kanadskog indeksa u vreme ekstremne opasnosti od požara desila su se samo 534 požara (17.07% ukupnog broja), u kategoriji veoma visokoj opasnosti registrovano je 811 požara (25.94%) i u visokoj opasnosti desila su se 614 požara (19.64%). Ukupan broj požara ove tri kategorije iznosi 1959 požara (62.65% ukupnog broja). Kod Kanadskog indeksa u kategoriji niske opasnosti od izbijanja šumskih požara registrovano je 323 (10.33%) odnosno u kategoriji veoma niske opasnosti desilo se 372 požara (11.90%). Raspored broja požara u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu Kanadskog meteorološkog indeksa prikazan je u Tabeli 64.

Poređenjem Angstromovog indeksa sa bazom podataka o šumskim požarima u vreme ekstremne opasnosti od požara desila su se 801 požara (25.63% ukupnog broja), u kategoriji povoljniji uslovi za nastanak desila su se 466 (14.91%) i u povoljnim uslovima za nastanak požara registrovano je 402 (12.86%). Ukupan broj ove tri kategorije iznosi 1669 (53.40% ukupnog broja). Kod Angstromovog indeksa u kategoriji nepovoljni uslovi za nastanak požara registrovano je 714 (22.85%) odnosno u kategoriji pojava požara nije verovatna desilo se 742 (23.74%) (Tabela 65).

5.4.15.2 Modifikovani indeks Angstroma opasnosti od izbijanja šumskih požara

U prikazanoj analizi konstatovano je da postoji relativno slaba do umerene povezanost između šumskih požara i vrednosti Kanadskog indeksa opasnosti od požara

(FWI) i Angstromovog indeksa opasnosti. U cilju poboljšanja procene mogućnosti izbijanja požara na otvorenom izvršena je modifikacija Anstromovog indeksa na sledeći način:

1. umesto srednje temperature vazduha uključena je u formulu maksimalna temperatura vazduha

Tabela 62. Broj dana stepena opasnosti od požara na osnovu Kanadskog meteorološkog indeksa (FWI)

Meteorol. stanica	Ukupno	Stepen opasnosti od požara po Kanadskom meteorološkom indeksu (FWI)											
		EO	%	VV	%	VO	%	UO	%	NO	%	VNO	%
Novi Sad	4017	19	0.47	100	2.49	467	11.63	679	16.90	624	15.53	2128	52.97
Loznica	4017	7	0.17	84	2.09	364	9.06	554	13.79	574	14.29	2434	60.59
Beograd	4017	34	0.85	125	3.11	532	13.24	687	17.10	589	14.66	2050	51.03
Niš	4017	18	0.45	119	2.96	521	12.97	668	16.63	552	13.74	2139	53.25
Vranje	4017	83	2.07	238	5.92	614	15.29	625	15.56	505	12.57	1952	48.59
Zlatibor	4017	3	0.07	21	0.52	160	3.98	330	8.22	511	12.72	2992	74.48
Ukupno	24102	164	0.68	687	2.85	2658	11.03	3543	14.70	3355	13.92	13695	56.82

Oznake u tabeli: VNO - Veoma niska opasnost; NO - Niska opasnost; UO - Umerena opasnost; VO - Visoka opasnost; VV - Veoma visoka; EO - Ekstremna opasnost

Izvor: Original

Tabela 63. Broj dana stepena opasnosti od požara na osnovu Angstromovog indeksa (I)

Meteorol. stanica	Ukupno	Rizik opasnosti od izbijanja šumskog požara na osnovu Angstromovog indeksa									
		< 2.0	%	2.0-2.5	%	2.5-3.0	%	3.0-4.0	%	≥ 4.0	%
Novi Sad	4017	33	0.82	44	1.10	119	2.96	689	17.15	3132	77.97
Loznica	4017	10	0.25	39	0.97	114	2.84	685	17.05	3169	78.89
Beograd	4017	91	2.27	147	3.66	323	8.04	874	21.76	2582	64.28
Niš	4017	62	1.54	119	2.96	196	4.88	769	19.14	2871	71.47
Vranje	4017	29	0.72	99	2.46	194	4.83	711	17.70	2984	74.28
Zlatibor	4017	19	0.47	33	0.82	96	2.39	437	10.88	3432	85.44
Ukupno	24102	244	1.01	481	1.96	1042	4.32	4165	17.28	18170	75.39

Oznake u tabeli: I < 2.0 - Pojava požara je veoma verovatna; 2.0 < I < 2.5 - Povoljniji uslovi za nastanak požara; 3.0 < I < 2.5 - Povoljni uslovi za nastanak požara; 4.0 < I < 3.0 - Nepovoljni uslovi za nastanak požara; I > 4.0 - Pojava požara nije verovatna

Izvor: Original

Tabela 64. Raspored broja požara u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu Kanadskog meteorološkog indeksa (FWI)

Meteorol. stanica	Ukupno	Stepen opasnosti od požara po Kanadskom meteorološkom indeksu (FWI)									
		EO	%	VV	%	VO	%	UO	%	NO	%
Novi Sad	63							38	60.32	18	28.57
Loznica	6	1	16.67	1	16.67	4	66.67				
Beograd	692	61	8.82	50	7.23	169	24.42	100	14.45	105	15.17
Niš	1321	47	3.56	470	35.58	365	27.63	242	18.32	144	10.90
Vranje	622	416	66.88	121	19.45	25	4.02	24	3.86	20	3.22
Zlatibor	423	9	2.13	169	39.95	51	12.06	69	16.31	36	8.51
Ukupno	3127	534	17.07	811	25.94	614	19.64	473	15.13	323	10.33

Oznake u tabeli: VNO - Veoma niska opasnost; NO - Niska opasnost; UO - Umerena opasnost; VO - Visoka opasnost; VV - Veoma visoka; EO - Ekstremna opasnost

Izvor: Original

Tabela 65. Raspored broja požara u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu Angstromovog indeksa (I)

Meteorol. stanica	Ukupno	Rizik opasnosti od izbijanja šumskog požara na osnovu Angstromovog indeksa									
		< 2.0	%	2.0-2.5	%	2.5-3.0	%	3.0-4.0	%	≥ 4.0	%
Novi Sad	63			1	1.59	27	42.86	35	55.56		
Loznica	6					2	33.33	2	33.33	2	33.33
Beograd	690	78	11.3	44	6.38	116	16.81	174	25.22	278	40.29
Niš	1321	256	19.38	190	14.38	161	12.19	419	31.72	295	22.33
Vranje	623	296	47.51	208	33.39	35	5.62	18	2.89	66	10.59
Zlatibor	422	171	40.52	23	5.45	61	14.45	66	15.64	101	23.93
Ukupno	3125	801	25.63	466	14.91	402	12.86	714	22.85	742	23.74

Oznake u tabeli: I < 2.0 - Pojava požara je veoma verovatna; 2.0 < I < 2.5 - Povoljniji uslovi za nastanak požara; 3.0 < I < 2.5 - Povoljni uslovi za nastanak požara; 4.0 < I < 3.0 - Nepovoljni uslovi za nastanak požara; I > 4.0 - Pojava požara nije verovatna

Izvor: Original

2. umesto srednje relativne vlažnosti vazduha uključena je u formulu minimalna relativna vlažnost vazduha.

Uključivanjem ovih parametara formula dobija oblik:

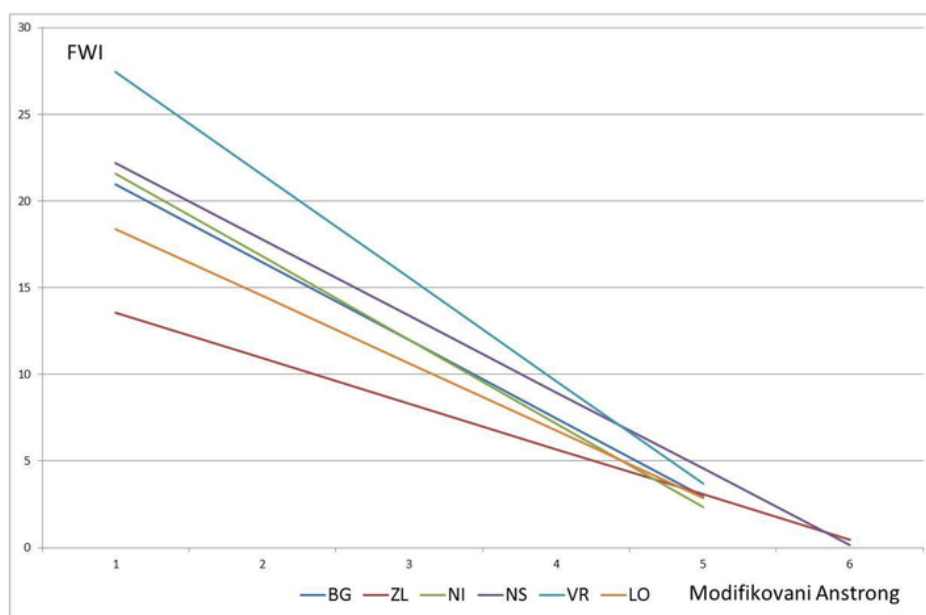
$$\text{Mod } I = R_{\min} / 20 + (27 - T_{\max}) / 10$$

Uspostavljena je korelaciona veza između Kanadskog indeksa opasnosti od šumskog požara (FWI) i modifikovanog Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara. Rezultati ove analize prikazani su u Tabeli 66 i na Grafikonu 47.

Tabela 66. Korelaciona povezanost između FWI i modifikovanog Angstromovog indeksa

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	Vrednosti
FWI BG = 25,4666 – 4,49907 ModAm BG	Standardna greška regresije	8.67826
	Koeficijent korelacije	0.7051
	Koeficijent determinacije	0.4972
	F-test	3969.74
	Durbin-Watsonov test	0.547091
FWI ZL = 16,1736 - 2,6194 ModAm ZL	Standardna greška regresije	5.57901
	Koeficijent korelacije	0.6469
	Koeficijent determinacije	0.4185
	F-test	2891.58
	Durbin-Watsonov test	0.492278
FWI NI = 26,4095 - 4,81012 ModAm NI	Standardna greška regresije	7.85515
	Koeficijent korelacije	0.7492
	Koeficijent determinacije	0.5614
	F-test	5142.22
	Durbin-Watsonov test	0.654612
FWI NS = 26,6103 - 4,40791 ModAm NS	Standardna greška regresije	7.9592
	Koeficijent korelacije	0.7170
	Koeficijent determinacije	0.5141
	F-test	4251.42
	Durbin-Watsonov test	0.754346
FWI VR = 33,3826 - 5,93719 ModAm VR	Standardna greška regresije	9.53671
	Koeficijent korelacije	0.7577
	Koeficijent determinacije	0.5742
	F-test	5417.47
	Durbin-Watsonov test	0.833663
FWI LO = 22,2858 - 3,8825 ModAm LO	Standardna greška regresije	7.69547
	Koeficijent korelacije	0.6797
	Koeficijent determinacije	0.4621
	F-test	3452.30
	Durbin-Watsonov test	0.593801

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 47. Korelaciona povezanost između Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i modifikovanog Angstromovog indeksa

Vrednost F-testa ukazuje na nivo značajnosti od 95% i kreće se u intervalu od 2891.58 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 5417.47 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Koeficijent determinacije pokazuje da je varijabilnost promenljivih objašnjena od 41.85% (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 57.42% (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Standardna greška procene je u intervalu od 5.58 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 9.54 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Durbin-Watsonov test ukazuje da postoji mogućnost serijske korelacije između analiziranih indeksa.

Koeficijenti korelacije ukazuju na srednju povezanost između Kanadskog indeksa opasnosti od šumskog požara (FWI) i modifikovanog Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara kod meteoroloških stanica Loznica i Zlatibor, dok je jaka povezanost konstatovana kod meteoroloških stanica Beograd, Niš, Vranje i Novi Sad.

Korelaciona veza između Angstromovog indeksa opasnosti od šumskog požara i Modifikovanog Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara prikazana je u Tabeli 67 i na Grafikonu 48.

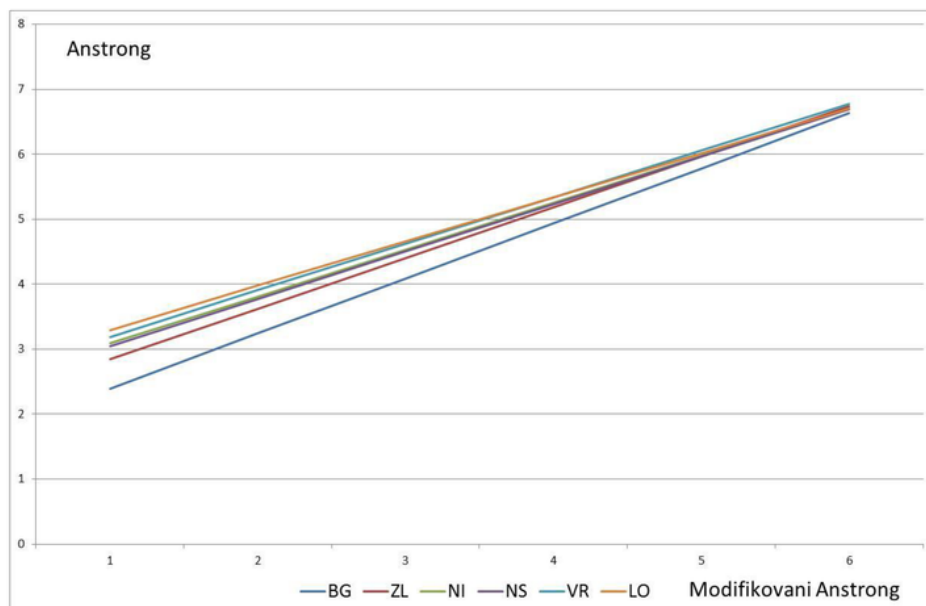
Tabela 67. Korelaciona povezanost između Angstromovog indeksa sa modifikovanim indeksom Angstroma

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	Vrednosti
Am BG = 1,54582 + 0,847600 ModAm BG	Standardna greška regresije	0.422375
	Koeficijent korelacije	0.9678
	Koeficijent determinacije	0.9367
	F-test	59479.51
	Durbin-Watsonov test	1.10583
Am ZL = 2,06223 + 0,780075 ModAm ZL	Standardna greška regresije	0.360289
	Koeficijent korelacije	0.9688
	Koeficijent determinacije	0.9386
	F-test	61491.55
	Durbin-Watsonov test	1.37767
Am NI = 2,36197 + 0,723914 ModAm NI	Standardna greška regresije	0.423908
	Koeficijent korelacije	0.9632
	Koeficijent determinacije	0.9087
	F-test	39992.48
	Durbin-Watsonov test	1.07512
Am NS = 2,31038 + 0,730349 ModAm NS	Standardna greška regresije	0.389169
	Koeficijent korelacije	0.9611
	Koeficijent determinacije	0.9239
	F-test	48819.12
	Durbin-Watsonov test	0.962121
Am VR = 2,47509 + 0,715847 ModAm VR	Standardna greška regresije	0.412929
	Koeficijent korelacije	0.9553
	Koeficijent determinacije	0.9127
	F-test	42007.02
	Durbin-Watsonov test	1.0915
Am LO = 2,61392 + 0,680881 ModAm LO	Standardna greška regresije	0.423404
	Koeficijent korelacije	0.9472
	Koeficijent determinacije	0.8972
	F-test	35074.46
	Durbin-Watsonov test	1.05146

Izvor: Original

Vrednost F-testa kreće se u intervalu od 35074.46 (na području koje pokriva meteorološka stanica Loznica) do 61491.55 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor). Koeficijent determinacije pokazuje da je varijabilnost promenljivih objašnjena od 89.72% (na području koje pokriva meteorološka stanica Loznica) do 93.86% (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor). Standardna greška procene je u intervalu od 0.36 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor)

do 0.42 (na području koje pokriva meteorološka stanica Beograd). Durbin-Watsonov test ukazuje da postoji mogućnost serijske korelacije između analiziranih indeksa.



Izvor: Original

Grafikon 48. Korelaciona povezanost između Angstromovog indeksa opasnosti od izbijanja šumskog požara i modifikovanog Angstromovog indeksa

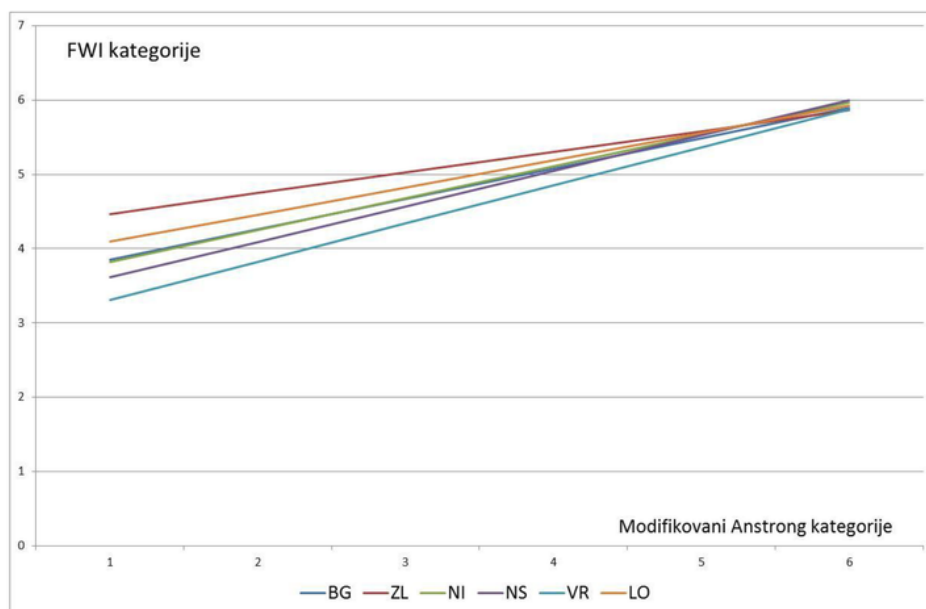
Korelaciona veza između Kanadskog indeksa opasnosti (FWI) i Modifikovanog Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara prikazana je u Tabeli 68 i na Grafikonu 49.

Tabela 68 . Korelaciona povezanost između Kanadskog indeksa opasnosti (FWI) i modifikovanog Angstromovog indeksa

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	Vrednosti
FWI kat BG = $3,43672 + 0,410034 \text{ ModAm kat BG}$	Standardna greška regresije	0.920674
	Koeficijent korelacije	0.6914
	Koeficijent determinacije	0.4781
	F-test	3680.25
	Durbin-Watsonov test	0.6902
FWI kat ZL = $4,18736 + 0,279011 \text{ ModAm kat ZL}$	Standardna greška regresije	0.645581
	Koeficijent korelacije	0.6532
	Koeficijent determinacije	0.4267
	F-test	2990.27
	Durbin-Watsonov test	0.679788
FWI kat NI = $3,39205 + 0,428864 \text{ ModAm kat NI}$	Standardna greška regresije	0.850024
	Koeficijent korelacije	0.7319

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	Vrednosti
FWI kat NS = $3,13284 + 0,477982 \text{ ModAm kat NS}$	Koeficijent determinacije	0.5357
	F-test	4635.04
	Durbin-Watsonov test	0.816241
	Standardna greška regresije	0.82116
FWI kat VR = $2,79954 + 0,512418 \text{ ModAm kat VR}$	Koeficijent korelacije	0.7341
	Koeficijent determinacije	0.5390
	F-test	4696.50
	Durbin-Watsonov test	0.843244
FWI kat LO = $3,7264 + 0,366085 \text{ ModAm kat LO}$	Standardna greška regresije	0.924727
	Koeficijent korelacije	0.7649
	Koeficijent determinacije	0.5852
	F-test	5667.56
FWI kat LO = $3,7264 + 0,366085 \text{ ModAm kat LO}$	Durbin-Watsonov test	0.925497
	Standardna greška regresije	0.811644
	Koeficijent korelacije	0.6953
	Koeficijent determinacije	0.4835
FWI kat LO = $3,7264 + 0,366085 \text{ ModAm kat LO}$	F-test	3761.22
	Durbin-Watsonov test	0.789892

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 49. Korelaciona povezanost između stepena Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i stepena modificovanog Angstromovog indeksa

Vrednost F-testa kreće se u intervalu od 2990.27 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 5667.56 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Koeficijent determinacije pokazuje da je varijabilnost promenljivih objašnjena od 42.67% (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do

58.52% (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Standardna greška procene je u intervalu od 0.65 (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 0.92 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje). Durbin-Watsonov test ukazuje da postoji mogućnost serijske korelacije između analiziranih indeksa i kreće se u intervalima od 0,69 (na području koje pokriva meteorološka stanica Beograd) do 0,93 (na području koje pokriva meteorološka stanica Vranje).

Korelaciona veza između Angstromovog indeksa opasnosti od šumskog požara i Modifikovanog Angstromovog indeksa potencijalne opasnosti od izbijanja šumskih požara prikazana je u Tabeli 69 i na Grafikonu 50.

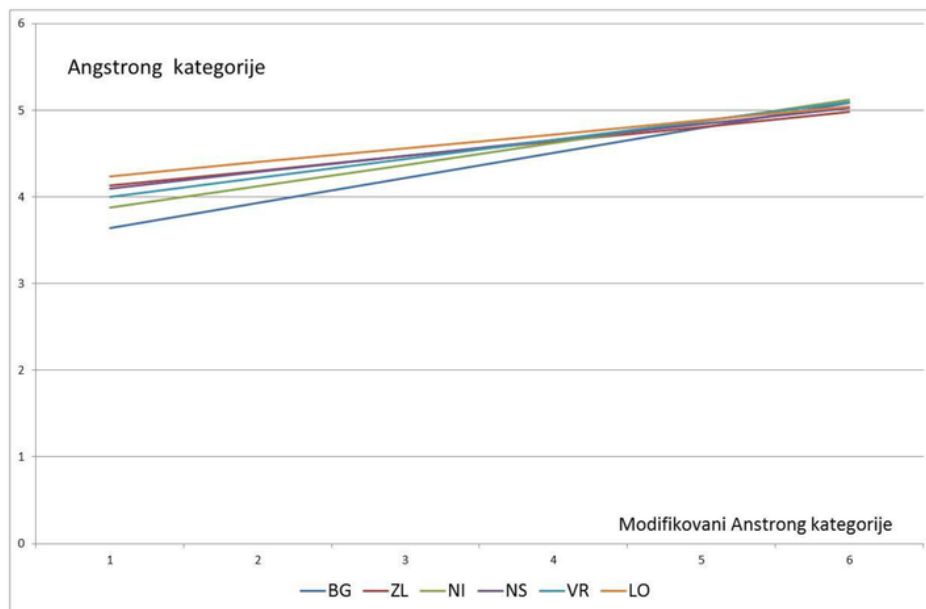
Vrednost F-testa kreće se u intervalu od 2152.61 (na području koje pokriva meteorološka stanica Loznica) do 3041.04 (na području koje pokriva meteorološka stanica Beograd). Koeficijent determinacije pokazuje da je varijabilnost promenljivih objašnjena od 36.22% (na području koje pokriva meteorološka stanica Zlatibor) do 47.07% (na području koje pokriva meteorološka stanica Loznica).

Tabela 69 . Korelaciona povezanost između indeksa opasnosti Angstroma i modifikovanog Angstromovog indeksa

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	
Amkat BG = $3,35604 + 0,289148 \text{ ModAm kat BG}$	Standardna greška regresije	0.714216
	Koeficijent korelacije	0.6563
	Koeficijent determinacije	0.4308
	F-test	3041.04
	Durbin-Watsonov test	0.681433
Amkat ZL = $3,96597 + 0,168963 \text{ ModAm kat ZL}$	Standardna greška regresije	0.447503
	Koeficijent korelacije	0.6018
	Koeficijent determinacije	0.3622
	F-test	2282.24
	Durbin-Watsonov test	0.873772
Am kat NI = $3,62713 + 0,24891 \text{ ModAm kat NI}$	Standardna greška regresije	0.652894
	Koeficijent korelacije	0.6301
	Koeficijent determinacije	0.3971
	F-test	2646.51
	Durbin-Watsonov test	0.681591
Am kat NS = $3,91637 + 0,185723 \text{ ModAm kat NS}$	Standardna greška regresije	0.521435
	Koeficijent korelacije	0.6090
	Koeficijent determinacije	0.3709
	F-test	2369.39
	Durbin-Watsonov test	0.656297
Am kat VR = $3,77869 + 0,22036 \text{ ModAm kat VR}$	Standardna greška regresije	0.585548
	Koeficijent korelacije	0.6277
	Koeficijent determinacije	0.3941
	F-test	2614.07
	Durbin-Watsonov test	0.645267

Jednačina korelacije	Pokazatelji regresije	
Arm kat LO = 4,07951 + 0,160642 ModArm kat LO	Standardna greška regresije	0.470786
	Koeficijent korelacije	0.6860
	Koeficijent determinacije	0.4707
	F-test	2152.61
	Durbin-Watsonov test	0.83595

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 50. Korelaciona povezanost između stepena Angstromovog indeksa opasnosti od požara i stepena modificovanog Angstromovog indeksa

Zastupljenost broja dana po modificovanom Angstromovom indeksu opasnosti od izbijanja šumskih požara, ekstremni uslovi za nastanak šumskih požara registrovano je u 6880 dana (28.55% ukupnog broja), dok je veoma visoka opasnost zabeležena u 6598 dana (27.38%). Niska opasnost od izbijanja šumskih požara konstatovana je u 2606 dana (10.8%), veoma niska u 1285 dana (5.3%).

Poređenjem modificovanog Angstroma sa bazom podataka o šumskim požarima u vreme ekstremne opasnosti od požara desila su se samo 2387 požara (76.33% ukupnog broja), u kategoriji veoma visokoj opasnosti registrovano je 380 požara (12.15%) i u visokoj opasnosti desila su se 158 požara (5.1%). Kod modificovanog Angstrongovog indeksa u kategoriji niske opasnosti od izbijanja šumskih požara

registrovano je 88 (2.8%) odnosno u kategoriji veoma niske opasnosti desilo se 51 požara (1.6%).

Raspored broja požara i broj dana u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu modifikovanog Angstroma prikazan je u tabelama 70 i 71.

Tabela 70. Broj dana stepena opasnosti od požara na osnovu modifikovanog indeksa Angstroma (I mod)

Meteorološka stanica	Ukupno	Stepen opasnosti od požara po modifikovanom indeksu Angstroma (I mod)																				
		EU1 <2.0	%	EU2		%	VV1		%	VV2		%	VO		%	UV		%	NO 6.0-7.0	%	VNO >7.0	%
				2.0-2.5			2.5-3.0			3.0-4.0			4.0-5.0			5.0-6.0						
Novi Sad	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					
Loznica	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					
Beograd	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					
Niš	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					
Vranje	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					
Zlatibor	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					
Ukupno	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					

Oznake u tabeli: EU1 – Ekstremni uslovi za nastanak šumskih požara 1; EU2 – Ekstremni uslovi za nastanak šumskih požara 2; VV1 – Veoma visoka opasnost 1; VV2 – Visoka opasnost 2; VO – Visoka opasnost; UV – Umereno visoka; NO – Niska opasnost; VNO – Veoma niska opasnost

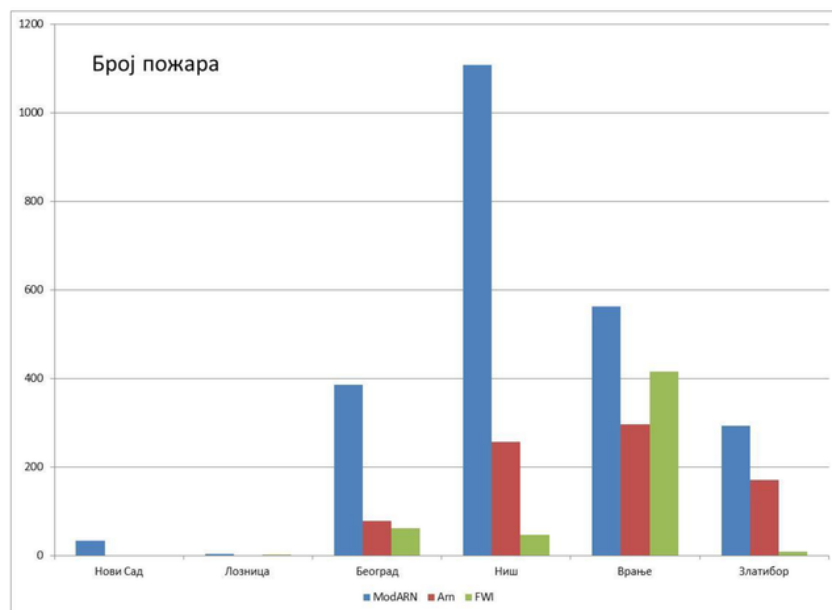
Izvor: Original

Tabela 71. Raspored broja u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu modifikovanog indeksa Angstroma (I mod)

Meteorološka stanica	Ukupno	Stepen opasnosti od požara po modifikovanom indeksu Angstroma (I mod)															
		EU1 <2.0	%	EU2 2.0-2.5	%	VV1 2.5-3.0	%	VV2 3.0-4.0	%	VO 4.0-5.0	%	UV		NO 6.0-7.0	%	VNO >7.0	%
												5.0-6.0	1				
Novi Sad	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
Loznica	6	4	66.6			1	16.7	1	16.6								
Beograd	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
Niš	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
Vranje	622	548	88.1	14	2.3	27	4.3	18	2.9	6	0.9	8	1.3	1	0.2		
Zlatibor	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
Ukupno	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

Oznake u tabeli: EU1 – Ekstremni uslovi za nastanak šumskih požara 1; EU2 – Ekstremni uslovi za nastanak šumskih požara 2; VV1 – Veoma visoka opasnost 1; VV2 – Visoka opasnost 2; VO – Visoka opasnost; UV – Umereno visoka; NO – Niska opasnost; VNO – Veoma niska opasnost

Izvor: Original



Графикон 51. Поређење индекса опасности од шумских пожара
(највиша опасност)

На основу граfiчке представе може се видети да на екстремне услове за избијање шумских пожара најбоље указује модификовани индекс Ангстрема (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 Ангстрема 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 Ангстрема има значајно већу корелацију са стварним догађајима шумских пожара тако да се може препоручити његова даља примена.

5.5 REVITALIZACIJA POŽARIŠTA

Sukcesija vegetacije na požarištima ima za cilj utvrđivanje razvojnih stadijuma kroz koje prolazi vegetacija, od požara do obnavljanja šuma na tom staništu.

Sukcesije vegetacije na požarištima (pirogene sukcesije) proučavane su u Srbiji u okviru dugogodišnjih studija, na većem broju lokaliteta, staništa i zajednica. Sukcesiju vegetacije na požarištima, kao i razvojne stadijume vegetacije posle požara, u svojim delima pominju [93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101].

Promene nastale u šumskom ekosistemu koji je narušen šumskim požarom mogu se pravilno proceniti i istraživati na osnovu merljivih indikatora. Pri standardnoj proceni šteta izraženoj kroz tržišnu vrednost izgorelog drveta, ne obuhvataju se promene koje se novčano ne mogu izraziti na adekvatan način, ali posledice i dužina perioda kojim se ekosistem vraća u prvobitno stanje odražava ogromnu štetu koja nastaje na šumskom sistemu posle dejstva požara. Indikatori koji oslikavaju efekte požara na šumski ekosistem su ujedno i pokazatelji u kom smeru treba da se vrši saniranje požarišta. Indikatori koji će se pratiti na nivou posledica od požara mogu se podeliti na one koji se odnose na floru i faunu u nadzemnom delu i prevashodno su vezani za zdravstveno stanje vegetacije.

Uticaj požara na aktivnu i supstitucionu kiselost zemljišta ogleda se u povećanju alkalnosti. Sagorevanjem organske materije šumskih vrsta drveća i žbunja, a takode i zeljastih biljaka stvara se pepeo koji sadrži visoke količine kako alkalnih, tako i zemnoalkalnih elemenata.

U zavisnosti od tipa i intenziteta požara (visoki, niski, i dr.) prirode spaljenog materijala (drvo, organska prostirka, suva trava), tipa zemljišta i vlažnosti zemljišta, uticaj požara na zemljišnu organsku materiju mogu biti veoma različiti. Zbog toga efekti požara na procese u zemljištu i njihov intenzitet mogu biti veoma promenjivi i ne mogu se generalizovati [102]. Ne mogu se zaključiti uopštene tendencije za većinu promena u sastavu humusa izazvanih požarom. Kod jakih požara [103] dolazi do stvaranja piromorfnih oblika humusa, koji pokazuje povećanu stabilnost na hemijsku i biološku degradaciju.

Sagorevanjem organske materije dolazi do oksidacije organskog ugljenika i njegovog izdvajanja u atmosferu. To dovodi do uništavanja organske prostirke. Deo

ugljenika iz organske prostirke odlazi u atmosferu, a drugi deo se zadržava na površini zemljišta u vidu ugljenisanih ostataka. Ugljena prašina, od ugljenisanih ostataka drveća takođe se nagomilava na površini zemljišta. Humusne materije, koje se nalaze u organomineralnom delu zemljišta se za vreme požara samo manjim delom gubi iz zemljišta, a drugim (većim) prelazi u teže rastvorljive i teže razložive frakcije. To znači da se u grupno frakcionom sastavu humusa smanjuje učešće smeđih huminskih kiselina, a jako povećava učešće humina.

U zavisnosti od tipa požara, tipa zemljišta i njegovih svojstava (poroznosti, aerisanosti i vlažnosti u momentu požara), kao i količine ugljenisanih organskih ostataka količina ugljenika u površinskom sloju zemljišta posle požara može da se poveća, ali i da se smanji. Ugljenisani organski ostaci organske prostirke i živog dela šumskog ekosistema takođe spadaju u teško razložive materije, koje su otporne na biohemijsku degradaciju.

Odnos organskog ugljenika i azota u zemljištu je važan pokazatelj karaktera zemljišne organske materije, uslova za aktivnost saprofitnih mikroorganizama i oslobađanje hranljivih materija iz humusa. Uticaj požara u većini slučajeva se odražava na smanjenje sadržaja organskog ugljenika u zemljištu. U izvesnim slučajevima u površinskom sloju, procentualni sadržaj ugljenika može da se poveća zbog akumulacija čestica ugljenisanih delova sagorelog materijala. Sadržaj ukupnog azota se u svim slučajevima posle požara smanjuje u zemljištu [104]. Smanjenje ukupnog azota je uvek jače nego smanjenje ugljenika, što u svim slučajevima ima proširenje odnosa ugljenika i azota u zemljištu u odnosu na stanje pre požara.

Za razliku od organskih oblika azota, neposredno posle požara dolazi do povećanja sadržaja mineralnih oblika azota. Pri ovome povećava se sadržaj kako amonijačnog, tako i nitrarnog azota. Oba ova oblika azota se lako gube iz zemljišta. Amonijačni oblik podleže izvetravanju, naročito iz neutralnih i alkalnih pedohemijskih sredina, a nitrarni podleže ispiranju descendntnim tokovima van fiziološki aktivnog dela soluma.

Na promenu sadržaja lako pristupačnih oblika fosfora i kalijuma u zemljištu, posle požara, više nego na ostala svojstva ima karakter izgorelog materijala. Fosfor i kalijum predstavljaju makroelemente ishrane, koji se u organskom obliku nalaze kako u živom delu ekosistema tako i u organskoj prostirci. Za razliku od azota oba ova

elementa ostaju u pepelu, te se posle požara sadržaj ovih elemenata u zemljištu povećava.

Koncentracija fosfora i kalijuma u pepelu, koji je posledica požara, zavisi u prvom redu od vrste izgorelog materijala, odnosno od vrste drveća ili trave. Različite vrste biljaka imaju različite potrebe za usvajanjem fosfora i kalijuma iz zemljišta, pa samim tim ni koncentracije ovih elemenata u različitim biljkama nisu iste. Oligotrofne vrste drveća, kao što su crni bor ili smrča za potrebe svoje ishrane usvajaju male količine ovih elemenata iz zemljišta. Samim tim ni količine fosfora i kalijuma u pepelu nisu velike. Asimilacioni organi i meristemska tkiva kod svih vrsta drveća imaju znatno veći sadržaj svih biljnih asimilativa u odnosu na koru drveća i drvo. Bazifilne i neutrofilne zeljaste vrste mogu posebno da budu bogate u sadržaju fosfora i kalijuma.

Unapređene metode sanacije i zaštite, kao i poboljšani tehnološki postupci pripreme terena i sadnje, omogućiće sigurniji prijem sadnica, njihovo preživljavanje i otpornost na patogene. Brzina prirodne revitalizacije opožarenih površina može značajno da smanji troškove podizanja novih šuma i obnavljanje oštećenih ekosistema.

Odrediće se indikatori koji se odnose na procese u nadzemnom delu ekosistema, pomoću kojih se evidentira uništavanje i nestajanje pojedinih vrsta, sukcesija vrsta i zdravstveno stanje preživele vegetacije.

5.5.1 Biološki monitoring kao deo monitoringa životne sredine

Pod biološkim monitoringom se podrazumeva sistem prikupljanja, ocene i prognoze promena u životnoj sredini uzrokovani antropogenim faktorima. U sistemu biološkog monitoring vodeću ulogu ima monitoring ekosistema.

5.5.1.1 Principi monitoringa ekosistema

Principi monitoringa promene staništa uništenih požarima i brzina prirodne revitalizacije oštećenih ekosistema predstavlja principijalna opredeljenja u nacionalnoj politici zaštite životne sredine i posebno dinamiku jačanja razvoja institucija specijalizovanih za praćenje promena, njihovo materijalno i kadrovsko obezbeđenje.

Principi monitoringa su:

- Racionalizacija sistema monitoringa eksperimentalnih površina, optimizacija ekosistema uništenih ili oštećenih požarom, učestalost ispitivanja, automatizacija ispitivanja, selekcija indikatora i lokacija ispitivanja.
- Razvijanje monitoringa sa sličnim sistemima u susednim zemljama, harmonizovan sa zemljama EU, koncipiran i sproveden zajedničkim programom ispitivanja.
- Dosledno praćenje kvantitativnih i kvalitativnih svojstava staništa definisanih preko kontrole kvaliteta primenjenih postupaka i standardnih merenja i osmatranja.
- Redukovanje liste indikatora i učestalost njihovog ispitivanja.
- Ustanovljavanje i podrška regionalnim organizacijama za praćenje monitoringa stanja ekosistema. Osnovna jedinica i model organizovanja je teritorijalna celina definisana klimatskih zonama vegetacije Srbije.
- Sprovođenje programskih zadataka monitoringa, kada su svi propisani uslovi ispunjeni ravnopravno se poverava naučnim ustanovama i NVO organizacijama koje imaju kadrovsku osposobljenost za praćenje propisanih indikatora.

- Strateški cilj je da monitoring, pored osnova za zaštitu potreba stanovništva, zaštite i kontrole izvorišta voda, ima funkciju stalnog nadzora ekoloških promena u smislu zaštite ekološkog statusa, prirodnih i predeonih vrednosti.
- Aktivno učešće javnosti u procesu informisanja i konsolidacije o stanju, uzrocima i procenama obnove ekosistema.

5.5.1.2 Monitoring ekosistema uništenog požarima i brzina prirodne revitalizacije

Plan i funkcionisanje programa monitoringa obuhvata mnoge aspekte, kao što su terenska merenja, uzorkovanje (prikupljanje uzoraka, priprema, metode skladištenja i transport uzoraka), hemijske analize i prikupljanje podataka. U procesu monitoringa svim ovim elementima treba posvetiti podjednaku pažnju. Planiranje monitoring programa, izbor pokazatelja stepena oštećenja ekosistema, lokacije, učestalost ispitivanja, terensko određivanje i merenje i laboratorijske analize.

Osnovna pravila za uspešan monitoring program i analizu ekosistema su:

1. Definisanje potrebne informacije i program monitoringa prilagoditi potrebama, a ne obrnuto. Pretpostavka je obezbeđenje potrebnih finansijskih sredstava i opreme;
2. Vrste i svojstva ekosistema moraju se razmatrati sveobuhvatno (preliminarnim istraživanjima, posebno prostorno vremenske promene);
3. Moraju se definisati komponente za ispitivanje stanja ekosistema (biološki indikatori);
4. Pokazatelji (indikatori), vrste uzoraka, učestalost ispitivanja i lokacije moraju biti pažljivo odabrane u skladu sa potrebnim informacijama, a ne obrnuto;
5. Mobilna, terenska oprema i laboratorijski uređaji biraju se u skladu sa specifičnošću potrebnih podataka, tačnošću i osetljivošću određivanja;
6. Treba da se uspostavi potpuni i operativni pregled obrade podataka;
7. Monitoring promena ekosistema trebalo bi pratiti potrebnim mikroklimatskim merenjima i analizama;
8. Kvalitet podataka bi trebalo redovno podvrgnuti unutrašnjoj i spoljnoj kontroli;

9. Podaci i nalazi treba da budu ponuđeni donosiocima odluke ne samo u vidu tabelarnih pregleda izmerenih veličina već u obliku analiza o cene stanja i ekspertize sa relevantnim preporukama, rešenjima i upravnim merama;
10. Program monitoring trebalo bi periodično ocenjivati sa stanovišta potreba, iskustva, posebno ako su na površinama sa drastično promenjenim uslovima staništa u odnosu na prirodno stanje.

5.5.1.3 Program monitoringa

Sadašnji monitoring u Srbiji nije jedinstven, a sprovodi se sa zastarelom opremom i nedovoljno obučenim osobljem. Programi merenja nisu u potpunosti usklađeni sa međunarodnim standardima. Zbog toga je neophodno spojiti monitoring sistem, obuke osoblja i odgovarajuće programe sa metodama i standardima Evropske unije i normativnim aktima ekspertskih grupa u okviru ICPDR-a.

Monitoring treba da objasni šta se dešava u ekosistemima uništenim požarima i brzinu njihove prirodne revitalizacije sistematskim prikupljanjem i ocenom podataka. Ovi pokazatelji, integralno, treba da upoređujući ih sa stanjem na istim neoštećenim ekosistemima treba da nam pokažu kojom brzinom se revitalizuje ekosistem i u kom pravcu ide njihovo obnavljanje (koje ne mora, s obzirom na klimatske promene, po pravilu da se kreće ka prirodnom (trenutno zastupljenom) ekosistemu).

Jednostrani pristup definisanju bioloških odgovora, kada se analizira distribucija organizama u odnosu na samo jedan faktor (na primer organske ili neorganske materije, acidifikaciju, toksikante) zamenjen je multivarijantnim postupcima, koji dinamiku biocenoza analiziraju u odnosu na više promenljivih istovremeno.

Težnja ka definisanju univerzalnog metoda biomonitoringa za velike teritorije potisnuta je shvatanjem da za svaku oblast, koja predstavlja prirodnu, biogeografsku celinu (ekoregion), treba razviti postupke koji će poštovati posebnosti svake teritorije. Sve procedure biološkog monitoringa treba da se zasnivaju na istim principima, a rezultati moraju da budu uporedljivi.

Biološke metode procene stanja ekosistema za razliku od metoda koje koriste fizičke ili hemijske parametre i koje obeležavaju trenutno stanje, registruju dugoročne

posledice. Rezultati biomonitoringa omogućavaju da se, pored utvrđivanja stepena oštećenja (uništenja) ekosistema, utvrdi i kapacitet prirodne revitalizacije.

Biomonitoring prikazan u ovom radu je retko primenjivan u svetu. Uglavnom je kritikovan zbog dužine i ⁵ cene procesa, nedostatka standardizacije u tehnikama, kompleksnost tumačenja podataka i varijacijama u odgovorima organizama na stepen oštećenja. Mnogi od ovih kritika je prevaziđena postavljenjem trajnih lokacija u ekosistemima koji su u različitim vremenskim periodima bili pod uticajem požara različitog intenziteta.

⁵ Metode koje se koriste u biomonitoringu polaze od dva osnovna principa:

- sistemi koji kao osnovu imaju indikatorske organizme;
- strukturno-analitički ⁵ princip (biološki indeksi i ekološke metode) [105].

Svaka od ovih metoda ima svoje pozitivne i negativne strane, tako da se različiti pristupi koriste u istraživanjima i u praktičnom radu u različitim zemljama u zavisnosti od toga koja je metoda najpodesnija za datu sredinu ili koja se tradicionalno koristi. U razvoju monitoringa „Promene staništa uništenih požarima i brzina prirodne revitalizacije oštećenih ekosistema“, s obzirom na dugoročnost praćenja, korišćeni su elementi i jednog i drugog principa jer je zaključeno da se samo tako mogu ostvariti ciljevi zadati u konceptu monitoringa.

5.5.1.4 Koncept biomonitoringa

Plan organizacije biomonitoringa zavisi od strateških ciljeva. Ciljevi su bazirani na sledećim postavkama:

1. Ustanovljavanje regularnog biomonitoring sistema u sklopu celovitog monitoringa praćenje stanja šuma;
2. Definisane efikasne procedura, u skladu sa stanjem u oblasti bitnim za funkcionisanjem nacionalnog monitoringa;
3. Oslanjanje na postojeće, oprobane postupke i njihovo prilagođavanje konkretnim uslovima;
4. Obezbeđenje kontinuiteta monitoringa;
5. Definisane prilagodljivog sistema biološke procene.

U Monitoringu „Promene staništa uništenih požarima i brzina prirodne revitalizacije oštećenih ekosistema“ definisane su dve faze:

I Faza

- Predložene su procedure koje će biološki monitoring učiniti operativnim;
- Definisane su aktivnosti za usavršavanje, proveru i primenu postupaka procene ekološkog statusa površine.

II Faza

- Definisane monitoringa u dugoročnom razdoblju.
- Definisane monitoringa u kratkoročnom razdoblju.
- Osnovni okvir funkcionisanja monitoringa uključivši i:
 - Odnose komponenti monitoringa
 - Odnos nacionalnog monitoringa i drugih programa.
- Aktivnosti vezane za ostvarivanje ciljeva iz prethodnih tačaka.
- Nadležne institucije za ostvarenje postavljenih zadataka.
- Mehanizmi, obaveze i okviri na osnovu kojih bi nadležne institucije ostvarile zadatke.
- Postupci koji će se usavršiti i testirati .
- Detaljan vremenski program aktivnosti.

5.5.1.5 Elementi biološkog monitoringa

Sledeći elementi su uključeni u određivanje stanja ekosistema uništenih požarima i brzine njihove revitalizacije:

- Zeljaste vrste, žbunaste vrste i drvenaste vrste.

5.5.2 Analiza opožarenih površina različite starosti

Šume i šumski ekosistem predstavljaju jedan od najvažnijih ekosistema na zemlji. Požari mogu da naruše ili da na nekom prostoru u celosti unište šumski ekosistem. Međutim, šuma ima sposobnost revitalizacije i prirodnog obnavljanja, čak i nakon katastrofalnog delovanja požara [106]. Sukcesije kroz koje prolazi vegetacija na šumskim požarištima predstavljaju obnovu izgorele šume. Opožarena šumska površina postepeno može da se revitalizuje u potpunosti, ali je za to potreban dug period.

5.5.2.1. Analiza površina u prvoj godini posle požara

U prvoj godini posle požara analizirano je jedanaest fitocenoloških snimaka (Tabela 72), od toga tri snimka u veštački podignutim sastojinama crnog bora na peščaru (G3.F14), jedan snimak u mezijskoj monodominantnoj šumi brdske bukove šume (G1.6911), dva snimka u mešovitoj bukovo-jelovoj šumi na karbonatima (G4.612), dve u veštački podignutim sastojinama crnog bora na krečnjaku (G3.F14 i tri snimka u zapadnobalkanskim crnoborovim šumama na serpentinitu (G3.522).

Požarišta se nalaze na nadmorskim visinama od 296 do 1158 m, na nagibima od 2 do 35° i na različitim ekspozicijama. U svih jedanaest fitocenoloških snimaka ukupno su zabeležene 52 vrste, od čega su dve drvenaste, a šest žbunaste vrste.

Tabela 72. Fitocenološki snimci požarišta starosti 1 godina

EUNIS šifra	G3.F14	G3.F14	G3.F14	G1.6911	G4.612	G4.612	G3.F14	G3.F14	G3.522	G 3.522	G3.522
Broj fitocenološkog snimka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nalazište	Goč 1	Goč 2	Svoj bor 1	Brezovica	Draške planine	Draške planine	Lisa 1	Lisa 3	Maljen	Ušće	Trstenik
Nadmorska visina (m)	296	288	603	860	1000	980	1158	1158	940	808	925
Ekspozicija	I	Z	Z	S	S	S	J	Jl	S-SE	Z	J
Nagib (°)	8	10	24	35	10	15	20	15	25	7	2
Geološka podloga	Peščar				Krečnjak				Serpentin		
Starost požarišta (god.)	1										
Oznaka polja 121	Ac6	Ac7	Ac8	Ac3	Aa1	Aa2	Ac4	Ac5	Ab1	Ac1	Ac2
DRVENASTE VRSTE											
Salicaceae											
Salix caprea L.				+2	2.2	1.1					
Fabaceae											
Robinia 38 doacacia L.	2.2	3.2	4.4								
ŽBUNASTE VRSTE I POVIJUŠE											
15aceae											
Crataegus monogyna Jacq.			+1								
Prunus spinosa L.			+2						15		
Rosa pendulina L.						+1			+1		
Rubus hirtus W. et K.					1.2	1.2					
Rubus discolor Weihe et Nees	+2										
Caprifoliaceae											
Lonicera alpigena 26						+1					
ZELJASTA VEGETACIJA											
Dennstaedtiaceae											
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn						1.1					
Ranunculaceae											
Helleborus multifidus Vis.	+2										
15yophyllaceae											
Moehringia trinervia (L.) Clairv.					1.1	2.2			2.2		
Silene flavescent W. et K.									+1		
Polygonaceae 2											
Rumex acetosella L.									1.1		
Hypericaceae											
Hypericum perforatum L.						1.1					
Violaceae											
Viola tricolor L.									2.2		
Brassicaceae											
Alyssum murale W. et K.									+1		
Draba muralis L.					2.2						
Rubiaceae											
Galium lucidum All.					2				2.2		
Galium pumilum Murray					+1	1.1					
Galium rotundifolium L.					2.2	1.1					
Galium verum L.							+2	+2			

EUNIS šifra	G3.F14	G3.F14	G3.F14	G1.6911	G4.612	G4.612	G3.F14	G3.F14	G3.522	G 3.522	G3.522
Broj fitocenološkog snimka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2 Euphorbiaceae											
Euphorbia cyparissias L.	+1		+2			+1	+1			+1	+2
Rosaceae 2											
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 105											
Verbascum lychnitis L.								+2			
Verbascum nigrum L.						1.1					
Orobanchaceae											
Rhinanthus minor L.					1.1	+1					
Plantaginaceae											
Veronica arvensis L.						2.2					
Lamiaceae 15											
Ajuga reptans L.									2.2		
Calamintha acinos (L.) Clairv.									1.1		
Origanum vulgare 168					1.2						
Salvia glutinosa L.									1.2		
Salvia pratensis L. 104								+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.						65		+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									

Izvor: Original

5.5.2.2. Analiza površina u drugoj godini posle požara

Opožarene površine u drugoj godini posle požara analizirane su na osam fitocenoloških snimaka (Tabela 73).⁸ od toga su dva postavljena na serpentinitima, a šest na peščarima. Površine se nalaze na nadmorskim visinama od 790 do 1790 m, na nagibima od 2 do 25°.

U fitocenološkim snimcima je ukupno zabeležena 21 vrsta, od čega je jedna drvenasta, a tri su žbunaste vrste.

Tabela 73. Fitocenološki snimci požarišta starosti 2 godine

EUNIS šifra	G3.522	G3.522	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41
Broj fitocenološkog snimka	11	12	13	14	15	16	17	18
Nalazište	Ušće	Trstenik (N. Pazar)	Mojstirske šume	Mojstirske šume	Mojstirske šume	Mojstirske šume	Mojstirske šume	Mojstirske šume
Nadmorska visina (m)	120	925	1620	1680	1720	1720	1790	1790
Ekspozicija	W	S	S	S	S	SW	SW	W
Nagib (°)	20	2	20	15	20	25	25	20
Geološka podloga	Serpentin		Peščar					
Starost požarišta (god.)	2							
Ozn. 45 polja	Ba1	Ba2	Bb1	Bb2	Bb3	Bb4	Bb5	Bb6
DRVENASTE VRSTE								
Pinaceae								
Picea abies (38 L.) H. Karst.				+1				
ŽBUNASTE VRSTE I POVIJUŠE								
Cupresaceae								
Juniperus sibirica Burgsd.					+1	1.1	1.1	
Vacciniaceae								
Vaccinium myrtillus L.			3.3	2.2	2.2		4.4	3.3
Rosaceae								
Rubus idaeus L. 26					1.1			
ZELJASTA VEGETACIJA								
Ranunculaceae								
Aconitum pentheri Hayek					+1			
Urticaceae								
Urtica dioica L.				1.1				
Hypericaceae 144								
Hypericum richeri Vill.			1.1			1.1		
Brassicaceae								
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.			1.1					
Euphorbiaceae								
Euphorbia cyparissias L.	1.1	2.2						
Rosaceae								

EUNIS šifra	G3.522	G3.522	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41	G3.1E41
Broj fitocenološko snimka	11	12	13	14	15	16	17	18
Alchemilla hybrida (L.) L.								1.1
Fragaria vesca L.					2.2			2
Potentilla ternata K. Koch								1.1
Fabaceae								
Vicia cracca L.	1.1	1.1						
Scrophulariaceae								
Verbascum speciosum Schrad.					+1			
Lamiaceae					95			
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 pilosel 15.				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	

Izvor: Original

5.5.2.3. Analiza površina u petoj godini posle požara

U petoj godini posle požara analizirano je osam fitocenoloških snimaka (Tabela 74) na nadmorskim visinama 360-1.180 m, na nagibima 6-38° i na različitim ekspozicijama.

U fitocenološkim snimcima je ukupno zabeležene 84 vrste, od čega su jedanaest drvenaste, a dvanaest žbunaste vrste.

Tabela 74. Fitocenološki snimci požarišta starosti 5 godina

EUNIS šifra	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G3.F14	G1.6911
Broj fitocenološkog snimka	19	20	21	22	23	24	25	26
Nalazište	Vidlič	Vidlič	Vidlič	Stol 2	Stol 3	Stol 4	Zavoj	Bor
Nadmorska visina (m)	1105	1118	1113	810	794	805	830	360
Ekspozicija	SI	SI	S	SI	I	J	Jl	S
Nagib (°)	8	6	25	17	20	10	38	12
Geološka podloga	Krečnjak						Peščar	
Starost požarišta (god.)	5							
Oznaka polja	Cb2	Cb3	Cb4	Cb5	Cb6	Cb7	Cb1	Ca1
DRVENASTE VRSTE								
Fagaceae								
Fagus moesiaca (K.Malý) Czecczott	1.1	2.3	1.1	1.1	+	+	1.1	+1
Quercus cerris L.	1.1						2.1	
Betulaceae								
Betula pendula Roth.			+					
Salicaceae								
Populus tremula L.	+	+	2.2					
Salix caprea L.	+1	+1	+1	2.1				
Rosaceae								
Prunus avium (L.) L.	+1	+1						
Pyrus pyraister (L.) Burgsd.							+1	
Sorbus aucuparia L.	+							
40. Lindaceae								
Acer campestre L.	+		1.1				+	
Acer pseudoplatanus L.	+	+			+			+1
Oleaceae								
Fraxinus excelsa L.							2.2	
ŽBUNASTE VRSTE I POVIJUŠE								
Ranunculaceae								
Clematis vitalba L.							2.2	
15. Ulaceae								
Corylus avellana L.			1.1				+	
Rosaceae								
Crataegus monogyna Jacq.							167	
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			
Fabaceae								
Chamaecytisus austriacus (L.) Link			1.1					
Araliaceae								
Hedera helix L.							1.1	
Cornaceae								
Cornus sanguinea L.							1.2	
Adoxaceae								
Sambucus ebulus L.					1.1	+1		
Sambucus racemosa L.	+		+					
ZELJASTA VEGETACIJA								

EUNIS šifra	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G3.F14	G1.6911
102 fitocenološkog snimka	19	20	21	22	23	24	25	26
Dennstaedtiaceae								
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn							+2	
Dryopteridaceae								
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	+1	+1						
<i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Woyn.	+1							
164 ophylaceae								
<i>Petrorhagia illyrica</i> (Ard.) P.W.Ball & Heywood			+3					
Hypericaceae			2					
<i>Hypericum hirsutum</i> L.			2.1					
<i>Hypericum perforatum</i> L.	3.1					1.1		
Violaceae								
<i>Viola alba</i> Besser			+				1.1	
<i>Viola hirta</i> L.			+1					
Brassicaceae								
15 bis <i>hirsuta</i> (L.) Scop.						1.1		
<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz		2.2						
Rubiaceae								
<i>Asperula taurina</i> L.		1.1						
<i>Galium album</i> Mill.							2.3	
<i>Galium cruciata</i> (L.) Scop.			3.2					
<i>Galium verum</i> L.			1.1					
Euphorbiaceae								
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	2.1				2.3		2.1	
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.		1.1						
Rosaceae								
<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC.			1.1					
<i>Fragaria moschata</i> Weston							1.2	
2 <i>agaria vesca</i> L.	3.3	1.3	1.2	4.4				
<i>Geum urbanum</i> L.	1.1						2.1	
Fabaceae								
<i>Lathyrus pratensis</i> L.		1.2	1.1				1.2	
<i>Lathyrus venetus</i> (Mill.) Wohlf.	+						1.1	
<i>Trifolium alpestre</i> 2		3.1						
<i>Trifolium medium</i> L.	1.3	1.1	2.1					
<i>Vicia cracca</i> L.	3.3	3.2	1.1				3.2	
Onagraceae								
<i>Circaea lutetiana</i> L.								+1
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	3.3	1.1	2.2	4.4		2.2	2.3	1.1
Geraniaceae 119								
<i>Geranium macrorrhizum</i> L.			2.2					
<i>Geranium robertianum</i> L.			1.1					
Apiaceae								
<i>Chaerophyllum aureum</i> L.	1.1							
Boraginaceae								
<i>Myosotis collina</i> Hoffm.								1.1
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	1.2						+2	
Solanaceae								
<i>Atropa bella-donna</i> L.						2.2		
Scrophulariaceae								

EUNIS šifra	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G1.6931	G3.F14	G1.6911
Broj fitocenološkog snimka	19	20	21	22	23	24	25	26
Verbascum nigrum L.				+1	+1			
Verbascum niveum Ten.						1.1		
Verbascum phlomoides L.					+1			
Plantaginaceae								
Plantago major L.	+							
Veronica chamaedrys L.	2.3	1.1	+				1.2	+1
Lamiaceae								
Lamium vulgare (L.) Druce					2.2			
Glechoma hirsuta W. et K.		1.1						
Lamium galeobdolon (L.) Crantz	1.2	+1						
Origanum vulgare L.						1.1		
Stachys germanica L.					+1			
Campanulaceae								
Campanula bononiensis L.					+1			
Campanula glomerata L.	+							
Campanula rapunculoides L.							+1	
Asteraceae								
Achillea crithmifolia W. et K.	2.3							
Achillea millefolium L.				1.1		71		
Artemisia lobelii All.						1.1		
Cirsium arvense (L.) Scop.			+1					1.1
Doronicum columnae Ten.			+					
Thalictrum flavum L.								+1
Mycelis muralis (L.) Dumort.	1.1	1.1	1.1					1.1
Stenactis annua (L.) Less.						1.1		
Tanacetum parthenium (L.) Sch.								1.1
Liliaceae								
Lilium martagon L.		+	+				+1	
Poaceae								
Calamagrostis epigejos (L.) Roth					1.1			4.4
Dactylis glomerata L.		118					2.2	
Festuca valesiaca Gaudin		3.2						
Poa nemoralis L.		1.2	3.1					
Poa pratensis L.					+1		1.2	

Izvor: Original

5.5.2.4 Analiza površina u desetoj godini posle požara

U desetoj godini posle požara analizirano je devet fitocenoloških snimaka (Tabela 75) od 650 do 1180 m nadmorske visine, na nagibima 5 do 15° i na različitim ekspozicijama. Sedam fitocenoloških snimaka je postavljeno na krečnjaku, jedan na kristalastim škriljcima i jedan na serpentinitu.

U fitocenološkim snimcima je ukupno zabeleženo 88 vrsta, od čega su devet drvenaste, a petnaest su žbunaste vrste.

Tabela 75. Fitocenološki snimci požarišta starosti 10 godina

EUNIS šifra	G1.6911	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G4.612	G3.522
Broj fitocenološkog snimka	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Nalazište	S. Kučaj	Brus	Brus	Brus	Brus	Brus	Brus	Brus	Maljen
Nadmorska visina (m)	650	166	950	1000	1120	1150	1180	1100	700
Ekspozicija	N	SW	SE	N	W	W	W	SW	SE
Nagib (°)	15	5	5	10	15	10	10	15	15
Geološka podloga	Kr. škri- ljci	Krečnjak							Serp.
Starost požarišta (god.)	76	10							
Ozn. 45	Da1	Db1	Db2	Db3	Db4	Db5	Db6	Db7	De1
DRVENASTE VRSTE									
<i>Pinaceae</i>	99								
<i>Abies alba</i> Mill.		1.1							
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.				1.1		1.1			
<i>2igaceae</i>									
<i>Fagus moesiaca</i> (K. Malý) Czeiczott	4.4		1.1			+1	+1		
<i>Betulaceae</i>									
<i>Betula pendula</i> Roth.				1.1			+1		
<i>Salicaceae</i>									
<i>2ipulus tremula</i> L.		2.2						3.3	+1
<i>Salix caprea</i> L.		1.1		2.2		2.2			
<i>Rosaceae</i>									
<i>Prunus avium</i> (L.) L.					+1				
<i>Pyrus pyrastrer</i> (L.) Burgsd.					+1				
<i>Sapindaceae</i>									
<i>Acer pse38</i> platanus				1.1	1.1	2.2	1.1	2.2	
ŽBUNASTE VRSTE I POVIJUŠE									
<i>Cupresaceae</i>									
<i>Juniperus communis</i> L.								1.1	
<i>Betulaceae</i>									
<i>Corylus avellana</i> L.					1.2				
<i>Ericaceae</i>									
<i>Erica carnea</i> L.								2.2	
<i>Vacciniaceae</i>									
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.									1.2
<i>Thymelaeaceae</i>									
<i>Daphne blagayana</i> Freyer									1.1
<i>Rosaceae</i>									
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.					+1				
<i>Ribes alpinum</i> L.			1.1						
<i>Rosa pendulina</i> L.						1.1		2.2	+1
<i>Rubus canescens</i> DC.						2.2	2.2		2.2

15										
143	is 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				2					
	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 xylosteu 26 L.						1.1	2.2		
	ZELJASTA VEGETACIJA									
	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				2					
	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 15									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				
	15aceae									
	15garia 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			
	2abaceae									
	Coronilla varia L.			+1	1.1	1.1				94
	Genista tinctoria L.									1.1
	Lathyrus pratensis L.		2.2	1.1			1.1			1 142
	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.		2		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	2.2			
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	65				1.1	2.2			
Glechoma hirsute W. et K.	1.2								
15 ganum vulgare L.		2.2	1.1	2.2		1.1			
Prunella vulgaris L.	15		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.							40		1.1
Crepis setosa Haller f.			2.2				1.1		
Myelis muralis (L.) Rehb.		+1	+1	+1	2.2			2.2	
Picris hieracioides L.		+1	1.1		1.1				
71 ecio 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
141 eae									
Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	2.2								
163 ylis glomerata L.		+2							
Festuca drymeja Mert. & W. D. J. Koch				1.2			2.2		
Poa pratensis L.						2.2			

Izvor: Original

5.5.3 Kvalitativno-kvantitativni sastav požarišta (indeksi diverziteta i ujednačenosti)

66

Biodiverzitet se definiše kao raznovrsnost života na zemlji, od nivoa gena do ekosistema, uključujući ekološke i evolucione procese koji su ga formirali. Za merenje biodiverziteta, značajna su tri pojma: alfa (α), beta (β) i gama (γ) diverzitet [107].

27

Alfa diverzitet (α) predstavlja raznovrsnost u okviru određene oblasti ili ekosistema i izražava se brojem (bogatstvom) vrsta.

Beta diverzitet (β) obuhvata poređenje raznovrsnosti između ekosistema i meri se kao zbir promena u vrstama između ekosistema. To, između ostalog, omogućava poređenje raznolikosti između revitalizacije požarišta različitih analiziranih šumskih ekosistema.

Gama diverzitet (γ) je opšta raznolikost različitih ekosistema u okviru nekog regiona.

5.5.3.1 Analiza alfa (α) diverziteta

U analizi alfa diverziteta korišćeni su Simpsonov indeks (D), Simpsonov indeks diverziteta za određene (konačne) populacije ($1-\bar{D}$) [108], Simpsonov recipročni indeks ($1/D$), Margalefov indeks bogatstva vrsta (M), Šenon-Viverov indeks diverziteta (informacioni indeks), Simpsonov indeks ujednačenosti (E'/D) i Evenesov indeks (indeks ravnomernosti) (E). Vrednosti ovih indeksa variraju u zavisnosti od kvalitativnog bogatstva vrstama, brojnosti vrsta i njihove ravnomernosti.

27

Svaki od ovih indeksa ima prednosti i nedostatke. Na primer, Simpsonov indeks je nedovoljno osetljiv na prisustvo retkih vrsta i zavisi od tipa distribucije vrsta. Inverzni Simpsonov indeks je nedovoljno osetljiv na prisustvo retkih vrsta i zavisi od veličine uzorka. Margalefov indeksom (indeksom bogatstva vrsta) se analizira broj vrsta i broj individua, ali se pritom ne vodi računa o različitom broju individua u okviru svake vrste.

27

27

27

Šenon-Viverov (informacioni) indeks je precizniji od indeksa bogatstva vrsta (Margalefov indeks) i primenjuje se pri određivanju strukture flore. On zavisi od broja vrsta i njihove relativne zastupljenosti. Vrednosti ovoga indeksa svrstavaju se u tri kategorije: niske (0–0.549), srednje (0.550–0.999) i visoke (>1).

Evenesov indeks (indeks ravnomernosti) predstavlja količnik Šenon-Viverovog indeksa i logaritma ukupnog broja taksona. Njegove vrednosti se označavaju kao niske (0–0.399), srednje (0.400–0.899) i visoke (>0.900).

Vrednosti svih analiziranih indeksa predstavljeni su u Tabelama 76–80. Indeksi koji se odnose na površine analizirane posle jedne godine od izbijanja požara prikazani su u Tabeli 76. Iz tabele se zapaža da najmanju vrednost Simpsonovog indeksa ima površina Ab1 ($D=0.10$), dok najveću ima Ac3 ($D=0.50$). Najmanje vrednosti Simpsonovog indeksa diverziteta imaju površine As1 i As8 ($1-D=0.53$), a najveću Aa2 ($1-D=0.93$). Simpsonov recipročni, Šenon-Viverov i Margalefov indeks imaju najmanje vrednosti na površini As3 ($1/D=2.00$; $H=0.69$; $M=0.43$), a najveće takođe na Aa2 ($1/D=14.04$; $H=2.74$; $M=2.97$). Najmanje vrednosti Simpsonovog indeksa ujednačenosti i Evenesovog indeksa beleže se za As8 ($E/D=0.35$; $E=0.63$), a najveće za As2, As3, As4 i As5 ($E/D=E=1.00$).

Tabela 76. Indeksi diverziteta i ujednačenosti – 1 godina posle požara

	Oznaka polja										
	Ac6	Ac7	Ac8	Ac3	Aa1	Aa2	Ac4	Ac5	Ab1	Ac1	Ac2
Nadmorska visina	980	950	910	808	925	860	1158	1158	296	288	603
Nagib	10	15	25	7	2	35	20	15	8	10	24
Indeksi											
D: Simpsonov indeks	0.40	0.35	0.47	0.50	0.13	0.07	0.25	0.17	0.10	0.48	0.33
1-D: Simpsonov indeks diverziteta	0.61	0.66	0.53	0.56	0.88	0.93	0.79	0.86	0.90	0.53	0.71
1/D: Simpsonov recipročni ind.	2.50	2.84	2.11	2.00	7.90	14.04	4.00	6.00	10.08	2.08	3.00
H: Šenon-Viverov indeks diverziteta	1.23	1.43	1.13	0.69	2.16	2.74	1.39	1.79	2.42	1.00	1.10
E/D: Simpsonov indeks ujednačenosti	0.50	0.41	0.35	1.00	0.79	0.78	1.00	1.00	0.72	0.52	1.00
E: Evenesov ind. ujednačenosti	0.76	0.73	0.63	1.00	0.94	0.95	1.00	1.00	0.92	0.72	1.00
M: Margalefov indeks bogatstva vrsta	1.02	1.33	1.07	0.43	1.74	2.97	1.00	1.47	2.35	0.79	0.74

Izvor: Original

Vrednosti indeksa za drugu godinu požarišta predstavljeni su u Tabeli 77. Najmanju vrednost Simpsonovog indeksa ima površina Bb4 ($D=0.16$), a najveću – Ba3 ($D=0.56$). Najmanje vrednosti Simpsonovog indeksa diverziteta i Margalefovog indeksa ima površina Ba2 ($1-D=0.45$; $M=0.26$), a najveće Bb3 ($1-D=0.85$; $M=1.40$). Simpsonov recipročni i Šenon-Viverov indeks takođe imaju najmanje vrednosti na površini Ba2

($1/D=1.80$; $H=0.64$), dok najveće na Bb4 ($1/D=6.23$; $H=1.89$). Najmanje vrednosti Simpsonovog indeksa ujednačenosti i Evenesovog indeksa beleže se za površinu Bb6 ($E/D=0.71$; $E=0.87$), a najveće za Ba1 ($E/D=E=1.00$).

Tabela 77. Indeksi diverziteta i ujednačenosti – 2 godine posle požara

	Oznaka polja							
	Ba1	Ba2	Bb1	Bb2	Bb3	Bb4	Bb5	Bb6
Nadmorska visina	790	925	1850	1850	1870	1890	1900	1900
Nagib	20	2	20	15	20	25	25	20
Indeksi								
D: Simpsonov indeks	0.33	0.56	0.24	0.17	0.17	0.16	0.28	0.35
1- $\hat{D}$: Simpsonov ind. diverziteta	0.68	0.45	0.76	0.83	0.85	0.84	0.73	0.66
1/D: Simpsonov recipročni ind.	3.00	1.80	4.13	5.90	5.77	6.23	3.58	2.84
H: Šenon-Viverov ind. diverziteta	1.10	0.64	1.51	1.85	1.86	1.89	1.43	1.21
E/D : Simpsonov ind. ujednačenosti	1.00	0.90	0.83	0.84	0.72	0.89	0.72	0.71
E: Evenesov ind. ujednačenosti	1.00	0.92	0.94	0.95	0.89	0.97	0.89	0.87
M: Margalefov ind. bogatstva vrsta	0.53	0.26	0.71	1.28	1.40	1.22	0.79	0.66

Izvor: Original

Indeksi za opožarene površine analizirane posle pet godina od izbijanja požara prikazani su u Tabeli 78. U ovoj godini, Simpsonov indeks ima najmanju vrednost na površinama Cb1 i Cb4 ($D=0.05$), a najveću vrednost na Cb5 ($D=0.27$). Najmanju vrednost Simpsonovog indeksa diverziteta ima površina Cb5 ($1-D=0.74$), dok najveće imaju Cb1 i Cb4 ($1-D=0.95$). Simpsonov recipročni, Šenon-Viverov i Margalefov indeks takode imaju najmanje vrednosti na Cb5 ($1/D=3.76$; $H=1.49$; $M=0.94$), dok najveću vrednost Simpsonovog recipročnog indeksa ima Cb1 ($1/D=20.55$), Šenon-Viverovog – Cb1 i Cb4 ($H=3.14$), Margalefovog indeksa – Cb4 ($M=4.67$). Najmanju vrednost Simpsonovog indeksa ujednačenosti ima površina Ca1 ($E/D=0.43$), najveću – Sb1 ($E/D=0.73$). Za Evenesov indeks najmanja vrednost zabeležena je za Sb7 ($E=0.78$), najveća takode za Cb1 ($E=0.94$).

Tabela 78. Indeksi diverziteta i ujednačenosti – 5 godina posle požara

	Oznaka polja							
	Cb2	Cb3	Cb4	Cb5	Cb6	Cb7	Cb1	Ca1
Nadmorska visina	1105	1118	1113	810	794	805	830	340
Nagib	8	6	25	17	20	10	38	15
Indeksi								
D: Simpsonov indeks	0.06	0.07	0.05	0.27	0.14	0.13	0.05	0.21
1- $\hat{D}$: Simpsonov ind. diverziteta	0.94	0.93	0.95	0.74	0.87	0.88	0.95	0.79
1/D: Simpsonov recipročni ind.	15.95	14.31	19.01	3.76	7.23	8.00	20.55	4.70
H: Šenon-Viverov ind. diverziteta	3.01	2.86	3.14	1.49	2.18	2.18	3.14	1.96
E/D : Simpsonov ind. ujednačenosti	0.55	0.62	0.63	0.63	0.60	0.50	0.73	0.43

E: Evenesov ind. ujednačenosti	0.89	0.91	0.92	0.83	0.88	0.78	0.94	0.82
M: Margalefov ind. bogatstva vrsta	4.52	3.64	4.67	0.94	2.18	2.96	4.30	1.95

Izvor: Original

Analizirani indeksi za period od deset godina posle požara prikazani su u Tabeli 79. Najmanja vrednost Simpsonovog indeksa beleži se na površini Db5 ($D=0.04$), a najveća na Da1 ($D=0.13$). Najmanje vrednosti Simpsonovog indeksa diverziteta, Simpsonovog recipročnog indeksa, Šenon-Viverovog i Margalefovog indeksa ima površina Da1 ($1-\check{D}=0.88$; $1/D=7.94$; $H=2.18$; $M=1.92$), a najveću – Db5 ($1-D=0.97$; $1/D=28.20$; $H=3.40$; $M=4.88$). Najmanju vrednost Simpsonovog indeksa ujednačenosti imaju površine Db1 i Db2 ($E'/D=0.67$), najveću Db6 ($E'/D=0.86$). Najmanju vrednost Evenesovog indeksa imaju površine Db1 i Dc1 ($E=0.92$), a najveću Db5 i Db6 ($E=0.97$).

Tabela 79. Indeksi diverziteta i ujednačenosti – 10 godina posle požara

	76	Oznaka polja							
	Da1	Db1	Db2	Db3	Db4	Db5	Db6	Db7	Dc1
Nadmorska visina	650	1150	1100	1100	1200	1200	1200	1250	700
Nagib	15	5	5	10	15	10	10	15	15
Indeksi									
D: Simpsonov indeks	0.13	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.06	0.08	0.07
1- $\check{D}$: Simpsonov ind. diverziteta	0.88	0.93	0.95	0.96	0.95	0.97	0.94	0.92	0.94
1/D: Simpsonov recipročni ind.	7.94	13.97	18.73	21.90	18.47	28.20	15.42	12.03	15.34
H: Šenon-Viverov ind. diverziteta	2.18	2.80	3.14	3.23	3.07	3.40	2.79	2.60	2.90
E'/D : Simpsonov ind. ujednačenosti	0.79	0.67	0.67	0.76	0.71	0.85	0.86	0.80	0.67
E: Evenesov ind. ujednačenosti	0.95	0.92	0.94	0.96	0.94	0.97	0.97	0.96	0.92
M: Margalefov ind. bogatstva vrsta	1.92	3.34	4.34	4.35	3.84	4.88	2.77	2.30	3.55

Izvor: Original

Tabela 80. Srednje vrednosti indeksa diverziteta i ujednačenosti na opožarenim površinama posle 1, 2, 5 i 10 godina od izbijanja požara

Indeksi	Starost požarišta (god.)			
	1	2	5	10
D: Simpsonov indeks	0.30	0.28	0.12	0.07
1- $\check{D}$: Simpsonov indeks diverziteta	0.72	0.73	0.88	0.94
1/D: Simpsonov recipročni indeks	5.14	4.16	11.69	16.89
H: Šenon-Viverov indeks diverziteta	1.55	1.44	2.50	2.90
E'/D : Simpsonov indeks ujednačenosti	0.73	0.83	0.59	0.75
E: Evenesov indeks ujednačenosti	0.88	0.93	0.87	0.95
M: Margalefov indeks bogatstva vrsta	1.36	0.86	3.15	3.48

Izvor: Original

Na osnovu prikazanih srednjih vrednosti indeksa (Tabela 80), može se zaključiti da vrednosti Simpsonovog indeksa postepeno opadaju sa starošću požarišta, a vrednosti Simpsonovog indeksa diverziteta postepeno rastu. Vrednosti Simpsonovog recipročnog, Šenon-Viverovog i Margalefovog indeksa takode rastu sa starošću požarišta, sa blagim padom u drugoj godini. Diverzitet se povećava od prve do desete godine od izbijanja požara.

Simpsonov indeks ujednačenosti ima srednje vrednosti u svim nivoima starosti požarišta, dok se vrednosti Evenesovog indeksa nalaze na granici između srednjih i visokih. U poređenju sa Evenesovim indeksom, čije su vrednosti među sobom slične, vrednosti ekvivalentnog Simpsonovog indeksa su unekoliko varijabilnije. Ipak, oba ova indeksa pokazuju da nema velikih promena u ujednačenosti u periodu od prve do desete godine posle požara.

5.5.3.1.1 Zavisnost indeksa diverziteta i ujednačenosti od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta

5.5.3.1.1.1 Simpsonov indeks (D)

Zavisnost Simpsonovog indeksa (D) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta predstavljena je linearnim regresionim modelom. Koeficijent korelacije iznosi 0.6834, što ukazuje na srednju negativnu povezanost između analiziranih promenljivih. Koeficijent determinacije pokazuje da dobijeni model objašnjava 46.71% od ukupne varijacije podataka (Tabela 81 i 82).

Tabela 81. Zavisnost Simpsonovog indeksa (D) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta

Promenljiva	Vrednost parametra	Standardna greška parametra	t-test
Konstanta	0.417204	0.066617	6.26
Nadmorska visina (NV)	-0.000036	0.000045	-0.79
Nagib (NG)	-0.003600	0.002428	-1.48
Starost požarišta (SP)	-0.029030	0.005560	-5.22

Izvor: Original

Tabela 82. Analiza varijanse

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Broj stepena slobode	Prosečni kvadrat	F-količnik	Nivo značajnosti
Model	0.372182	3	0.124061	9.35	0.0001

Reziduali	0.424582	32	0.0132682		
Ukupno	0.796764	35			

Izvor: Original

$$D = 0,417204 - 0,000036 \cdot NV - 0,003600 \cdot NG - 0,029030 \cdot SP$$

Koeficijent korelacije = 0.6834

Koeficijent determinacije = 0.4671

Standardna greška procene = 0.08386

Durbin-Watson-ov test = 0.913744 (P = 0.0001)

S ciljem sagledavanja „neto“ uticaja nezavisnih promenljivih na zavisnu promenljivu, u dobijenoj jednačini je primenjen standardni postupak. Suština ovog postupka je jednostavna. U jednačini višestruke regresije dozvoli se da varira nezavisna promenljiva čiji se „neto“ uticaj želi sagledati, dok se ostale promenljive isključe uvođenjem njihovih prosečnih veličina čime postaju konstante.

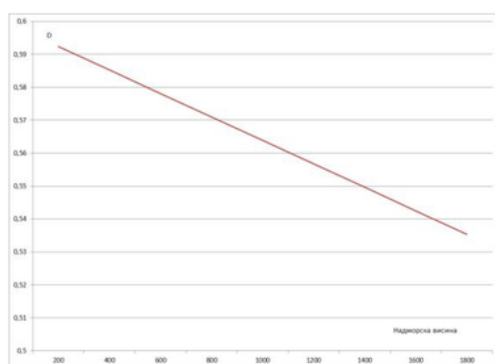
Opisanim postupkom dobijene su sledeće jednačine:

$$D = 0.599499 - 0.000036 \cdot NV$$

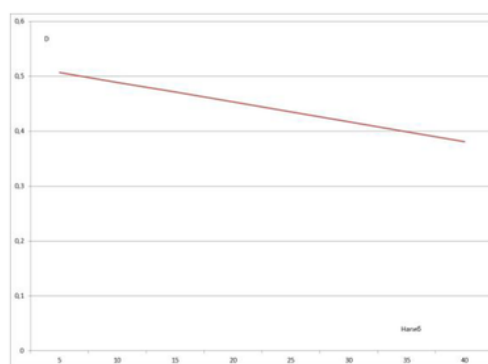
$$D = 0.525264 - 0.003600 \cdot NG$$

$$D = 0.323547 - 0.029030 \cdot SP$$

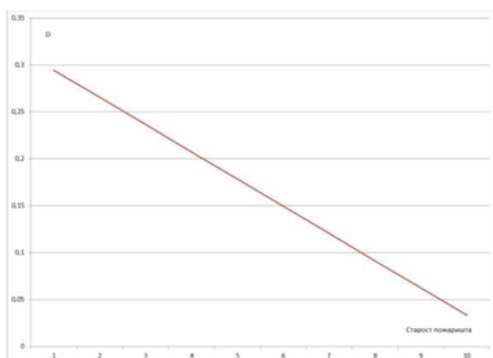
Grafički prikaz rezultata prikazan je Grafikonu 52.



a



b



C

Izvor: Original

Grafikon 52. Zavisnost Simpsonovog indeksa (D) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)

Dobijene „neto“ korelacije pokazuju da vrednost Simpsonovog indeksa opada sa povećanjem nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta, što se jasno vidi i iz priloženih grafikona.

5.5.3.1.1.2. Simpsonov indeks diverziteta za određene populacije (1-D)

Zavisnost Simpsonovog indeksa diverziteta od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta predstavljena je u sledećim priložima (Tabele 83 i 84). Koeficijent korelacije iznosi 0.6729, što ukazuje na srednju pozitivnu povezanost analiziranih promenljivih. Vrednost koeficijenta determinacije pokazuje da dobijeni model objašnjava 45.29% od ukupne varijacije podataka.

Tabela 83. Zavisnost Simpsonovog indeksa diverziteta za određene populacije (1-D) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta

Promenljiva	Vrednost parametra	Standardna greška parametra	t-test
Konstanta	0.605416	0.065030	9.31
Nadmorska visina (NV)	0.000032	0.000044	0.74
Nagib (NG)	0.003385	0.002370	1.43
Starost požarišta (SP)	0.027572	0.005428	5.08

Izvor: Original

Tabela 84. Analiza varijanse

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Broj stepena slobode	Prosečni kvadrat	F-količnik	Nivo značajnosti
Model	0.334879	3	0.111626	8.83	0.0002
Reziduali	0.404596	32	0.012644		
Ukupno	0.739475	35			

Izvor: Original

$$1-D = 0.605416 + 0.000032 \cdot NV + 0.003385 \cdot NG + 0.027572 \cdot SP$$

Koeficijent korelacije = 0.6729

Koeficijent determinacije = 0.4529

Standardna greška procene = 0.112444

Durbin-Watson-ov test = 0.901668 (P = 0.0001)

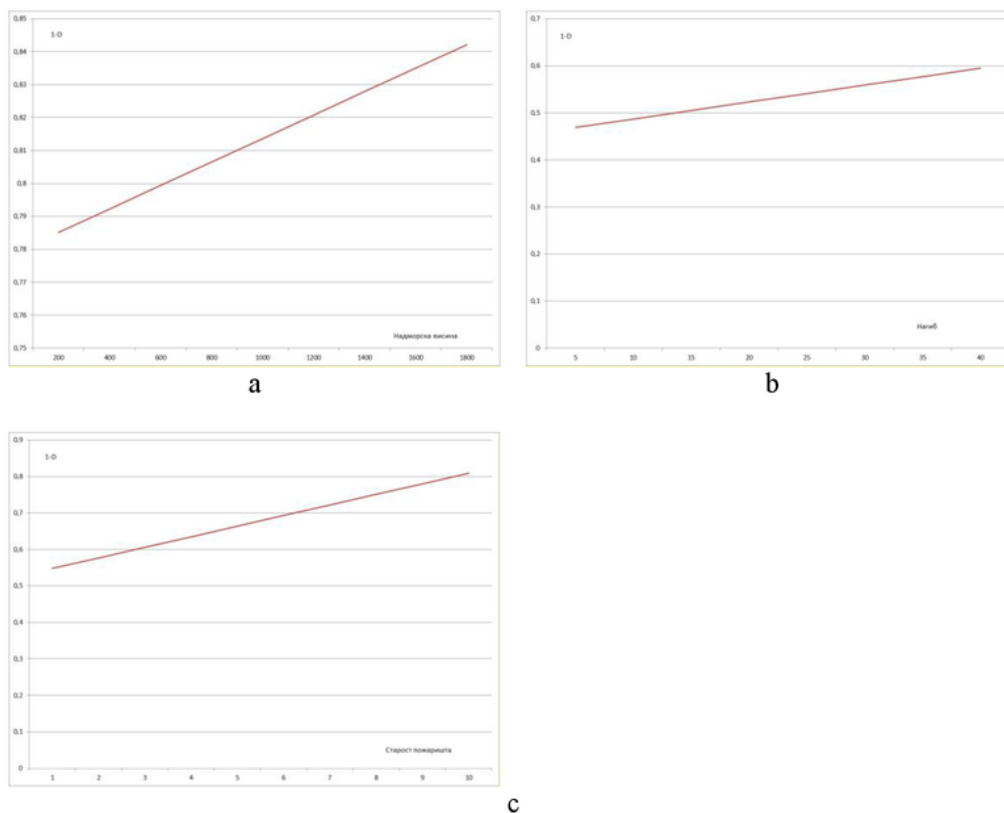
Postupkom višestruke regresije dobijene su sledeće jednačine:

$$D = 0.778034 + 0.000032 \cdot NV$$

$$D = 0.451060 + 0.003385 \cdot NG$$

$$D = 0.518931 + 0.027572 \cdot SP$$

Rezultati ove analize predstavljeni su na Grafikonu 53.



Izvor: Original

Grafikon 53. Zavisnost Simpsonovog indeksa diverziteta (1-D) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)

Iz „neto“ korelacija zaključilo se da veličina Simpsonovog indeksa diverziteta raste sa povećanjem nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta.

5.5.3.1.1.3. Simpsonov recipročni indeks (1/D)

Analiza zavisnosti Simpsonovog recipročnog indeksa od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta dala je koeficijent korelacije 0.7435. Veličina ovog koeficijenta ukazuje na visoku pozitivnu povezanost analiziranih promenljivih. Na osnovu vrednosti koeficijenta determinacije, može se reći da je objašnjeno 55.28% od ukupne varijacije podataka.

Tabela 85. Zavisnost Simpsonovog recipročnog indeksa (1/D) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta

Promenljiva	Vrednost parametra	Standardna greška parametra	t-test
Konstanta	0.890903	2.836480	0.31
Nadmorska visina (NV)	0.000062	0.001908	0.03
Nagib (NG)	0.121282	0.103363	1.17
Starost požarišta (SP)	1.486050	0.236749	6.28

Izvor: Original

Tabela 86. Analiza varijanse

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Broj stepena slobode	Prosečni kvadrat	F-količnik	Nivo značajnosti
Model	951.618	3	317.206	13.19	0.0000
Reziduali	769.759	32	24.055		
Ukupno	1721.38	35			

Izvor: Original

$$D = 0.890903 + 0.000062 \cdot NV - 0.121282 \cdot NG - 1.486050 \cdot SP$$

Koeficijent korelacije = 0.7435

Koeficijent determinacije = 0.5528

Standardna greška procene = 4.90459

Durbin-Watson-ov test = 0.923739 (P = 0.0001)

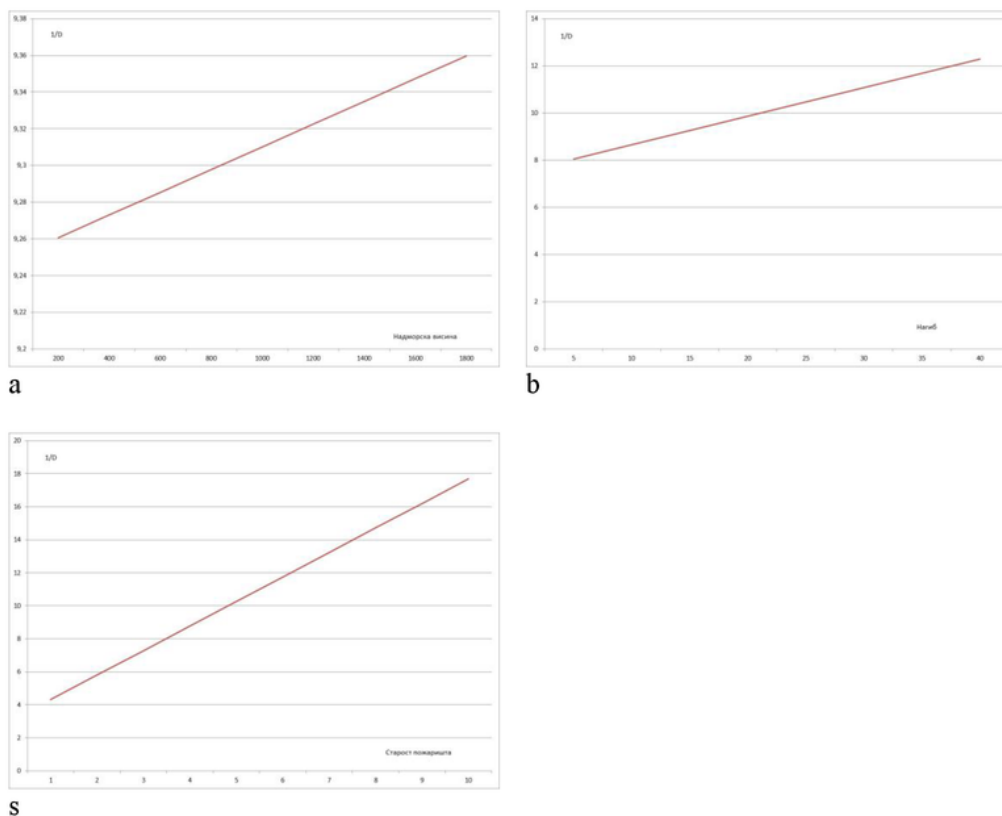
Postupkom višestruke regresije dobijene su sledeće jednačine:

$$D = 9.248215 + 0.000062 \cdot NV$$

$$D = 7.437808 + 0.121282 \cdot NG$$

$$D = 2.833494 + 1.486050 \cdot SP$$

Grafički prikaz rezultata analize prikazani su na Grafikonu 54.



Izvor: Original

Grafikon 54. Zavisnost Simpsonovog recipročnog indeksa ($1/D$) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)

Iz dobijenih „neto“ korelacija (Tabele 85 i 86) i grafičkog prikaza rezultata (Grafikon 54. a–s) zapoza se da veličina Simpsonovog recipročnog indeksa raste sa povećanjem nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta.

5.5.3.1.1.4. Šenon-Viverov indeks diverziteta (H)

Analizom zavisnosti Šenon-Viverovog indeksa diverziteta od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta dobijen je koeficijent korelacije 0.7496. Drugim rečima, utvrđena je visoka pozitivna povezanost analiziranih promenljivih. Iz vrednosti koeficijenta determinacije konstatuje se da je objašnjeno 56,19% varijacije podataka (Tabela 87 i 88).

Tabela 87. Zavisnost Šenon-Viverovog indeksa diverziteta (H) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta

Promenljiva	Vrednost parametra	Standardna greška parametra	t-test
Konstanta	1.058470	0.325549	3.25
Nadmorska visina (NV)	0.000012	0.000219	0.06
Nagib (NG)	0.015717	0.011863	1.32
Starost požarišta (SP)	0.173916	0.027172	6.40

Izvor: Original

Tabela 88. Analiza varijanse

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Broj stepena slobode	Prosečni kvadrat	F-količnik	Nivo značajnosti
Model	13.0054	3	4.33514	13.68	0.0000
Reziduali	10.1398	32	0.316868		
Ukupno	23.1452	35			

Izvor: Original

$$H = 1.058470 + 0.000012 \cdot NV + 0.015717 \cdot NG + 0.173916 \cdot SP$$

Koeficijent korelacije = 0.7496

Koeficijent determinacije = 0.5619

Standardna greška procene = 0.432792

Durbin-Watson-ov test = 0.834167 (P = 0.0000)

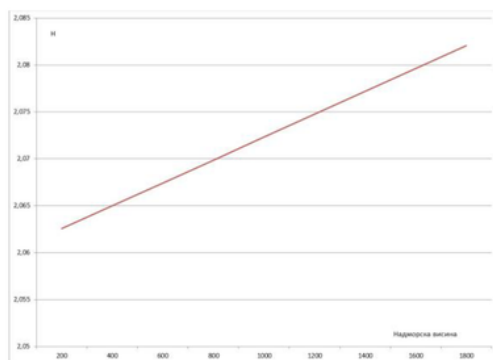
Postupkom višestruke regresije dobijene su sledeće jednačine:

$$D = 2.060112 + 0.000012 \cdot NV$$

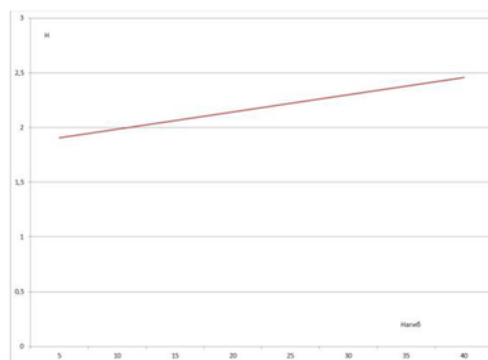
$$D = 1.829727 + 0.015717 \cdot NG$$

$$D = 1.314439 + 0.173916 \cdot SP$$

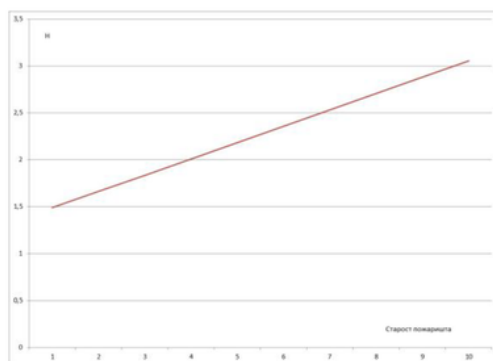
Grafički prikaz rezultata analize nalazi se na Grafikonu 55.



a



b



c

Izvor: Original

Grafikon 55. Zavisnost Šenon-Viverovog indeksa diverziteta (N) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)

„Neto“ korelacije pokazuju da veličina Šenon-Viverovog indeksa raste sa povećanjem nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta, što se može videti i iz priloženih grafikona.

5.5.3.1.1.5. Simpsonov indeks ujednačenosti (E')

Simpsonov indeks ujednačenosti pokazuje slabu zavisnost od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta. Utvrđeni su relativno niski koeficijenti korelacije (0.26) i determinacije (0.0602), zbog čega ovaj indeks nije bio predmet dalje analize.

5.5.3.1.1.6. Evenesov indeks (indeks ravnomernosti) (E)

Kao i Simpsonov indeks ujednačenosti (E/D), Evenesov indeks (E) pokazuje slabu zavisnost od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta. Koeficijent korelacije iznosi samo 0.33, a koeficijent determinacije 0.1089, zbog čega ni ovaj indeks nije bio predmet dalje analize.

5.5.3.1.2. Margalefov indeks bogatstva vrsta (M)

Zavisnost Margalefovog indeksa bogatstva vrsta od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta predstavljena je linearnim regresionim modelom u kojem koeficijent korelacije iznosi 0,6939. Veličina koeficijenta korelacije ukazuje na srednju pozitivnu povezanost analiziranih promjenljivih. Na osnovu koeficijenta determinacije, konstatuje se da je objašnjeno 48,15% varijacije podataka (Tabele 89 i 90).

Tabela 89. Zavisnost Margalefovog indeksa bogatstva vrsta (M) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta

Promenljiva	Vrednost parametra	Standardna greška parametra	t-test
Konstanta	0.899121	0.624281	1.44
Nadmorska visina (NV)	-0.000262	0.000420	-0.62
Nagib (NG)	0.020699	0.022749	0.91
Starost požarišta (SP)	0.280766	0.052106	5.39

Izvor: Original

Tabela 90. Analiza varijanse

Izvor varijacije	Zbir kvadrata	Broj stepena slobode	Prosečni kvadrat	F-količnik	Nivo značajnosti
Model	34.6253	3	11.5418	9.91	0.0001
Reziduali	37.2868	32	1.1652		
Ukupno	71.9121	35			

Izvor: Original

$$M = 0.899121 - 0.000262 \cdot NV + 0.020699 \cdot NG + 0.280766 \cdot SP$$

Koeficijent korelacije = 0.6939

Koeficijent determinacije = 0.4815

Standardna greška procene = 1.07945

Durbin-Watson-ov test = 1.52268 (P = 0.0372)

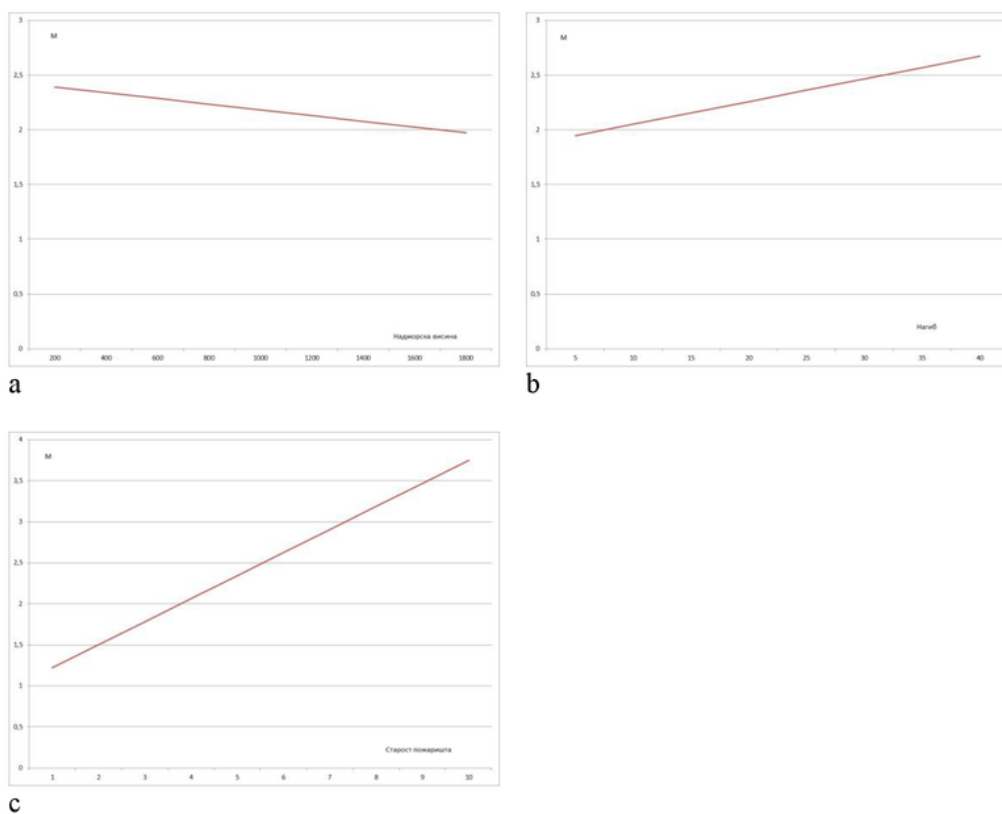
Postupkom višestruke regresije dobijene su sledeće jednačine:

$$D = 2.443829 - 0.000262 \cdot NV$$

$$D = 1.844278 + 0.020699 \cdot NG$$

$$D = 0.940088 + 0.280766 \cdot SP$$

Na grafikonu 56 dat je prikaz rezultata ove analize.



Izvor: Original

Grafikon 56. Zavisnost Margalefovog indeksa (M) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)

Na osnovu dobijenih „neto“ korelacija može se zaključiti da veličina Margalefovog indeksa opada sa povećanjem nadmorske visine, a raste sa povećanjem nagiba i starosti požarišta.

5.5.4. Sukcesija vegetacije na opožarenim površinama

Sukcesija vegetacije na požarištima uslovljena je promenom stanišnih uslova posle požara i odlikuje se promenama stanišnih uslova, florističkog sastava i diverziteta iz godine u godinu nakon požara.

U Tabeli 91 date su sumarni fitocenološki podaci sukcesija požarišta u prvih deset godina. U prvoj godini zabeležene su 52 vrste, u drugoj 21, u petoj 89, a u desetoj 96 vrsta.

Tabela 91. Komparativna sintetska fitocenološka tabela

Legenda. I–V: stepen prisutnosti; +, 1–5: brojnost

Vrste	Starost požarišta			
	1	2	5	10
45 Drvenaste vrste				
<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) Czezo			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> 117			I 1-2	
<i>Prunus avium</i> (L.) L.			I +	I +
<i>Pyrus pyra</i> ster (L.) Bur			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
Žbunje i povijuše	1	2	5	10
<i>Prunus spinosa</i> L.	I +			
<i>Rubus hirtus</i> Waldst. & Kit.	116		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> Bur		II +1		
<i>Rubus idaeus</i> L.		I 1		III +2
<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	

Vrste	Starost požarišta			
2	1	2	5	10
<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> Čalák.				I 3
Zeljasta vegetacija	93			
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	II 1-2			I 1-2
<i>Circaea lutetiana</i> L. 88	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> 115 et K.		II +2		II 2-4
<i>Agaria 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.	165	I 1-2	I +-1	
<i>Cecia 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	2 +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
<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	

Vrste	Starost požarišta			
	1	2	5	10
<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 2 3	
<i>Geum urbanum</i> L.			I 1-2	I +-1
<i>Achillea millefolium</i> L.	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.	2		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.			2 +-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.) S2 ott			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.	2		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.	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> Rchb.				
<i>Galium pumilum</i> 140 y.	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 +			

Vrste	Starost požarišta			
	1	2	5	10
<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 +			2
<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> 2				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 caryophylllea</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 odoratus</i> W. et K. ex Willd.				I 1-2
<i>Lathyrus venetus</i> (L.) 114 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. 2				I 3
<i>Potentilla reptans</i> L.				I 1
<i>Prunella vulgaris</i> L.				I 1-2
<i>Salvia glutinosa</i> L. 88	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

Izvor: Original

U Tabeli 92 dat je pregled zastupljenosti vrsta drveća, žbunja i zeljastih biljka. U prvoj godini požarišta javlja se samo jedna drvenasta vrsta, *Robinia pseudoacacia* (bagrem), invanzivna vrsta koja prete da zauzme prirodna staništa drugih vrsta, na požarištima do 800 m nadmorske visine, silikatne geološke podloge. Nasuprot tome, u desetoj godini javlja se devet vrsta drveća, i to: *Abies alba*, *Picea abies*, *Fagus moesiaca*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Prunus avium*, *Pyrus pyraeaster*, *Acer pseudoplatanus*, što ukazuje na početak formiranja šumskih zajednica na ovim površinama. Od žbunastih vrsta, u prvoj godini požarišta javlja se šest vrsta: *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa pendulina*, *Rubus hirtus*, *Rubus discolor*,

Lonicera alpigena, dok se u desetoj godini javlja 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* i *Lonicera xylosteum*.

Od zeljastih vrsta, 19 vrsta se javlja samo u prvoj godini, 9 samo u drugoj, 34 samo u petoj, a 24 samo u desetoj godini požarišta. Zeljaste vrste koje se javljaju samo u prvoj godini su: *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*. Zatim, zeljaste vrste koje se javljaju samo u drugoj godini su: *Campanula rotundifolia*, *Luzula pilosa*, *Alchemilla hybrida*, *Capsella bursa-pastoris*, *Epipactis latifolia*, *Hypericum richeri*, *Potentilla ternata*, *Aconitus pentheri*, *Verbascum speciosum*. Zeljaste vrste koje se javljaju samo u petoj godini su: *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*. Konačno, zeljaste vrste koje se javljaju samo u desetoj godini su: *Anemone nemorosa*, *Asarum europeum*, *Asperula odorata*, *Campanula patula*, *Carex caryophyllea*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Crepis setosa*, *Daphne blagayana*, *Digitalis ambigua*, *Festuca drymeja*, *Galium mollugo*, *Genista tinctoris*, *Helleboris odoratus*, *Lotus cornicalatus*, *Mercurialis perennis*, *Oxalis acetosella*, *Picris hieracioides*, *Polystichum aculeatum*, *Potentilla opaca*, *Potentilla reptans*, *Prunella vulgaris*, *Scrophularis nodosa*, *Sedum telephium*, *Sonchus asper*.

Tabela 92. Pregled zastupljenosti broja vrsta na požarištima
različitih starosti

Vrste	Starost požarišta			
	1	2	5	10
Drvenaste vrste	1			
	1		1	1
		1		1
			4	
			7	7
				1
Žbunaste vrste i povijuše	1			
	2		2	2
	2			2
		2		
		2		2
			7	
			4	4
				11
Zeljaste vrste	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
Ukupno:		52	21	89
				96

Izvor: Original

5.5.5 Životne forme kao indikator stanišnih uslova na požarištima

Kao važan pokazatelj značaja lokalne flore u smislu njenog diverziteta i potrebe za zaštitom, značajna je analiza brojnosti vrsta koje pripadaju različitim životnim formama, čiji su predstavnici najznačajniji graditelji ekosistema čitavog florističkog regiona [109]. Životne forme su definisane na osnovu izloženosti izdanaka uticajima ekoloških faktora tokom najnepovoljnijeg klimatskog perioda u godini (izloženost toploti, mrazu, vetru, suši) [110]. Svaka životna forma je rezultat prilagođavanja biljaka određenoj klimatskoj zoni i predstavlja dobre indikatore klimatskih i zemljišnih uslova.

U literaturi se pominju i sistemi životnih formi [111,112,113]. Ovi opisi životnih formi omogućavaju fiziognomsku klasifikaciju vegetacije, ali se ne mogu koristiti u fitoindikacionoj ekologiji. Samo Raunkier-ove životne forme mogu poslužiti kao indikatori stanišnih uslova [114].

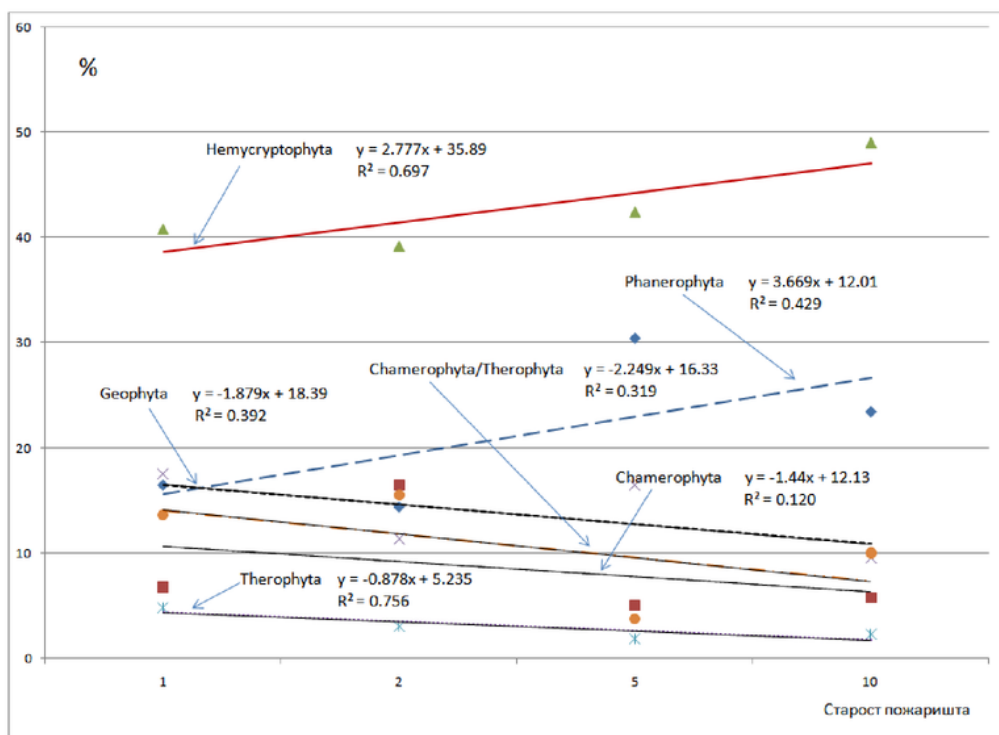
Analizirajući tri tipa vegetacije, konstatuje da se sa povećanjem termofilnosti zajednice povećava zastupljenost fanerofita, dok zastupljenost hamefita opada [115]. Zastupljenost geofita predstavlja dobar indikator edafskih uslova [114].

Zastupljenost životnih oblika u cilju definisanja promena staništa, sa poredanjem starosti požarišta, prikazana je u Tabeli 93. Iz regresionih trendova (Grafikon 57), može se konstatovati da sa povećanjem starosti požarišta raste zastupljenost hemikriptofita i hamerofita, dok opada zastupljenost geofita, herofita, terofita i hamerofito/terofita. To indicira promene u stanišnim uslovima na požarištima, tokom analiziranog perioda.

Tabela 93. Životni oblici i starost požarišta

Starost požarišta (god.)	Phanerophyta	Nanophanerophyta	Chamerophyta		Hemycryptophyta	Geophyta	Therophyta	Therophyta/ Chamephyta
	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					

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 57. Trend promena spektra životnih oblika u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.6. Biljne vrste kao indikatori stanišnih uslova na požarištima

Vrednosti ekoloških indikatora biljaka zasnivaju se na principima povezivanja pojedinih biljnih vrsta sa stanišnim uslovima i označavaju položaj duž ekoloških gradijenata na kojima se postiže njihova maksimalna vrednost [116].

Za konstatovanu vaskularnu floru u zavisnosti od starosti požarišta kombinovani su podaci o ekološkim indeksima na osnovu podataka [117,118,114, 119]. Vrednosti ekoloških indeksa prikazani su u tabelama 94-97.

Tabela 94. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 1
godina

Oznaka polja	Svetlost	Relativna vlažnost	Temperatura	Kontinentalnost	Reakcija zemljišta	Vlažnost zemljišta	Tekstura	Azot	Organska materija
	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

Izvor: Original

Tabela 95. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 2
godine

Oznaka polja	Svetlost	Relativna vlažnost	Temperatura	Kontinentalnost	Reakcija zemljišta	Vlažnost zemljišta	Tekstura	Azot	Organska materija
	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

Izvor: Original

Tabela 96. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 5 godina

Oznaka polja	Svetlost	Relativna vlažnost	Temperatura	Kontinentalnost	Reakcija zemljišta	Vlažnost zemljišta	Tekstura	Azot	Organska materija
	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

Izvor: Original

Tabela 97. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 10 godina

Oznaka polja	Svetlost	Relativna vlažnost	Temperatura	Kontinentalnost	Reakcija zemljišta	Vlažnost zemljišta	Tekstura	Azot	Organska materija
	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

Izvor: Original

5.5.6.1. Odnos vrsta prema klimatskim karakteristikama

5.5.6.1.1. Odnos vrsta prema svetlosti (SV)

Svetlost je jedan od osnovnih ekoloških faktora pod čijim se uticajem odvijaju najvažniji fiziološki procesi (obrazovanje hlorofila, razlaganje ugljen-dioksida, stvaranje skroba, transpiracija, obrazovanje i razvoj pupoljaka). Količina svetlosti koja prodire kroz krune drveća do zemljišta nije jednaka u šumama svih vrsta drveća. Zavisi od odnosa vrsta prema svetlosti, kao i starosti odnosno razvojne faze šuma. Odnos vrste prema svetlosti menja se u zavisnosti od uslova zemljišta, odnosno na plodnijim zemljištima biljke u mladosti podnose veću zasenu.

Svetlosni indeksi prikazani su u Tabeli 98. Prema Landolt-u [120] oni označavaju prosečni intenzitet svetlosti tokom vegetacionog perioda, pri kojem se biljke razvijaju. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe data je u Tabeli 99.

Tabela 98. Opis ekoloških indeksa za svetlost

Oznaka SV	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Biljke uspevaju u veoma zasenjenim položajima, na staništima jačine svetlosti manje od 1%, a retko više od 30% relativnog osvetljenja	Hipersciofilne
2	Između 1 i 3	Sciofilne
3	Biljke senke, uglavnom na manje od 5% relativnog osvetljenja ali takođe i na svetlijim mestima	Između 2 i 4
4	Između 3 i 5	Hemisciofilne
5	Biljke polusenke, retko na punom osvetljenju, ali većinom sa više od 10% relativnog osvetljenja	Između 4 i 5
6	Između 5 i 7	Hemisciofilne
7	Biljke polusenke, uglavnom na dobro osvetljenom mestu, ali se pojavljuju i u senovitim mestima	Između 6 i 8
8	Biljke svetla, većinom iznad 40% relativnog osvetljenja	Heliofilne
9	Biljke rastu samo na punoj svetlosti i ne podnose zasenjivanje. Relativna jačina svetla nije manja od 50%. To su izraziti indikatori svetlosti.	Hiperheliofilne

Izvor: [117,118, 119]

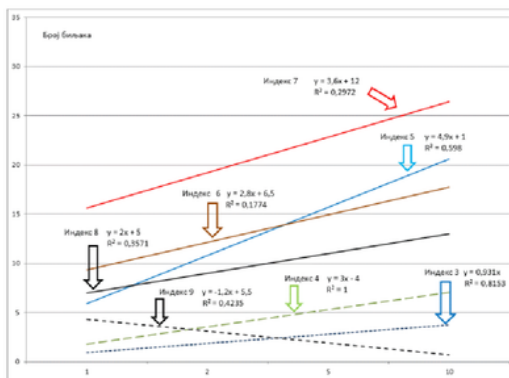
Tabela 99. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Svetlost (SV)	1								
	2								

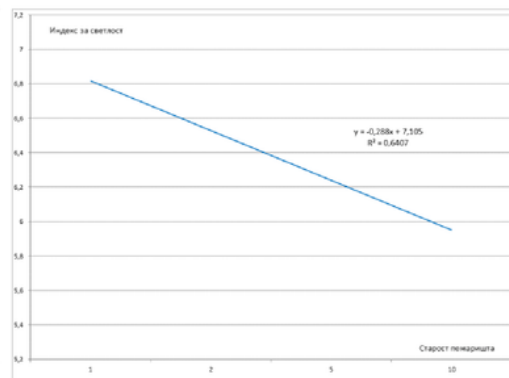
Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
	3			1	4.0	3	3.4	4	4.3
	4			2	8.0	5	5.7	8	8.7
	5	6	10.2	7	28.0	23	26.1	17	18.5
	6	15	25.4	1	4.0	20	22.7	18	19.6
	7	22	37.3	9	36.0	24	27.3	29	31.5
	8	10	16.9	4	16.0	12	13.6	14	15.2
	9	6	10.2	1	4.0	1	1.1	2	2.2

Izvor: Original

Trend promena indeksa svetlosti u zavisnosti od starosti požarišta prikazana je na grafikonima 58 i 59.



Grafikon 58. Trend promena broja biljaka u zavisnosti od indeksa svetlosti



Grafikon 59. Trend promena indeksa svetlosti (SV) u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.6.1.2. Odnos vrsta prema relativnoj vlažnosti vazduha (RV)

Osim organskih i mineralnih materija, u biljkama se nalaze velike količine vode. Izvori vlage dostupne biljkama su: atmosferske padavine, vlažnost vazduha i vlaga zemljišta.

U zajednici, zajedno sa temperaturom vazduha, vlaga je klimatski činiac koji utiče na dinamiku sukcesivnih procesa na staništu. Ekološki indeksi za relativnu vlažnost vazduha prema Ellenberg-u [117,118] i Julve-u [119] prikazani su u Tabeli 100. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe data je u Tabeli 101.

Tabela 100. Opis ekoloških indeksa za relativnu vlažnost

Oznaka RV	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1		Aerokserofilne
2		Između 1 i 2
3		Aeromezokserofilne
4		Između 3 i 5
5		Aerohigromezofilne
6		Između 5 i 7
7		Aeromezohigrofilne
8		Između 7 i 9
9		Aerohigrofilne

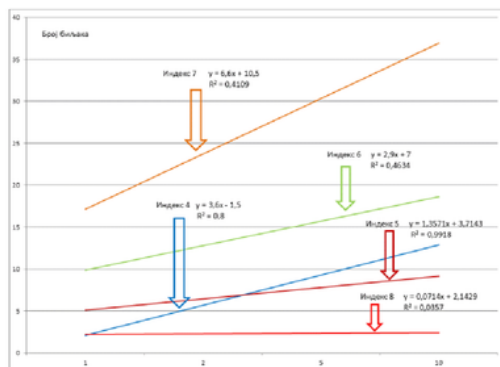
Izvor: [117,118, 119]

Tabela 101. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

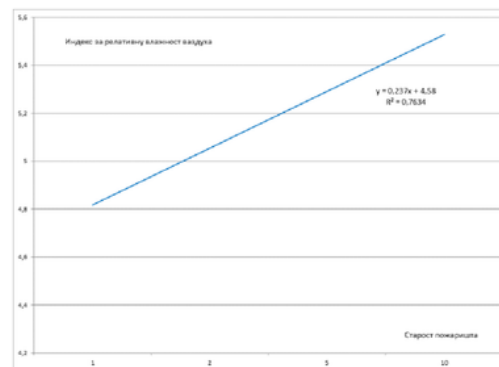
Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Relativna vlažnost vazduha (RV)	1								
	2							1	
	3					3		2	
	4	3		3		12		12	
	5	25		9		36		38	
	6	13		7		18		19	
	7	5				8		9	
	8	2				3		2	
	9								

Izvor: Original

Trend promena indeksa za relativnu vlažnost vazduha u zavisnosti od starosti požarišta i trend promene broja biljaka prikazani su na grafikonima 60 i 61.



Grafikon 60. Trend promena broja biljaka



Grafikon 61. Trend promena indeksa za relativnu vlažnost vazduha (RV) u

Izvor: Original

5.5.6.1.3. Odnos vrsta prema temperaturi (Te_1)

Za opstanak biljnog i drugog živog sveta neophodne su izvesne minimalne količine toplote, bez kojih prestaju fiziološke funkcije. Proces fotosinteze kod većine biljnih vrsta počinje pri temperaturi vazduha od 0° do 4°S, a najpovoljnije temperature su od 25° do 35°S. Vegetacioni period počinje onda kada srednja temperatura vazduha dostigne približno +10°S, pri čemu je neophodno da temperatura zemljišta bude iznad 5°S.

Dužina vegetacionog perioda je u direktnoj korelaciji sa geografskom dužinom, nadmorskom visinom i temperaturom vazduha. Za svaki stepen povećanja geografske širine, srednja godišnja temperatura se smanjuje za 0,5°S. Za istu vrednost se smanjuje temperatura vazduha sa povećanjem nadmorske visine za 100 metara. Opis ekoloških indeksa za temperaturu vazduha prema Ellenberg-u [117,118] i Julve-u [119] prikazana je u Tabeli 102, a zastupljenost vrsta određene ekološke grupe u Tabeli 103. Spektar flornih elemenata određene ekološke grupe prikazan je u Tabeli 104.

Tabela 102. Opis ekoloških indeksa za temperaturu vazduha

Oznaka Te 1	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
7 1	Biljka indikator hladnoće, nalazi se jedino na visokim planinama (ili na arktičkim područjima, uglavnom na alpskim i ledenim nizijama)	Alske do glečerske, visokomediteranske
7	Između 1 i 3	Subalpske, oromediteranske
3	Indikator prohladnih uslova, uglavnom subalpske biljke	Planinske
4 7	Između 3 i 5	Brdske, psihroatlantske
5	Indikator toplih uslova, od nizija do brdskih područja, ali uglavnom na srednjim temperaturama	Nizijske do planinske
6	Između 5 i 7	Nizijske termofilne, termoatlantske, termokontinentalne, submediteranske, supramediteranske
7 7	Indikator toplih uslova, na toplim nizinskim i brežuljkastim područjima	Eurimediteranske, mediteransko-atlantske
8	Između 7 i 9	Mezomediteranske
9	Indikator izrazito toplih uslova mediteranskog i submediteranskog područja	Termomediteranske do predpustinjske

Izvor: [117,118,119]

Tabela 103. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Temperatura (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					

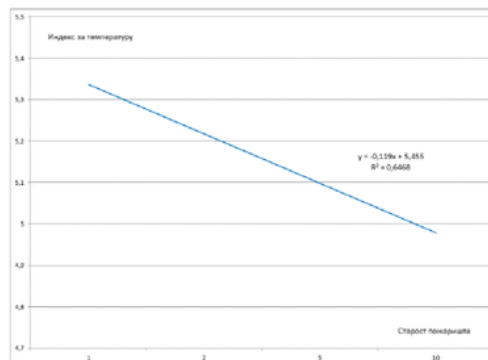
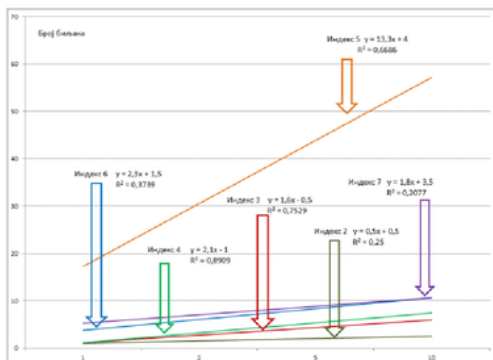
Izvor: Original

Tabela 104. Spektar flornih elemenata

Naziv grupe flornih elemenata	Starost požarišta			
	1	2	5	10
1. Florni elementi severnih predela	0	16	0	33
2. Srednjeevropski florni elementi	29	19	46	91
3. Subatlantski florni elementi	1	2	7	10
4. Submediteranski florni elementi	14	19	23	48
5. Pontsko-centralno azijski florni elementi	13	8	11	35
6. Florni elementi pustinjskih predela	0	0	1	0
7. Evroazijski florni elementi	39	26	47	101
8. Cirkumpolarni i kosmopolitski florni elementi	8	15	21	111
9. Endemiti, subendemiti	0	2	0	2
10. Adventivni	0	0	1	0

Izvor: Original

Trend promene indeksa za temperaturu vazduha u zavisnosti od starosti požarišta i promene broja biljaka prikazani su na grafikonima 62 i 63.



Izvor: Original

Grafikon 62. Trend promene broja biljaka

Grafikon 63. Trend promena indeksa za temperaturu vazduha (Te_1) u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.6.1.4. Odnos vrsta prema kontinentalnosti (Ko)

49

Geografska distribucija biljnih vrsta prema gradijentu kontinentalnosti prikazana je kroz ekološki indeks za kontinentalnost (Tabela 105). Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe data je u Tabeli 106.

Tabela 105. Opis ekoloških indeksa za kontinentalnost

Oznaka Ko	Opis indeksa	
	7 Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Euokeansko područje, nalazi se pod ekstremnim uticajem morske klime, prevladavaju euokeanski florni elementi	Biljke morske do primorske klime
2	Okeansko područje, obuhvata unutrašnjost sa prevladavajućom morskom klimom i okeanskim flornim elementima	Hiperokeanske
3	Između 2 i 4	Okeanske
4	Subokeansko područje s dominirajućim srednjoevropskim flornim elementima	Subokeanske
5	Intermedijarno područje od zapadne Evrope do Sibira	Između 4 i 6
7	Subkontinentalno područje	Perkontinentalne
7	Između 6 i 8	Subkontinentalne
8	Kontinentalno područje, obuhvata istočnu Evropu kao i posebna staništa srednje Evrope	Kontinentalne
9	Eukontinentalno područje s ekstremno kontinentalnom klimom	Hiperkontinentalne.

Izvor: [117,118, 119]

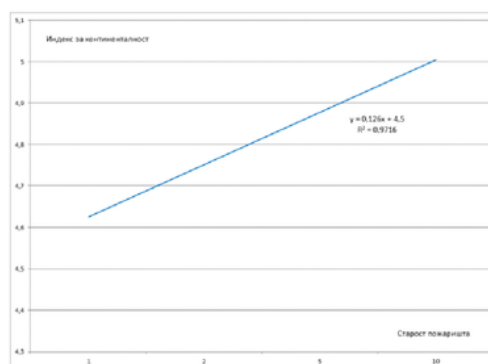
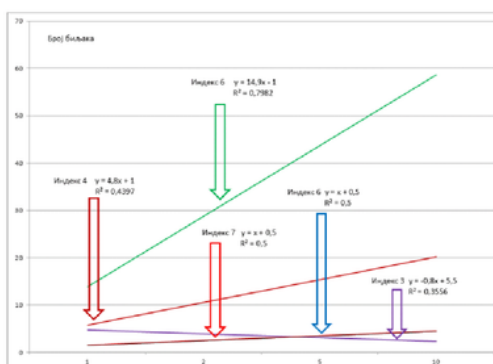
Tabela 106. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka
-----------------	-----------	--------------------------------

		1	%	2	%	5	%	10	%
Kontinentalnost (Ko)	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								

Izvor: Original

Trend promena indeksa za kontinentalnost u zavisnosti od starosti požarišta i trend promene broja biljaka prikazani su na grafikonima 64 i 65.



Izvor: Original

Grafikon 64. Trend promene broja biljaka

Grafikon 65. Trend promena indeksa za kontinentalnost (Ko) u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.6.2 Odnos vrsta prema karakteristikama zemljišta

5.5.6.2.1. Reakcija zemljišta (pH)

Od reakcije zemljišta zavisi rasprostranjenost prirodne vegetacije i razvoj raznih šumskih biljnih zajednica i uslovljava mobilizaciju hranljivih materija u zemljištu. Reakcija zemljišta je značajna i za intenzitet hemijskog raspadanja minerala. Opis ekoloških indeksa za reakciju zemljišta prema Ellenberg-u [117,118] i Julve-u [119]

data je u Tabeli 107. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe prikazana je u Tabeli 108.

Tabela 107. Opis ekoloških indeksa za reakciju zemljišta prema

Oznaka pH	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Indikatori ekstremne kiselosti, nikad se ne nalaze na slabokiselim i bazičnim zemljištima, pH<3.4	Hiperacidofilne
2	Između 1 i 3, pH=3.4–4.0	Acidofilne
3	Indikatori kiselosti, uglavnom na kiselim zemljištima ali izuzetno i na neutralnim zemljištima, pH=4.1–4.8	Između 2 i 4
4	Između 3 i 5, pH=4.5–5.2	Acidokline
5	Indikatori umereno kiselih zemljišta, samo povremeno se nalaze na vrlo kiselim, pH=4.9–5.6	Između 4 i 6
6	Između 5 i 7, pH=5.3–6.1	Neutrocline
7	Indikatori slabokiselih do slabobazičnih zemljišta, nikada se ne nalaze na kiselim zemljištima, pH=5.7–6.5	Neutrofilne
8	Između 7 i 9, pH=6.6–7.5	Bazofilne
9	Indikatori bazične reakcije i krečnjaka, uvek se nalaze na krečnjačkim zemljištima, pH>7	Hiberbazofilne

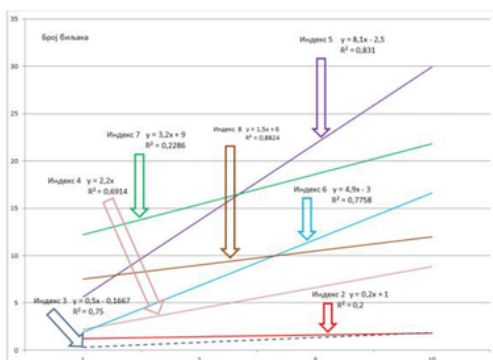
Izvor: [117,118,119]

Tabela 108. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

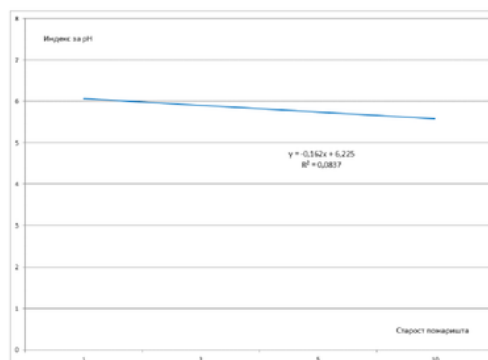
Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Reakcija zemljišta (pH)	1								
	2	1		2		1		2	
	3			1		1		2	
	4	1		5		9		7	
	5	9		7		25		30	
	6	5		2		12		18	
	7	17		5		25		21	
	8	8		8		11		12	
	9	6				6			

Izvor: Original

Trend promena indeksa za kiselost zemljišta u zavisnosti od starosti požarišta i trend promene broja biljaka prikazana je na grafikonima 66 i 67.



Grafikon 66. Trend promene broja biljaka



Izvor: Original

Grafikon 67. Trend promena indeksa za kiselost zemljišta (pH) u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.6.2.2. Vlažnost zemljišta (VZ)

Vlažnost površinskog sloja zemljišta utiče na uspeh prirodnog obnavljanja šuma. U odnosu vode i biljaka, treba imati u vidu da biljke ne primaju vodu direktno iz atmosfere, već preko zemljišta kao posrednika. Da bi biljke bile obezbeđene vodom, potrebno je da je zemljište brzo upija, zadržava i po potrebi stavlja biljkama na raspolaganje. Opis ekoloških indeksa za vlažnost zemljišta prema Ellenberg-u et al. (1991, 1992) i Julve-u (2016) data je u Tabeli 109.

Tabela 109. Opis ekoloških indeksa za vlažnost zemljišta prema

Oznaka VZ	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1	Biljke indikatori suvih staništa, ograničene na zemljištima koja su često isušena	Hiperkserofilne
2	Između 1 i 3	Perkserofilne
3	Indikatori suvog staništa, češće se nalaze na suvim nego na vlažnim područjima, nikada na vlažnom zemljištu	Kserofilne
4	Između 3 i 5	Mezokserofilne
5	Indikatori svežeg (ocednog) staništa, uglavnom na svežim zemljištima normalne vlažnosti, odsutna i na mokrom i na suhom zemljištu.	Mezohidrofilne
6	Između 5 i 7	Mezohigrofilne
7	Indikatori vlažnih staništa, pretežno na zemljištima sa	Higrofilne

Oznaka VZ	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1997)	Julve (2016)
	konstantnom vlagom i stalno svežim ali vrlo mokrim zemljištima.	
8	Između 7 i 9	Hidrofilne
9	Indikatori mokrih staništa, često na slabo prozračenim zemljištima, zasićenima vodom	Povremeno plavljene
10	Indikatori povremeno plavljenih staništa	Trajno plavljene
11	Biljke ukorenjene pod vodom, ali bar povremeno izložene izvan vode, ili na vodi	Vodene flotantne
12	-	Vodene submerzne

Izvor: [117,118, 119]

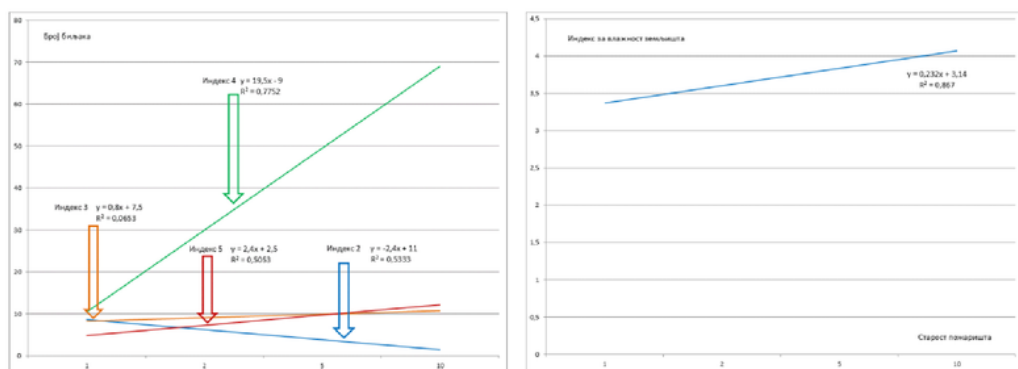
Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe prikazana je u Tabeli 110.

Tabela 110. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Vlažnost zemljišta (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								

Izvor: Original

Trend promena indeksa za vlažnost zemljišta u zavisnosti od starosti požarišta i Trend promene broja biljaka prikazana je na grafikonima 68 i 69.



Izvor: Original

Grafikon 68. Trend promene broja biljaka

Grafikon 69. Trend promena indeksa za vlažnost zemljišta (VZ) u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.6.2.3. Tekstura zemljišta (Te)

Struktura zemljišta označava stepen rastresitosti zemljišta. Mehanički sastav i struktura zemljišta imaju veliki značaj, jer od njih zavise režimi vlažnosti, toplote i vazduha u zemljištu. Od mehaničkog sastava zemljišta zavise i druge fizičke osobine zemljišta: poroznost, vodopropustljivost, vododrživost, kapilarnost, struktura i dr. Mehanički sastav zemljišta često ima odlučujuću odluku za razvoj, raspored, dužinu, težinu i ukupnu količinu biomase korenja šumskih vrsta [121].

Opis ekoloških indeksa za teksturu zemljišta prema Ellenberg-u [117,118] i Julve-u [119] i zastupljenost vrsta određene ekološke grupe data je u tabelama 111-112.

Tabela 111. Opis ekoloških indeksa za teksturu zemljišta prema

Oznaka Te	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1		Glina
2		Između 1 i 3
3		Prah
4		Sitan pesak
5		Krupan pesak
6		Sitan skelet
7		Krupan skelet
8		Kameniti blokovi, stene sa pukotinama
9		Monolitna stena

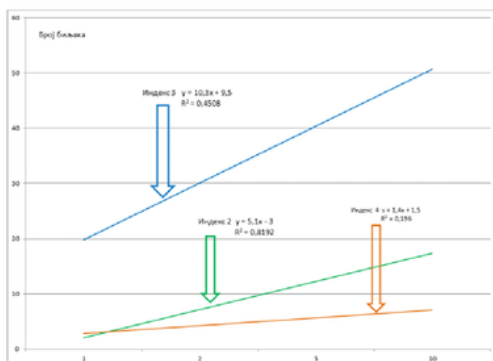
Izvor: [117,118, 119]

Tabela 112. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

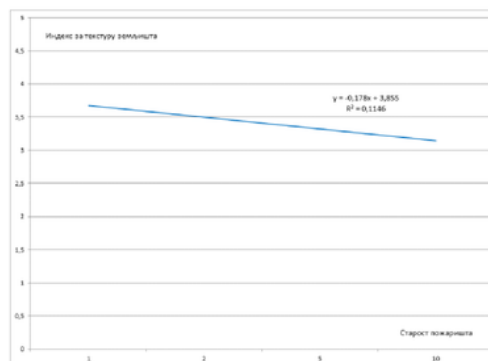
Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Tekstura (Te)	1					5		2	
	2	4		3		15		17	
	3	31		9		49		52	
	4	2		3		11		4	
	5	2		1				1	
	6							1	
	7								
	8			3		1		1	
	9	1						1	

Izvor: Original

Trend promena indeksa za teksturu zemljišta u zavisnosti od starosti požarišta i promene broja biljaka dati su na grafikonima 70 i 71.



Grafikon 70. Trend promene broja biljaka



Grafikon 71. Trend promena indeksa za teksturu zemljišta (Te) u zavisnosti od starosti požarišta

Izvor: Original

5.5.6.2.4. Azot (N)

92

Azot se u zemljištu nalazi u obliku organskih i mineralnih jedinjenja. Organski oblik azota nije direktno pristupačan za ishranu biljaka, međutim, on predstavlja potencijalnu rezervu mineralnog oblika azota. Organski deo azota se najviše nalazi u humusu, potom u nespecifičnoj organskoj materiji zemljišta, a vodi poreklo od ostataka biljaka, životinja, mikoorganizama. Količina ukupnog azota u zemljištu zavisi od sledećih prirodnih faktora: klima, vegetacija, topografija, matična stena, starost zemljišta.

Zastupljenost vrsta određenoj ekološkoj grupi biljaka, na osnovu indikatorskih vrednosti analiziranih faktora, prikazana je u tabelama 113 i 114.

Tabela 113. Opis ekoloških indeksa za azot

Oznaka	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
7	Indikatori staništa izrazito siromašnih azotom	Hiperoligotrofne
2	Između 1 i 3	Oligotrofne
7	Indikatori staništa umereno siromašnih azotom	Između 2 i 4
4	Između 3 i 5	Mezooligotrofne
5	Indikatori srednje dostupnosti azotom	Mezotrofne
6	Između 5 i 7	Mezoeutrofne

7	Zemljišta bogata azotom	Između 6 i 8
8	Između 7 i 9	Eutrofne
9	Zemljišta izrazito bogata azotom, ekstremno plodna	Politrofne

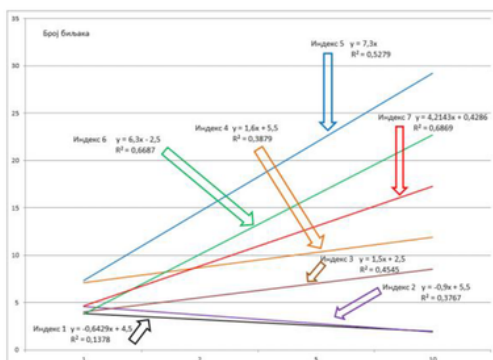
Izvor: [117,118, 119]

Tabela 114. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

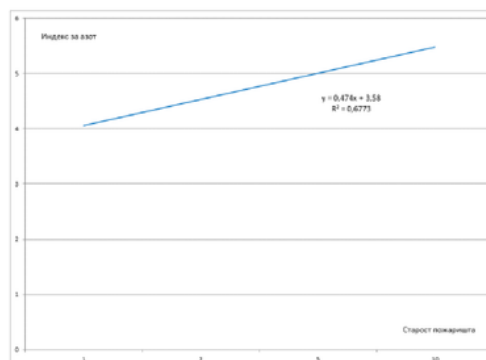
Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Azot (N)	1	2		6				1	
	2	6		2		2		3	
	3	6		3		6		10	
	4	9		5		12		12	
	5	11		4		32		26	
	6	9		2		17		25	
	7	3				18		14	
	8	1		1		2			
	9					1		1	

Izvor: Original

Trend promena indeksa za teksturu zemljišta u zavisnosti od starosti požarišta i promene broja biljaka dati su na grafikonima 72 i 73.



Grafikon 72. Trend promene broja biljaka



Izvor: Original

Grafikon 73. Trend promena indeksa za azot (N) u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.6.2.5. Organska materija (Om)

Mrtva šumska prostirka je složeni organski kompleks sastavljen od mrtvih organskih otpadaka biljaka, životinja i mikoorganizama. Šumska prostirka utiče na plodnost zemljišta. Humusne materije raspadanjem stvaraju rezerve azotnih jedinjenja u zemljištu, neophodne biljkama. Značaj humusa je i u tome što predstavlja izvor ugljen-dioksida u zemljištu. Šumska prostirka se procesom humifikacije raspada na sitnije

organske delove, koje u tom obliku na različite načine dospevaju u zemljište. Proces konačnog pretvaranja organske materije u neorganska jedinjenja naziva se mineralizacija i predstavlja poslednju etapu u rastvaranju prostirke. Opis ekoloških indeksa za organsku materiju i zastupljenost vrsta određene ekološke grupe prikazane su u tabelama 115 i 116.

Tabela 115. Opis ekoloških indeksa za organsku materiju

Oznaka Te	Opis indeksa	
	Ellenberg (1991, 1992)	Julve (2016)
1		Litosol, arenosol
2		Karbonatni mul
3		Mul
4		Mul-moder
5		Moder
6		Mor, hidromor, kseromor
7		Ranker, tangel
8		Anmor, gitija
9		Treset

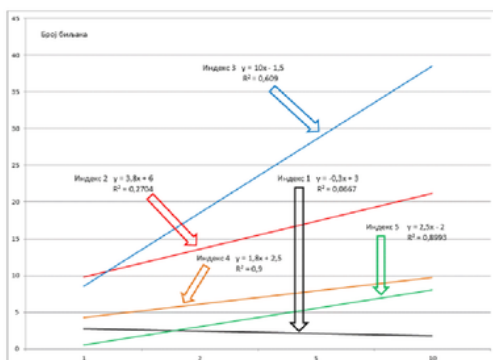
Izvor: [117,118, 119]

Tabela 116. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe

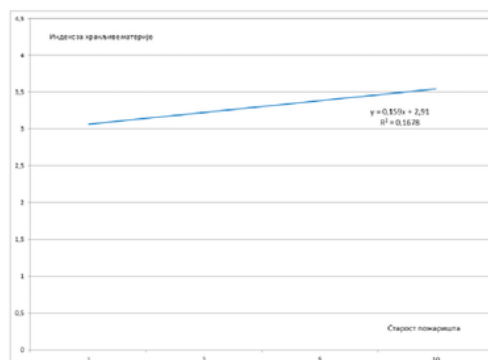
Ekološki faktor	Vrednosti	Starost požarišta/broj biljaka							
		1	%	2	%	5	%	10	%
Organska materija (Om)	1	4		1		1		3	
	2	16		2		22		22	
	3	12		7		41		34	
	4	5		5		8		10	
	5	1		3		4		9	
	6			1				1	
	7							1	
	8	1				5		3	
	9	1							

Izvor: Original

Trend promena indeksa za organsku materiju u zavisnosti od starosti požarišta i promene broja biljaka prikazani su na grafikonima 74 i 75.



Grafikon 74. Trend promene broja biljaka



Izvor: Original

Grafikon 75. Trend promena indeksa za organsku materiju (Om) u zavisnosti od starosti požarišta

5.5.7. Analiza osnovnih komponenti (PCA) i faktorska analiza (FA)

PCA i FA su primenjene da bi se utvrdila varijabilnost podataka (vrednosti ekoloških indeksa prema Julve-u [119] između i unutar istraživanih požarišnih površina i da bi se odabrale najbolje varijable za diskriminaciju. Rezultati ovih analiza su predstavljeni numerički i grafički.

5.5.7.1. Analiza osnovnih komponenti (PCA)

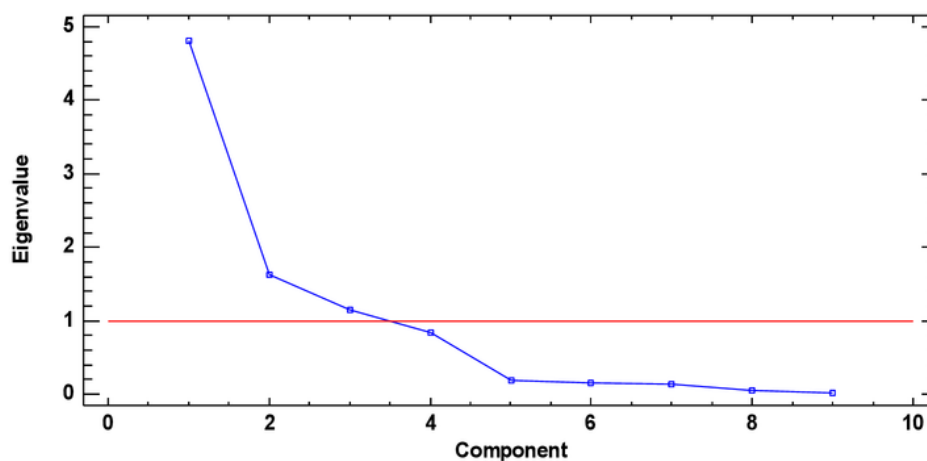
5.5.7.1.1. Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 1 godina

U analizi osnovnih komponenti (PCA) podataka koji se odnose na površine proučavane u prvoj godini posle požara izdvojene su tri komponente (Grafikon 76). Rezultati ove analize prikazani su numerički u Tabeli 117. Prema dobijenim svojstvenim i procentualnim vrednostima, prve dve komponente (koordinate) su dovoljne da objasne 71,68% od ukupne varijabilnosti korišćenih podataka. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) doprinosi ukupnoj varijabilnosti podataka (po prvoj, drugoj i trećoj osi) prikazane su u Tabeli 118.

Tabela 117. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

Komponenta broj	Godina posle požara: 1		
	<i>Eigenvalue</i>	Procentat varijanse	Procentat kumulativno
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

Izvor: Original



Izvor: Original

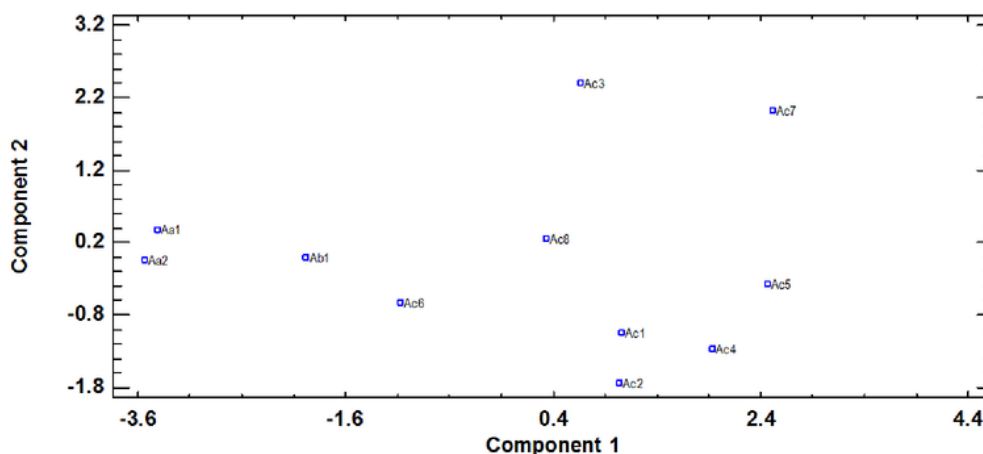
Grafikon 76. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (1. godina požarišta)

Tabela 118. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

	Godina posle požara: 1		
	Komponenta		
	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

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 77. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarišnih površina (1. godina požarišta)

Na grafikonu tačaka rasejanja (Grafikon 77) vidi se geometrijska distanca između istraživanih polja i može se zapaziti varijabilnost između njih. Prema prvoj komponenti, istraživana polja su među sobom razdvojena u dve grupe. Jednu grupu čine površine Aa1 i Aa2 (mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima), drugu – Ab1 (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu) i površine sa oznakom As (As1, As2 – zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu; As3 – mezijske monodominantne brdske bukove šume; As4, As5, As6, Ac7, As8 – veštački podignute sastojine crnog bora). Pojedinačna polja iz druge grupe su disperznog rasporeda, što ukazuje na približan nivo varijabilnosti unutar ove grupe i između grupa.

5.5.7.1.2. Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 2 godine

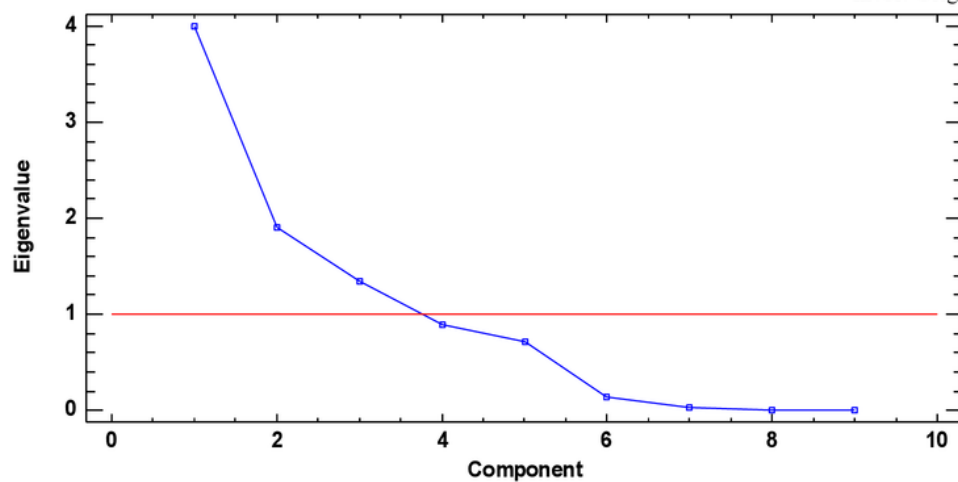
U PCA koja se odnosi na opožarene površine analizirane dve godine posle izbijanja požara izdvojene su tri komponente (Grafikon 78). Rezultati analize prikazani su numerički u Tabeli 119. Prema dobijenim svojstvenim i procentualnim vrednostima,

prve dve komponente su dovoljne da objasne 65,54% od ukupne varijabilnosti korišćenih podataka. Doprinos ekoloških indeksa ukupnoj varijabilnosti podataka (po komponentama) prikazan je u Tabeli 120.

Tabela 119. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

Komponenta broj	Godina posle požara: 2		
	<i>Eigenvalue</i>	Procentat varijanse	Procentat kumulativno
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

Izvor: Original



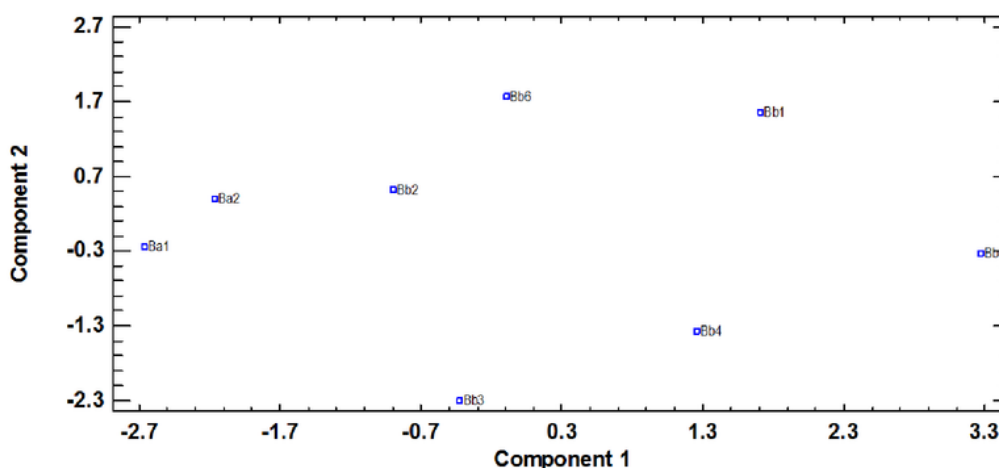
Izvor: Original

Grafikon 78. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (2. godina požarišta)

Tabela 120. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

	Godina posle požara: 2		
	Komponenta		
	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

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 79. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarišnih površina (2. godina požarišta)

Na grafikonu tačaka rasejanja (Grafikon 79) vidi se geometrijska distanca i varijabilnost između istraživanih polja. Polja su među sobom razdvojena u dve homogene grupe. Prvu grupu čine Va1 i Va2 (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu), a drugu – sve površine sa oznakom Bb (balkanske acidofilne smrčeve šume). Pojedinačna polja iz druge grupe, disperznog rasporeda, ukazuju na veliku varijabilnosti unutar grupe, približnu varijabilnosti ustanovljenoj između grupa.

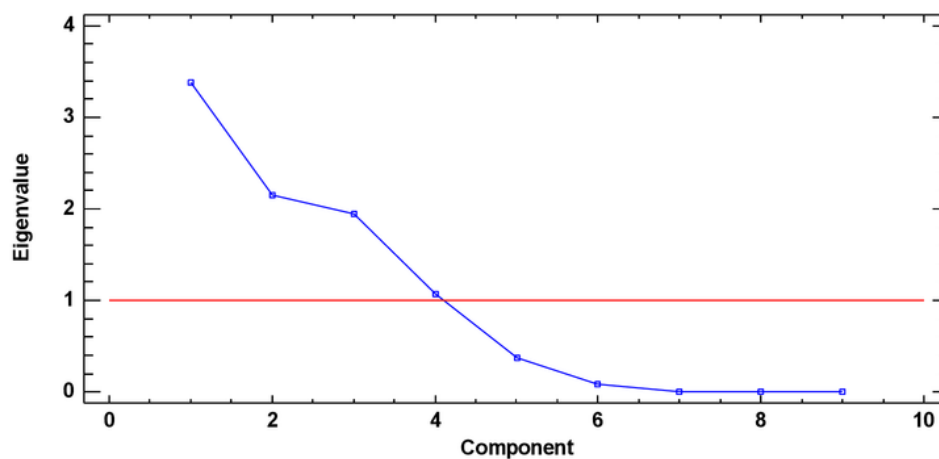
5.5.7.1.3. Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 5 godina

U PCA za opožarene površine analizirane pet godina posle požara izdvojene su četiri komponente (Grafikon 80). Rezultati ove analize prikazani su numerički u Tabeli 121. Prema svojstvenim i procentualnim vrednostima, prve dve komponente su dovoljne da objasne 61,41% od ukupne varijabilnosti podataka. U kojoj meri ekološki indeksi doprinose ukupnoj varijabilnosti podataka vidi se u Tabeli 122.

Tabela 121. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

Komponenta broj	Godina posle požara: 5		
	<i>Eigenvalue</i>	Procentat varijanse	Procentat kumulativno
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

Izvor: Original



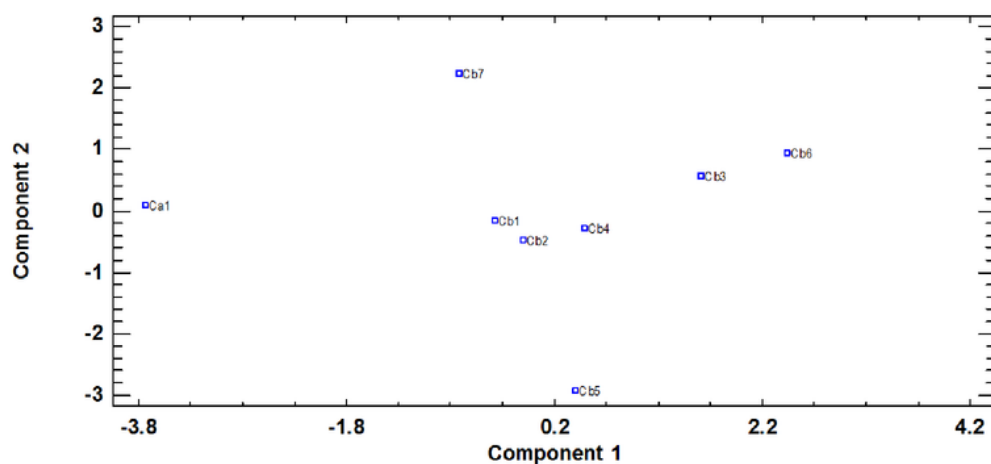
Izvor: Original

Grafikon 80. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (5. godina požarišta)

Tabela 122. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

	Godina posle požara: 5			
	Komponenta			
	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

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 81. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarišnih površina (5. godina požarišta)

Na grafikonu tačaka rasejanja (Grafikon 81) vidi se distanca i varijabilnost između istraživanih polja. Prema prvoj komponenti, polja su jasno razdvojena u dve grupe. Površina Sa1 (mezijske monodominantne brdske bukove šume) je jasno odvojena od svih ostalih istraživanih opožarenih površina (Cb1 – veštački podignuta sastojina crnog bora; Cb2, Cb3, Cb4, Cb5, Cb6 i Cb7 – mezijske planinske bukove šume na krečnjaku). Raspored polja sa oznakom Sb ukazuje na varijabilnost unutar grupe, koja se može uporediti sa varijabilnošću ustanovljenom između dve grupe.

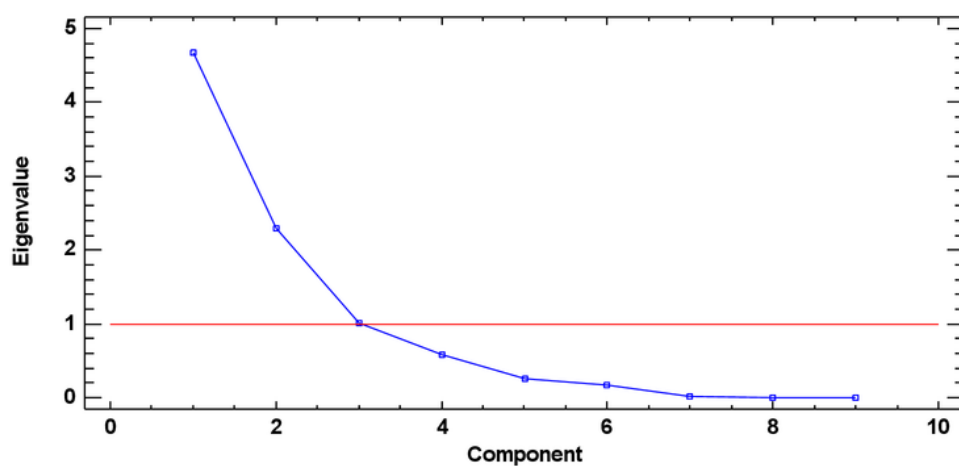
5.5.7.1.4. Analiza osnovnih komponenti (PCA) kod starosti požarišta 10 godina

U PCA za opožarene površine analizirane 10 godina po izbijanju požara izdvojene su tri komponente (Grafikon 82). Rezultati ove analize prikazani su numerički u Tabeli 123. Prema svojstvenim i procentualnim vrednostima, prve dve komponente dovoljne su da objasne 77.51% od ukupne varijabilnosti podataka. Doprinos ekoloških indeksâ ukupnoj varijabilnosti podataka predstavljen je u Tabeli 124.

Tabela 123. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

Komponenta broj	Godina posle požara: 10		
	<i>Eigenvalue</i>	Procent varijanse	Procent kumulativno
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

Izvor: Original



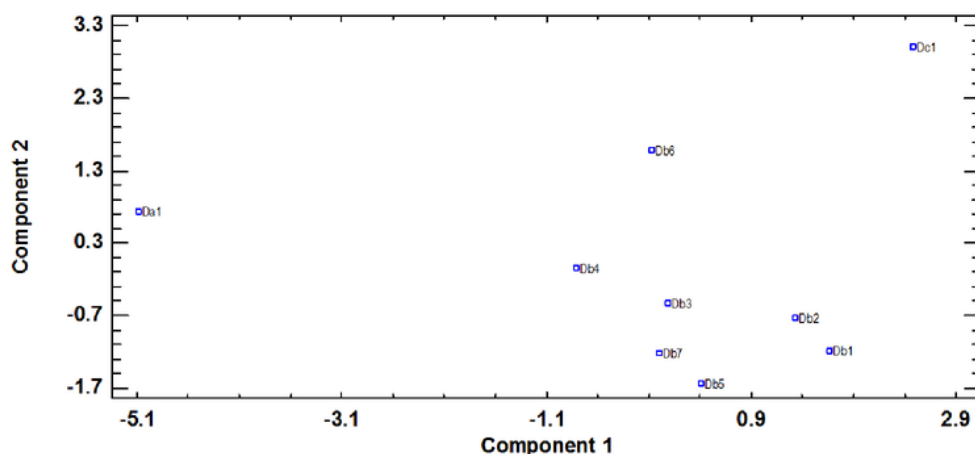
Izvor: Original

Grafikon 82. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (10. godina požarišta)

Tabela 124. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

	Godina posle požara: 10		
	Komponenta		
	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

Izvor: Original



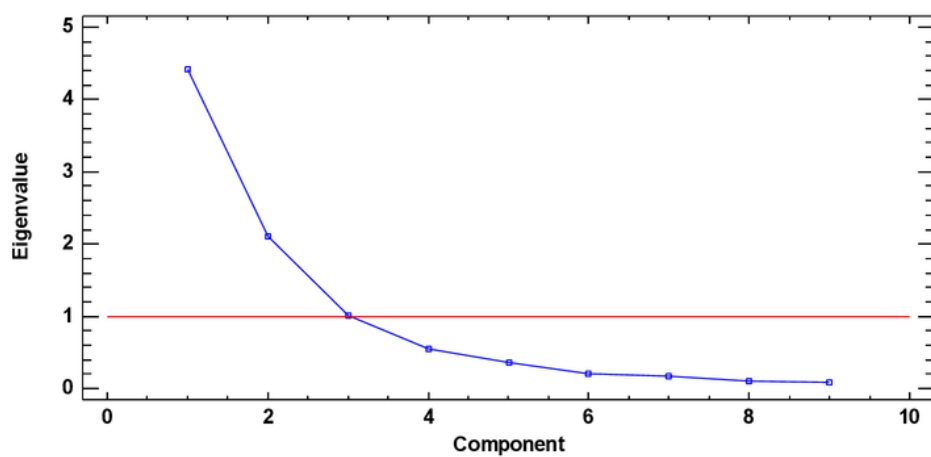
Izvor: Original

Grafikon 83. Dvodomenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarišnih površina (10. godina požarišta)

Na grafikonu tačaka rasejanja (Grafikon 83) vidi se distanca i varijabilnost između istraživanih požarišnih polja. Polja su jasno grupisana u tri homogene grupe. Izdvajaju se polja Da1 (mezijske monodominantne brdske bukove šume) i Dc1 (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu), dok su sve površine sa oznakom Db u jednoj grupi (mešovite bukovo-jelove šume na karbonatima).

5.5.7.1.5. Analiza osnovnih komponenti (PCA) za požarišta posle 1, 2, 5 i 10 godina

U analizi opožarenih površina za sva četiri perioda od izbijanja požara (1, 2, 5, 10 godina) izdvojene su tri komponente (Grafikon 84). Numerički rezultati su prikazani u Tabeli 125 i pokazuju da su prve dve komponente dovoljne da opišu 72,50% od ukupne varijabilnosti podataka. Varijable koje najviše objašnjavaju utvrđenu varijabilnost su organske materije (Om), vlažnost zemljišta (VZ), relativna vlažnost vazduha (RF), reakcija (pH) i tekstura zemljišta (Te) (Tabela 126).



Izvor: Original

Grafikon 84. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (1, 2, 5. i 10. godina požarišta)

Tabela 125. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

Komponenta broj	Godina posle požara: 1+2+5+10		
	<i>Eigenvalue</i>	Procenat varijanse	Procenat kumulativno
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

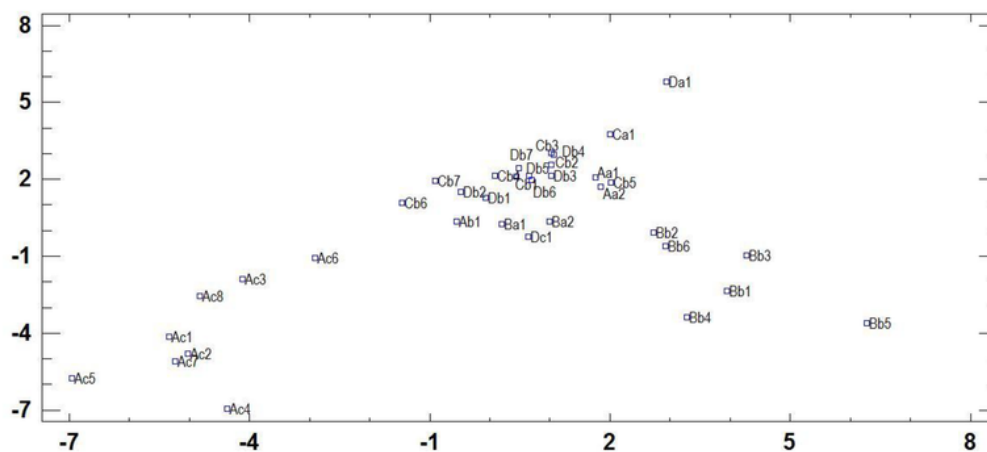
Izvor: Original

Dvodimenzionalni prikaz tačaka rasejanja (Grafikon 85) dobijen je rotacijom (varimax) u FA. Na grafikonu se vidi geometrijska distanca između istraživanih polja i varijabilnost između njih. Istraživana požarišna polja iz pete i desete godine posle požara nisu međusobno razdvojena, već čine jednu grupu, zajedno sa tri površine iz prve (Aa1, Aa2, Ab1) i dve površine iz druge godine (Ba1, Ba2). Ovih pet površina predstavljaju staništa mešovitih bukovo-jelovih šuma na karbonatima (prva godina) i zapadnobalkanskih crnoborovih šuma (uglavnom druga godina). Ostala analizirana polja se pravilno grupišu u dve jasno razdvojene grupe – prva godina zasebno od druge. Pojedinačna polja, poreklom iz različitih požarišnih grupa (prema starosti), koja su disperznog rasporeda, ukazuju na približan nivo varijabilnosti unutar i između grupa.

Tabela 126. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka

	Godina posle požara: 1+2+5+10			Procena grupe	Varijansa
	Faktor				
	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

Izvor: Original



Izvor: Original

Grafikon 85. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarišnih površina (1, 2, 5. i 10. godina požarišta)

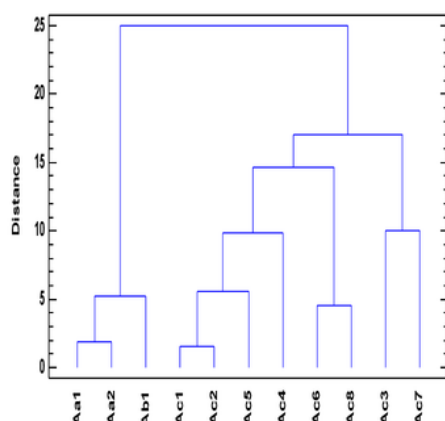
5.5.7.2. Klaster-analiza (CA)

Veze između opožarenih površina ispitane su klaster-analizom (CA). Za CA je korišćena UPGMA metoda (the unweighted pair-group method with arithmetic mean [122], zasnovana na kvadratnim Euklidovim distancama (squared Euclidean distances).

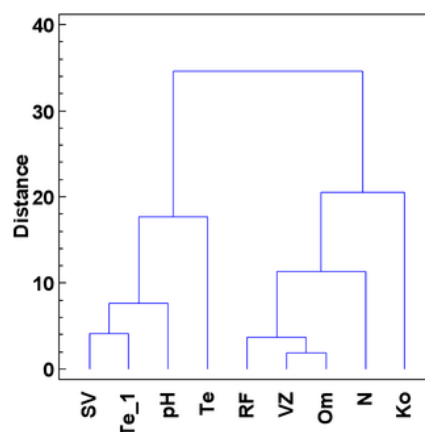
5.5.7.2.1. Klaster-analiza za opožarene površine starosti 1 godina

Klaster-analiza opožarenih površina u prvoj godini posle izbijanja požara prikazana je na Grafikonu 86. Iz dobijenog klastera se mogu izdvojiti dva podklastera. Jedan koji obuhvata površine Aa1, Aa2 i Ab1 i drugi koji čine površine Ac1, Ac2, Ac5, As4, Ac6, Ac8, As3, As7. U prvom podklasteru, najniži nivo povezivanja ($d=1.92081$) imaju površine Aa1 i Aa2 (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu), koje sa Ab1 (na $d=5.21552$) (veštački podignuta sastojina crnog bora) obrazuju jednu grupu (podklaster). U drugom podklasteru, najniži nivo povezivanja ($d=1.58536$) imaju Ac1 i Ac2 (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu), dok se naredni nivoi povezivanja ostvaruju sa Ac5 ($d=5.59046$) i Ac4 ($d=9.8444$), potom i sa grupama površina As6, As8 ($d=14.641$), odnosno As3, As7 ($d=17.0464$). Sa izuzetkom As3 (stanište mezijske monodominantne brdske bukove šume), ove površine su pod veštačkim podignutim sastojinama crnog bora.

Klaster-analiza ekoloških indeksa opožarenih površina u prvoj godini posle požara prikazana je na Grafikonu 87. Iz klastera se mogu izdvojiti dva podklastera. Prvi podklaster obuhvata ekološke indekse za svetlost (SV), temperaturu (Te_1), reakciju zemljišta (pH) i teksturu zemljišta (Te). U prvome podklasteru, najniži nivo povezivanja ($d=4.06487$) ostvaruje se između SV i Te_1 . Na izvesnoj distanci ($d=7.53182$) nadovezuje se pH, potom Te ($d=15.0563$). Drugi podklaster obuhvata ekološke indekse za vlažnost zemljišta (VZ), organske materije (Om), relativnu vlažnost vazduha (RF), azot (N) i kontinentalnost (Ko). U ovome podklasteru, najniži nivo povezivanja ($d=1.87584$) imaju indeksi VZ i Om. Za njih se na izvesnoj distaci ($d=3.58554$), vezuje RF, a na većim distancama N ($d=9.38116$) i Ko ($d=18.8211$).



Grafikon 86. Dendrogram za starost požarišta 1 godina



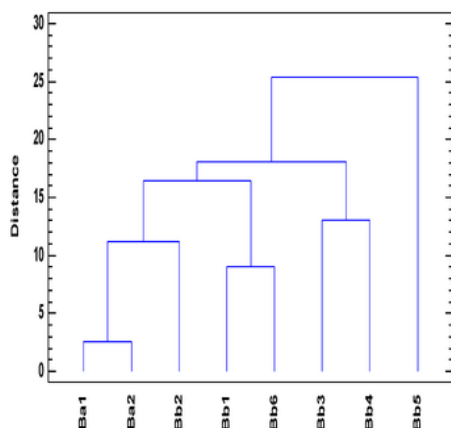
Izvor: Original

Grafikon 87. Dendrogram za ekološke indekse za starost požarišta 1 godina

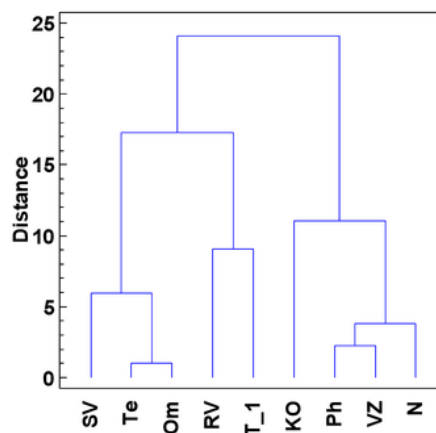
5.5.7.2.2. Klaster-analiza za opožarene površine starosti 2 godine

Klaster-analiza za površine koje su analizirane dve godine po izbijanju požara prikazana je na Grafikonu 88. Najniži nivo povezivanja ($d=2.54929$) imaju Ba1 i Ba2 (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu), kojima se na izvesnoj udaljenosti ($d=11.2272$) pridružuje Bb2, potom ($d=16.4772$) grupa sačinjena od površina Bb1, Bb6 (balkanske acidofilne smrčeve šume). Na nešto većoj distanci ($d=18.0441$), ostvaruje se veza i sa grupom površina Bb3, Bb4, a na najvećoj distanci ($d=25.3642$) sa površinom Bb5 (takode balkanske acidofilne smrčeve šume).

Klaster-analiza ekoloških indeksa za opožarene površine u drugoj godini revitalizacije prikazana je na Grafikonu 89. Na dendrogramu je moguće izdvojiti dva podklastera. Prvi, koji obuhvata ekološke indekse za svetlost (SV), teksturu zemljišta (Te), organske materije (Om), relativnu vlažnost vazduha (RV) i temperaturu (Te_1), i drugi, koji obuhvata kontinentalnost (Ko), reakciju zemljišta (pH), vlažnost zemljišta (VZ) i azot (N). U okviru prvoga podklastera, najniži nivo povezivanja ($d=1.00602$) imaju Te i Om, a na izvesnoj distanci ($d=5.38542$) vezuje se SV. Ova grupa, na većem odstojanju ($d=14.9936$), ostvaruje vezu sa grupom koju čine RV i Te_1. U drugom klasteru, najniži nivo povezivanja ($d=2.26139$) imaju pH i VZ, koji na manjoj distanci ($d=3.47387$) ostvaruju vezu sa N, a na većoj distanci ($d=9.98936$) sa Ko.



Grafikon 88. Dendrogram za starost požarišta 2 godine



Izvor: Original

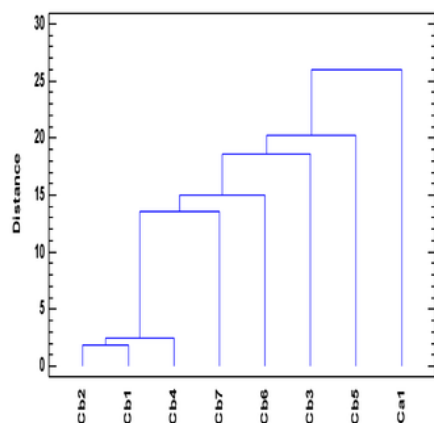
Grafikon 89. Dendrogram za ekološke indekse starosti požarišta 2 godine

5.5.7.2.3. Klaster-analiza za opožarene površine starosti 5 godina

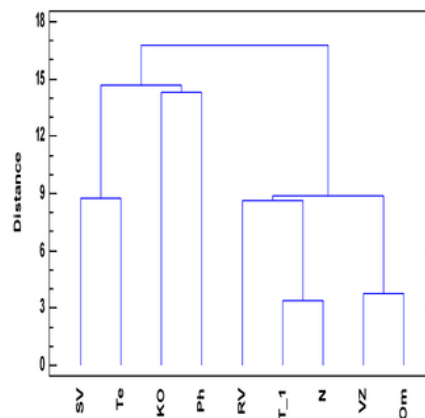
Klaster-analiza opožarenih površina u petoj godini revitalizacije predstavljena je na Grafikonu 90. Najniži nivo povezivanja ($d=1.87536$) ostvaruje se između Cb2 i Cb1, kojima se na relativno maloj distanci ($d=2.51423$) pridružuje Cb4 (mezijske planinske bukove šume na krečnjaku i veštački podignuta sastojina crnog bora). Na vidno većim distancama, redom se nadovezuju Cb7 ($d=13.5963$), Cb6 ($d=15.018$), Cb3 ($d=18.5779$) i Cb5 ($d=20.2555$) (mezijske planinske bukove šume na krečnjaku), dok se na najvećoj distanci ($d=25.9732$) ostvaruje veza sa Ca1 (mezijska monodominantna brdska bukova šuma).

Klaster-analiza ekoloških indeksa za površine analizirane u petoj godini posle požara prikazana je na Grafikonu 91. Na dendrogramu se uočavaju dva podklastera. Prvi obuhvata ekološke indekse za svetlost (SV), teksturu zemljišta (Te), kontinentalnost (KO) i reakciju zemljišta (pH). U okviru ovoga klastera, najniži nivo povezivanja ($d=8.73084$) ustanovljen je između SV i Te. Naredni nivo povezivanja ($d=14.6362$) ostvaruje se sa grupom koju čine KO i pH. Drugi podklaster obuhvata ekološke indekse za relativnu vlažnost vazduha (RV), temperaturu (Te_1), azot (N), vlažnost zemljišta (VZ) i sadržaj organskih materija (Om). Najniži nivo povezivanja

($d=3.39873$) imaju Te_1 i N , kojima se na izvesnoj distanci ($d=8.64767$) pridružuje RV i sa njima obrazuje jednu grupu. Na nešto većoj distanci ($d=8.89856$), nadovezuje se grupa koju čine VZ i Om .



Grafikon 90. Dendrogram za starost požarišta 5 godina



Izvor: Original

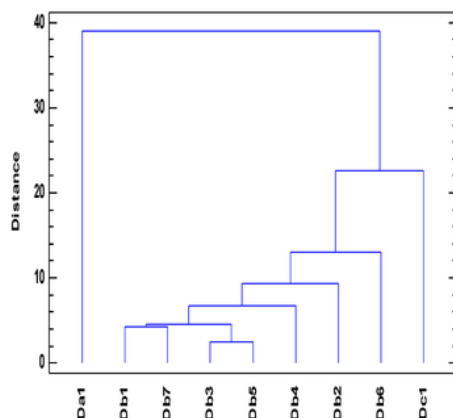
Grafikon 91. Dendrogram za ekološke indekse starosti požarišta 5 godina

5.5.7.2.4. Klaster-analiza za opožarene površine starosti 10 godina

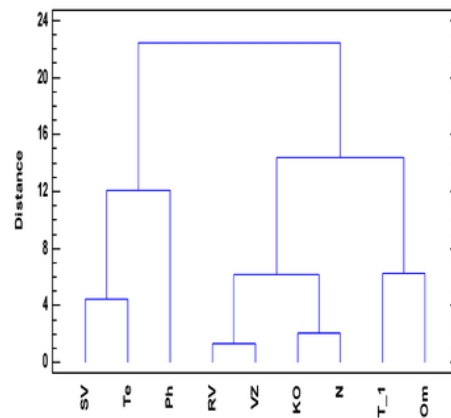
Klaster-analiza opožarenih površina u desetoj godini posle izbijanja požara prikazana je na Grafikonu 92. Iz dendrograma se vidi da se na najmanjoj distanci ($d=2.4434$) vezuju površine $Db3$ i $Db5$, koje čine homogenu grupu površina, vezanu na relativno maloj distanci ($d=4.52203$), sa homogenom grupom koju obrazuju $Db1$ i $Db7$. Na nešto većim distancama redom se nadovezuju površine $Db4$ ($d=6.75127$), $Db2$ ($d=9.34183$), $Db6$ ($d=13.085$) (sve površine su staništa mešovitih bukovo-jelovih šuma na karbonatima). Na vidno većoj distanci ($d=22.6392$), vezuje se površina $Dc1$ (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu), dok se najviši nivo povezivanja ($d=39.0605$) ostvaruje sa površinom Dal (mezijske monodominantne brdske bukove šume).

Klaster-analiza ekoloških indeksa za ove opožarene površine prikazana je na Grafikonu 93. U klasteru se mogu izdvojiti dva podklastera. Prvi pod-klaster obuhvata ekološke indekse za svetlost (SV), teksturu zemljišta (Te) i reakciju zemljišta (pH). U

okviru ovoga klastera, najniži nivo povezivanja ($d=4.45126$) je ustanovljen između SV i Te, dok se na izvesnoj distanci ($d=12.1095$) ostvaruje veza sa pH. Drugi podklaster obuhvata relativnu vlažnost vazduha (RV), vlažnost zemljišta (VZ), kontinentalnost (KO), azot (N), temperaturu vazduha (Te_1) i organske materije (Om). Indeksi RV i VZ imaju najniži nivo povezivanja ($d=1.33338$). Naredni nivo povezivanja ($d=6.18206$) ostvaruje se sa KO i N, a na najvećoj distanci ($d=14.3597$) vezuje se grupa koju čine Te_1 i Om.



Grafikon 92. Dendrogram za starost požarišta 10 godina

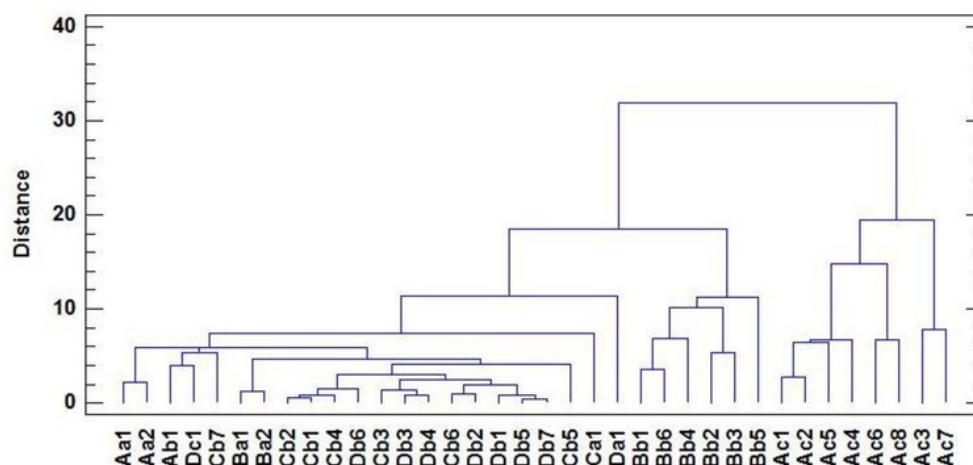


Izvor: Original

Grafikon 93. Dendrogram za ekološke indekse starosti požarišta 10 godina

5.5.7.2.5. Klaster-analiza za opožarene površine starosti 1, 2, 5 i 10 godina

Za četiri perioda od izbijanja požara predstavljena je klaster-analiza proučavanih požarišnih površina. Na dendrogramu se mogu izdvojiti tri glavna klastera (Grafikon 94). Prvi klaster čine sve istraživane površine iz pete i desete godine od izbijanja požara, tri površine iz prve (Aa1, Aa2, Ab1), kao i dve površine iz druge godine (Ba1, Ba2). Drugi izdvojeni klaster obuhvata većinu površina iz druge godine, a treći klaster – većinu površina iz prve godine požarišta.



Izvor: Original

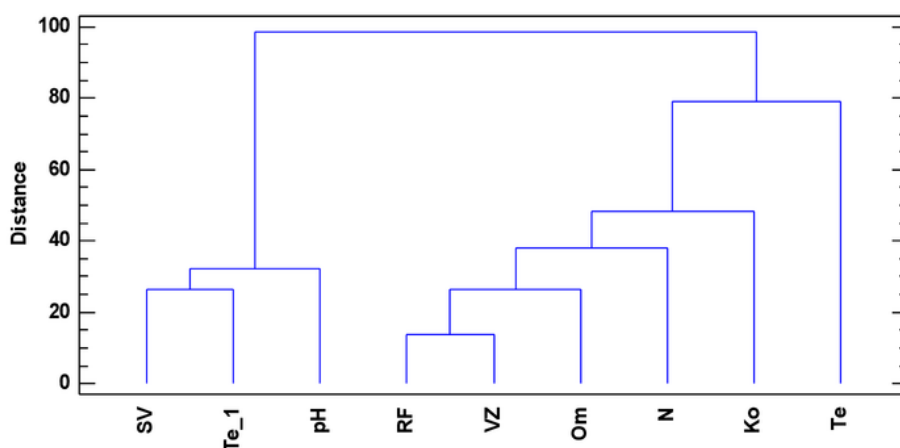
Grafikon 94. UPGMA dendrogram za sve istraživane površine požarišta
(1, 2, 5. i 10. godina)

U okviru prvog klastera, najniži nivo povezivanja ($d=0.435484$) ostvaruje se između površina Db5 i Db7, koje zajedno sa površinom Db1 čine homogenu podgrupu (mešovite bukovo-jelove šuma na karbonatima). Za ovu podgrupu se na relativno malim distancama, redom, vezuju površine Sb6 i Db2 ($d=1.94741$) koje čine drugu podgrupu, potom Db3, Db4 i Cb3 koje čine treću ($d=2.50424$) i najzad Cb1, Cb2, Cb4 i Db6 ($d=2.97598$) koje čine četvrtu podgrupu. Ove površine su staništa mezijskih planinskih bukovih šuma (Cb2, Cb3, Cb4, Cb6), kao i mešovitih bukovo-jelovih šuma na karbonatima (Db2, Db3, Db4, Db6), sa izuzetkom jedne površine na kojoj je veštački podignuta sastojina crnog bora (Cb1). Sledeći nivo vezivanja ($d=4.04989$) ostvaruje se sa Sb5 (mezijske planinske bukove šume na krečnjaku), zatim ($d=4.70026$) i sa dva polja iz druge godine, Ba1 i Ba2 (zapadnobalkanske crnoborove šume), koja su u odvojenoj podgrupi. Na približnim rastojanjima ($d=5.83292$ i $d=5.95738$) vezuje se pet površina svrstanih u dve zasebne podgrupe. Prvu podgrupu čine dve bukovo-jelove površine iz prve godine (Aa1, Aa2), drugu – površine pod crnim borom (Ab1, Dc1) i Cb7 (mezijska planinska bukova šuma). Na nešto većoj distanci ($d=7.40478$), ostvaruje se veza sa Ca1, i na još većoj ($d=11.3465$) sa Da1 (obe površine su staništa monodominantne brdske bukove šume).

U okviru klastera za drugu godinu požarišta, najmanja distanca ($d=3.53303$) ustanovljena je između Bb1 i Bb6. Sledeći nivo vezivanja ($d=6.80019$), ove površine ostvaruju sa poljem Bb4, a cela podgrupa vezuje se (na $d=10.1509$) sa podgrupom koju čine Bb2 i Bb3. Na izvesnom rastojanju ($d=11.2587$), nadovezuje se i Bb5. Sve površine predstavljaju staništa balkanske acidofilne smrčeve šume.

U trećem klasteru (prva godina od izbijanja požara) najniži nivo povezivanja ($d=2.79855$) imaju polja Ac1 i Ac2 (zapadnobalkanske crnoborove šume na serpentinitu), kojima se na izvesnim distancama ($d=6.43062$ i 6.76141) pridružuju polja Ac5 i Ac4 (veštački podignute sastojine crnog bora) i čine jednu podgrupu. Na većoj distanci ($d=14.7605$), ostvaruju se povezivanje sa podgrupom koju čine Ac6 i Ac8 (takođe veštački podignute sastojine crnog bora), kao i sa podgrupom od Ac3 i Ac7 (na $d=19.401$) (mezijske monodominantne brdske bukove šume i veštački podignute sastojine crnog bora).

Klaster-analiza ekoloških indeksa opožarenih površina za sve starosti požarišta prikazana je na Grafikonu 95.



Izvor: Original

Grafikon 95. Dendrogram za ekološke indekse starosti požarišta
1+2+5+10 godina

U ovom klasteru mogu se izdvojiti dva podklastera. U prvome podklasteru najniži nivo povezivanja ($d=26.2964$) imaju ekološki indeksi svetlost (SV) i temperatura vazduha (Te_1), za koje se na nešto većoj distanci ($d=32.0626$) nadovezuje indeks reakcija zemljišta (pH). U drugome podklasteru najniži nivo povezivanja ($d=13.6694$)

imaju indeksi relativna vlažnost vazduha (RF) i vlažnost zemljišta (VZ), za koje se na izvesnim distancama redom nadovezuju sledeći indeksi: organske materije (Om) (d=26.548), azot (N) (d=38.0982), kontinentalnost (Ko) (d=48.2562) i tekstura zemljišta (Te) (d=78.9314).

5.6. ANALIZA RENTABILNOSTI REKONSTRUKCIJE ŠUMA OŠTEĆENIH ŠUMSKIM POŽARIMA

Većina funkcija šuma i njihovih ekosistemskih usluga nisu u potpunosti "zarobljene" na komercijalnom tržištu [123]. Ova situacija proizvodi nedostatak procene ekosistemskih usluga što direktno utiče na održivost ljudi u biosferi. Postoji mnogo razloga za postizanje jedinstva u održivosti, ali jedan od najuticajnijih ideja može se naći u procesima klimatskih promena.

Šume su posebno osetljive na klimatske promene jer nisu spremni za adaptaciju na nove ekološke uslove.

Uticaj savremene civilizacije na klimatske promene postaje sve očigledniji. Konstatovan je trend globalnog povećanja temperature za 0.8°C od 1900 godine [124]. Klimatski scenario za područje Evrope predviđa da će do 2100 godine temperature porasti za 2.8°C u Irskoj i Velikoj Britaniji, za 3.8°C u Centralnoj Evropi i za $4-5^{\circ}\text{C}$ u Južnoj Evropi [125].

Broj šumskih požara zbog klimatskih promena kontinuirano raste u poslednjih nekoliko decenija, zbog čega sanacija požarišta postaje sve važnija. Na području Evrope kreće se godišnje između 50.000 do 70.000, oštećujući 3000 do 5000 km^2 i izazivajući štete u milionima evra. Šumski požari izazivaju značajne ekološke, ekonomske i socijalne probleme u mnogim evropskim zemljama sa mogućim dugoročnim posledicama do prirodnog okruženja i ekonomije.

Klimatske promene uvećavaju opasnost od pojave i širenja šumskih požara [126]. Mnogi modeli i zvanični izveštaji ocenjuju da će opasnost od šumskih požara u budućnosti biti sve veća [127,128,129]. Klima, sa udvostručenim količinama ugljendioksida u prirodi, doprineće da će u budućnosti nastati produžetak sezone požara i češća i intenzivnija pojava šumskih požara. Ozbiljnost predviđanja takvog razvoja situacije iziskuje potrebu za menjanjem upravljanja požarom u šumi i osposobljavanje savremene organizacije zaštite od požara.

16 Ukupna površina šuma u Srbiji iznosi 2.252.400 ha, odnosno, 29,1% površine teritorije [130]. Od toga je u državnom vlasništvu 53 %, a u privatnom vlasništvu 47 % površine. Požari, svojim intenzitetom i učestalošću, u većoj ili manjoj meri mogu uticati na održivo gazdovanje šumama. Postoji zabrinutost da su na području teritorije Srbije

požari u šumi učestaliji, što može doneti velike gubitke u šumarstvu. U Srbiji je već konstatovano povećanje učestalosti, intenziteta i trajanja suše. Ovaj trend će naročito, u skorijoj budućnosti, biti izražen na jugoistoku i istoku Srbije.

Ranjivost šumskih ekosistema zavisi od sposobnosti prirodnih ekosistema da se odupre negativnim uticajima [131]. Šumski požari utiču na šumske ekosisteme, a često i u potpunosti zaustavljaju njegovo funkcionisanje tokom dužeg vremenskog perioda, do njegove revitalizacije u stanje pre požara.

Proces revitalizacije šumskih ekosistema je pitanje donošenja pravih izbora, posebno sa aspekta efekta dohotka [132]. Revitalizacija šumskih ekosistema zahteva velika finansijska sredstva, pa se često ova staništa prepuštaju prirodnoj obnovi. Sa druge strane postavlja se pitanje celishodnosti ulaganja u podizanje sastojina vrstama koje su bile zastupljene na ovim lokacijama.

U periodu od 2003 do 2015. godine od ukupne izgorele površine 42.2% su bile u bukovim šumama. U takvoj situaciji rekonstrukcija ovih šuma posle oštećenja od šumskih požara ima ogroman privredni značaj. Prilikom postupka rekonstrukcije šuma suočeni smo sa problemom finansiranja i procene rentabilnosti ulaganja. Ovaj problem može da se posmatra sa više različitih aspekata, ali osnovna pitanja na koje treba odgovoriti su:

- Šta će se i u kojoj meri proizvoditi, odnosno, koji proizvodi će nositi teret otplate finansijskih obaveza?
- Koje diskontne stope primeniti pri proceni rentabilnosti?

Glavni cilj je određivanje ekonomsko-finansijske analize kod utvrđivanja mogućnosti postupka rekonstrukcije izdanačkih šuma bukve, uz maksimalno uključivanje ekoloških karakteristika staništa.

Treba napomenuti da do danas nisu zabeležena istraživanja vezana za ocenu ekonomske efektivnosti investiranja u veštačku rekonstrukciju šumskih kompleksa (podizanje plantaža) oštećenih požarom. Analize su se uglavnom zasnivale na oceni isplativosti podizanja i eksploatacije komercijalnih plantaža (veštačkih šumskih zasada) određenih rodova listopadnog drveća ili na oceni ulaganja u prevenciju šumskih požara.

Primeru radi, Keča i saradnici su primenom nekih od osnovnih metoda dinamičke ocene ekonomske efektivnosti investicionog ulaganja (proste stope prinosa, perioda povraćaja investicije, interne stope rentabilnosti, neto sadašnje vrednosti

investicije i odnosa korist-trošak) ocenili investiranje u zasnivanje veštačkog zasada jednog od klonova topole u uslovima Srbije, kod koga bi došlo do naknadne komercijalizacije drvne mase (sečenja stabala) nakon 29 godina uzgoja. Pri tome zaključeno je da u trenutnim uslovima finansiranja (pri dosta visokoj ceni zaduživanja na finansijskom tržištu) ovakva investicija po svim parametrima komercijalno nije isplativa [133]. Isti autori su došli do sličnog zaključka i u slučaju podizanja komercijalnog zasada topole koji bi se eksploatisao tokom 25 godina, uz preporuku da bi se isplativost potencijalno ostvarila snižavanjem cene kapitala na ispod 10%, odnosno smanjivanjem perioda eksploatacije zasada na period do 20 godina [134]. Do sličnih zaključaka, za uslove visokih kamatnih stopa, došlo se i kod ekonomske procene podizanja zasada u uslovima Letonija [135].

Sa druge strane, ocene ekonomske efektivnosti investiranja u mere prevencije šumskih požara, nezavisno od korišćenog metoda ocene, pokazale su određen nivo ekonomske opravdanosti [136]. Šta više, poslednjih godina došlo je i do razvoja modela za procenu rizika i ekonomsku procenu upravljanja rizikom nastanka šumskih požara, koji su od posebnog interesa naročito za regije opterećene problemom šumskih požara [137,138,139].

5.6.1 Vrednosno merljivi troškovi i koristi

Analizirane su vrednosti proizvodnje šuma bukve, kitnjaka, crnog bora i smrčice na različitim bonitetima (I do V), sa različitim dužinama proizvodnog ciklusa (20-140 godina) i za diskontne stope 2, 3, 4, 5, 6, 8 i 10%, jer je utvrđeno da proizvodnja drveta u šumskim kulturama može biti rentabilna samo pri diskontnim stopama manjim od 10% [140].

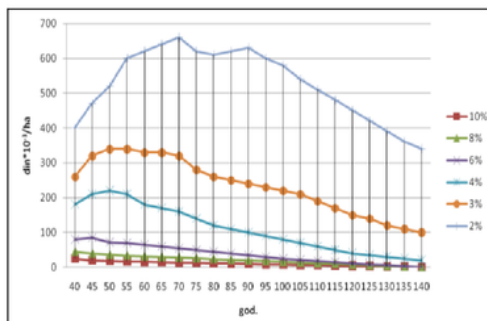
Da bi se bolje sagledao tok sadašnjih vrednosti drveta i troškova tokom vremena, konstruisani su grafikoni (grafikoni 96-103), na kojima su prikazane krive promene sadašnje vrednosti drveta određene vrste i boniteta, u zavisnosti od trajanja proizvodnog ciklusa, za šest navedenih diskontnih stopa po analiziranim vrstama. Analizirajući podatke za sve bonitete, zapaža se da na nekim bonitetima iskazana rentabilnost ulaganja i pri nešto višim diskontnim stopama je karakteristična za relativno kraće ophodnje.

Na osnovu uslova jednakosti troškova i dobiti određene su maksimalne veličine diskontnih stopa i dužine proizvodnog ciklusa (granica rentabilnosti) (Tabela 127). Iz tabele se jasno vidi da su diskontne stope, pri kojima se ostvaruje rentabilnost ulaganja, ipak znatno niže nego što je to uobičajeno kod sličnih projekata (npr. u poljoprivredi). To ukazuje da proizvodnja drveta nije u stanju da podnese uobičajene kamatne stope, pa pri izboru visine kamatnih stopa o tome treba voditi računa.

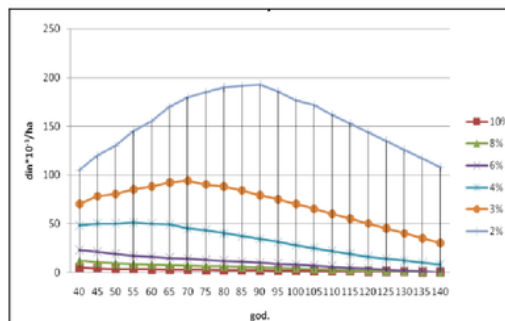
Konstatovano je da se rentabilnost ulaganja, ako se za osnovni proizvodni cilj odabere proizvodnja drveta, može ostvariti pri različitim diskontnim stopama u zavisnosti boniteta i dužine trajanja proizvodnog ciklusa (Tabela 128).

Ovako određene maksimalne diskontne stope vezane su za trajanje ophodnje, a najčešći slučaj je da sa rastom diskontne stope opada dužina ophodnje. To znači da ukoliko, sa stanovišta cilja koji se želi postići podizanjem revitalizacijom šuma pošumljavanjem, moramo odrediti duže ophodnje, tada se mora tražiti rešenje rentabilnosti ulaganja pri nižoj diskontnoj (kamatnoj) stopi od maksimalne.

To ukazuje da je problem jako složen i da nije jednostavno naći odgovarajuće rešenje, već se u svakom konkretnom slučaju postavlja pitanje izbora najpovoljnije alternative, sa svrhom zadovoljenja finansijskih i ekonomskih ciljeva.



Grafikon 96. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Bukva Bonitet I)



Grafikon 97. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Bukva V)

Izvor: Original

U određenim uslovima (bonitet i ophodnja) postoji mogućnost da se rentabilnost ulaganja postigne i pri višim diskontnim stopama (4%). Ovo u izvesnoj meri koriguje

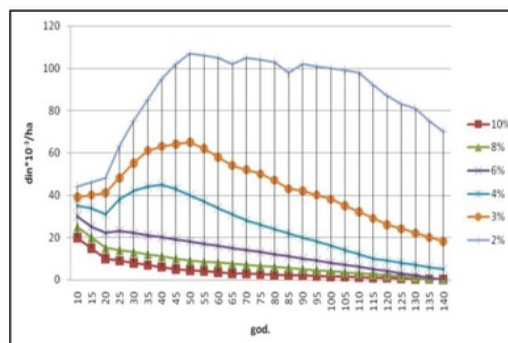
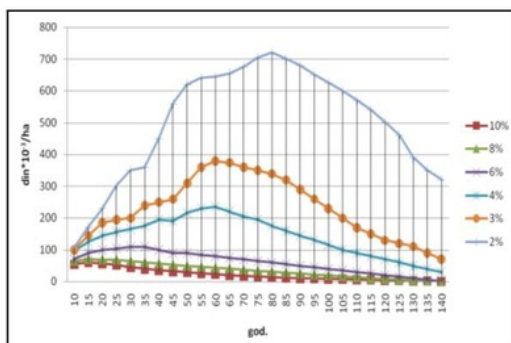
neka dosadašnja shvatanja da ulaganja u šumarstvu u opšte, mogu da budu rentabilna tek pri kamatama jednakim ili nižim od 3%. Više kamatne stope uglavnom mogu da podnesu samo bolji boniteti (I i II), dok se na slabijim bonitetima (III-V) kamatna stopa kreće upravo negde oko vrednosti od 3% ili je čak i niža.

Tabela 127. Maksimalne vrednosti diskontnih stopa i granica rentabilnosti u odnosu na bonitet

Vrsta	Bonitet	Diskont 19. stopa (%)	Granica rentabilnosti (godina)
Bukva	I	5.66	45
	II	5.19	50
	III	4.28	55
	IV	3.74	55
	V	2.83	70
Kitnjak	I	6.71	20
	II	5.50	25
	III	4.50	30
	IV	3.29	40
	V	2.06	50
Crni bor	I	9.67	15
	II	8.16	18
	III	6.65	22
	IV	5.14	26
	V	3.03	30
Smrča	I	9.54	25
	II	8.10	31
	III	6.66	37
	IV	5.22	44
	V	3.75	50

Izvor: Original

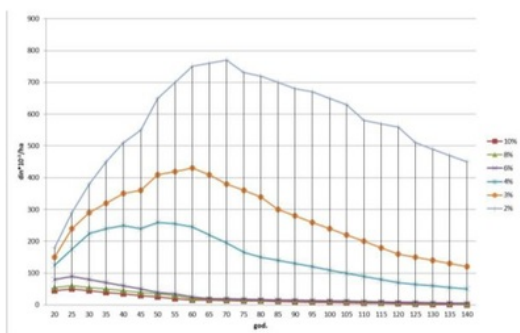
To ukazuje da u svakom konkretnom slučaju treba proračunati odgovarajuću diskontnu stopu, koja odgovara datoj vrsti drveća, bonitetu i trajanju proizvodnog ciklusa, pa na osnovu tako dobijene veličine vršiti procenu rentabilnosti ulaganja u rekonstrukciju šuma uništenih požarima.



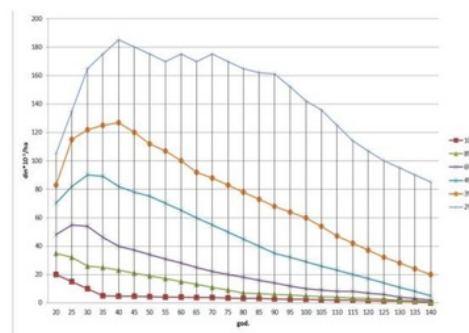
Izvor: Original

Grafikon 98. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Kitnjak Bonitet I)

Grafikon 99. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Kitnjak V)

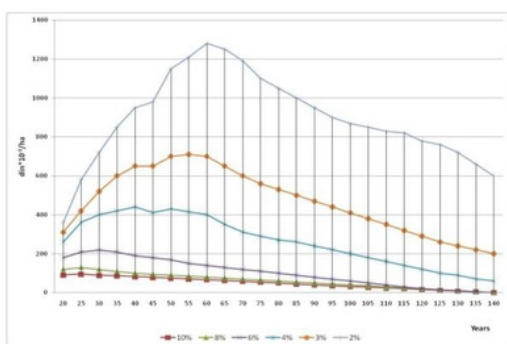


Grafikon 100. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Crni bor Bonitet I)

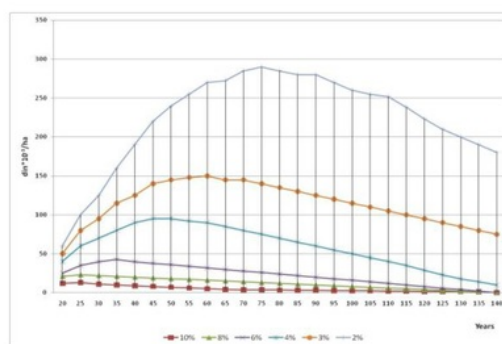


Izvor: Original

Grafikon 101. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Crni bor V)



Grafikon 102. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Smrča I)



Izvor: Original

Grafikon 103. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Smrča V)

Tabela 128. Granica rentabilnosti proizvodnje drveta u šumama
bukve pri različitim diskontnim stopama (u godini)

Vrsta	Diskontna stopa	Bonitet I	Bonitet II	Bonitet III	Bonitet IV	Bonitet V
Bukva	2%	preko 140	preko 140	preko 140	preko 140	140
	3%	135-140	120-125	110	95-100	/
	4%	95-95	75-80	70-75	/	/
	6%	/	/	/	/	/
	8%	/	/	/	/	/
	10%	/	/	/	/	/
Kitnjak	2%	preko 140	preko 140	preko 140	preko 140	75-80
	3%	125-130	115-120	105-115	60-65	/
	4%	90-95	80-85	65-70	/	/
	6%	40-45	/	/	/	/
	8%	/	/	/	/	/
	10%	/	/	/	/	/
Cmri bor	2%	preko 140	preko 140	preko 140	preko 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%	/	/	/	/	/
Smrča	2%	preko 140	preko 140	preko 140	preko 140	preko 140
	3%	preko 140	preko 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%	/	/	/	/	/

Izvor: Original

Pojam „trajanje proizvodnog ciklusa“ u ovom slučaju se teško može definisati, jer se pri rekonstrukciji šuma vremenom uspostavlja prirodno podmlađivanje i proizvodnja, kako drveta, tako i ostalih funkcija šume i može se odvijati beskonačno dugo bez novih ulaganja. To je bitna i suštinska razlika u odnosu na klasične industrijske ili poljoprivredne projekte, koji u najvećem broju slučajeva imaju jasno definisano trajanje, nakon čega je potrebno obnoviti ulaganja.

5.6.2 Vrednosno nemerljive koristi i troškovi

Uz dinamičke metode utvrđivanja novčano merljivih koristi i troškova, korišćena je i statička metoda novčano nemerljivih troškova i koristi. Primenom ove metode teži se utvrđivanju vrednosti koje postupkom rekonstrukcije šuma donosi široj društvenoj zajednici, a koje se ne mogu izraziti novčano. Za procenu nemerljivih troškova i koristi za društvo u Cost-Benefit analizi korišćena je ordinarna lestvica, a za

kvantitativnu obradu podataka (aritmetičke operacije) korišćene su transformacije koje omogućuju takvu obradu [141]. Transformacija je sprovedena prema rezultatima koji su kvantifikovani na osnovu bodovanja intenziteta pojedinih uticaja. Intenzitet uticaja i bodovanje prikazani su u Tabeli 129.

Tabela 129. Ocene nemerljivih uticaja na životnu sredinu

Uticaj aktivnosti	Intenzitet uticaja	Bodovanje
Pozitivan ili negativan	Vrlo slab	0-2
	Umeren	3-5
	Značajan	6-8
	Vrlo jak	9 - i više

Izvor: [142].

U postupku rekonstrukcije šuma, u analizi su izdvojena dva perioda: do 20 godina starosti novih sastojina i period od 21. do 120 godina, kada je i kraj ophodnje za visoke bukove šume. Izabrana su 33 nemerljiva uticaja, koji čine koristi i troškove i relevantni su kod postupka rekonstrukcije šuma uništenih šumskim požarima (Tabela 130). Zbirni podaci po vrstama aktivnosti dati su u Tabeli 131.

Tabela 130. Procena nemerljivih koristi i troškova planiranog zahvata kvantitativnom metodom

Uticaj prema vrstama aktivnosti	Nemerljive koristi i troškovi (uticaji)	Važnost i vrsta uticaja		Transformacija	
		Uticaj do perioda posle melioracije (u godinama)			
		do 20	21-120	do 20	21-120
Uticaj na biodiverzitet (obuhvata specijski, ekosistemski i genetički diverzitet)	na makromicete	- 4	+ 5	0.106	0.136
	na lišajeve	- 4	+ 5	0.106	0.136
	na mahovine	- 3	+ 3	0.076	0.076
	na vaskularnu floru	- 10	+ 10	0.288	0.288
	na Rotatorie	- 3	+ 3	0.076	0.076
	na faunu kišnih glista	- 4	+ 4	0.106	0.106
	na diverzitet puževa	- 2	+ 2	0.045	0.045
	na faunu kosaca	- 2	+ 2	0.045	0.045
	na diverzitet Insekata	- 8	+ 3	0.227	0.076
	na diverzitet vodozemaca i gmizavaca	- 9	+ 10	0.258	0.288
	na diverzitet ptica	- 9	+ 10	0.258	0.288
	na faunu sisara	- 6	+ 6	0.167	0.167
	na ekosistemski diverzitet	- 10	+ 8	0.288	0.227
	na fragmentacija staništa	- 9	+ 10	0.258	0.288
Uticaj na životnu sredinu	Obezbeđenje funkcionisanja režima voda (hidrološka funkcija)	0	+ 9		0.258
	Zaštita voda od zagađivanja	0	+ 8		0.227
	Zaštita od štetnih imisija	0	+ 7		0.197

Uticaj prema vrstama aktivnosti	Nemerljive koristi i troškovi (uticaji)	Važnost i vrsta uticaja		Transformacija	
		Uticaj do perioda posle melioracije (u godinama)			
		do 20	21-120	do 20	21-120
	Regulacija sastava i plodnosti zemljišta (i smanjenje erozije)	0	+ 6		0.167
	Uticaj na mikroklimu	0	+ 4		0.106
	Stvaranje kiseonika i pročišćavanje atmosfere	+ 1	+ 5	0.015	0.136
	Vezivanje atmosferskg ugljenika u produkovanu drvenu zapreminu i humusne materije koje se stvaraju pod šumom	+ 1	+ 10	0.015	0.288
	Uticaj na izgled predela tokom eksploatacije	- 7	+ 8	0.197	0.227
	Sanacija devastiranog prostora	0	+ 7		0.197
	Zaštita od buke	- 3	+ 4	0.076	0.106
	Uticaj na životnu zajednicu	Obezbeđenje uslova za rekreaciju	0	+ 6	
Socijalne koristi zahvata kroz podsticaj zapošljavanja		0	+ 4		0.106
Uticaj na zdravlje ljudi		+ 1	+ 8	0.015	0.227
Uticaj na privredu	Obezbeđenje sirovinske baze za preradne kapacitete	0	+ 10		0.288
	Unošenje dodatnih privrednih aktivnosti	+ 1	+ 4	0.015	0.106
	Izgradnja privrednih objekata trajnog značaja	- 4	+ 5	0.106	0.136
	Uticaj na druge privredne delatnosti (turizam, lovstvo i sl.)	0	+ 8		0.227
	Korišćenja ostalih šumskih proizvoda (šumski plodovi, lekovito bilje i gljive)	+ 1	+ 8	0.015	0.227
	Nepokriveni troškovi infrastrukture	- 2	+ 2	0.045	0.045

Izvor: [142].

U proceni nemerljivih koristi i troškova krenulo se od pretpostavke (mogućnosti) da će se one stvarno ostvariti (i ako to ne mora uvek biti realna opcija). Na osnovu analize nemerljivih koristi i troškova može se konstatovati da su do perioda od 20 godina od izvođenja postupka rekonstrukcije troškovi znatno veći od koristi. Razlog je što se u početnoj fazi izvođenja rekonstrukcije ona vrši na staništima koja su potpuno uništena šumskim požarima i sve dok se ne uspostavi normalno funkcionisanje novog, troškovi su veći od koristi. U periodu od 21. do 120 godina, kada je i kraj ophodnje šuma bukve, kitnjaka, crnog bora i smrče, korist nadmašuje troškove, pa izvođenje

rekonstrukcije može biti prihvaćeno. Naravno, treba napomenuti da u svakom konkretnom slučaju (mikrolokalitetu) treba sprovesti analizu i utvrditi da li su nemerljivi troškovi veći od koristi.

Tabela 131. Kvantifikacija vrednosti procene nemerljivih koristi i troškova

Uticaj prema vrstama aktivnosti	Do starosti od 20 godina		Od 21 – 120 godina	
	Visina ocene troška	Visina ocene koristi	Visina ocene troška	Visina ocene koristi
Uticaj na biodiverzitet	2.303			2.242
Uticaj na životnu sredinu	0.273	0.030		1.909
Uticaj na životnu zajednicu		0.015		0.500
Uticaj na privredu	0.152	0.030		1.030
Rezultat	2.728	0.075		5.682

Do starosti od 20 godina	Ocena (Korist – Trošak) < 0	$0.075 - 2.728 = -2.653$
Od 21 – 120 godina	Ocena (Korist – Trošak) > 0	$5.682 = 5.682$
Ukupno	Ocena (Korist – Trošak) > 0	$(5.682 + 0.075) - 2.728 = 3.704$

Izvor: [142].

Šuma i njeni resursi svrstavaju se u resurse budućnosti, jer su obnovljivi, a uz pomoć nauke i tehnologije mogu postati zamena za brojne prirodne resurse koji su iscrpljeni i čiji je nestanak sa planete izvestan. Podizanjem novih i poboljšanjem stanja postojećih šuma došle bi do izražaja klimatska, zaštitna, antieroziona, estetsko-ambijentalna, turističko-rekreativna i druge funkcije šuma, povećao bi se prinos ostalih resursa šuma i šumskih područja – šumskih plodova, gljiva, lekovitog i aromatičnog bilja, poboljšalo bi se stanje u lovstvu, pa bi i ukupni efekti na nivou društva bili značajniji.

Na osnovu izloženih rezultata može se zaključiti:

1. Može se ostvariti rentabilnost ulaganja u realizaciju rekonstrukcije šuma stradalih od šumskih požara, isključivo na bazi proizvodnje drveta i to za različite visine diskontnih stopa u zavisnosti boniteta staništa.
2. Proizvodnja drveta može, u zavisnosti od boniteta, podneti i nešto više kamatne stope u odnosu na dosadašnje procene, koje su se kretale uglavnom oko 3%. To se pre svega odnosi na bolje bonitete, dok na lošijim bonitetima može da padne i ispod granice od 3%.
3. Visina kamatne stope i procena rentabilnosti ulaganja su u tesnoj vezi i sa dužinom proizvodnog ciklusa, jer se granica rentabilnosti menja u skladu sa

visinom diskontne stope. Pri nižim diskontnim stopama granica rentabilnosti se vremenski produžava, a pri višim skraćuje. Dužina proizvodnog ciklusa ima značajnu ulogu kod određivanja rentabilnosti ulaganja, naročito sa aspekta vezanosti dužine proizvodnog ciklusa za proizvodne ciljeve (vrsta i kvalitet drvnih sortimenata koji se proizvode).

4. Na osnovu analize ne merljivih koristi i troškova može se konstatovati da su koristi veće od troškova (ukupno posmatrano), pa projekti rekonstrukcije šuma uništenih šumskim požarima mogu biti prihvatljivi.

5.7 METODA ZA ODREĐIVANJE STEPENA UGROŽENOSTI ŠUMA OD POŽARA

Metod za određivanje stepena ugroženosti od požara je najvažniji elemenat za izradu planova zaštite šuma od požara .

Stepen ugroženosti šuma od požara nije isti za sve šume. Ona zavisi od niza faktora čiji uticaj određuje pojedinačno stepen ugroženosti. Preventivno i represivno delovanje direktno zavisi od stepena ugroženosti šuma od požara. Poznavanje ovog stepena omogućava pravovremenu i efikasnu zaštitu šuma. Veličina opožarene površine direktno zavisi od organizovanosti i spremnosti organizacije subjekata koji učestvuju u zaštiti šuma [5]., 2012). Određivanjem stepena ugroženosti šuma predviđaju se opasnosti kao i mere koje treba preduzeti u određenom periodu da do požara u šumi ne dode. Glavni cilj predložene metode je da se da osnova za tehniku i taktiku izrade efikasnog plana zaštite šuma od požara.

Sve veći broj požara na otvorenom prostoru (u koje se ubrajaju šumski požari) zahteva organizovaniji i stručniji pristup. Rizik od nastanka šumskog požara definiše se kao funkcija verovatnoće nastanka neželjenog događaja i mogućih posledica.

Verovatnoća nastanka šumskih požara je uvek prisutna, i određenim preventivnim i organizacionim merama možemo ove neželjene događaje predvideti i preduzeti odgovarajuće mere da do njih ne dođe. To se postiže upravljanjem rizikom u zaštiti šuma od požara.

5.7.1 Procena ugroženosti šuma od požara

Glavni cilj predložene metode za procenu ugroženosti šuma od požara je:

1. Da prikaže tačnu sliku ustanovama koje se bave zaštitom šuma od požara o stepenu ugroženosti šuma;
2. Da odredi i klasifikuje opasnosti od šumskih požara na posmatranom području;
3. Da ukaže na mogućnost zaštite šuma od požara na određenom području i primenu dodatnih mera zaštite;
4. Da se izrade modeli dopunskih mera zaštite i efikasnijeg gašenja kada požar nastane na određenom području;
5. Da prikaže metodologiju za vršenje procene ugroženosti šuma od požara kao najvažnijeg elementa prilikom izrade planskih akata kao što su planovi zaštite šuma od požara, ali prilagođenu podnevlju i karakteristikama područja.

Predloženi metod procene rizika ugroženosti šuma od požara je testiran u okviru šumskih ekosistema na području opštine Knjaževac.

5.7.2 Kreiranje GIS-a

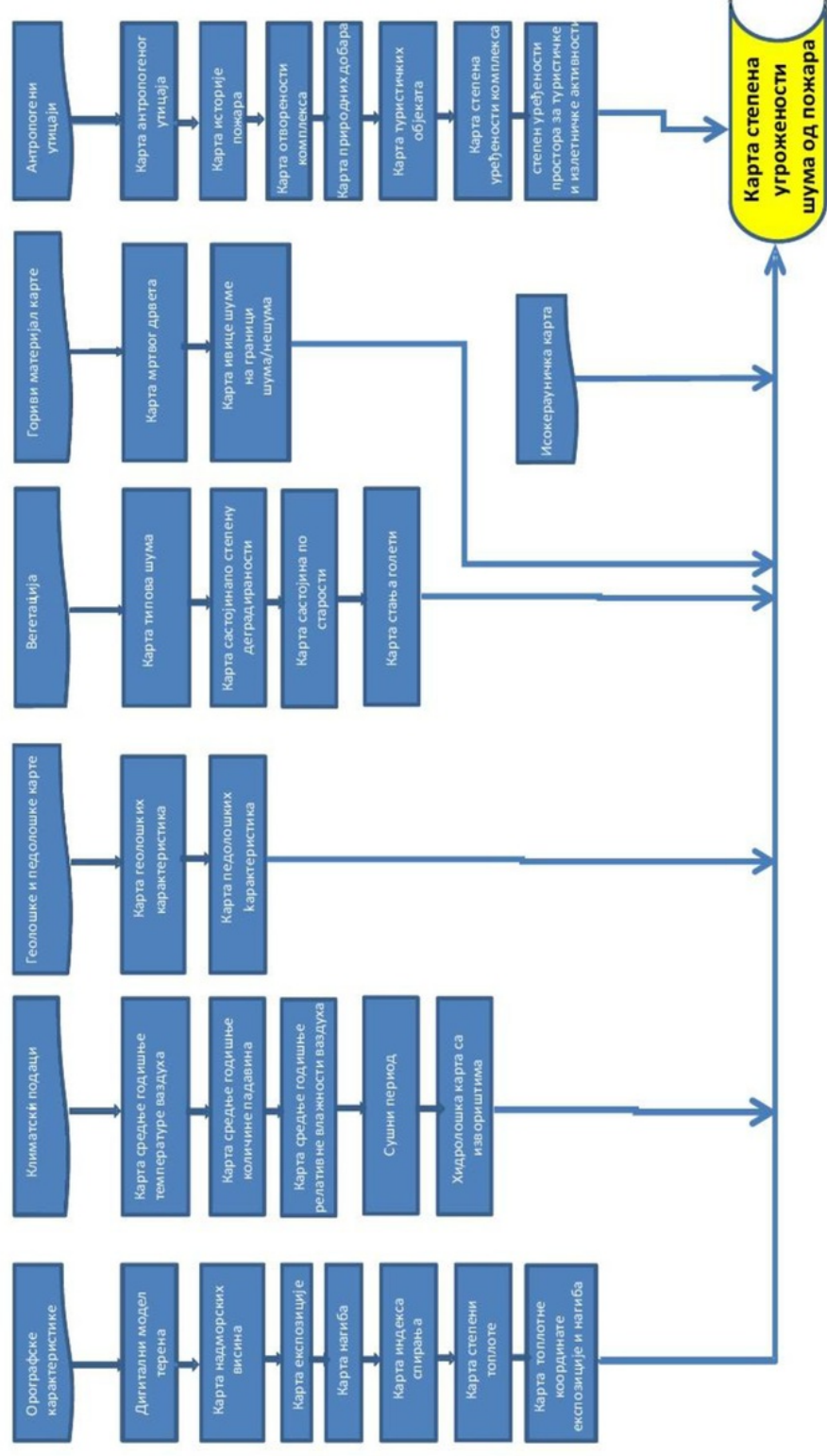
Projektovanje GIS-a izvršeno je u nekoliko faza. U prvoj fazi kroz izradu logičkog i konceptualnog modela podataka definisani su podaci koji se prikupljaju (lejeri – entiteti), povezanost između podataka i logičke veze između podataka. Na Slici 2 su atributske tabele slojeva geodata baze. Na Slici 3 prikazan je konceptualni i logički model.

Simple feature class GranicaOpstine						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					
Ime_Opstine	String	Yes					50
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Simple feature class Naselja						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					
Naziv_naselja	String	Yes					50
Kategorija	String	Yes					25
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Simple feature class HomogeneCeline						Geometry	Polygon
						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_godisnje	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_bliškog_zemljista	String	Yes					50
Prisustvo_zbunja	String	Yes					50
Dubina_vice_sume	String	Yes					50
Gustina_vice_sume	String	Yes					50
Stepen_ugroženosti	String	Yes					10
Shape_Length	Double	Yes			0	0	
Shape_Area	Double	Yes			0	0	

Slika 2. Atributske tabele slojeva geodata baze



Слика 3. Концептуални и логички модел

Nakon definisanja konceptualnog i logičkog modela, izrađen je fizički model podataka. Svakom entitetu su definisani atributi koji ga opisuju. Kreirana je personalna prostorna baza u mdb. formatu.

Formiranje modela baze prostornih podataka – Geodatabase, koji će generisati informacije o aktuelnom stanju šumskih resursa i iz toga omogućiti građenje scenarija upravljanja i planiranja budućeg korišćenja ovih resursa. Jezgro svakog GIS-a čini baza podataka, u ovom slučaju, Geodatabase. Metodologija projektovanja Geodatabase je identična metodologiji projektovanja standardnih objektno-orjentisanih (O-O) ili relacionih baza podataka (RDBMS) i podrazumeva izradu:

- konceptualnog modela;
- logičkog modela i na kraju;
- fizičkog modela baze podataka - Geodatabase.

Konceptualni model podrazumeva definisanje strukture Geodatabase, odnosno izvršne funkcije GIS-a. Konkretizovanjem konceptualne šeme kroz definisanje tipova podataka (prostornih entiteta i atributa), domena i relacija dobija se logički model. Implementacijom ove strukture u okviru personalne Geodatabase i unos podataka predstavlja realizaciju fizičkog data modela baze podataka.

U cilju eliminisanja greške u prostornim podacima obezbeđena je kontrola kvaliteta svih operacija nad prostornim podacima:

- **Pripremni radovi** (skeniranje geodetskih podloga, obrada podloga – digitalna obrada slike, georeferenciranje skeniranih podloga i otklanjanje deformacija, ...)
- **Prikupljanje podataka** (kontrolna ili ponovljena merenja na terenu, digitalizacija sa ekrana sa odgovarajućim prikazom digitalizovanog sadržaja, automatska vektorizacija i manuelno editovanje sadržaja, ...)
- **Kontrole prikupljenog sadržaja** (nezavisna vizuelna kontrola kompletnosti i kvaliteta geometrije prikupljenog sadržaja, topološko-geometrijske kontrole prikupljanog sadržaja, kontrola konzistentnosti neprostornih atributa)
- **Transformacije sadržaja** (konverzije podataka u druge formate, prevođenje rastera u vektor i obrnuto, prbacivanje iz jedne u drugu kartografsku projekciju, ...)

- **Održavanje sadržaja** (ažuriranje sadržaja, promena modela podataka uvođenjem novih atributa, ...)

Prostorni podaci unutar geodatabaze su organizovani po sledećim tematskim celinama:

Orografske karakteristike:

- digitalni model terena
- karta nadmorske visine
- ¹ karta ekspozicije
- karta nagiba
- karta indeksa spiranja
- karta stepeni toplote
- karta toplotne koordinate ekspozicije i nagiba

Klimatski podaci:

- ² karta srednje godišnje temperature vazduha
- karta srednje godišnje količine padavina
- karta srednje godišnje relativne vlažnosti vazduha
- sušni period
- hidrološka karta sa izvoristima

Geološke i pedološke karte:

- karta geoloških karakteristika
- karta pedoloških karakteristika

Vegetacija:

- karta tipova šuma
- karta sastojina po stepenu degradiranosti
- karta sastojina po starosti
- karta stanja goleti

Gorivi materijal:

- karta mrtvog drveta
- karta ivice šume na granici šuma/ne šuma

Isokeraunička karta

Antropogeni uticaji:

- karta antropogenog uticaja
- karta istorije požara
- karta otvorenosti kompleksa
- karta prirodnih dobara
- karta turističkih objekata
- karta stepena uredenosti kompleksa
- **1 stepen uredenosti prostora za turističke i izletničke aktivnosti**

Na području Knjaževca, na aero-snimcima (delimično i na satelitskim snimcima visoke rezolucije) izdvojeno je 30.411 homogenih celina metodom vizuelne interpretacije.

5.7.3 Orografske karakteristike

Orografske karakteristike su odlučujući činioci i modifikatori ekoloških prilika značajni u prevenciji i gašenju požara, kultivaciji izgorele vegetacije i sanaciji požarišta.

Nagib terena utiče na stvaranje lokalne klime, zemljišnog i biljnog pokrivača. Na strmim južnim lokalitetima vegetacija se razvija znatno brže, zagrevanje i suvoća vazduha je jača, a gorivi materijal često oskudeva u vlazi. Na severnim lokalitetima biljna vegetacija se sporije razvija, sporije se suši, ima veći stepen vlage u sebi, što bitno utiče na opasnost od nastanka požara.

- Požar se dva puta brže širi na strmoj padini (40^0) nego na srednje nagnutom terenu (28^0) ili 2:1;
- Požar se četiri puta brže širi na strmom (35^0) nego na blagoj padini ili 4:1;
- Požar se širi 16 puta brže uz padinu (40^0) nego niz padinu ili 16:1;
- Požar će napredovati brže uz blagu padinu (8^0) nego niz blagu padinu ili 3:1

Nagib površine utiče na suvoću i vlažnost zemljišta, brzinu oticanja vode, debljinu i trajanje snežnog pokrivača. Od stepena nagiba zavisi stabilnost, ispiranje, taloženje produkata trošenja, proces stvaranja mineralnih materija, debljina mrtvog organskog pokrivača na zemljištu, dubinu i vrstu zemljišta.

Pojedini nagibi terena važni su za procenu opasnosti i utiču na znatne razlike u ugroženosti, brzini širenja, intenzitetu i brzini kretanja požara.

Razlika u izloženosti sunčevoj toploti može biti 1,5-2,5 puta veća na južnim nego na severnim stranama. Na stranama koje su više izložene suncu požari nastaju češće, brže se šire i imaju veću razornu moć. Izloženost suncu je veća na većim nagibima (planinama) u odnosu na ravničarske predele, odnosno jači na strmim nego na položenim stranama.

Veliki uticaj na vegetaciju imaju i ekspozicije prema dominirajućim vetrovima.

Nadmorska visina u nižim predelima ne utiče bitno na promenu ekoloških uslova, ali u srednjim i visokim predelima to je odličujući činilac koji određuje promenu makro i mikro klime, sastav zemljišta i sastav vegetacije. Tako, na primer, na svakih 100 m nadmorske visine opada temperatura vazduha za $0,55^{\circ}\text{C}$ (leti $0,6^{\circ}\text{C}$, zimi $0,4^{\circ}\text{C}$), a period vegetacije skraćuje se za 11,5 dana.

Uvažavanje uticaja faktora reljefa i orografskih elemenata važno je za upravljanje rizikom u zaštiti šuma od požara, naročito u reljefnoj kategorizaciji terena, sistemu prognoziranja opasnosti od nastanka šumskih požara, za izradu širine i prostiranja protivpožarnih pruga i proseka, za izradu šumskih puteva za gašenje požara i slično.

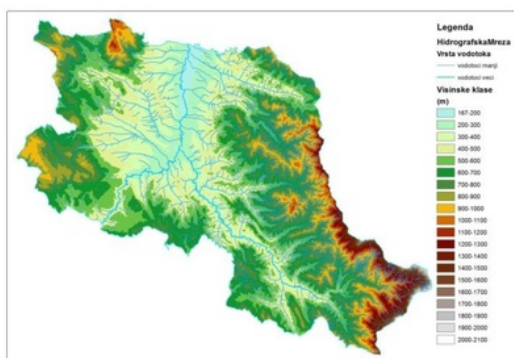
Od orografskih karakteristika preovlađujući uticaj imaju nadmorska visina, nagib i ekspozicija terena. Na terenima sa različitom nadmorskom visinom, ekspozicijom i različitim nagibima, različito je trajanje i intenzitet sunčevih zraka, a samim tim i uslovi za sušenje gorivog materijala.

Na Karti 19 prikazane su visinske klase, a na Karti 20 visinske klase po bodovnom sistemu. Zastupljenost homogenih celina po visinskim klasama i bodovnom sistemu prikazani su u Tabeli 132.

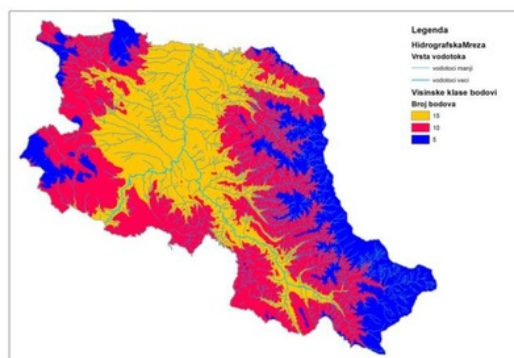
Tabela 132. Površine homogenih celina po visinskim klasama i broj bodova

Visinska klasa na osnovu DMT	Površina (ha)	(%)	Visinska klasa	Broj bodova	Površina (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

Izvor: Original



Karta 19. Visinske klase



Karta 20. Visinske klase po bodovima

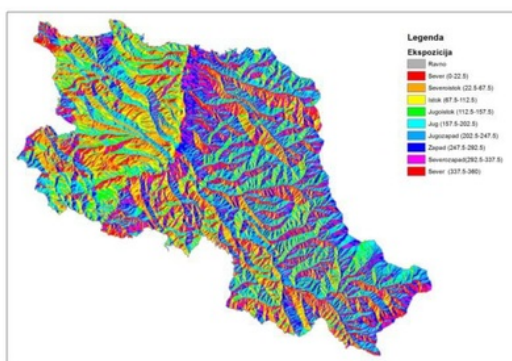
Izvor: Original

Na Karti 21 prikazane su ekspozicije, a na Karti 22 ekspozicije po bodovnom sistemu. Zastupljenost homogenih celina po klasama ekspozicije i bodovnom sistemu prikazani su u Tabeli 133.

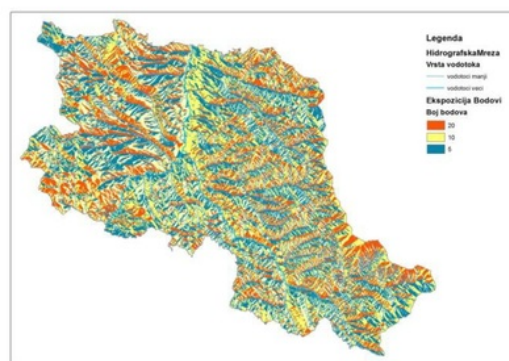
Tabela 133. Površine homogenih celina po ekspozicijama i broj bodova

Ekspozicije na osnovu DMT	Površina (ha)	(%)	Visinska klasa	Broj bodova	Površina (ha)	(%)
S (168°.15'-191°.25')	4333.555	6.19	Južna i ravničarska	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				
Ravno	0.035732	0.00				
E (78°.45'-101°.15')	3779.176	5.40	Istočna i zapadna	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	Sevema	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			69962.74	100.00

Izvor: Original



Karta 21. Ekspozicije



Izvor: Original

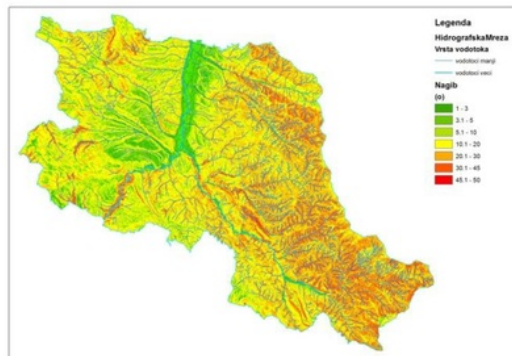
Karta 22. Klase ekspozicije sa bodovima

Na Karti 23 prikazani su nagibi, a na Karti 24 klase nagiba po bodovnom sistemu. Zastupljenost homogenih celina po klasama nagiba i bodovnom sistemu prikazani su u Tabeli 134.

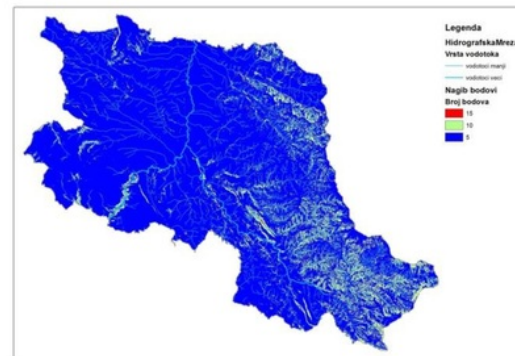
Tabela 134. Površine homogenih celina po nagibu i broj bodova

Nagib terena	Broj bodova	Površina (ha)	(%)
Preko 45%	15	68.44	0.10
od 31-45%	10	11720.36	16.75
od 15-30%	5	40285.69	57.56
Do 15%	0	17908.84	25.59

Izvor: Original



Karta 23. Nagibi



Karta 24. Klase nagiba sa bodovima

Izvor: Original

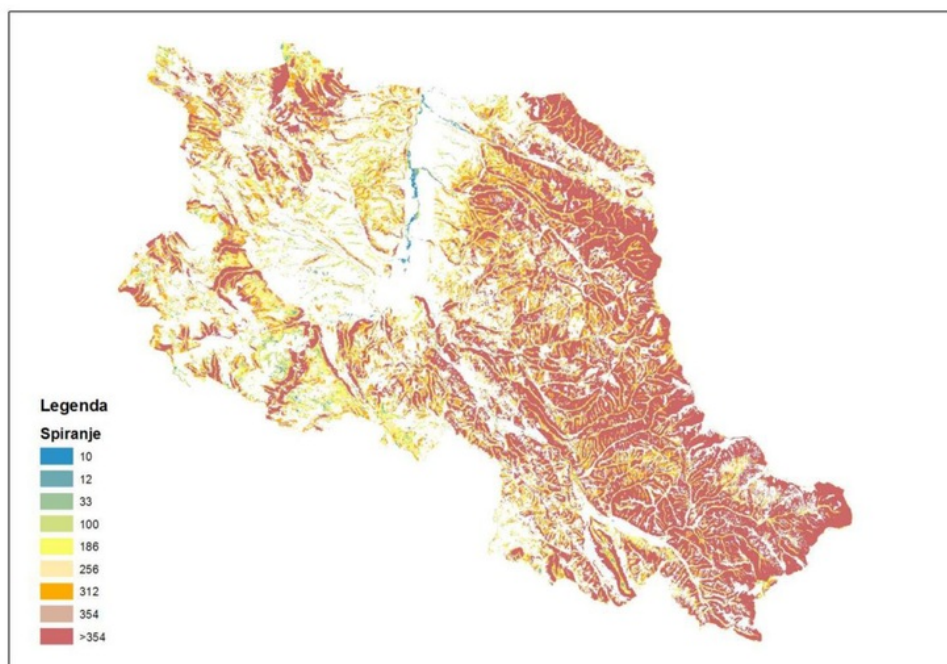
Nagib utiče na spiranje zemljišta. Ako spiranje zemljišta sa nagibom od 10% označi indeksom 100, spiranje zemljišta na drugim nagibima data je Tabeli 135. [5].

Tabela 135. Indeks spiranja zemljišta u odnosu na nagib

Nagib %	1	2	5	10	15	20	25	30	□30
Indeks spiranja	10	12	33	100	186	256	312	354	>354
Površina	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

Izvor: [5]., Original

Spiranje terena ima uticaj na vrstu i količinu gorivog materijala na određenoj površini, kao i mogućnost kretanja i komunikacije na područjima koja su ugrožena ili zahvaćena požarom (Karta 25).



Izvor: Original

Karta 25. Indeks spiranja

Stupnjevi toplote prema nadmorskoj visini (koordinata V). Koordinata V zavisi od nadmorske visine terena. Najveću vrednost (18) imaju toplotne koordinate terena nadmorske visine do 99 m, a tereni preko 1800 metara nadmorske visine imaju vrednost 0 (Tabela 136).

Tabela 136. Stupnjevi toplote prema nadmorskoj visini (koordinata V)

Nadmorska visina (m)	KV (kod)	Nadmorska visina (m)	KV (kod)	Nadmorska visina (m)	KV (kod)
< 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	Iznad 1700	1

Izvor: Original

Toplotne koordinate ekspozicije i nagiba (koordinata E). Koordinata E dobijena je na osnovu kombinacija ekspozicije i nagiba, koje su grupisane u devet stupnjeva toplote. Prvu grupu čine kombinacije sa najmanjom godišnjom sumom

zračenja sunca i imaju oznaku 1. Grupe sa najvećom godišnjom sumom zračenja sunca imaju vrednosti toplotne koordinate 9. (Lujić, 1960) (Tabela 137 i Karta 26). Zajedno sa kartom stepena toplote (Koordinata E) daju toplotne uslove na svakoj izdvojenoj homogenoj celini (Tabela 138 i Karta 27).

Tabela 137. Toplotne koordinate ekspozicije i nagiba (Koordinata E)

Ekspozicija	Nagib (°)	Koordinata E (kod)	Ekspozicija	Nagib (°)	Koordinata E (kod)
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

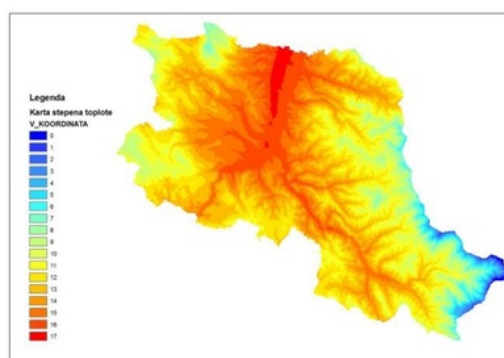
Izvor: [143].

Tabela 138. Stepeni toplote (V) i toplotne koordinate (E)

Stepeni toplote V	Površina (ha)	Procenat	Toplotna koordinata E	Površina (ha)	Procenat
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			

Stepeni toplote V	Površina (ha)	Procenat	Toplotna koordinata E	Površina (ha)	Procenat
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

Izvor: Original



Izvor: Original

Karta 26. Koordinata E

Karta 27. Koordinata V

5.7.4 Klimatske karakteristike

Klima ima uzajamno delovanje sa svim činiocima koji utiču na ugroženost šuma od požara. Pored toga što na isušivanje gorivog materijala utiču brojni parametri klime (temperatura vazduha, relativna vlažnost vazduha, padavine, vetar, oblačnost, sušni period i sl.) u proceni ugroženosti šuma od požara koriste se tri najznačajnija parametra: srednja godišnja temperatura vazduha, srednja godišnja količina padavina i srednja godišnja relativna vlažnost. Prilikom korišćenja ovih parametara potrebno je da u proceni uticaja klime na ugroženost šuma od požara ugraditi i trajanje sušnih perioda i njihov raspored u toku godine.

U Tabeli 139 dati su parametri koji se koriste o proceni uticaja klime na ugroženost šuma od požara.

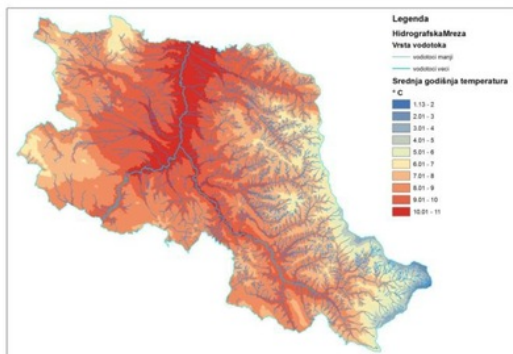
Na Karti 28 prikazana je srednja godišnja temperatura, a na Karti 29 srednja godišnja temperatura po bodovima.

Na Karti 30 prikazana se godišnje padavine, a na Karti 31 godišnje padavine po bodovima.

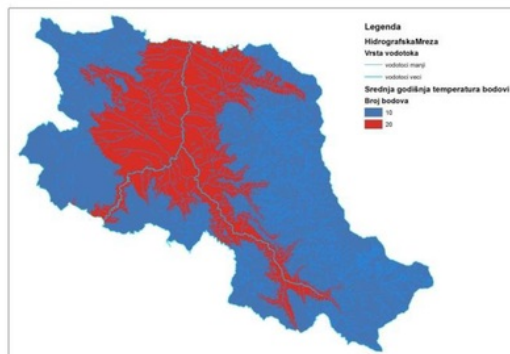
Tabela 139. Parametri uticaja elemenata klime na šumske požare

Klimatske karakteristike	Broj bodova		
Srednja godišnja temperatura vazduha			
Preko 12°C	30	0	0.00%
od 9.1-12.0 °C	20	18599.54	26.58%
do 9.0 °C	10	51370.93	73.42%
Ukupno		69970.47	100.00%
Srednja godišnja količina padavina			
do 800 mm	30	9719.594	13.89%
od 801-1200 mm	20	60250.88	86.11%
preko 1200 mm	10	0	0.00%
Ukupno		69970.47	100.00%
Srednja godišnja relativna vlažnost vazduha			
do 70%	30	0	0.00%
od 71-80%	20	69970.47	100.00%
preko 80%	10		0.00%
Ukupno		69970.47	100.00%

Izvor: Original



Karta 28. Srednja godišnja temperatura

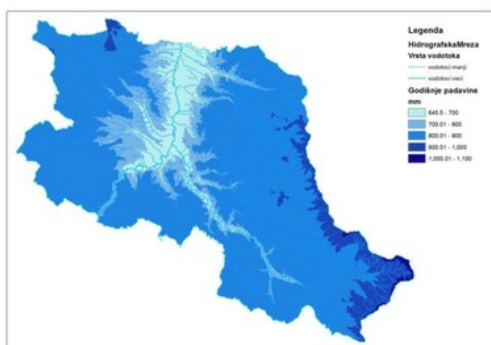


Karta 29. Srednja godišnja temperatura po bodovima

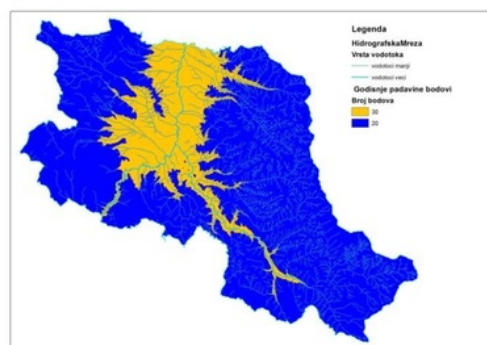
Izvor: Original

Sušni period i trajanje sušnog perioda je takođe važno u proceni stepena ugroženosti šuma od požara. Trajanje sušnog perioda izraženo u broju dana je jedan od najvažnijih elemenata koji određuju stepen opasnosti od nastanka požara. Da bi se sagledala prava opasnost i ugroženost šuma od požara izvršena je podela na četiri

tromesečja, shodno stepenu opasnosti jer taj stepen ugroženosti šuma nije isti u januaru i februaru, kao na primer u julu i avgustu kada je zbog visokih temperatura vazduha ta opasnost veća.



Karta 30. Godišnje padavine



Karta 31. Godišnje padavine po bodovima

Izvor: Original

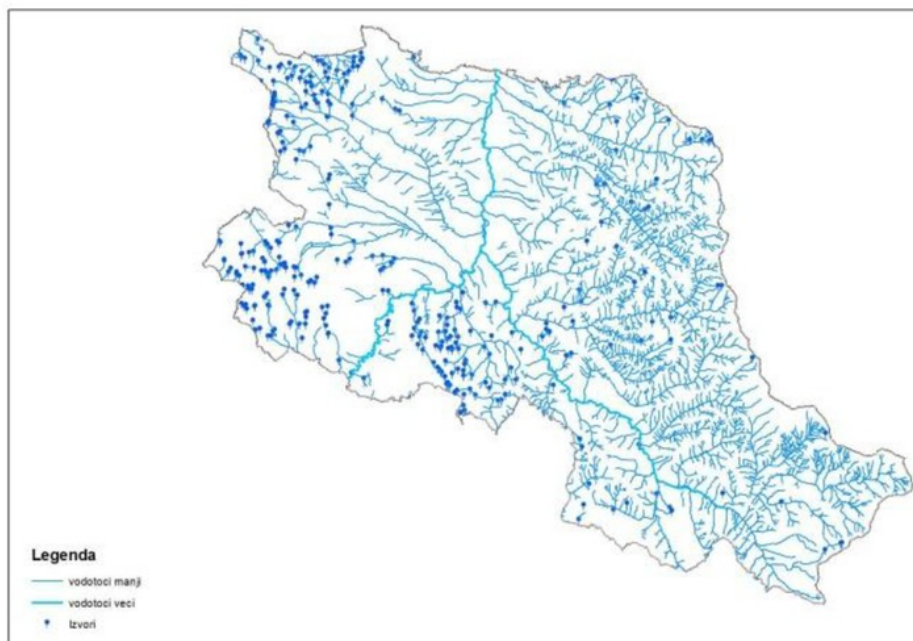
Takođe broj sušnih dana je važan za određivanje stepena ugroženosti šuma od požara opasnost je veća ako je sušni period duži, naročito u periodima kad je temperatura vazduha ekstremno visoka u julu, avgustu i septembru kada je opasnost i najveća. U Tabeli 140 data je klasifikacija i podela sušnog perioda po mesecima i broju dana i njen uticaj izražen u bodovima na stepen ugroženosti šuma od požara.

Tabela 140. Parametri sušnog perioda za određivanje stepena ugroženosti šuma od požara

Broj sušnih dana po mesecima	Broj bodova
PRVI PERIOD - januar, februar, mart	
do 10 dana	10
od 10 do 20 dana	20
više od 20 dana	30
DRUGI PERIOD - april, maj, jun	
do 10 dana	40
od 10 do 20 dana	50
više od 20 dana	60
TREĆI PERIOD - jul, avgust, septembar	
do 10 dana	70
od 10 do 20 dana	80
više od 20 dana	90
ČETVRTI PERIOD - oktobar, novembar, decembar	
do 10 dana	10
od 10 do 20 dana	20
preko 20 dana	30

Izvor: Original

Na Karti 32 prikazana je hidrografska mreža i izvorišta voda. Na Slici 4 prikazane su atributske tabele slojeva geodatabaze za hidrografsku mrežu i izvorišta vode.



Izvor: Original

Karta 32 . Hidrološka mreža i izvorišta voda

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					

Izvor: Original

Slika 4. Atributske tabele slojeva geodatabaze za hidrografsku mrežu i izvorišta vode

5.7.5 Geološke i pedološke karakteristike

Uticaj geološke građe zemljišta na nastanak šumskih požara i njen uticaj na uslove gašenja je veliki. Zemljišta nastaju od stena i to: magmatskih, metamorfnih i sedimentnih. U zavisnosti od podneblja, tektonskim oštećenjem stena i njihovog mineralnog sastava, sa vremenom se na površini stvara pedosfera sa zemljištima različitih sastava i debljina. Vegetacijski pokrivač, odnosno biljne zajednice koje se formiraju na površini, zavise od tipa i karakteristika zemljišta, klimatskih prilika i sl. Geološka građa zemljišta posredno uz ostale elemente utiče na formiranje i vrstu različitih vegetacija, njihove karakteristike i njihovu podložnost paljenju i gorenju.

To se pre svega odnosi na sledeće:

- geološki odnosi ili petrografski sastav stena i zemljišta utiču na tip vegetacijskog pokrivača, što ima veliki uticaj na nastanak i širenje požara;
- požar će pre nastati i brže se razvijati na suvim, bezvodnim terenima koji se sastoje od vodopropusnog tipa stena i zemljišta;
- brzo i uspešno gašenje može biti otežano zbog različitih geomorfoloških osobina terena;
- nakon požara se najčešće javljaju neželjeni procesi kao što su erozije, zagađenje voda koji su povezani sa vrstom i karakteristikama zemljišta.

Stepen zapaljivosti vegetacije na površini zemljišta, zavisi od suvoće i bezvodnosti terena koja je naročito izražena u najtoplijim mesecima. Naime voda od

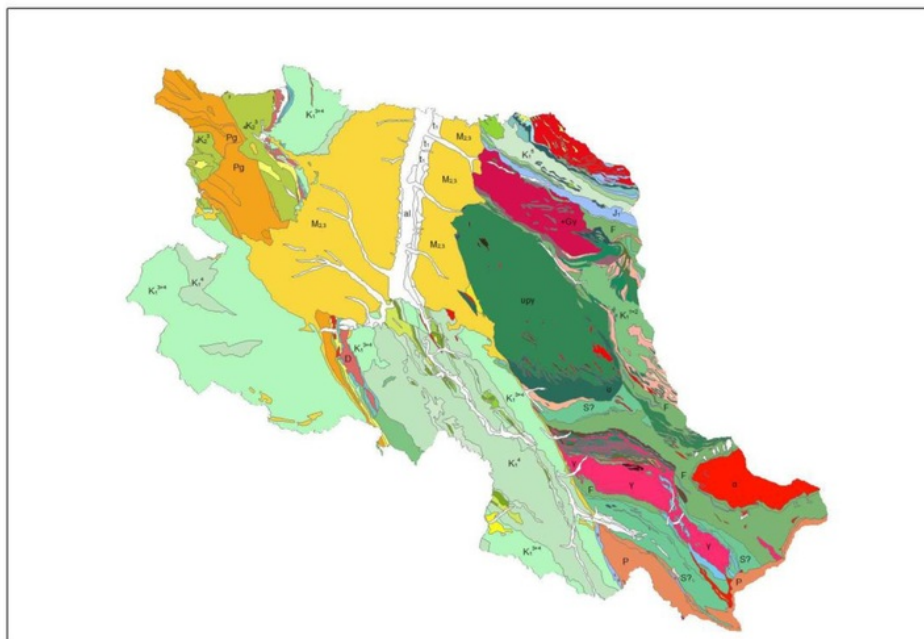
padavina, kada naide na propusne stene vrlo brzo se isfiltrira u podzemne slojeve dok površinski deo ostaje suv i bez vode, što povećava zapaljivost gorivog materijala i jako pogoduje nastanku požara. Na takvim terenima gašenje je otežano jer obično nema izvorišta vode koja se mogu koristiti za gašenje. Bolja situacija je na polupropusnim i nepropusnim petrografskim područjima, jer su sredine vlažnije, sa površinskim vodama i bujnom vegetacijom tako da je opasnost za nastanak požara manja, mada i na ovim terenima postoji opasnost od nastanka požara, naročito u letnjim mesecima. Na ovim terenima otežano je kretanje mehanizacije što može da otežava akcije gašenja.

Teren Knjaževca izgrađen je od metamorfnih, magmatskih i sedimentnih stena različitog sastava i geološke starosti. Na Slici 5 prikazane su Atributske tabele slojeva geodata baze za geološku kartu. Na Karti 33 prikazana je geološka podloga područja opštine Knjaževac. Na Slici 6 prikazana je legenda geološke karte područja opštine Knjaževac.

Simple feature class						Geometry Polygon		
Geoloska_karta						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						
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

Izvor: Original

Slika 5. Atributske tabele slojeva geodata baze za geološku kartu



Izvor: Original

Karta 33. Geološka karta

Legenda		
Geoloska_karta		
Spar Prokuvijum Niža rečna terasa Viša rečna terasa Apliti-graniti Amfibol- biotitski plagiograniti Zelene stene i zeleni škriljci Seritski škriljci Mermeri Amfiboliti i amfibolitski škriljci Dvotiskunski plagioklasni gnajsevi Amfiboliti i amfibolitski škriljci Biotit- amfibolitski i amfibol- biotitski gnajsevi Dvotiskunski gnajsevi Gnajs- graniti Peskovi, peskovito-šljunkovite gline, šljunkovi Šljunkovite stene Graniti Gabriodne stene Serpentinski paridoti Migmatiti Škriljevi graniti Peščari i agnoidisti; konglomerati (a); krečnjaci (b) Dijabazi Proksenski srednjazni gabrovi (a); proksenski eufotid gabrovi (b)	Mikrogabrovi Olivinski gabrovi Harsiti Gabro- porfiri Gabro- pegmatiti Peščari, alevriti, liti, krečnjaci Granodioritporfiri Paleoandeziti Granodioritporfiri Aldinca Kvarcporfiri Vulkanogeno- sedimentne tvorevine Paleobazalti Deluvijum "Formacija crvenih peščara": konglomerati (a); konglomerati, peščari i alevriti (b) Paleoandeziti Konglomerati, "šareni peščari (a); isukunoviti peščari (b) Konglomerati i peščari (lijas) Konglomerati, peščari i peskoviti krečnjaci (doger) Slojevit i bankoviti krečnjaci i dolomiti (okford i kimendž) Slojevit i bankoviti krečnjaci i dolomiti (trion) Slojevit i bankoviti krečnjaci; dolomiti (a) Slojevit i bankoviti krečnjaci i dolomiti (valend i otiv) Laporoviti krečnjaci i laporci (Novokoritska sinkinala), (barem i apt) Aluvijum	Krečnjaci, glinoviti krečnjaci, glinci (donji deo urgonske facije) Peščari, glinci, krečnjaci (gornji deo urgonske facije) Konglomerati, glaukonitski peščari, glinci (ab) Glinci sa konkrecijama sferosi dentita (a); vulkanogeno- sedimentne tvorevine (b); cementan Aglomerati hornblenda i hornblenda- proksenskih andezita Hornblenda- proksenski andeziti Krečnjaci Peščari, laporci, rožnaci, glinci Peščari i laporci; krečnjaci (a)- (konjak- kampani) Aglomerati augit- hornblenda i hornblenda andezita i latita Izvonski bigar Augit- hornblenda i hornblenda andezita i latita Hornblenda - biotitski andeziti Nefelinski bazaniti Konglomerati, peščari, peskovi; krečnjaci (a) Konglomerati, peščari, laporci, gline; krečnjaci (a) Proklastiti hornblenda andezita Produktivna serija, konglomerati (a); krečnjaci (b) Peščari i glinci sa cirenama (a); krečnjaci sa rudistima (b)- (mastriht) Latiti Gabra i ultramofiti

Slika 6. Legenda geološke karte

U Tabeli 141 prikazana je zastupljenost stenskih kompleksa na području opštine Knjaževac izražena u hektarima.

Tabela 141. Zastupljenost stenskih kompleksa na području opštine Knjaževac (ha)

Geološka jedinica	Površina (ha)	%
"Formacija crvenih peščara": konglomerati (a); konglomerati, peščari i alevroliti (b)	1719.00	2.46%
Aglomerati augit- hornblenda i hornblenda andezita i latita	350.92	0.50%
Aglomerati hornblenda i hornblenda- piroksenskih andezita	39.77	0.06%
Aluvijum	736.30	1.05%
Amfibol- biotitski plagiograniti	1028.04	1.47%
Amfiboliti i amfibolski škriljci	1006.87	1.44%
Aplit- graniti	4.65	0.01%
Augit- hornblenda i hornblenda andezita i latita	7.59	0.01%
Biotit- amfibolski i amfibol- biotitski gnajsevi	841.71	1.20%
Deluvijum	17.81	0.03%
Dijabazi	10.76	0.02%
Dvoliskunski gnajsevi	803.11	1.15%
Dvoliskunski plagioklasni gnajsevi	81.57	0.12%
Gabriodne stene	365.07	0.52%
Gabro- pegmatiti	152.27	0.22%
Gabro- porfiriti	72.76	0.10%
Glinci sa konkrecijama sferosi derita (a); vulkanogeno- sedimentne tvorevine (b)- cenoman	203.11	0.29%
Gnajs- graniti	2710.62	3.87%
Graniti	2540.16	3.63%
Granodiorit porfiriti	131.23	0.19%
Granodiorit - porfiriti Aldinca	118.22	0.17%
Harisiti	48.47	0.07%
Hornblenda - biotitski andeziti	1488.04	2.13%
Hornblenda- piroksenski andeziti	55.56	0.08%
Izvorski bigar	0.67	0.00%
Konglomerati i peščari (lijas)	624.91	0.89%
Konglomerati, "šareni peščari (a); liskunoviti peščari (b)	4.39	0.01%
Konglomerati, glaukonitski peščari, glinci (alb)	1113.00	1.59%
Konglomerati, peščari i peskoviti krečnjaci (doger)	171.43	0.24%
Konglomerati, peščari, laporci, gline; krečnjaci (a)	52.96	0.08%
Konglomerati, peščari, peskovi; krečnjaci (a)	6222.75	8.89%
Krečnjaci, glinoviti krečnjaci, glinci (donji deo urgonske facije)	12939.23	18.49%
Kvarcporfiri	28.30	0.04%
Laporoviti krečnjaci i laporci	163.30	0.23%
Latiti	34.77	0.05%
Mermeri	131.58	0.19%
Migmatiti	89.52	0.13%
Mikrogabrovi	1209.66	1.73%

Geološka jedinica	Površina (ha)	%
Niža rečna terasa	263.09	0.38%
Olivinski gabrovi	219.56	0.31%
Paleoandeziti	5.80	0.01%
Paleobazaliti	2.21	0.00%
Peščari i agrilošisti; konglomerati (a); krečnjaci (b)	3561.88	5.09%
Peščari i glinci	1571.68	2.25%
Peščari i laporci; krečnjaci (a)- (konijak- kampani)	104.01	0.15%
Peščari, alevroliti, liditi, krečnjaci	531.28	0.76%
Peščari, glinci, krečnjaci (gornji deo urgonske facije)	6556.07	9.37%
Peščari, laporci, rožnaci, glinci	126.27	0.18%
Peskovi, peskovito-šljunkovite gline; šljunkovi	18.87	0.03%
Piroklastiti hornblenda andezita	207.27	0.30%
Piroksenski srednježrni gabrovi (a); piroksenski eufotid gabrovi (b)	7695.29	11.00%
Produktivna serija; konglomerati (a); krečnjaci (b)	2234.76	3.19%
Proluvijum	1.98	0.00%
Sericitski škriljci	312.78	0.45%
Serpentisani paridotiti	32.82	0.05%
Sijenitske stene	37.45	0.05%
Sipar	185.85	0.27%
Škriljevi graniti	75.35	0.11%
Slojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomiti (oksford i kimeridž)	64.70	0.09%
Slojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomiti (titon)	211.04	0.30%
Slojeviti i bankoviti krečnjaci i dolomiti (valend i otriv)	2006.39	2.87%
Slojeviti i bankoviti krečnjaci; dolomiti (a)	181.68	0.26%
Viša rečna terasa	50.30	0.07%
Vulkanogeno- sedimentne tvorevine	198.98	0.28%
Zelene stene i zeleni škriljci	6193.03	8.85%
	69970.47	100.00%

Izvor: Original

Struktura pedološkog pokrivača odlikuje se složenošću i raznovrсношću čime je doprinela raznolikost i prostorna izdiferenciranost prirodnih pedogenских faktora (litološki sastav, reljef, klima, hidrološke prilike) i ukupna antropogena aktivnost u dužem vremenskom periodu. Kombinujući svoje uticaje na najrazličitije načine, ovi činioci su na teritoriji Knjaževca omogućili formiranje znatnog broja tipova zemljišta.

- **Kamenjari (Litosoli) – WRB: Nudi Lithic Leptosol.** Ova zemljišta se javljaju na različitim geološkim podlogama koje definišu podtipove (na kiselim stenama, na neutralnim i bazičnim stenama, na peridotitu i na krečnjaku i dolomitu). To su kamenjari sa veoma malo jako humozne zemlje koja se nalazi između kamenitih

blokova. Zatupljeni su na većim nadmorskim visinama, a naročito na krečnjacima. Mogućnost prirodnog razvoja šumske vegetacije na njima je onemogućena malom dubinom soluma i niskim kapacitetima zadržavanja pristupačne vode.

- **Sirozemi (Regosoli) – WRB: Haplic Regosol.** Sirozemi se formiraju na rastresitim supstratima. Mogu biti silikatni, silikatno karbonatni i peskovito-dolomitni. Ova zemljišta mogu da poseduju visoke kapacitete zadržavanja pristupačne vode. Fiziološka dubina za razvoj korenovog sistema nije ograničena kao kod litosola.
- **Koluvijalna zemljišta (Koluvijum) –WRB: Coluvic Regosol.** Koluvijalna zemljišta nastaju taloženjem erozivnog materijala u dnu padina zahvaćenim erozionim procesima. Njihova svojstva mogu biti veoma različita, a zavise od svojstava pretaloženog zemljišta. Dubokog su soluma, često su jako skeletna.
- **Krečnjačka crnica (Kalkomelanosol) – WRB: Molic Leptosol.** Krečnjačke crnice su plitka humozna zemljišta, niskih kapaciteta zadržavanja pristupačne vode. Mala dubina zemljišta i nizak kapacitet zadržavanja pristupačne vode limitiraju razvoj šumskog drveća, zbog čega su ova zemljišta uglavnom pod pašnjacima. Mogućnost razvoja šumskog drveća na crnicama uslovljena je pravcem pružanja pukotina u krečnjačkoj podlozi. Na dubokim, koluvijalnim crnicama mogu da postoje dobri uslovi za razvoj drveća.
- **Humusno silikatna zemljišta (Eutrični rankeri) –WRB: Molic Leptosol Eutric.** Eutrični rankeri se formiraju na bazama bogatim silikatnim supstratima. To su plitka, skeletna zemljišta, veoma retko su pod šumskom vegetacijom. Nepovoljne fizičke osobine, a pre svega niski vodni kapaciteti često onemogućavaju razvoj šumskog drveća.
- **Humusno silikatna zemljišta (Distrični rankeri) –WRB: Umbric Leptosol Dystric.** Na kiselim silikatnim stenama formiraju se distrični rankeri. Ova zemljišta su niskih proizvodnih sposobnosti, jer su plitkog soluma i skeletna. Kisele su reakcije nepovoljnih hemijskih svojstava sa niskim sdaržajem biljnih asimilativa. Uglavnom se javljaju na većim nadnorskim visinama. Sa stanovišta ugroženosti od požara eutrični i distrični rankeri spadaju u ugroženo, zbog vrste gorivog materijala koji se nalazi na njemu, klimatskih elemenata i reljefa. Na ovom tipu zemljišta nalazi se gorivi materijal koji je lakše zapaljiv i podložan širenju požara.

- **Smonica (Vertisol) – WRB: Vertisol.** Sa stanovišta ugroženosti od požara ovaj tip zemljišta spada u ugrožene od požara pre svega zbog manjeg zadržavanja vode u većem površinskom sloju i sastava ovog tipa zemljišta i razvoja gorivog materijala na njemu.
- **Eutrično smeđe zemljište (Eutrični kambisol).** Gajnjače su formirane na rastresitim supstratima (jezerski sedimenti, aluvijalni i eolski nanosi) i imaju regolitičan kontakt sa podlogom. Sa stanovišta ugroženosti od požara ovaj tip zemljišta spada u manje ugrožene jer je pre svega to poljoprivredno zemljište koje se često obrađuje i gorivi materijal na njemu je jednobrazan.
- **Distrično smeđe zemljište ili kiselo zemljište (Distrični kambisol).** Kao tip šumskog zemljišta, kiselo smeđe zemljište poseduje visoku ekološku vrednost. Karakteristično je za pojas bukovih šuma. Sa stanovišta ugroženosti od požara ovaj tip zemljišta spada u umereno ugrožene od požara u zavisnosti od podvrsta.
- **Smeđe zemljište na krečnjacima i dolomitima (Kalkokambisol).** Smeđe krečnjačko zemljište je karakteristično za planinske terene u čijoj građi dominiraju krečnjačke stene. Pretežno ima karakter šumskog zemljišta, a debljina se prosečno kreće od 30 do 50 cm. U zavisnosti od dubine i stepena erodiranosti može imati veoma različit proizvodni potencijal.
- **Nerazvijena hidromorfna zemljišta – Fluvisoli.** Ova zemljišta su formirana u priobalju reka, gde su izložena periodičnom plavljenju. Pedogenetski procesi su ometani periodičnim odnošenjem površinskih slojeva zemljišta, a takođe i taloženjem novih količina rečnog nanosa. Zbog toga fluvisoli imaju slojevitú građu profila. Fluvisoli su tipična staništa vrba i topola. Geološka podloga i tip zemljišta utiče na ugroženost šuma od požara. Sadržaj vlage u gorivom materijalu (iglice, lišće, granje) kao i vrsta zemljišta utiču na stanje vode i zadržavanje vode u prizemnim i unutrašnjim slojevima što utiče na gorivost i ugroženost gorivog materijala u šumi. U Tabeli 142 data je podela zemljišta u kategorije i stepen ugroženosti od požara.

Na Karti 34 prikazana je pedološka karta po bodovnom sistemu opštine Knjaževac.

Tabela 142. Podela vrste zemljišta i uticaj na stepen ugroženosti šuma od požara

Tip zemljište	Podtip	Broj bodova	Površina (ha)	%
---------------	--------	-------------	---------------	---

Tip zemljište	Podtip	Broj bodova	Površina (ha)	%
I – (A)-C ili (A)-R nerazvijena				
Kamenjar (Litosol)	Na kiselim stenama	80	4575.244	6.54
	Na neutralnim i bazičnim stenama	80		
	Na peridotitu	80		
	Na krečnjaku i dolomitu	80		
Sirozem na rastresitom supstratu (Regosol)	Silikatni	80	73.16204	0.10
	Silikatno-karbonatni	80		
	Peskovito-dolomitni	80		
Koluvijalna zemljišta (Koluvijum)	Distrično-silikatno	80	349.319	0.50
	Karbonatno	80		
	Sa fosilnim tlom	80		
II – A-C ili A-R (Humusno-akumulativna)				
Krečnjačko – dolomitna crnica (Kalkomelanosol)		60	4620.823	6.60
Humusno silikatno (Ranker)	Eutrično	80	3378.531	4.83
	Distično	60		
Smonica (Vertisol)	Karbonatna	60	4688.661	6.70
	Nekarbonatna	60		
	135 heđena	60		
III – A-(B)-C ili A-(B)-R (Kambična)				
Eutrično smeđe (Eutrični kambisol)	Na lesu i lesolikim 29 mentima	40	2561.856	3.66
	Na bazičnim i neutralnim eruptivnim stenama	40		
	Na peridotitu i serpentinitu	40		
	Na jezerskim sedimentima na aluvijalnom, koluvijalnom i eolskom nanosu	40		
	Na glincu	40		
	Na mafibolitskim škriljcima	40		
Distrično smeđe ili kiselo smeđe (Distrični kambisol)	Duboko	40	35956.36	51.39
	Vrlo duboko	20		
Smeđe na krečnjaku i dolomitu (Kalkokambisol)	Plitko i srednje duboko	60	5402.435	7.72
	113 Duboko	40		
IV – A-E-B-C ili A-E-B-R (Fluvijalna iluvijalna)				
Ilimerizovano ili lesivirano (Fluvisol)	Na krečnjaku	40	455.8803	0.65
	Na silikatnim stenama	40		

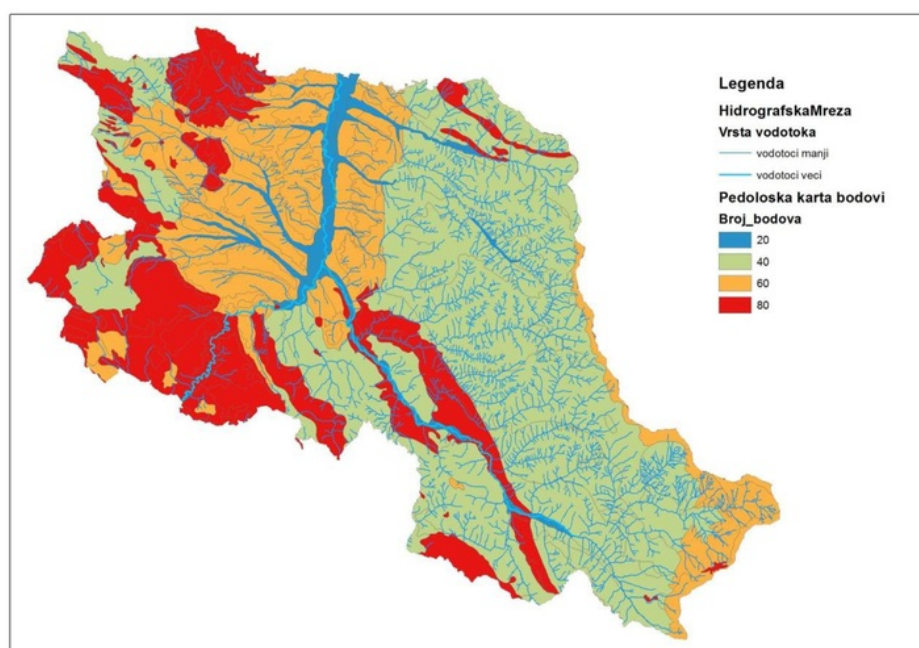
Izvor: Original

Na Slici 7 prikazane su atributske tabele slojeva Geodatabaze za pedološku kartu.

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	

Izvor: Original

Slika 7. Atributske tabele slojeva Geodatabaze za pedološku kartu



Izvor: Original

Karta 34. Pedološka karta po bodovima

5.7.6 Vegetacija i gorivi materijal

Vegetacija koju predstavlja zastupljena vrsta drveća i gorivi materijal u šumi iz koje proizilaze različiti tipovi gorivog materijala predstavlja osnovu na koju direktno ili indirektno deluju svi ostali faktori i čine da ona u različitom stepenu bude ugrožena od požara.

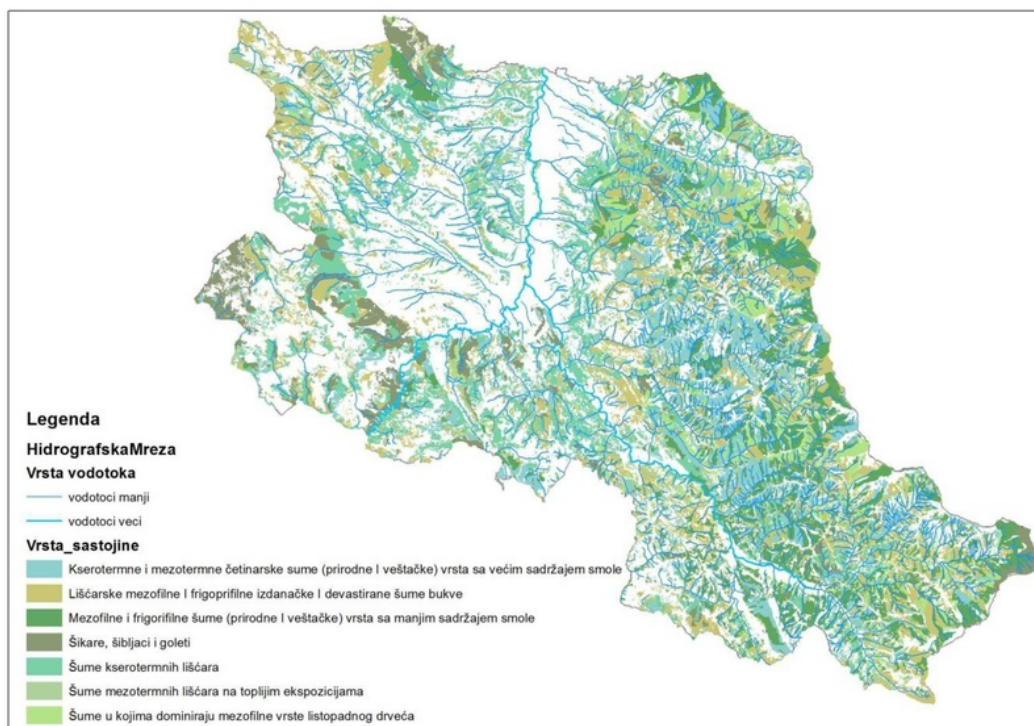
Šume se mogu različito klasifikovati (po vrsti drveća, po načinu uzgoja, po starosti, po nameni i sl.) ali se najčešće dele na: četinarske šume, listopadne i mešovite

šume. Takođe se uzimaju i posebne forme kao što je šikara, šibljak, makija, garig, degradirana šuma zbog njihove specifičnosti u pogledu osetljivosti na požar. Veštački podignuti zasadi (kulture) su u okviru dalje podele vegetacije, izdvojene kao posebna kategorija bez obzira na doba starosti jer starost utiče na ugroženost šuma od požara (sa povećanjem starosti stepen ugroženosti od požara se smanjuje kod prirodnih šuma), dok je kod kultura ta razlika u granicama zanemarljivosti. Dalja podela prirodnih četinarskih, mešovitih i listopadnih šuma izvršena je prema zahtevima za svetlošću i prema starosti, mada i druga svojstva pojedinih tipova šuma utiču na njihovu ugroženost od požara (sadržaj smole, tanina, eteričnih ulja, sklop šume, prizemna vegetacija). Glavni parametri vegetacije za određivanje stepena ugroženosti šuma od požara dati su u Tabeli 143. Na Karti 35 prikazana je karta sastojina.

Tabela 143. Parametri vegetacije koji određuju stepen ugroženosti šuma od požara

TIP ŠUME	Broj bodova	Površina (ha)	%
I kategorija			
Kserotermne i mezotermne četinarske šume (prirodne i veštačke) vrsta sa većim sadržajem smole	200	9415.52	13.46
Prirodne i veštački podignute šume crnog bora	200		
Prirodne i veštački podignute šume belog bora	200		
II kategorija			
IIa - Šume kserotermnih lišćara	180	15734.97	22.49
Šume medunca	180		
Šume crnog jasena	180		
Šume grabića	180		
Šume cera	180		
IIb - Šume mezotermnih lišćara na toplijim ekspozicijama	180	3790.10	5.42
Šume crnog graba	180		
Šume kitnjaka	180		
Šume dalešampijevog hrasta	180		
III kategorija			
Mezofilne i frigorofilne šume (prirodne i veštačke) vrsta sa manjim sadržajem smole	160	11666.98	16.67
Šume jele	160		
Šume smrče	160		
Šume omorike	160		
Šume molike	160		
Veštački podignute sastojine ariša	160		
Veštački podignute sastojine duglazije	160		
Veštački podignute sastojine borovca	160		
Veštački podignute sastojine Abies grandis	160		
Veštački podignute sastojine ostalih vrsta istih karakteristika	160		
IV kategorija			
IVa – Lišćarske i četinarske mezofilne i frigorofilne mešovite šume (prirodne i veštačke)	140	16011.33	22.88
Šume jele	140		
Šume smrče	140		
Šume bukve	140		
IVb – Mešovite šume mezofilnih i mezotermnih lišćara	140	7073.97	10.11
Šume običnog graba i kitnjaka	140		
134. kategorija			
Šume u kojima dominiraju mezofilne vrste listopadnog drveća	120		
Šume bukve	120		
Šume običnog graba	120		
Šume breze	120		
Šume jaseke	120		

Izvor: Original



Karta 35. Karta sastojina

Na Karti 36 prikazane su vegetacione celine, a na Karti 37 vegetacione celine po bodovima.

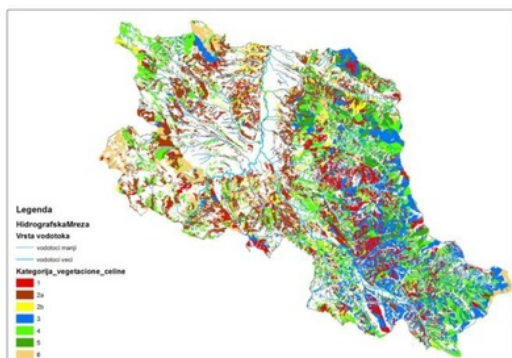
5.7.6.1 Stanje sastojina po stepenu degradiranosti

U degradirane sastojine ubrajaju se šume u kojima je degradacija sastojina i staništa izražena. U ovu grupu opasnosti od požara uključene su šikare i šibljaci kao i delimično šume kserotermnih lišćara i mezotermnih lišćara na toplijim ekspozicijama (Tabela 144).

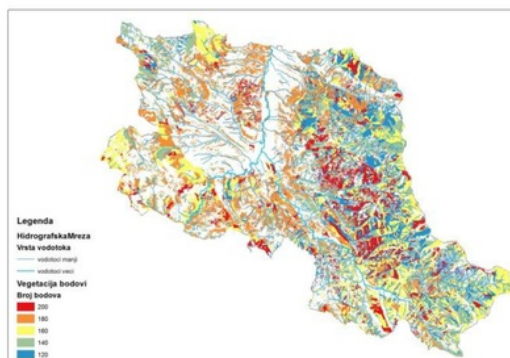
Tabela 144. Stanje sastojina po stepenu degradiranosti

Stanje sastojina po stepenu degradiranosti	Broj bodova	Površina (ha)	%
Degradirane sastojine	100	19525.07	27.90
Šikare i šibljaci	160	6277.61	8.97

Izvor: Original



Karta 36. Vegetacione celine



Karta 37. Vegetacione celine po bodovima

5.7.6.2 Starost stabala

Kod starosti Unosi se starost (u godinama) vrsta konstatovanih u homogenoj celini. Starost stabala usko je vezana za osnovne parametre strukture sastojine, uzgojnih potreba i produkcionih karakteristika šume. Starost se odnosi na celu homogenu celinu, kao prosečna vrednost za ceo skup stabala homogene celine (Tabela 145).

Tabela 145. Starost sastojina, broj bodova i površinska zastupljenost

Starost sastojina	Površina (ha)	%	Starost sastojina	Broj bodova	Površina (ha)	%
30	9415.52	13.46	Do 30 godina	80	9415.522	13.46
60	19525.06	27.90	Od 31 do 60 godina	60	19525.06	27.90
			Preko 60 godina	40	34752.28	49.66
90	16011.33	22.88				
100	7073.97	10.11				
110	11666.98	16.67				
Nekategorisano	6277.61	8.97			6277.613	8.97
	69970.47	100.00	Ukupno		69970.47	100.00

Izvor: Original

Stanje goleti po bodovnom sistemu prikazana je u Tabeli 146 i definiše stepen opasnosti od požara na otvorenom. Uglavnom predstavlja opasnost da se požar sa ovih površina prenese na okolne šume. Što se kasnije definiše preko stanja kontaktnih zona šuma/ne šuma.

Tabela 146. Stanje goleti po bodovnom sistemu

1	Stanje goleti	Broj bodova
II kategorija		

Goleti na toplijim ekspozicijama gusto obrasle prizemnom vegetacijom	180
III kategorija	
Goleti na osojnim stranama gusto obrasle prizemnom vegetacijom	140
Goleti na prisojnim stranama slabije obrasle prizemnom vegetacijom	
IV kategorija	1
Goleti gusto obrasle prizemnom vegetacijom u kojoj dominiraju <i>Vaccinium myrtillis</i> , <i>Vaccinium vitis-ideus</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i> , <i>Aristostaphylos uva-ursi</i> i slične višegodišnje biljke	120
V kategorija	
Goleti manje-više bez prizemne vegetacije	40
Goleti na kojima u prizemnoj vegetaciji dominiraju mahovine (naročito <i>Sphagnum sp.</i> i <i>Hylocomium sp.</i>) ili paprati <i>Equisetum sp.</i>	20
Zabarene manje površine bez obzira na stepen pokrovnosti i sastav vegetacije	10

Izvor: Original

5.7.7 Gorivi materijal

5.7.7.1 Mrtvo drvo i panjevi

Količina, stanje i struktura mrtvog drveta i panjeva, koje ostaje u šumi je značajna ekološka informacija koja indikuje stepen prirodosti sastojine, a ujedno je i važan osnov za kalkulaciju zaliha ugljenika u šumskom ekosistemu. Pojam „mrtvo drvo“ uključuje stabla ili njihove delove koji su fiziološki mrtvi. Razlikuju se tri kategorije: „ležeće“ drvo, suvo granje i panjevi, kao i deblji i tanji komadi drveta za koje su određeni specifični postupci merenja.

Razlikujemo četiri stepena razlaganja stabala, panjeva i granjevine (drvo je čvrsto i tvrdo, pokazuje znake truljenja, u velikom stepenu je u fazi truljenja i drvo je u fazi raspadanja). Ocenjuje se kod svih kategorija mrtvog drveta.

Zastupljenosti mrtvog drveta (bez obzira na fazu raspadanja) i broj bodova koji definiše opasnosti od nastanka i širenja požara podeljena je u četiri grupe (Tabela 147).

Tabela 147. Zastupljenost mrtvog drveta i broj bodova

Zastupljenost mrtvog drveta	Zastupljeno u m ³ /ha	Broj bodova
Značajno prisutno	>10.0	20
Zastupljeno	7.22	10
Malo zastupljeno	<3.0	5
Nije registrovano	0	0

Izvor: Original

5.7.7.2 Ivice šume na granici šuma / ne šuma

Šuma koja leži na granici između kategorija zemljišta šuma/ne šuma po pravilu ima drugu unutrašnju strukturu, ali sa druge strane predstavlja faktor koji omogućava širenje požara na šumske površine kao i prelazak niskog u visoki požar. Stepenasta ivica šume sa stvorenim plaštom od kruna (heterogen, dovoljno gust koji teče nepravilno) smatra se ekološki povoljno. Dužina, tip, oblik, gustina i sastav ivice šume određuje se za svaku homogenu celinu.

Tip ivice šume prema načinu, na koji kategorija „šuma“ prelazi u kategoriju „ne šuma“ ivica šume je razvrstana u 5 tipova (Tabela 148).

Tabela 148. Tip ivice šume

Tip ivice šume		
Ivica šume je proplanak, kultura, mladik ili patuljasti četinari na gornjoj granici šume i slično.		
Na ivici šume su stabla sa normalno razvijenim krunama (stabla nisu razgranata) bez sloja žbunja ili samo mestimično sa žbunjem.	2684.227	3.84%
Ivica šume je sastavljena od razgranatih stabala bez sloja žbunja ili sa mestimično zastupljenim žbunjem (delimičan plašt od kruna stabala)		
Ivica šume se sastoji od drveća i grmlja (strmi plašt sastojine)		
Ivica šume je stepenasta, ispred viših stabala nalazi se pojas nižih stabala i grmlja (stepenasti plašt sastojine).	67286.25	96.16%
	69970.47	100.00%

Izvor: Original

Oblik ivice šume. Ivica šume može biti različitog oblika (pravolinijski, nepravilan i jako nepravilan) (Tabela 149).

Tabela 149. Oblik ivice šume

Oblik ivice šume		
Ivica šume je pravolinijska	52759.14	75.40%
Ivica šume je nepravilnog oblika (talasast, zaokružen)	14527.12	20.76%
Ivica šume je jako nepravilnog oblika	2684.217	3.84%
	69970.47	100.00%

Izvor: Original

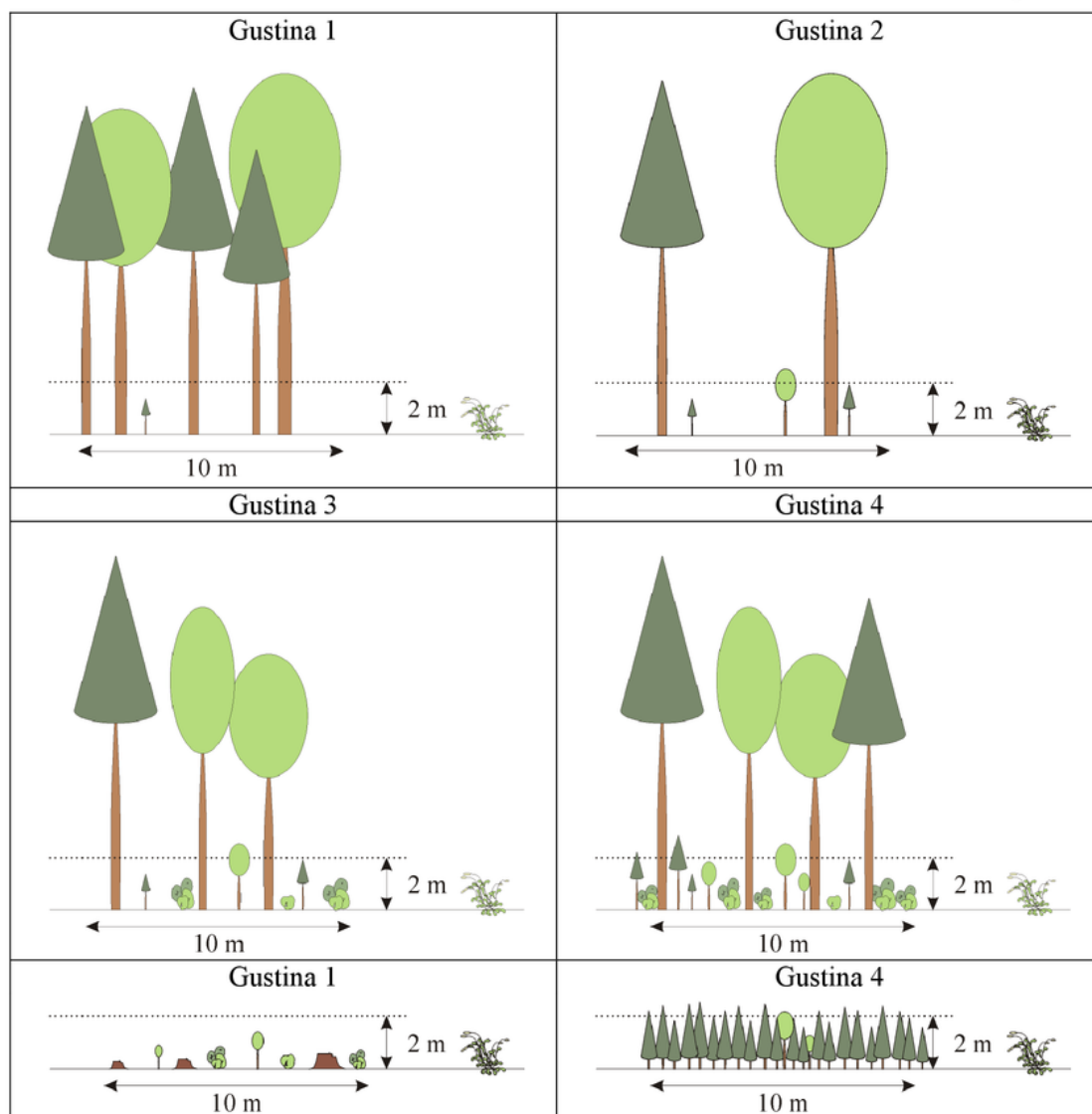
Gustina ivice šume određuje se do dubine od 10 m od ivice šume pogledom sa zemljišta, koje nije šuma u unutrašnjost sastojine. Ocenjuje se sa koliko je profil

sastojine do visine od 2 m procentualno pokriven grmljem i donjim granama stabala (Tabela 150 i Slika 8).

Tabela 150. Gustina ivice šume

Gustina ivice šume	Broj bodova		
Otvorena ivica šume, pokrivenost 0-25 %	10		
Retka ivica šume, pokrivenost 26-50 %	20		
Srednje gusta ivica šume, pokrivenost 51-75 %	30	69970.47	100.00%
Gusta ivica šume, pokrivenost 76-100 %	40		

Izvor: Original



Izvor: [144].

Slika 8. Tipovi gustine sastojina od značaja za izbijanje i širenje požara

Dubina ivice šume ocenjuje se ukupna dubina ivice šume, koja pokazuje drugačiju strukturu od unutrašnjosti sastojine. Izražava se na način prikazan u Tabeli 151.

Tabela 151. Dubina ivice šume

Dubina ivice šume	Broj bodova		
Ivica šume je uža od 10 m	10		
Ivica šume je šira od 10 m	20	69970.47	100.00%

Izvor: Original

Ocenjuje se prisutnost žbunja na ivici šume i njegova širina, (sporadična prisutnost žbunja sa pokrivenošću ispod 5% se ne uzima u obzir) (Tabela 152).

Tabela 152. Prisutnost žbunja na ivici šume

Prisutnost žbunja na ivici šume	Broj bodova		
Pojas žbunja ne postoji	0		
Pojas žbunja je uži od 10 m	5		
Pojas žbunja je širi od 10 m	10	69970.47	100.00%

Izvor: Original

Dejstvo ivice šume i bliskog zemljišta na sastojinu. Ocenjuje se svako moguće delovanje ne šumsko zemljište i aktivnosti koje se na njemu obavljaju, kako i delovanje same ivice šume, ¹³³ koje mogu imati pozitivan ili negativan uticaj na stanje, stabilnost i produkciju sastojine. Pozitivnim se smatra, na primer, zaštita od vetra, sklonište za divlje životinje, otežavanje ulaska domaćih životinja u šumu, zaštita biološkog diverziteta i slično. Dejstvo je negativno kada nema navedenih pozitivnih osobina, oštećivanja zemljišta i sastojine nastalih aktivnostima iz najbliže ne šumske sredine (kao na primer seča korena oranjem, parkiranje automobila ili poljoprivredne mehanizacije, sakupljanje pečuraka, deponije otpada, ispaša stoke i slično). Ocena se vrši kompleksno i svrstava u tri kategorije (Tabela 153).

Tabela 153. Dejstvo ivice šume i bliskog zemljišta na sastojinu

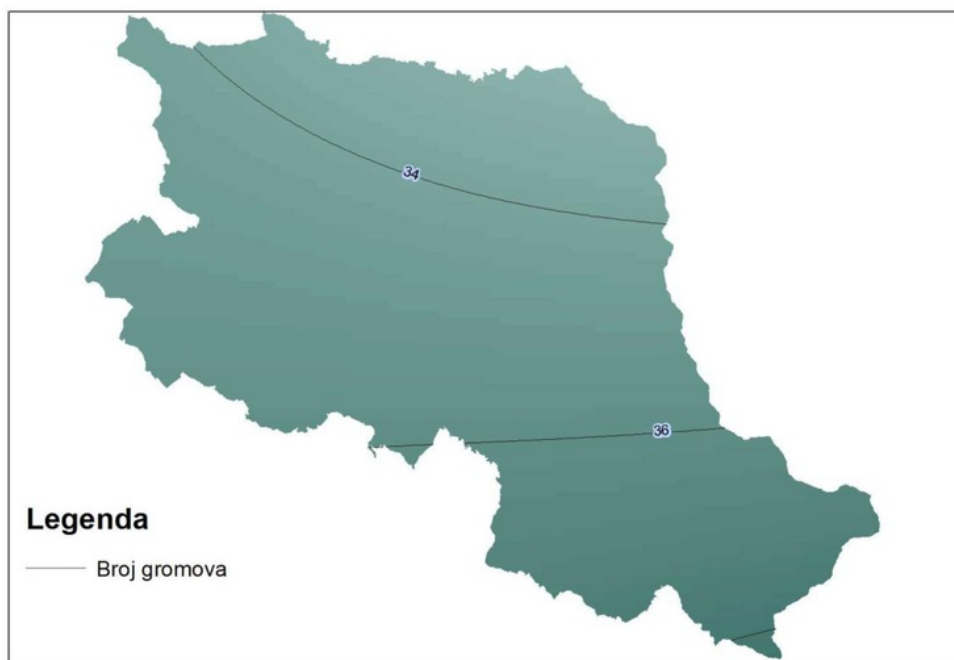
Kod	Dejstvo ivice šume i bliskog zemljišta na sastojinu		
1	Pozitivno dejstvo		
2	Negativno dejstvo	11026.98	15.77%
3	Veoma jako negativno dejstvo		

Izvor: Original

5.7.8 Isokeraunička karta

I ako na prirodne pojave koje mogu izazvati šumske požare otpada nešto oko 1% svih uzročnika požara u šumi, na ovu pojavu takođe treba obratiti pažnju. Postoje područja koja su pod dejstvom određenih prirodnih pojava da u određenim periodama mogu biti česti uzročnici nastanka šumskih požara. Kao najčešća prirodna pojava koja izaziva šumske požara je atmosfersko pražnjenje ili udar groma, kao i dejstvo sunčeve toplote kada naide na određeni fokus i dovede do paljenja najčešće suhu travu kao gorivi materijal. Sve veća pažnja posvećuje se i teoriji da mnogi šumski požari nastaju posredstvom "sunčevih vetrova" ali ova teorija još uvek nije naučno dokazana tako da neće biti razmatrana u ovoj metodologiji. Kao prirodna pojava koja izaziva šumske požare javlja se atmosfersko pražnjenje.

Na Karti 38 je prikazan prosečan broj gromova na području opštine Knjaževac, a u Tabeli 154 bodovi po stepenu ugroženosti i površina zastupljenih homogenih grupa.



Karta 38. Isokeraunička karta opštine Knjaževac

Tabela 154. Broj gromova i stepen opasnosti izražen u bodovima

1 Broj gromova	Opasnost	Broj bodova	Površina (ha)	%
Do 32	Nizak	0		
Od 33 do 36	Postoji	10	50849.38	73.24%

Iznad 36	Značajan	20	18578.42	26.76%
----------	----------	----	----------	--------

Izvor: Original

5.7.9 Karte primenjive opreme za gašenje šumskih požara

Karte primenjive opreme za gašenje šumskih požara treba da budu sastavni deo svih planova zaštite šuma od požara. Shodno tome da efikasnost u gašenju šumskih požara zavisi od izbora odgovarajuće opreme i sredstava za gašenje, ova oprema mora biti prikazana na svim operativnim kartama. Karta primenjive opreme za određeno područje treba u svakom trenutku da subjektima koji učestvuju u zaštiti šuma od požara prikaže koja oprema i sredstva za gašenje su primenjiva i efikasna na određenom području, tako da prilikom izbora opreme na mesto intervencije se dostavi oprema i sredstva za gašenje koja će imati najveću efikasnost.

Izbor opreme i sredstava za gašenje požara se vrši na osnovu:

- vrste vegetacije
- topografskih prilika
- uredenosti šumskog područja
- vrste i kvalitet puteva
- otvorenosti šumskog područja
- podloge i matičnog supstrata zemljišta
- klimatskih faktora
- mogućnošću snabdevanja vodom i raspoloživih izvorišta vode za gašenje
- uredenost izvorišta
- raspoloživog broja ljudi u najnepovoljnijem uslovu
- mogućnosti mobilizacije ljudi
- mogućnosti gašenja iz vazduha
- opreme koja se poseduje
- ekonomičnosti upotrebe opreme
- mogućnost smeštaja i distribucije opreme i sredstava za gašenje.

Karte primenjive opreme za gašenje šumskih požara treba da posluže i prilikom nabavke opreme i sredstava za gašenje određenog područja, jer na osnovu njih bira se najefikasnija i najprimenjivija oprema i sredstva za gašenje što omogućava i veću

efikasnost u gašenju. U kartama posebnim simbolima se označavaju područja na kojima je moguća primena određene opreme i sredstava za gašenje sa ucrtanom infrastrukturom, stanjem puteva, izvorišta vode i drugih elemenata potrebnih za efikasno gašenje požara. Za procenu optimalne opreme koja se može koristiti u gašenju šumskih požara izrađena je karta spiranja koja omogućava da se prostorno prikažu područja sa otežanim uslovima gašenja (Karta 25).

5.7.10 Antropogeni uticaji

5.7.10.1 Antropogeni faktor-rizik od čoveka

Skoro 98 % šumskih požara su posredno ili neposredno vezani za delatnost čoveka. Prisustvo čoveka u šumi kao pastira, turiste, sakupljača plodova, lovca povećava opasnost od požara u šumi. Naročita ugroženost proizilazi ako su njegove aktivnosti vezane sa paljenjem vatre: spaljivanje strništa, biljnih otpadaka i korišćenje vatre za bilo koju namenu u šumi. Zato rizik od čoveka kao stepen ugroženosti šuma od požara zauzima važno mesto.

U Tabeli 155 dati su neki pokazatelji uticaja čoveka na ugroženost šuma.

Tabela 155. Parametri uticaja čoveka na pojavu požara u šumi

1	Kategorija 1	Broj poena		
	Turističke i šume koje se koriste za rekreaciju, kao i šume koje se nalaze uz poljoprivredno zemljište i deponije smeća 1	60	4714.422	6.74%
	Kategorija 2			
	Šume kroz koje prolaze javne saobraćajnice, dalekovodi ili se u njima vrši ispaša 1	40	60826.42	86.93%
	Kategorija 3			
	Šume u kojima se vrši sakupljanje šumskih plodova, lov i ribolov kao i uzgojni radovi	20	4308.091	6.16%
	Nekategorisano	0	121.5427	0.17%
			69970.47	100.00%

Izvor: Original

Ukoliko se šuma prema riziku od čoveka može svrstati u više kategorija onda se uticaj ovih faktora na ugroženost šuma od požara izražava kroz ukupan broj poena.

5.7.10.2 Istorija požara i njen uticaj na ugroženost šuma od požara

Istorija požara, odnosno broj požara u određenom vremenskom intervalu na određenom području utiče na određivanje stepena ugroženosti šuma od požara. Naime sam broj požara na posmatranom području ukazuje koji deo prostora je podložniji nastanku požara i koja je veća ugroženost šuma od požara. Takođe gorivi materijal nije isti na područjima sa čestim nastancima požara jer se na tom mestu menjaju i vremenski uslovi koji utiču na stanje gorivog materijala koji je podložniji paljenju.

U Tabeli 156 date su neke karakteristike određivanja stepena ugroženosti od požara koje se odnose na učestalost požara na posmatranoj površini u vremenskom periodu od 10 godina.

Tabela 156. Parametri istorije požara koji utiču na stepen ugroženosti šuma od požara

Broj požara na području u periodu od 10 godina	Broj poena
5 i više	40
od 2 do 4	20
do 2	10

Izvor: Original

5.7.10.3 Otvorenost šumskog kompleksa

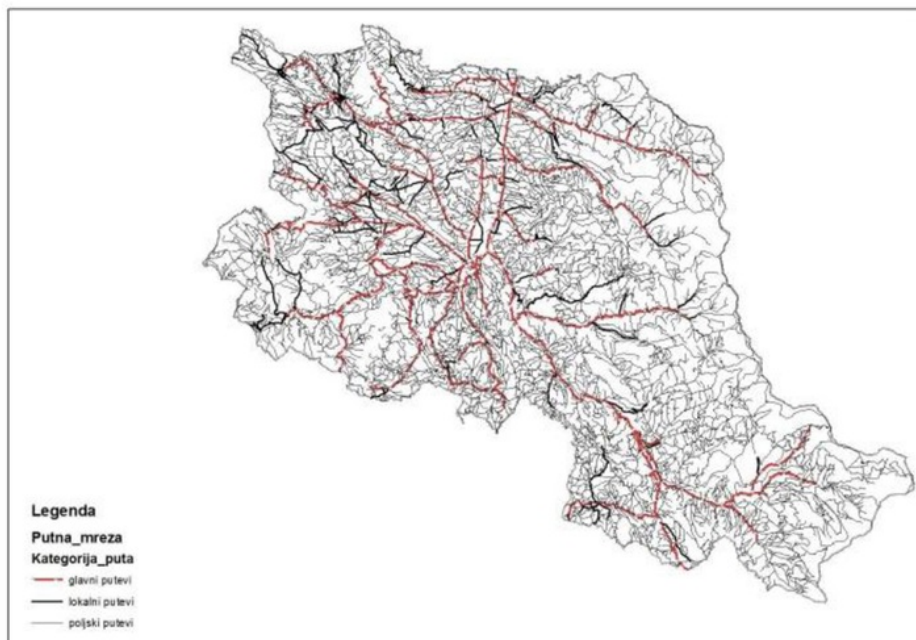
Otvorenost šumskog kompleksa putevima je osnov za uspešnu prevenciju izbijanja šumskog požara. Tu se ubraja i uredenost protivpožarnih proseka na kojima se vrši čišćenja i kresanje grana, kao i proređivanje i redukcija gorivog materijala. Otvorenost šumskog kompleksa je prikazan u Tabeli 157.

¹
Tabela 157. Otvorenost šumskog kompleksa

Otvorenost šumskog kompleksa	Broj poena		
Šumski kompleks je otvoren (većina površina je dostupna izgrađenom putnom mrežom, protivpožarne pruge se redovno održavaju)	5		
Šumski kompleks je delimično otvoren (veći delovi šumskog kompleksa su slabo dostupni, ili su dostupni šumskim putevima nepodobnim za vatrogasna vozila; protiv požarne pruge se slabo održavaju)	20	65203.48	93.19%
Šumski kompleks nije otvoren, protivpožarnih pruga nema	40	4766.989	6.81%
		69970.47	

Izvor: Original

Na Karti 39 prikazana je putna mreža opštine Knjaževac. Na Slici 9 prikazane su atributske tabele slojeva Geodatabaze za putnu mrežu



Karta 39. Putna mreža

Simple feature class					Geometry Polyline		
Putna_mreža					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	

Slika 9. Atributske tabele slojeva Geodatabaze za putnu mrežu

1 5.7.10.4 Stepen uredenosti prostora za turističke i izletničke aktivnosti

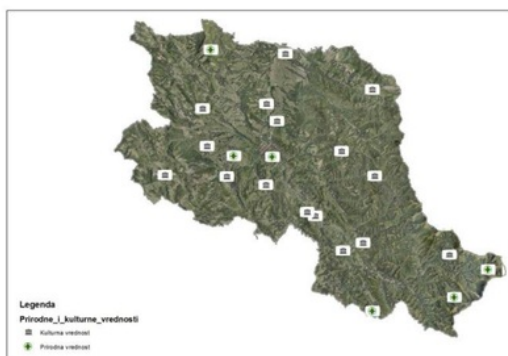
Zbog velikog broja ljudi, loženja i korišćenja raznih sredstava za paljenje vatre, izletišta predstavljaju posebnu opasnost i rizik od nastanka požara. Mali je broj uredenih izletišta koja mogu da zadovolje sve mere bezbednosti i smanje rizik od nastanka požara. Pod urednim izletištim podrazumevaju se ona koja imaju izgrađena i uredna mesta za loženje vatre, poseduju sredstva za gašenje i zaštitu od požara, organizovanu čuvarsku službu koja treba da nadgleda i usmerava aktivnosti na izletištim i upozorava na delatnosti koje mogu da izazovu požar (Tabela 158).

Tabela 158. Stepen uredenosti prostora i broj bodova

1 Stepen uredenosti	Broj bodova		
Šumski kompleks je ureden za turističke i izletničke aktivnosti (obeležena su i obezbeđena mesta za paljenje vatre, postavljena su burad sa peskom za gašenje manjih požara u inicijalnoj fazi razvoja, postavljeni su znaci za opasnost od šumskog požara)	5		
Šumski kompleks je delimično ureden za turističke i izletničke aktivnosti (postavljeni su znaci za opasnost od šumskog požara)	20		
Šumski kompleks je potpuno ne ureden za turističke i izletničke aktivnosti (nema obeleženih mesta za paljenje vatre niti znakova za opasnost od požara)	40	69970,47	100.00

Izvor: Original

Na Karti 40 prikazane su prirodne i kulturne vrednosti, a na Karti 41 zaštićena prirodna dobra (Parka prirode Stara planina). Na Slici 10 prikazane su atributske tabele slojeva Geodatabaze za prirodne i kulturne vrednosti.



Karta 40. Prirodne i kulturne vrednosti



Karta 41. Zaštićena prirodna dobra

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

Slika 10. Atributske tabele slojeva Geodatabase za prirodne i kulturne vrednosti

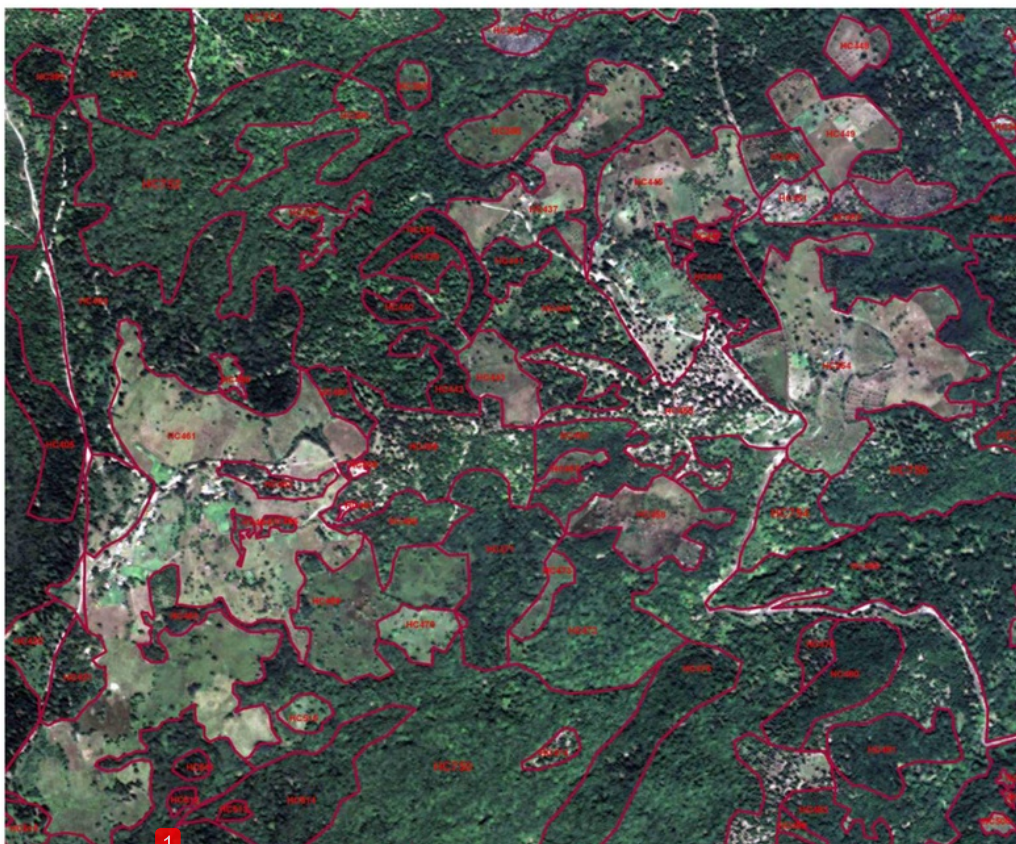
5.7.10.5 Ostale biotehničke mere zaštite

Od ostalih biotehničkih mera u zaštiti šuma od požara primenjuju se: sadnja mešovitih šuma, sa gorivim materijalom koji je manje ugrožen požarom, izrada protivpožarnih pruga i njihovo redovno održavanje, uređenje mesta za vodosnabdevanje i njihovo održavanje, izrada osmatračnica i organizacija sistema nadgledanja šuma, izrada sistema i implementacija sistema za procenu opasnosti od nastanka požara (Tabela 159). Na Slici 11 prikazano je izdvajanje homogenih celina metodom delinacije i kreiranje prostornih entiteta. Na Slici 12 prikazano je unošenje atributa homogenih celina prema kodnom priručniku.

1 Tabela 159. Stepen uredenosti i broj bodova

Stepen uredenosti	Broj bodova		
Šumski kompleks ima obezbedene biotehničke mere zaštite (zastupljenost mešovitih šuma, gorivi materijalom koji je manje ugrožen požarom, izradene protivpožarne pruge, uređenje mesta za vodosnabdevanje i njihovo održavanje, izradu osmatračnica i organizaciju sistema nadgledanja šuma, izradu sistema implementaciju sistema za procenu opasnosti od nastanka požara)	5		
Šumski kompleks nema obezbedene biotehničke mere zaštite	40	69970.47	100.00

Izvor: Original



1 Slika 11. Izdvajanje homogenih celina metodom delinacije i kreiranje prostornih entiteta

The screenshot shows the 'GeolPedokarakteristike' application window. It contains several dropdown menus for selecting soil profile attributes. The 'ID' field is set to 1. The 'Kamenitost' (Stoniness) menu is open, showing options: 'slabo kamenito (do 30% skeleta)', 'strednje kamenito (30-60% skeleta)', and 'jako kamenito (preko 60% skeleta)'. Other visible menus include 'Tip zemljišta' (Soil type), 'Skelet' (Skeleton), 'Maticni/Supstrat' (Matrix/Substrate), 'Dubina zemljišta' (Soil depth), 'Poreklo' (Origin), 'Pokriv' (Cover), and 'MitivP' (MitivP). The 'Ykoordinat' (Y-coordinate) is set to 49800 and 'Hprofi' (Profile height) is set to 890.

Slika 12. Unošenje atributa homogenih celina prema kodnom priručniku

5.7.11 Stepen ugroženosti šuma od požara

Na osnovu izloženih parametara za procenu ugroženosti šuma od požara vrši se za posmatrano područje sabiranje broja bodova svih parametara koji su zastupljeni i na osnovu broja bodova određuje se ugroženost šume od požara. U Tabeli 160 data je kategorizacija ugroženosti šuma od požara na osnovu broja bodova. Atributske tabele slojeva Geodatabase ugroženosti šuma od požara prikazana je na Slici 13.

Tabela 160. Kategorizacija ugroženosti šuma od požara

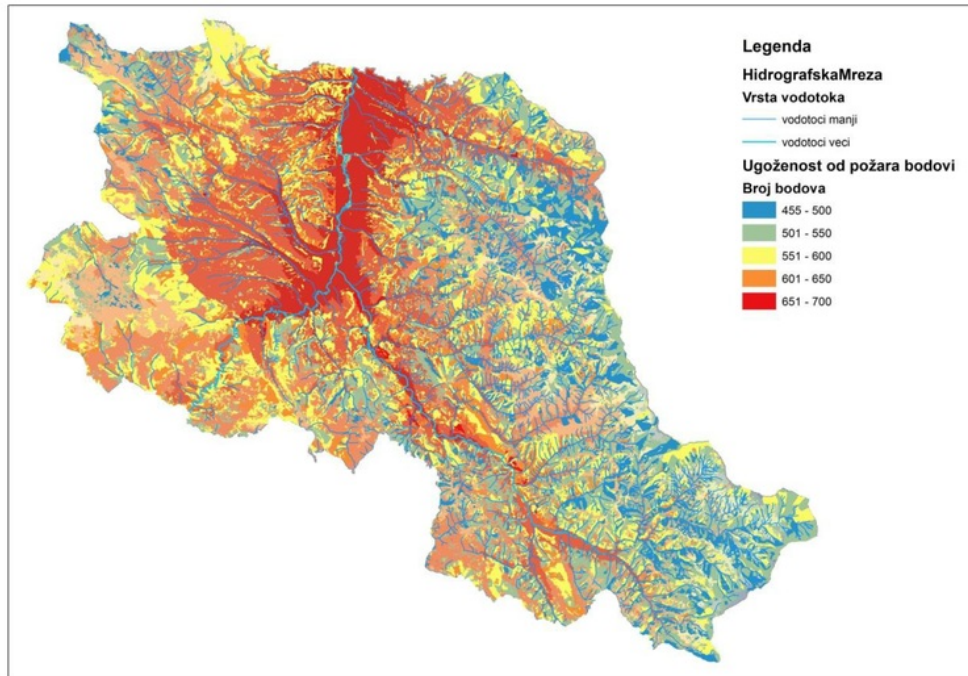
Stepen ugroženosti šuma od požara	Ukupan broj bodova	Boja	Površina (ha)	%
Prvi stepen-veoma velika ugroženost	631-705	crvena boja	587.8747	0.84%
Drugi stepen-velika ugroženost	556-630	narandžasta	23602.92	33.73%
Treći stepen-srednja ugroženost	481-555	žuta	38891.67	55.58%
Četvrti stepen-mala ugroženost	405-480	zelena	6888.004	9.84%
Peti stepen – nema ugroženosti		plava		
Ukupna površina			69970.47	100.00%

Izvor: Original

The screenshot shows the metadata for a 'Simple feature class' named 'Ugrozenost_od_požara'. It lists the following fields: 'OBJECTID' (Object ID), 'Shape' (Geometry), 'Stepen_ugrozenosti' (String), 'Kategorija_ugrozenosti' (String), 'Shape_Length' (Double), and 'Shape_Area' (Double). The 'Domain' column is empty. The 'Precision' and 'Scale' columns are also empty. The 'Length' column shows values of 10 for 'Stepen_ugrozenosti' and 25 for 'Kategorija_ugrozenosti'.

Slika 13. Atributske tabele slojeva Geodatabase ugroženosti šuma od požara

Na Karti 42 prikazana je ugroženost šuma od požara po kategorijama izraženih u bodovima pripadajućih homogenih celina.



Karta 42. Ugroženost od šumskih požara po kategorijama

5.7.12 Lociranje kamera i zone vidljivosti

Smanjenje šteta prouzrokovanih požarima na otvorenom prostoru odvijaju se kroz tri preduslova primenom automatskih sistema za osmatranje i prikupljanje podataka i to:

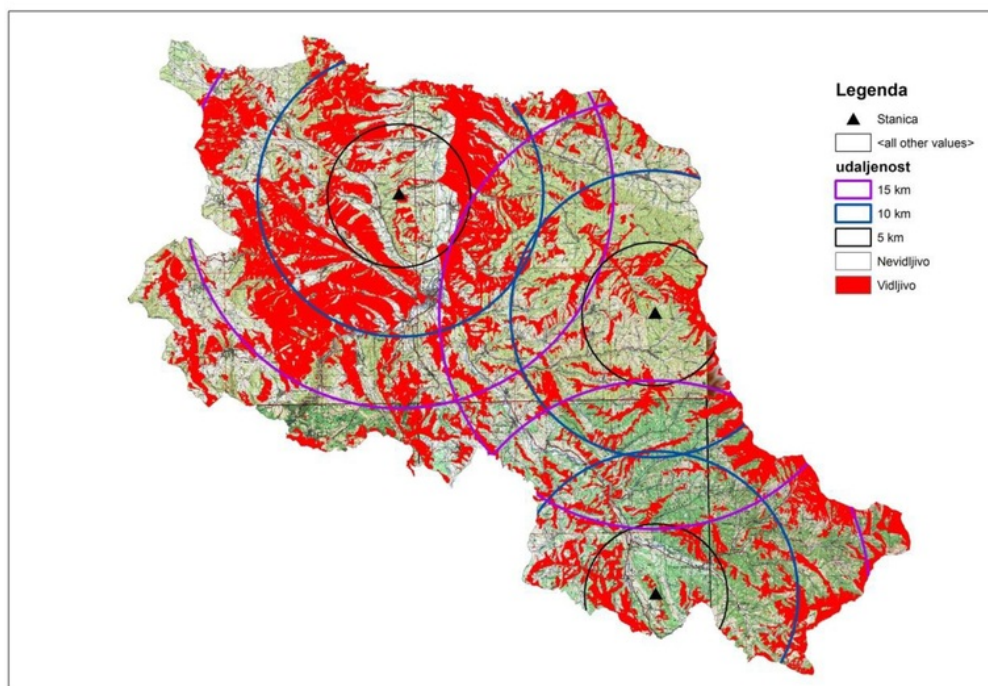
1. Rano uočavanje požara već u fazi nastanka
2. pravovremeno i brzo preduzimanje potrebnih radnji na gašenju požara, za šta su potrebne objektivne i relevantne informacije
3. Uočavanje i sankcionisanje namerno izazvanih požara

Tehnički napredniji postupak osmatranja otvorenog prostora je daljinsko upravljanje video kamerom, tako što osmatrač sedi u osmatračkom centru i istovremeno nadzire više kamera.

Sistem automatskom osmatranja ima za cilj preventivnu protivpožarnu aktivnost i aktivnost vezanu za gašenje požara i to u dva segmenta:

- preko preventivnih protivpožarnih aktivnosti koja se ogleda u 24-časovno osmatranje u vidljivom i bliskom infracrvenom spektru, vezano sa alarmnim ekspertskim sistemom za ranu detekciju požara na otvorenom prostoru na temelju prepoznavanja pojave dima i vatre uz mogućnost brzog prenošenja i čuvanja snimaka na centralnom uređaju
- aktivnosti na gašenju požara ogleda se u daljinskom video prisustvu uz upravljanje kamerom prilagođenom korisnicima kao podrška praćenju požara i rukovođenjem akcijom gašenja požara.

Ovakvi sistemi detekcije omogućuju brzo reagovanje i pravovremeno vršenje dojava šumskih požara, su pre svega ¹³² finansijski bolje jer su trškovi manji, daju bržu detekciju požara i brzu dojavu, bez obzira na doba dana i vremenske uslove, što omogućuje bržu organizaciju, brži izlazak jedinica na gašenje požara što povećava efikasnost gašenja. Ovaj način nadgledanja požara omogućava brže reagovanje u početnoj fazi požara, potrebu za manjim brojem ljudi i potrebom za manjom količinom opreme za gašenje. Povezivanje ovakvih integralnih sistema za detekciju šumskih požara sa indeksom opasnosti od nastanka šumskih požara i geografskim informacionim sistemima koji podržavaju oblast šumskih požara, otvaraju se velike mogućnosti i u preventivnoj i organizacionoj zaštiti šuma od požara. Na Karti 43 kao predlog autora prikazan je raspored lokacija za postavljanje kamera i zone vidljivosti po različitim stepenima udaljenosti.



Izvor: Original

Karta 43. Karta lociranih kamera i zone vidljivosti (predlog autora)

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA I ZAKLJUČCI

Razumevanje svetskih trendova razvoja požara zahteva primenjivanje globalnih modela koji su napredniji od sadašnjih. Mnoga istraživanja su pokazala negativan uticaj požara na prirodne ekosisteme i zbog toga je ¹³¹ neophodno uključiti konkretna proučavanja požara i njihov značaj. Šumski požari, čiji broj iz godine u godinu je u stalnom porastu, predstavlja pojavu koja nanosi velike materijalne i ekološke štete i negativno utiče na životnu sredinu. Veliki šumski požari i njihove posledice u prošlosti upozoravaju nas da dosadašnji sistemi zaštite šuma od požara nisu dali zadovoljavajuće rezultate i kao takav se mora modifikovati i unaprediti da bi borba sa šumskim požarima bila efikasnija. Rizik od šumskih požara se ne može izbeći ali se postavlja pitanje kako uticati na rizik i kako smanjiti njegove opasnosti i neželjeno dejstvo odnosno kako upravljati rizikom u zaštiti šuma od požara.

Dostignuti naučni stepen saznanja u ovoj oblasti ukazuje na potrebu sveobuhvatnog nacionalnog programa, odnosno nacionalne strategije u zaštiti šuma koji bi bio izraz osposobljenosti za prevenciju procesa, pojavu i događaje koji ugrožavaju prirodne ekosisteme. Strategija treba da utvrdi polazne osnove za reagovanje prilikom šumskih požara i prikaže celokupnu organizaciju različitih učesnika u sprovođenju specifičnih mera i zadataka u takvim situacijama. Ovakav vid strategije u našoj zemlji još uvek nema, stoga je upravljanje rizicima u zaštiti šuma od požara optimalan izbor preventivnog delovanja koji daje minimalni rizik i predstavlja problem kome treba posvetiti pažnju i na celovit način istražiti. Upravljanje rizikom u zaštiti šuma od požara treba tačno da definiše uzročnike nastanka požara, elemente koji utiču na razvoj požara, mere pripravnosti, preventivne mere da do požara ¹³⁰ ne dođe, organizaciju i način preduzimanja mera kada požar nastane, metode gašenja, vrstu i način upotrebe sredstava i opreme za gašenje, način informisanja i obaveštavanja, sanacija terena, troškovi sanacije opožarenih površina.

Sistem upravljanja rizikom projektovan je za rad u više režima: rad u stacionarnom režimu, režim pripravnosti, rad u režimu rizika i rad nakon rizika.

Preventivna zaštita šuma od požara odgovara stacionarnom režimu. Vrš se praćenje potencijalno opasnih elemenata koji utiču na nastanak šumskih požara: klasifikacija vegetacije i gorivog materijala, određivanja kategorije ugroženosti,

izgradnja i održavanje protivpožarnih pruga i proseka, primena biološko- tehničkih mera zaštite, izgradnja i uređenje puteva i prilaza za vozila, vodozahvata i izvora, uklanjanje mogućih uzročnika paljenja, uređenje izletišta i rekreativnih centara, izgradnja i uređenje osmatračnica, organizacija službe osmatranja i obaveštavanja, uređenje odgovarajućeg informacionog sistema, izrada planova zaštite šuma od požara i sl. U ovom režimu rada vrši se prognoza opasnosti od nastanka šumskih požara i primenjuje se na svim površinama pod šumom, bez obzira na vlasništvo.

Rad u režimu pripravnosti podrazumeva razradu i primenu detaljnih planova za prevenciju šumskog požara na osnovu programa preventivnog delovanja. Omogućava formiranje i opremanje organizacionih jedinica na svim nivoima, međusobnu povezanost i koordinirano delovanje. Pojačavaju se aktivnosti na praćenju potencijalno opasnih elemenata koji utiču na nastanak šumskih požara. Prognozira se opasnost od požara i preduzimaju mere za zaštitu potencijalno najugroženijih površina. Modeliranje požara se vrši za sve ugrožene površine pod šumama. U ovoj fazi ceo sistem se priprema za rad u uslovima nastanka šumskog požara.

Treći elemenat u upravljanju rizikom je **reagovanje kada šumski požar nastane**. Ovaj element odgovara radu u režimu rizika. Da bi ovaj deo sistema efikasno funkcionisao potrebno je definisati i uspostaviti odgovarajuću organizacionu strukturu, koja mora da definiše: načine osmatranja i uočavanja akcidentnih situacija, način brzog i pravovremenog obaveštavanja, tačnu šemu organizacije i organizacionih jedinica koje će učestvovati i reagovati na nastalu situaciju, vrstu i količinu opreme koja će se upotrebiti u odgovoru na nastalu situaciju, vrstu i količinu sredstava za gašenje i način logističke pomoći, način korišćenja podataka od značaja za nastali događaj i informisanje o nastalom događaju. Ova faza utiče na veličinu materijalne štete i gubitaka i od nje zavisi efikasnost celog sistema upravljanja rizikom.

Četvrti elemenat u upravljanju rizikom u zaštiti šuma od požara je **sanacija terena**, odnosno radnje i mere koje se preduzimaju posle gašenja šumskog požara. Ovaj element odgovara post rizičnom režimu kada oštećeni sistem mora da se vrati u funkciju. Dužina trajanja ovih aktivnosti zavisi od stepena oštećenja sistema i mogućnosti sanacije.

Sadašnji sistem upravljanja rizikom u zaštiti šuma od požara ne daje efikasne rezultate što se ogleda u velikom broju nastalih požara, velikom opožarenom

površinom, velikim materijalnim i ekološkim štetama. Poboljšanje ovog sistema treba da omogući bolju i efikasniju zaštitu šuma od požara.

Praktični cilj ima zadatak:

- da klasifikuje gorivi materijal u šumi i analizira zapaljivost
- analizira elemente i uslove za nastanak šumskih požara
- odredi mogućnost nastanka požara
- sagleda sve rizike koji utiču na nastanak i razvoj šumskih požara
- formira fundamentalne bazne podatke o šumskom gorivom materijalu i izradi odgovarajući sveobuhvatni sistem procene opasnosti od šumskih požara
- da predloži biološko – tehničke mere zaštite za određeno područje u cilju povećanja otpornosti šuma na požar
- da predloži načine izrade planova zaštite šuma od požara i karata primenjive opreme za gašenje požara
- da uradi najefikasniju šemu načina osmatranja i obaveštavanja o nastalim požarima

Analiza šumskih požara u Evropi

U cilju analize karakteristika šumskih požara, teritorija Evrope je podeljena na sledeće teritorijalne celine:

7. Zemlje Mediterana (Portugalija, Španija, Francuska, Italija i Grčka)
8. Zemlje Balkana (Makedonija, Albanija, Crna Gora, Hrvatska, Bugarska, Bosna i Hercegovina i Slovenija)
9. Zemlje centralne Evrope (Rumunija, Mađarska, Austrija, Slovačka, Češka, Poljska)
10. Zemlje zapadne Evrope (Nemačka, Danska, Holandija, Velika Britanija, Irska, Švajcarska)
11. Zemlje severne Evrope (Norveška, Švedska, Finska, Litvanija, Letonija i Estonija)
12. Zemlje istočne Evrope (Ruska federacija, Ukrajina i Belorusija)

U zoni Mediterana, na celom području (Portugalija, Španija, Francuska, Italija i Grčka) zabeleženo je ukupno 1.723.618 požara. U Portugaliji je od ovog broja zastupljeno 37.9%, u Španiji 30.8%, u Italiji 18.6%, u Francuskoj 9.6% i Grčkoj 3.0%.

Ukupna opožarena površina na celom području iznosi 15.611.385 hektara. U Portugaliji je od ove površine zastupljeno 24.1%, u Španiji 36.3%, u Italiji 23.8%, u Grčkoj 10.3% i u Francuskoj 5.6%.

Mediterran se u klimatskim studijama smatra „vrućom tačkom“ [27] ne samo zbog evidentnih promena već i zbog uzročne povezanosti između toplije i suve klime sa povećanjem rizika od intenzivnih ekstremnih vrućina, kao i povećanjem rizika od požara na otvorenom.

Blage zime sa kišom umesto snega utiču na povećano isušivanje finog gorivog materijala, koji posle toplih i suvih leta povećava rizik od požara, što mediteranski region čini područje sklono velikom broju požara.

To je razlog što je najveći broj požara i izgorele površine u Evropi na području južne Evrope, odnosno u Portugaliji, Španiji, Francuskoj, Italiji i Grčkoj.

Demografske promene u zemljama Mediterana su još jedan od faktora koji je uticao na povećanje opasnosti od požara poslednjih decenija. Tako na primer u Grčkoj, Posledica ovih promena je 300.000-500.000 hektara izgorelih šuma i šumskog zemljišta.

Na području Balkana zabeleženo je ukupno 106.175 požara. U Makedoniji od ovog broja zastupljeno 14.5%, u Albaniji 23.1%, U Crnoj Gori 3.9%, u Hrvatskoj 29.6%, u Bugarskoj 19.4%, u Bosni i Hercegovini 27.2% i u Sloveniji 1.2%.

Za sve analizirane države godine sa najvećom izgorelom površinom u hektarima su 2007, 2000, 2012, 2011. i 2003. U ovom periodu izgorelo je 63.8% od ukupno izgorele površine. Kada se ima u vidu da su nedostupni podaci o požarima u pojedinim godinama i državama ta površina bi bila znatno viša, ali i ova analiza ukazuje na obim šteta od šumskih požara koji se u pojedinim godinama mogu okarakterisati kao prirodna katastrofa.

Istraživanje uslova nastanka šumskih požara na području Srednje Evrope išla su u različitim pravcima, ali dominantne su klimatske promene i njihova veza sa čitavim nizom negativnih posledica na prirodne ekosisteme.

Očekuje se da pojava ekstremnih vremenskih događaja vezana za klimatske promene bude učestalija i samim tim broj požara i štete veće.

Broj šumskih požara najveći je u Nemačkoj dok je najmanji u Danskoj – bez požara. Najveća opožarena površina je u Veliko Britaniji, a najmanja u Danskoj – bez požara, i Holandiji.

U Nemačkoj je do pre nekoliko godina spaljivanje biljnih ostataka u šumi je bilo dozvoljeno, što je imalo za posledicu širenje požara na šume. Na osnovu analize spaljenih površina konstatovano je da je biodiverzitet stabilan ili se povećava nakon propisanih spaljenih intervencija. Kontrolisano spaljivanje takode ostvaruju većinu svojih direktnih ciljeva regeneracije ili održavanja otvorenih predela u turističke svrhe uz razumne troškove.

Požari na području Holandije nastaju uglavnom usled vojnih aktivnosti, zbog čega su one ograničene isključivo na zimski period posle dozvole lokalnih vlasti i vatrogasnih službi.

Požari na području Velike Britanije nastaju kao rezultat paljenja pašnjaka za ispašu stoke, ovaca i divljači. Još uvek je raširena praksa spaljivanja grana i pripreme zemljišta za pošumljavanje ili prirodnu regeneraciju.

Broj šumskih požara najveći je u Švedskoj dok je najmanji u Estoniji. Najveća opožarena površina je u Švedskoj, a najmanja u Litvaniji.

U Švedskoj početkom 1800. godine počinje korišćenje zemljišta gde dominira industrijsko šumarstvo. Razvijena je mreža puteva za izvoz drvne građe i stvoreni su efikasni sistemi za blagovremeno suzbijanje požara. U gazdovanju šumama u prošlosti dominiralo je spaljivanje biljnih ostataka posle seče, a vraćanje na prethodnu površinu je bilo oko 58 godina, odnosno godišnje je spaljivano oko 1.7% ukupne šumske površine. Prestankom korišćenja ove prakse uzrokovalo je nestanak pa i izumiranje mnogih vrsta čiji je životni ciklus bio vezan za vatru (uglavnom bezkičmenjaka). Još jedan efekat je konstatovan kao negativan, a to je odsustvo sukcesije vegetacije posle požara i javljanjem vrsta kao što su breza, trepetljika i vrbe tako da su danas ove vrste postale retkost.

U Finskoj propisano paljenje površina predloženo je u raznim uputstvima i programima za zaštitu šuma, sertifikaciji šuma gde je navedeno da će usred klimatskih promena doći do povećanja rizika od šumskih požara u budućnosti. Istražuje se mogućnost sprečavanja, prevencije i smanjenje rizika od šumskih požara ali uvođenje kontrolisanog paljenja zbog povećanja biodiverziteta.

U Litvaniji tokom požarne sezone primenjuju se kontrolne mere šuma posebno na tresetnim zemljištima. Šume na ovakvim zemljištima su posebno osetljive jer mogu dovesti do velikih i dugotrajnih šumskih požara.

U Zapadnoj Rusiji mnoge površine pod tresetom su bile iscrpljene šezdesetih godina HH veka za poljoprivredu i proizvodnju bioenergije. Mnoge od ovih prethodno kultivisanih zemljišta su napuštene ali nisu vrećene u izvorni karakter močvara. Napuštena tresetišta omogućila su oporavak borovih šuma (u procesu sukcesije vegetacije). Na ovaj način su stvorena nova požarna žarišta. Ovaj problem je naročito značajan jer ugljen-dioksid koji se tom prilikom oslobađa ostaje u atmosferu i predstavljaće najveći problem u povećanju ugljen-dioksida u atmosferi i izazvaće još drastičnije klimatske promene na globalnom nivou. Čvrste čestice koje sadrže ugljenik, proizvod nepotpunog sagorevanja biomase i fosilnih goriva, transportuju se na Antartik preko dima i ostaju u atmosferi oko nedelju dana. Tokom ovog vremena mogu znatno da poremete lokalne klimatske uslove.

Što se tiče požara u Ukrajni najveći problem su požari koji su zahvatili područja koja su pretrpela radioaktivna zagađenja od nuklearne katastrofe u Černobilu. Čvrste čestice nastale tokom požara na otvorenom pored zagađenja transportuju i radioaktivne čestice (cezijum 137) na šire prostore preko Belorusije do Finske.

Analiza šumskih požara u Srbiji

U šumama ¹²⁹ na teritoriji Republike Srbije u periodu od 1956 do 2015. godine zabeleženo je ukupno 6043 požara i 96239 ha opožarene površine. Ukupna opožarena površina za period 1985-2015 iznosi 86753 hektara. Prizemni požar bio je zastupljen na 67542 hektara dok je visoki bio prisutan na 19247 hektara. Opožarena površina državnih šuma učestvuju sa 56%. Najveća opožarena površina zabeležena je u bukovim sastojinama i to u zajednici *Fagetum moesiaceae montanum* 40.64%. Velika opožarena površina zabeležena je i ²⁹ u šumi sladuna i cera (*Quercetum farnetto-cerris*) 29.35% od ukupno izgorele površine.

Klimatske karakteristike i njihov uticaj na nastanak šumskih požara

Najvažniji klimatski faktori koji utiču na stepen ugroženosti šuma od požara su: temperatura vazduha, padavine, relativna vlažnost vazduha, oblačnost i vetar, kao i dugi sušni periodi. Svi elementi koji pogoduju nastanku i širenju šumskih požara javljaju se u određenim sinoptičkim situacijama, a najopasnije su one koje nastaju zbog sušnih perioda uz visoke temperature i nisku vlažnost vazduha. Analiza i prognoza takvih situacija i odgovarajućih lokalnih vremenskih prilika osnova je za pravovremeno upozorenje o mogućnosti nastanka i širenja šumskih požara.

Vrednost srednje godišnje temperature vazduha ⁴⁹ nižim predelima pokazuje visok stepen ujednačenosti (9.4 do 11.9⁰C). Međutim, sa porastom nadmorske visine srednja godišnja temperatura ^{se} snižava, tako da na Kopaoniku (1710 m.n.m) iznosi samo 3.9⁰C.

Uočava se da prosečne temperature vazduha za određena područja mogu da se razlikuju i za više od 5 °C, što može biti od velikog uticaja prilikom procena opasnosti od nastanka šumskih požara ili prilikom preduzimanja preventivnih mera u zaštiti šuma od požara. Zastupljenost zona sa temperaturama vazduha i brojem bodova kojima se utvrđuje rizik od požara ukazuje da je do 9 °C broj požara od ukupnog broja u analiziranom periodu 31.4%, dok je opožarena površina 58.1%. Ova zona je u bodovnom sistemu obeležena sa 10 bodova. Temperature u rasponu od 9 °C do 12 °C ukazuju da je broj požara u analiziranom periodu 66.2%, a opožarena površina 41.5%. Ova zona je u bodovnom sistemu obeležena sa 20 bodova. Za temperature koje idu preko 12 °C broj požara u analiziranom periodu je 2.2%, opožarena površina 0.4%. Ova zona je obeležena sa 30 bodova.

Praćenje temperature vazduha za određena područja pomaže prilikom određivanja perioda požarne opasnosti i ugroženosti šuma od požara i početak pripreme za požarnu sezonu.

² Od svih pokazatelja vlažnosti vazduha najveći praktični značaj ima ² relativna vlažnost vazduha, koja karakteriše stepen zasićenja vazduha vodenom parom. Iako se u godišnjem toku vrednosti relativne vlažnosti vazduha veoma malo kolebaju, one zavise od topografskih prilika, količine vodene pare u vazduhu, temperature vazduha, vetra, oblačnosti, visine i čestine padavina i dr.

² Na osnovu prikazanih rezultata može se zapaziti da ³⁵ se maksimalne vrednosti relativne vlažnosti vazduha javljaju u decembru i januaru (88.7% na Crnom Vrh).

Minimalna vrednost relativne vlažnost vazduha od 62.8% javlja se u julu (Vranje). Relativna vlažnost vazduha do 70% ukazuje da je broj požara od ukupnog broja u analiziranom periodu 1.5%, dok je opožarena površina 0.1%. Ova zona je u bodovnom sistemu obeležena sa 30 bodova. Relativna vlažnost vazduha od 71 do 79% ukazuje da je broj požara od ukupnog broja u analiziranom periodu 98.5%, opožarena površina 99,9%. Ova zona je obeležena sa 20 bodova.

Regionalna raspodela padavina u Srbiji je veoma nepravilna, prvenstveno usled složenog uticaja čestine prolaska ciklona, stepena kontinentalnosti i karaktera reljefa (nadmorske visine, ekspozicije, morfolškog sklopa).

Za procenu stepena opasnosti od šumskih požara potrebno je pratiti hidrološki ciklus u atmosferi u koji se ubrajaju: kiša, njeno oticanje, isparavanje, kondenzacija i nova kiša.

Padavine svojim viškom ili nedostatkom direktno utiču na stanje gorivog materijala u šumi, u delu viška ili manjka vlage u gorivom materijalu, što znatno povećava ili smanjuje zapaljivost i mogućnost širenja požara. Zastupljenost zona sa godišnjim sumama padavina i brojem bodova kojima se utvrđuje rizik od požara ukazuje da je do 800 ml broj požara od ukupnog broja u analiziranom periodu 74.3%, dok je opožarena površina 51.9%. Ova zona je u bodovnom sistemu obeležena sa 30 bodova. Godišnja suma padavina u rasponu od 800 do 1200 ml ukazuje da je broj požara u analiziranom periodu 25.7%, dok je opožarena površina 48.1 %. Ova zona je u bodovnom sistemu obeležena sa 20 bodova.

Duži sušni period utiče na količinu vlage u većini vrsta šumskog gorivog materijala, pa on znatno postaje osetljiv na pojavu šumskih požara. S druge strane duži kišni period povećava količinu vlage u gorivom materijalu, što bitno utiče na osetljivost gorivog materijala na požar, odnosno smanjuje opasnost od nastanka požara.

Prosečna³ godišnja suma padavina u Srbiji za period 2005-2015. godine iznosi 677.7 mm

Područje jugozapadne Srbije, usled karakteristika reljefa, obronaka visokih planinskih masiva i uticaja mediteranske klime, ima mediteranski režim padavina sa maksimumom u novembru, decembru i januaru, a minimumom u avgustu mesecu.

Oblačnost nije ista za sva područja, neka područja imaju veću oblačnost što smanjuje opasnost od nastanka šumskih požara kao na primer Žagubica i Zaječar. Takođe oblačnost nije ista u svim mesecima i godišnjim dobima, veća je u zimskim nego u letnjim mesecima što takođe ima uticaj na pojavu požara.

Brzina i smer vetra utiču na smer širenja požara i ima važnu ulogu u ispravanju vlage iz gorivog materijala u šumi.

Uticaj vetra na ponašanje požara u šumi može biti različit:

- eliminisanje vlage povećava intezitet sušenja gorivog materijala,
- podstiče požar na intezivnije gorenje,
- izaziva brže i neujednačenije širenje požara po površini,
- povećava snabdevenost kiseonikom, pa pojačava proces gorenja,
- prenosi žiške i zapaljene ugarke preko požarne linije na drugu stranu gde izaziva nove požare,
- iznenadnom promenom pravca može skrenuti glavni front požara, ugroziti gašenje i sigurnost ljudi koji učestvuju u gašenju,
- stvara vazdušne struje koje nastaju usled pomeranja pregrejanog vazduha iznad požara što izaziva upad hladnog vazduha koji zauzima njegovo mesto.

Duže trajanje sunčevog sjaja na određenom području, uzrokuje bržem sušenju gorivog materijala u šumi i doprinosi boljim uslovima za nastanak šumskih požara. Osunčanost nije ista za sva područja i područja sa većom osunčanošću pogodnija su za nastanak i razvoj šumskih požara.

U Srbiji su izdvojene tri osnovne klimatske oblasti sa određenim brojem podoblasti. Najveći broj požara registrovan je u klimatskoj zoni B (60.9% od ukupnog broja) dok je najmanji broj zabeležen u klimatskoj zoni B-1-a (0.11 % od ukupnog broja).

Prognoziranje opasnosti od šumskih požara

Na svim meteorološkim stanicama, odnosno područjima koje pokrivaju, najveća razlika je konstatovana na području Niša i Beograda. Sa druge strane na području Novog Sada jedino je modifikovani indeks Angstroma ukazao na povezanost sa stvarnim događajima šumskih požara.

Ova analiza je pokazala da se na osnovu analiza šumskih požara u periodu od 2005. do 2015. godine, formirao efikasniji način predviđanja šumskih požara na

području Srbije. Modifikovani indeks Angstroma ima značajno veću korelisanost sa stvarnim događajima šumskih požara tako da se može preporučiti njegova dalja primena.

Revitalizacija požarišta

Sukcesija vegetacije na požarištima ima za cilj utvrđivanje razvojnih stadijuma kroz koje prolazi vegetacija, od požara do obnavljanja šuma na tom staništu.

Unapređene metode sanacije i zaštite, kao i poboljšani tehnološki postupci pripreme terena i sadnje, omogućiće sigurniji prijem sadnica, njihovo preživljavanje i otpornost na patogene. Brzina prirodne revitalizacije opožarenih površina može značajno da smanji troškove podizanja novih šuma i obnavljanje oštećenih ekosistema.

Određeni su indikatori koji se odnose na procese u nadzemnom delu ekosistema, pomoću kojih se evidentira uništavanje i nestajanje pojedinih vrsta, sukcesija vrsta i zdravstveno stanje preživele vegetacije.

U prvoj godini posle požara analizirano je jedanaest fitocenoloških snimaka, od toga tri snimka u veštački podignutim sastojinama crnog bora na peščaru (G3.F14), jedan snimak u mezijskoj monodominantnoj šumi brdske bukove šume (G1.6911), dva snimka u mešovitoj bukovo-jelovoj šumi na karbonatima (G4.612), dve u veštački podignutim sastojinama crnog bora na krečnjaku (G3.F14 i tri snimka u zapadnobalkanskim crnoborovim šumama na serpentinitu (G3.522). Požarišta se nalaze na nadmorskim visinama od 296 do 1158 m, na nagibima od 2 do 35° i na različitim ekspozicijama. U svih jedanaest fitocenoloških snimaka ukupno su zabeležene 52 vrste, od čega su dve drvenaste, a šest žbunaste vrste.

Opožarene površine u drugoj godini posle požara analizirane su na osam fitocenoloških snimaka, od toga su dva postavljena na serpentinitima, a šest na peščarima. Površine se nalaze na nadmorskim visinama od 790 do 1790 m, na nagibima od 2 do 25°.

U fitocenološkim snimcima je ukupno zabeležena 21 vrsta, od čega je jedna drvenasta, a tri su žbunaste vrste.

U petoj godini posle požara analizirano je osam fitocenoloških snimaka na nadmorskim visinama 360-1.180 m, na nagibima 6-38° i na različitim ekspozicijama.

U fitocenološkim snimcima je ukupno zabeležene 84 vrste, od čega su jedanaest drvenaste, a dvanaest žbunaste vrste.

U desetoj godini posle požara analizirano je devet fitocenoloških snimaka od 650 do 1180 m nadmorske visine, na nagibima 5 do 15° i na različitim ekspozicijama. Sedam fitocenoloških snimaka je postavljeno na krečnjaku, jedan na kristalastim škriljcima i jedan na serpentinitu.

U fitocenološkim snimcima je ukupno zabeleženo 88 vrsta, od čega su devet drvenaste, a petnaest su žbunaste vrste.

Vrednosti Simpsonovog indeksa postepeno opadaju sa starošću požarišta, a vrednosti Simpsonovog indeksa diverziteta postepeno rastu. Vrednosti Simpsonovog recipročnog, Šenon-Viverovog i Margalefovog indeksa takode rastu sa starošću požarišta, sa blagim padom u drugoj godini. Diverzitet se povećava od prve do desete godine od izbijanja požara.

Simpsonov indeks ujednačenosti ima srednje vrednosti u svim nivoima starosti požarišta, dok se vrednosti Evenesovog indeksa nalaze na granici između srednjih i visokih. U poređenju sa Evenesovim indeksom, čije su vrednosti među sobom slične, vrednosti ekvivalentnog Simpsonovog indeksa su unekoliko varijabilnije. Ipak, oba ova indeksa pokazuju da nema velikih promena u ujednačenosti u periodu od prve do desete godine posle požara.

U analizi opožarenih površina za sva četiri perioda od izbijanja požara (1, 2, 5, 10 godina) izdvojene su tri komponente. Numerički rezultati pokazuju da su prve dve komponente dovoljne da opišu 72,50% od ukupne varijabilnosti podataka. Varijable koje najviše objašnjavaju utvrđenu varijabilnost su organske materije (Om), vlažnost zemljišta (VZ), relativna vlažnost vazduha (RF), reakcija (pH) i tekstura zemljišta (Te).

Istraživana požarišna polja iz pete i desete godine posle požara nisu međusobno razdvojena, već čine jednu grupu, zajedno sa tri površine iz prve (Aa1, Aa2, Ab1) i dve površine iz druge godine (Ba1, Ba2). Ovih pet površina predstavljaju staništa mešovitih bukovo-jelovih šuma na karbonatima (prva godina) i zapadnobalkanskih crnoborovih šuma (uglavnom druga godina). Ostala analizirana polja se pravilno grupišu u dve jasno razdvojene grupe – prva godina zasebno od druge. Pojedinačna polja, poreklom iz različitih požarišnih grupa (prema starosti), koja su disperznog rasporeda, ukazuju na približan nivo varijabilnosti unutar i između grupa.

Analiza rentabilnosti rekonstrukcije šuma oštećenih šumskim požarima

Podizanjem novih i poboljšanjem stanja postojećih šuma došle bi do izražaja klimatska, zaštitna, antieroziona, estetsko-ambijentalna, turističko-rekreativna i druge funkcije šuma, povećao bi se prinos ostalih resursa šuma i šumskih područja – šumskih plodova, gljiva, lekovitog i aromatičnog bilja, poboljšalo bi se stanje u lovstvu, pa bi i ukupni efekti na nivou društva bili značajniji.

Na osnovu izloženih rezultata može se zaključiti:

5. Može se ostvariti rentabilnost ulaganja u realizaciju rekonstrukcije šuma stradalih od šumskih požara, isključivo na bazi proizvodnje drveta i to za različite visine diskontnih stopa u zavisnosti boniteta staništa.
6. Proizvodnja drveta¹² može, u zavisnosti od boniteta, podneti i nešto više kamatne stope u odnosu na dosadašnje procene, koje su se¹² kretale uglavnom oko 3%. To se pre svega odnosi na bolje bonitete, dok na lošijim bonitetima može da padne i ispod granice od 3%.
7. Visina kamatne stope i procena rentabilnosti ulaganja su u tesnoj vezi i sa dužinom proizvodnog ciklusa¹², jer se granica rentabilnosti menja u skladu sa visinom diskontne stope. Pri nižim diskontnim stopama granica rentabilnosti se vremenski produžava, a pri višim skraćuje. Dužina proizvodnog ciklusa ima značajnu ulogu kod određivanja rentabilnosti ulaganja, naročito sa aspekta vezanosti dužine proizvodnog ciklusa za proizvodne ciljeve (vrsta i kvalitet drvnih sortimenata koji se proizvode).
8. Na osnovu analize ne merljivih koristi i troškova može se konstatovati da su koristi veće od troškova (ukupno posmatrano), pa projekti rekonstrukcije šuma uništenih šumskim požarima mogu biti prihvatljivi.

Metoda za određivanje ugroženosti šuma od požara

Razređena je posebna metodologija upravljanje rizikom od šumskih požara koja je testirana na području opštine Knjaževac primenom GIS tehnologije.

Prostorni podaci unutar geodatabaze su organizovani po sledećim tematskim celinama:

Orografske karakteristike:

- digitalni model terena
- karta nadmorske visine
- karta ekspozicije
- karta nagiba
- karta indeksa spiranja
- karta stepeni toplote
- karta toplotne koordinate ekspozicije i nagiba

Klimatski podaci:

- karta srednje godišnje temperature vazduha
- karta srednje godišnje količine padavina
- karta srednje godišnje relativne vlažnosti vazduha
- sušni period
- hidrološka karta sa izvoristima

Geološke i pedološke karte:

- karta geoloških karakteristika
- karta pedoloških karakteristika

Vegetacija:

- karta tipova šuma
- karta sastojina po stepenu degradiranosti
- karta sastojina po starosti
- karta stanja goleti

Gorivi materijal:

- karta mrtvog drveta
- karta ivice šume na granici šuma/ne šuma

Isokeraunička karta

Antropogeni uticaji:

- karta antropogenog uticaja
- karta istorije požara

- karta otvorenosti kompleksa
- karta prirodnih dobara
- karta turističkih objekata
- karta stepena uređenosti kompleksa
- **1 stepen uređenosti prostora za turističke i izletničke aktivnosti**

Na području Knjaževca, na aero-snimcima (delimično i na satelitskim snimcima visoke rezolucije) izdvojeno je 30.411 homogenih celina metodom vizuelne interpretacije.

Na osnovu izloženih parametra za procenu ugroženosti šuma od požara vrši se za posmatrano područje sabiranje broja bodova svih parametara koji su zastupljeni i na osnovu broja bodova određuje se ugroženost šume od požara. U prvom stepenu veoma velike ugroženosti zastupljeno je 0.84% (587,8747 ha), u drugom stepenu velike ugroženosti zastupljeno je 33.73% (23602,92 ha), u trećem stepenu srednje ugroženosti zastupljeno je 55.58% (38891,67 ha) i u četvrtom stepenu male ugroženosti zastupljeno je 9.84% (6888.04 ha).

Tehnički napredniji postupak osmatranja otvorenog prostora je daljinsko upravljanje video kamerom. Na području Knjaževca izdvojene su tri lokacije za moguće postavljanje termovizijskih kamera koje u različitim udaljenostima pokrivaju najveći deo šumskih površina područja.

Povezivanje ovakvih integralnih sistema za detekciju šumskih požara sa indeksom opasnosti od nastanka šumskih požara i geografskim informacionim sistemima koji podržavaju oblast šumskih požara, otvaraju se velike mogućnosti i u preventivnoj i organizacionoj zaštiti šuma od požara.

PRILOG 1.

SPISAK I LOKACIJE METEOROLOŠKIH STANICA

Redni broj	Meteorološka stanica	Geografska širina	Geografska dužina	Nadmorska visina
do 200 m				
1	Negotin	44 ⁰ 14'	22 ⁰ 33'	42
2	Bečej	45 ⁰ 37'	20 ⁰ 04'	75
3	Senta	45 ⁰ 56'	20 ⁰ 05'	80
4	Šabac	44 ⁰ 46'	19 ⁰ 41'	80
5	Zrenjanin	45 ⁰ 24'	20 ⁰ 28'	80
6	Kikinda	45 ⁰ 51'	19 ⁰ 05'	81
7	Sremska Mitrovica	44 ⁰ 58'	19 ⁰ 38'	81
8	Veliko Gradište	44 ⁰ 45'	21 ⁰ 31'	82
9	Rimski šančevi	45 ⁰ 20'	19 ⁰ 51'	84
10	Vršac	45 ⁰ 09'	21 ⁰ 19'	84
11	Bački Petrovac	45 ⁰ 22'	19 ⁰ 34'	85
12	Sombor	45 ⁰ 47'	19 ⁰ 05'	88
13	Bela crkva	44 ⁰ 54'	21 ⁰ 25'	90
14	Palić	46 ⁰ 06'	19 ⁰ 46'	102
15	Aleksa Šantić	45 ⁰ 56'	19 ⁰ 20'	120
16	Loznica	43 ⁰ 33'	19 ⁰ 14'	121
17	Smederevska Palanka	44 ⁰ 22'	20 ⁰ 57'	121
18	Čuprija	43 ⁰ 56'	21 ⁰ 22'	123
19	Beograd (opservatorija)	44 ⁰ 48'	20 ⁰ 28'	132
20	Zaječar	43 ⁰ 53'	22 ⁰ 18'	144
21	Kruševac	43 ⁰ 34'	21 ⁰ 21'	166
22	Ljubovija	44 ⁰ 11'	19 ⁰ 05'	170
23	Valjevo	44 ⁰ 19'	19 ⁰ 23'	176
24	Aleksinac	43 ⁰ 33'	21 ⁰ 41'	180
25	Kragujevac	44 ⁰ 02'	20 ⁰ 56'	185
200-500 m				
26	Niš	43 ⁰ 20'	21 ⁰ 54'	202
27	Kraljevo	43 ⁰ 42'	20 ⁰ 42'	215
28	Leskovac	42 ⁰ 59'	21 ⁰ 57'	230
29	Vrnjačka banja	43 ⁰ 37'	20 ⁰ 54'	235
30	Rekovac	43 ⁰ 52'	21 ⁰ 06'	251
31	Bukovička banja	44 ⁰ 18'	20 ⁰ 33'	264
32	Prokuplje	43 ⁰ 14'	21 ⁰ 36'	266
33	Vlasotince	42 ⁰ 58'	22 ⁰ 08'	271
34	Knjaževac	43 ⁰ 34'	22 ⁰ 16'	281
35	Sokobanja	43 ⁰ 39'	21 ⁰ 51'	300
36	Požega	43 ⁰ 51'	20 ⁰ 02'	310
37	Žagubica	44 ⁰ 12'	21 ⁰ 47'	314
38	Aleksandrovac	43 ⁰ 27'	21 ⁰ 04'	360
39	Pirot	43 ⁰ 01'	21 ⁰ 16'	370
40	Kuršumlja	43 ⁰ 08'	22 ⁰ 36'	382
41	Bujanovac	42 ⁰ 27'	21 ⁰ 47'	400
42	Vranje	42 ⁰ 33'	21 ⁰ 55'	432
43	Dimitrovgrad	43 ⁰ 01'	22 ⁰ 45'	450
44	Ivanjica	43 ⁰ 25'	20 ⁰ 14'	465
45	Babušnica	43 ⁰ 04'	22 ⁰ 16'	495

Redni broj	Meteorološka stanica	Geografska širina	Geografska dužina	Nadmorska visina
500-100 m				
46	Novi Pazar	43 ⁰ 08'	20 ⁰ 31'	545
47	Rudnik planina	44 ⁰ 08'	20 ⁰ 31'	700
>1000 m				
48	Zlatibor	43 ⁰ 44'	19 ⁰ 43'	1028
49	Sjenica	43 ⁰ 16'	20 ⁰ 00'	1038
50	Dragaš	42 ⁰ 04'	20 ⁰ 39'	1060
51	Kopaonik	43 ⁰ 17'	20 ⁰ 48'	1710

PRILOG 2.

SPISAK VRSTA I INDIKATORSKE VREDNOSTI BILJAKA

Vrsta	Životna forma	Biljno geografska oblast	Indikatorska vrednost biljaka								
			Svetlost - SV	Relativnu vlažnost - RF	Temperatura - Te ₁	Kontinentalnost - KO	Reakcija zemljišta - pH	Vlažnost zemljišta - VZ	Tektura - Te	Azot - N	Organska materija Om
<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

Campanula rapunculoides L.	h	Subse.	5*		5*	4**	7*	4*		5*	
Campanula rotundifolia L.	h	Subbor.- cirk.	5	5	5	5	4	3	8	2	4
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	th	Kosm.	7	5	5	5	5	4	3	7	3
Cardamine bulbifera (L.) Crantz	g	Subse.	3	6	5	4	7	4	2	6	3
Carex caryophylla Latourr.	h	Evr.	8,5	5,5	6,5	2,5	2,5	4,5	4,5	2,5	5,5
Centaurea atropurpurea Waldst. & Kit. [non Olivier]		Subdac.									
Centaurea stoebe L.	h	Pont.- pan.	7*		7*		7*	4*		4*	
Chaerophyllum aureum L.	h	Subse.	6	6	3	4	8	4	2	9	3
Chrysanthemum leucanthemum L.	h	Evr.	8	5	5	5	6	4	3	5	3
Circaea lutetiana L.	g	Cirk.	4	8	5	5	6	5	2	6	8
Cirsium acaule (L.) All.	h	Subse.	8	4	5	3	8	2	3	3	2
Cirsium arvense (L.) Scop.	g	Subevr.	7	5	5	5	5	4	3	7	3
Clematis vitalba L.	p	Subatl.- subm.	6	6	5	5	7	4	2	7	3
Coronilla varia L.	h	Subpont.	6	4	6	4	8	3	3	3	2
Corylus avellana L.	p	Subse.	5	5	5	4	5	4	3	6	3
Crataegus monogyna Jacq.	p	Subse.	7	5	5	5	6	4	3	5	3
Crepis setosa Haller f.	t	Subm.	9	4	6	4	7	3	3	6	3
Dactylis glomerata L.	h	Subevr.	7	5	5	5	5	4	2	7	3
Daphne blagayana Freyer	dc	Subilir.	7*		7*		5*	4*		4*	
Digitalis ambigua Murray	h	Subse.	6	5	3	5	6	4	2	6	4
Doronicum columnae Ten.	h	Subbalk.- apen.	5*		4*	4**	7*	7*		7*	
Dorycnium germanicum (Gremli) Rikli	dc	Subilir.	7*		7*	4**	9*	2*		4*	
Draba muralis L.	th	Subse.	6	4	7	3	8	3	3	5	2
Dryopteris filix-mas (L.) Schott	h	Kosm.	3	7	5	5	5	4	3	6	4
Epilobium angustifolium L.	h	Cirk.	5	5	5	5	4	4	3	7	4
Epilobium montanum L.	h	Evr.	5	6	5	5	5	4	3	6	3
Epipactis latifolia (L.) All.	g	Subevr.	3	5	5	5	5	4	4	5	4
Erica carnea L.	dc	Subilir.- subapen.	7	6	2	4	7	3	3	2	7
Eupatorium cannabinum L.	h	Subse.	5	8	5	5	7	5	1	7	8
Euphorbia amygdaloides L.	zc	Subatl.- subm.	5	5	5	5	5	4	3	5	3
Euphorbia cyparissias L.	h	Evr.	8	4	5	5	7	2	3	3	2
Fagus moesiaca (K.Malý) Czeaczott	p	Mez.	7	7	5	5	4	4	3	5	5
Festuca drymeja Mert. & W. D. J. Koch	h	Subm.	7*		7*		5*	5*		5*	
Festuca valesiaca Gaudin	h	Evr.	7*		7*	7**	5*	2*		4*	
Fragaria moschata Weston	h	Subse.	6	4	6	5	6	4	3	4	2
Fragaria vesca L.	h	Evr.	5	5	5	5	8	4	3	5	3
Fraxinus ornus L.	p	Subm.	8	5	7	4	7	4	3	5	2
Galium album Mill.	h	Subse.	6	5	5	5	7	4	3	5	2

Galium cruciata (L.) Scop.	g	Subse.	6	5	5	4	7	4	3	7	2
Galium lucidum All.	g	Subm.	7	5	6	4	7	3	3	2	2
Galium mollugo L.	h	Subse.	8	5	5	5	8	4	3	6	2
Galium pumilum Murray	h	Se.	8	4	5	3	7	2	3	3	2
Galium rotundifolium L.	g	Se.	4	5	3	7	5	4	3	4	5
Galium verum Scop.	h	Pont.- subm.	7	5	3	4	5	4	3	5	5
Galium verum L.	g	Evr.	7	4	5	5	7	2	3	3	2
Genista tinctoria L.	dc	Pont.	7	5	6	5	6	5	3	3	2
Geranium robertianum L.	th	Subcirk.	4	6	5	5	5	4	3	7	3
Glechoma hirsuta W. et K.	h	Pont.- is.subm.	5	6	4	7	6	4	2	6	3
Helleborus multifidus Vis.		Ilir.									
Helleborus odoratus W. et K. ex Willd.	h	Srbalk.	5*		7*		2*	5*		4*	
Hieracium pilosella L.	h	Subse.	7*		5*	3**	5*	4*		2*	
Hypericum perforatum L.	h	Subevr.	7	5	5	5	6	4	4	5	3
Hypericum richeri Vill.	dc	Subm.- mont.	7	5	3	2	4	4	4	2	5
Juniperus communis L.	p	Cirk.	8	4	5	5	5	3	4	3	2
Juniperus sibirica Burgsd.	p	Cirk.	9	5	2	5	3	3	8	2	6
Lamium galeobdolon (L.) Crantz	zc	Subse.	4	7	5	6	6	4	1	5	3
Lapsana communis L.	th	Subse.	4	6	5	5	7	4	2	7	3
Lathyrus pratensis L.	g	Subevr.	6	5	5	5	7	4	3	5	3
Lilium martagon L.	g	Evr.	6	8	2	6	7	5	1	6	8
Lonicera alpigena L.	np	Se.	5	6	2	5	7	5	2	5	3
Lonicera xylosteum L.	np	Evr.	6	5	4	6	7	4	2	5	2
Lotus corniculatus L.	h	Subevroa z.	7	4	5	5	7	3	3	3	2
Luzula pilosa (L.) Willd.	h	Cirk.	4	5	5	5	4	4	4	4	4
Mercurialis perennis L.	g	Subse.	3	5	5	5	6	4	2	7	3
Myosotis collina Hoffm.	t	Subse.	8	3	7	4	4	3	4	2	1
Moehringia trinervia (L.) Clairv.	th	Evr.	4	6	5	4	6	4	3	6	4
Mycelis muralis (L.) Dumort.											
Origanum vulgare L.	g	Evr.	6	5	5	5	7	4	3	4	3
Petalis acetosella L.	g	Cirk.	4	7	5	5	4	5	1	6	5
Petrorhagia illyrica (Ard.) P.W.Ball & Heywood		Subm.									
Picea abies (L.) H. Karst.	p	Bor.- evrop.	7	6	3	5	4	4	3	5	5
Picris hieracioides L.	h	Subpont.- ca	8	4	5	5	8	2	3	7	1
Plantago major L.	h	Evr.	5	5	5	5	5	4	3	6	3
Poa nemoralis L.	h	Cirk.	5	7	5	5	5	4	3	4	3
Poa pratensis L.	h	Subcirk.	8	5	5	5	5	4	3	6	3
Polystichum aculeatum (L.) Roth	h	Kosm.	3	7	4	4	6	4	3	6	2

Polystichum setiferum (Forssk.) Woyt.	h	Kosm.	3	7	7	4	5	4	3	5	4
Populus tremula L.	p	Eubevr.	8	5	5	5	4	4	4	5	4
Potentilla opaca L.	h	Subse.	7	3	5	4	8	3	6	2	2
Potentilla reptans L.	h	Evr.	7	7	5	5	7	5	2	6	8
Potentilla ternata K. Koch	h	Mez.-karp.	7*		4*	4**	4*	5*		4*	
Prunella vulgaris L.	h	Subevr.	5	5	5	5	6	4	2	6	3
Prunus avium (L.) L.	p	Subse.	7	4	4	4	4	4	3	5	3
Prunus spinosa L.	np	Subpont.	7	5	5	5	5	4	3	5	3
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	g	Kosm.	6	5	5	4	3	4	4	5	5
Pulmonaria officinalis L.	h	Subse.	5	5	6	5	7	4	3	6	3
Pyrus pyraeaster (L.) Burgsd.	p	Subse.	6	5	6	4	4	3	4	4	4
Quercus ceris L.	p	Is.subm.	8	4	7	4	6	3	3	5	3
Rhamnus fallax Boiss.	np	Balk.	7*		5*	5**	5*	4*		4*	
Rhinanthus minor L.	t	Subse.	8		5	3	7	5*	3	3	2
Ribes alpinum L.	np	Bor.-evr.	6	5	4	5	8	3	3	4	2
Robinia pseudoacacia L.	p		8	4	6	5	5	4	3	8	3
Rosa canina L.	np	Subse.	7	5	5	5	5	4	2	5	3
Rosa pendulina L.	np	Se.	6	5	3	5	7	4	3	6	3
Rubus caesius L.	np	Subj.-sib.	6	6	5	5	7	5	4	5	3
Rubus canescens DC.	np	Pont.-subm.	7*		7*		5*	4*		5*	
Rubus hirtus W. et K.	np	Se.	5	6	4	6	5	4	3	5	3
Rubus idaeus L.	np	Cirk.	5	6	5	5	5	5	2	6	4
Salix caprea L.	p	Evr.	7	5	5	5	5	4	3	5	4
Salvia glutinosa L.	h	Subse.	4	7	5	5	7	5	2	7	2
Salvia pratensis L.	h	Subse.	8	4	7	4	8	3	3	4	2
Sambucus ebulus L.	g	Subpont.-subm.	7	6	6	5	8	4	3	7	3
Sambucus racemosa L.	np	Cirk.	5	5	3	6	4	4	4	5	4
Sanguisorba minor Scop.	h	Subevr.	8	7	5	5	7	5	3	5	9
Scrophularia nodosa L.	h	Evr.	5	6	4	5	6	4	2	6	3
Sedum telephium L.	h	Evr.	8	3	5	5	6	2	9	4	1
Senecio rupestris W. et K.	th	Subbalk.-subapen.	8	4	6	7	7	4	8	6	3
Sesleria rigida Rchb.	h	Mez.-karp.	7*		7*		9*	2*		4*	
Silene flavescent W. et K.	h	Subbalk.	9*		9*		9*	2*		2*	
Sonchus asper (L.) Hill	th	Subevr.	7	5	5	5	7	4	2	7	2
Sorbus aucuparia L.	p	Subse.	7	5	5	5	4	4	4	3	5
Stachys germanica L.	h	Pont.-subm.	7	3	6	4	8	2	3	5	2
Stenactis annua (L.) Less.	th	Adv.	8	7	5	5	7	5	1	7	8
Symphytum tuberosum 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

Napomena: * - proporcionalno određeno prema vrednostima bioindikatora (Kojić i sar.1994); ** - preuzeto, ili proporcionalnoodređeno (S), prema vrednostima ekoloških indeksa (Ellenberg et al. 1991, 1992)

PRILOG 3

PREGLED GRAFIKONA, TABELA, KARATA I SLIKA

Grafikon 1. Distribucija broja požara po analiziranim petogodišnjim periodima	65
Grafikon 2. Izravnote vrednosti broja požara po godinama (1-1981....35-2015)	66
Grafikon 3. Broj požara u analiziranom periodu (1955-2015)	94
Grafikon 4. Opožarena površina u analiziranom periodu (1955-2015)	95
Grafikon 5. Prosečna opožarena površina u analiziranom periodu (1955-2015) u ha	96
Grafikon 6. Broj požara po teritorijalnim celinama i desetogodišnjim periodima	96
Grafikon 7. Opožarena površina po teritorijalnim celinama i desetogodišnjim periodima	97
Grafikon 8. Prosečna opožarena površina po teritorijalnim celinama i desetogodišnjim periodima	97
Grafikon 9. Zastupljenost opožarene površine u hektarima po tipovima šuma, vlasništvu i vrsti požara	105
Grafikon 10. Izravnote vrednosti maksimalne relativne vlažnosti vazduha po nadmorskim visinama stanica i mesecima	132
Grafikon 11. Odnos relativne vlage, temperature vazduha i pritisak vodene pare	134
Grafikon 12. Uticaj relativne vlage vazduha i dana nakon kiše na vlagu lišćara	135
Grafikon 13. Kuršumlija	146
Grafikon 14. Beograd	146
Grafikon 15. Niš	146
Grafikon 16. Zlatibor	147
Grafikon 17. Novi Pazar	147
Grafikon 18. Dimitrovgrad	147
Grafikon 19. Vranje	147
Grafikon 20. Požega	147
Grafikon 21. Leskovac	147
Grafikon 22. Kraljevo	147
Grafikon 23. Kragujevac	147
Grafikon 24. Kruševac	147
Grafikon 25. Zaječar	147
Grafikon 26. Čuprija	147
Grafikon 27. Loznica	147

Grafikon 28. Novi Sad	148
Grafikon 29. Sremska Mitrovica	148
Grafikon 30. Negotin	148
Grafikon 31. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Novi Sad	176
Grafikon 32. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Loznica	177
Grafikon 33. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Niš	177
Grafikon 34. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Vranje	178
Grafikon 35. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Zlatibor	178
Grafikon 36. WFI za područje koje pokriva Meteorološka stanica Beograd	179
Grafikon 37. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Novi Sad	179
Grafikon 38. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Niš	180
Grafikon 39. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Vranje	180
Grafikon 40. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Zlatibor	181
Grafikon 41. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Beograd	181
Grafikon 42. I za područje koje pokriva Meteorološka stanica Loznica	182
Grafikon 43. Korelaciona povezanost između Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i Angstromovog indeksa opasnosti od izbijanja šumskih požara	184
Grafikon 44. Korelaciona povezanost između stepena Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i stepena Angstromovog indeksa opasnosti od izbijanja šumskih požara	186
Grafikon 45. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti po meteorološkim stanicama	188
Grafikon 46. Dvodimenzionalni prikaz distribucije podataka za područja koja pokrivaju odgovarajuće meteorološke stanice (tačke rasejanja)	189
Grafikon 47. Korelaciona povezanost između Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i modifikovanog Angstromovog indeksa	194
Grafikon 48. Korelaciona povezanost između Angstromovog indeksa opasnosti od izbijanja šumskog požara i modifikovanog Angstromovog indeksa	196
Grafikon 49. Korelaciona povezanost između stepena Kanadskog indeksa opasnosti od požara (FWI) i stepena modifikovanog Angstromovog indeksa	197
Grafikon 50. Korelaciona povezanost između stepena Angstromovog indeksa opasnosti od požara i stepena modifikovanog Angstromovog indeksa	199
Grafikon 51. Poređenje indeksa opasnosti od šumskih požara (najviša opasnost)	202
Grafikon 52. Zavisnost Simpsonovog indeksa (D) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)	228

Grafikon 53. Zavisnost Simpsonovog indeksa diverziteta (1-D) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)	230
Grafikon 54. Zavisnost Simpsonovog recipročnog indeksa (1/D) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)	232
Grafikon 55. Zavisnost Šenon-Viverovog indeksa diverziteta (H) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)	234
Grafikon 56. Zavisnost Margalefovog indeksa (M) od nadmorske visine (a), nagiba (b) i starosti požarišta (c)	236
Grafikon 57. Trend promena spektra životnih oblika u zavisnosti od starosti požarišta	244
Grafikon 58. Trend promena broja biljaka u zavisnosti od indeksa svetlosti	248
Grafikon 59. Trend promena indeksa svetlosti (SV) u zavisnosti od starosti požarišta	248
Grafikon 60. Trend promena broja biljaka	250
Grafikon 61. Trend promena indeksa za relativnu vlažnost vazduha (RV) u zavisnosti od starosti požarišta	250
Grafikon 62. Trend promene broja biljaka	252
Grafikon 63. Trend promena indeksa za temperaturu vazduha (T_{e_1}) u zavisnosti od starosti požarišta	252
Grafikon 64. Trend promene broja biljaka	253
Grafikon 65. Trend promena indeksa za kontinentalnost (Ko) u zavisnosti od starosti požarišta	253
Grafikon 66. Trend promene broja biljaka	255
Grafikon 67. Trend promena indeksa za kiselost zemljišta (pH) u zavisnosti od starosti požarišta	255
Grafikon 68. Trend promene broja biljaka	256
Grafikon 69. Trend promena indeksa za vlažnost zemljišta (VZ) u zavisnosti od starosti požarišta	256
Grafikon 70. Trend promene broja biljaka	258
Grafikon 71. Trend promena indeksa za teksturu zemljišta (T_e) u zavisnosti od starosti požarišta	258
Grafikon 72. Trend promene broja biljaka	259
Grafikon 73. Trend promena indeksa za azot (N) u zavisnosti od starosti požarišta	259
Grafikon 74. Trend promene broja biljaka	261
Grafikon 75. Trend promena indeksa za organsku materiju (Om) u zavisnosti od starosti požarišta	261
Grafikon 76. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (1. godina požarišta)	262
Grafikon 77. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih površina (1. godina požarišta)	263

Grafikon 78. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (2. godina požarišta)	265
Grafikon 79. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarnih površina (2. godina požarišta)	266
Grafikon 80. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (5. godina požarišta)	267
Grafikon 81. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarnih površina (5. godina požarišta)	268
Grafikon 82. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (10. godina požarišta)	270
Grafikon 83. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarnih površina (10. godina požarišta)	271
Grafikon 84. Broj izdvojenih komponenti i njihove svojstvene vrednosti (1,2, 5 i 10 godina požarišta)	272
Grafikon 85. Dvodimenzionalni prikaz distribucije istraživanih požarišnih površina (1,2,5 i 10 godina požarišta)	273
Grafikon 86. Dendogram za starost požarišta 1 godina	275
Grafikon 87. Dendogram za ekološke indekse za starost požarišta 1 godina	275
Grafikon 88. Dendogram za starost požarišta 2 godine	276
Grafikon 89. Dendogram za ekološke indekse starosti požarišta 2 godine	276
Grafikon 90. Dendogram za starost požarišta 5 godina	277
Grafikon 91. Dendogram za ekološke indekse starosti požarišta 5 godina	277
Grafikon 92. Dendogram za starost požarišta 10 godina	278
Grafikon 93. Dendogram za ekološke indekse starosti požarišta 10 godina	278
Grafikon 94. UPGMA dendogram za sve istraživane površine požarišta (1,2,5 i 10 godina)	279
Grafikon 95. Dendogram za ekološke indekse starosti požarišta 1+2+5+10 godina	281
Grafikon 96. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Bukva Bonitet I)	286
Grafikon 97. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Bukva V)	286
Grafikon 98. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Kitnjak Bonitet I)	287
Grafikon 99. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Kitnjak V)	287
Grafikon 100. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Crni bor Bonitet I)	288
Grafikon 101. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim	288

diskontnim stopama (Crni bor V)	
Grafikon 102. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Smrča I)	288
Grafikon 103. Promene sadašnje vrednosti drveta u odnosu na starost pri različitim diskontnim stopama (Smrča I)	288
Tabela 1. Osnovne karakteristike požarišta	45
Tabela 2. Broj požara u periodu od 1981-2015	63
Tabela 3. Jednačine korelacije o promeni broja požara tokom analiziranog perioda (1980-2015. godine)	65
Tabela 4. Opožarena površina (u hektarima) u analiziranim Mediteranskim zemljama za period od 1981-2015	67
Tabela 5. Broj šumskih požara u analiziranom periodu (1988-2015)	73
Tabela 6. Godine sa najvećim brojem požara	74
Tabela 7. Opožarena površina (u hektarima) za period 1988-2015	75
Tabela 8. Broj šumskih požara na području centralne Evrope	79
Tabela 9. Opožarena površina (u hektarima) na području centralne Evrope	80
Tabela 10. Broj šumskih požara u zemljama srednje Evrope	85
Tabela 11. Opožarena površina (u hektarima) u zemljama srednje Evrope	85
Tabela 12. Broj šumskih požara	89
Tabela 13. Opožarena površina (u hektarima)	90
Tabela 14. Broj šumskih požara za analizirani period 1991-2015	92
Tabela 15. Opožarena površina (u hektarima) za analizirani period 1991-2015	92
Tabela 16. Broj šumskih požara i opožarena površina u hektarima za period 1955-2015	98
Tabela 17. Ukupan broj požara, ukupna i prosečna opožarena površina u desetogodišnjim periodima	101
Tabela 18. Prosečan broj požara, prosečna opožarena površina i prosečna opožarena površina u desetogodišnjim periodima	101
Tabela 19. Opožarena površina u hektarima i vlasništvo	102
Tabela 20. Opožarene površine u čistim šumama lišćarskih vrsta (u hektarima)	106
Tabela 21. Opožarene površine u čistim šumama četinarskih vrsta (u hektarima)	108
Tabela 22. Opožarene površine u mešovitim sastojinama lišćara (u hektarima)	110
Tabela 23. Opožarene površine u mešovitim sastojinama četinarara (u hektarima)	112

Tabela 24. Opožarene površine u mešovitim sastojinama lišćara i četinaru (u hektarima)	114
Tabela 25. Opožarene površine u šumama (ha) za period 1980-1984. godine	116
Tabela 26. Broj požara i opožarena površina (ha) u zavisnosti od šumskih zajednica	118
Tabela 27. Srednje mesečne i srednje godišnje temperature vazduha za period 2005-2015	121
Tabela 28. Srednja godišnja temperatura vazduha	123
Tabela 29. Srednje mesečne maksimalne i srednje godišnje maksimalne temperature vazduha za period 2005-2015	124
Tabela 30. Srednje mesečne minimalne i srednje godišnje minimalne temperature vazduha za period 2005-2015.	126
Tabela 31. Požarna opasnost u zavisnosti od temperature vazduha	129
Tabela 32. Srednja mesečna i godišnja relativna vlažnost vazduha (%) u Srbiji za period 2005-2015.	130
Tabela 33. Srednja godišnja relativna vlažnost vazduha	133
Tabela 34. Srednje mesečne i godišnje padavine u Srbiji za period 2005-2015	137
Tabela 35. Prosečne visine padavina po godišnjim dobima (%) za period 2005-2015	139
Tabela 36. Srednje godišnja suma padavina	141
Tabela 37. Srednja mesečna i godišnja oblačnost (1/10)	141
Tabela 38. Srednje čestine vetrova i tišine (%)	144
Tabela 39. Srednje brzine vetrova	145
Tabela 40. Prosečne vrednosti sijanja sunca 2005-2015	148
Tabela 41. Kategorizacija uslova vlažnosti na osnovu standardnog indeksa padavina	152
Tabela 42. Klimatske oblasti i broj požara	157
Tabela 43. Angstromov indeks potencijalne opasnosti od izbijanja šumskog požara	160
Tabela 44. Indeks Nesterova potencijalne opasnosti od izbijanja šumskog požara	161
Tabela 45. Vrednost korekcionog faktora u zavisnosti od količine padavina	161
Tabela 46. Modifikovani indeks Nesterova potencijalne opasnosti od izbijanja šumskog požara	161
Tabela 47. Baumgartnerova skala potencijalnog izbijanja šumskih požara	162
Tabela 48. KBDI indeks potencijalne opasnosti	163
Tabela 49. Englesko-srpski ekvivalent termina kanadskog sistema meteorološkog indeksa šumskog požara	164
Tabela 50. Brzina širenja (POC)	167
Tabela 51. Stepen opasnosti od pojave požara	169

Tabela 52. Tablica rizika	170
Tabela 53. Indeks opasnosti od šumskog požara (FFDI)	171
Tabela 54. Indeks opasnosti od šumskog požara (F)	172
Tabela 55. Indeks opasnosti od šumskog požara (FD)	173
Tabela 56. Indeks opasnosti od šumskog požara (L)	173
Tabela 57. Pregled metoda za procenu rizika od izbijanja šumskih požara sa karakteristikama modela	174
Tabela 58. Korelaciona povezanost između FWI i Angstromovog indeksa	183
Tabela 59. Korelaciona povezanost indeksa opasnosti između FWI i Angstromovog indeksa	185
Tabela 60. Svojstvene (eigenvalues) i potencijalne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	187
Tabela 61. Vrednosti kojima svaka varijabla (klimatske karakteristike) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih uzoraka požara i korišćenih podataka	188
Tabela 62. Broj dana stepena opasnosti od požara na osnovu Kanadskog meteorološkog indeksa (FWI)	191
Tabela 63. Broj dana stepena opasnosti od požara na osnovu Angstromovog indeksa (I)	192
Tabela 64. Raspored broja požara u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu Kanadskog meteorološkog indeksa (FWI)	192
Tabela 65. Raspored broja požara u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu Angstromovog indeksa (I)	192
Tabela 66. Korelaciona povezanost između FWI i modifikovanog Angstromovog indeksa	193
Tabela 67. Korelaciona povezanost između Angstromovog indeksa sa modifikovanim indeksom Angstroma	195
Tabela 68. Korelaciona povezanost između Angstromovog indeksa opasnosti od izbijanja šumskog požara i modifikovanog Angstromovog indeksa	196
Tabela 69. Korelaciona povezanost između indeksa opasnosti Angstroma i modifikovanog Angstromovog indeksa	198
Tabela 70. Broj dana stepena opasnosti od požara na osnovu modifikovanog indeksa Angstroma (I mod)	201
Tabela 71. Raspored broja u zavisnosti od stepena opasnosti od požara na osnovu modifikovanog indeksa Angstroma (I mod)	201
Tabela 72. Fitocenološki snimci požarišta starosti 1 godina	212
Tabela 73. Fitocenološki snimci požarišta starosti 2 godine	214
Tabela 74. Fitocenološki snimci požarišta starosti 5 godina	216

Tabela 75. Fitocenološki snimci požarišta starosti 10 godina	219
Tabela 76. Indeksi diverziteta i ujednačenosti – 1 godina posle požara	223
Tabela 77. Indeksi diverziteta i ujednačenosti – 2 godina posle požara	224
Tabela 78. Indeksi diverziteta i ujednačenosti - 5 godina posle požara	225
Tabela 79. Indeksi diverziteta i ujednačenosti - 10 godina posle požara	225
Tabela 80. Srednje vrednosti indeksa diverziteta i ujednačenosti na opožarenim površinama posle 1,2,5 i 10 godina od izbijanja požara	226
Tabela 81. Zavisnost Simpsonovog indeksa (D) id nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta	227
Tabela 82. Analiza varijanse	227
Tabela 83. Zavisnost Simpsonovog indeksa diverziteta za određene populacije (1-D) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta	229
Tabela 84. Analiza varijansi	229
Tabela 85. Zavisnost Simpsonovog recipročnog indeksa (1/D) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta	231
Tabela 86. Analiza varijanse	231
Tabela 87. Zavisnost Šenon-Viverovog indeksa diverziteta (H) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta	233
Tabela 88. Analiza varijanse	233
Tabela 89. Zavisnost Margalefovog indeksa bogatstva vrsta (M) od nadmorske visine, nagiba i starosti požarišta	235
Tabela 90. Analiza varijanse	235
Tabela 91. Komparativna sintetska fitocenološka tabela Legenda. I-V: stepen prisutnosti; +, 1-5: brojnost	237
Tabela 92. Pregled zastupljenosti broja vrsta na požarištima različitih starosti	242
Tabela 93. Životni oblici i starost požarišta	243
Tabela 94. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 1 godina	245
Tabela 95. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 2 godine	245
Tabela 96. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 5 godine	246
Tabela 97. Srednje vrednosti analiziranih ekoloških faktora za starost požarišta 10 godine	246
Tabela 98. Opis ekoloških indeksa za svetlost prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	247
Tabela 99. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	248
Tabela 100. Opis ekoloških indeksa za relativnu vlažnost vazduha prema Ellenberg-u et	249

al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	
Tabela 101. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	249
Tabela 102. Opis ekoloških indeksa za temperaturu vazduha prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	251
Tabela 103. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	251
Tabela 104. Spektar flornih elemenata	251
Tabela 105. Opis ekoloških indeksa za kontinentalnost prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	252
Tabela 106. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	253
Tabela 107. Opis ekoloških indeksa za reakciju zemljišta prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	254
Tabela 108. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	254
Tabela 109. Opis ekoloških indeksa za vlažnost zemljišta prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	255
Tabela 110. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	256
Tabela 111. Opis ekoloških indeksa za teksturu zemljišta prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	257
Tabela 112. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	257
Tabela 113. Opis ekoloških indeksa za azot prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	259
Tabela 114. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	259
Tabela 115. Opis ekoloških indeksa za organsku materiju prema Ellenberg-u et al.(1991,1992) i Julve-u (2016)	260
Tabela 116. Zastupljenost vrsta određene ekološke grupe	260
Tabela 117. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	262
Tabela 118. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	263
Tabela 119. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	264
Tabela 120. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	265
Tabela 121. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih	267

podataka	
Tabela 122. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	268
Tabela 123. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	269
Tabela 124. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	270
Tabela 125. Svojstvene (eigenvalues) i procentualne vrednosti kojima svaka koordinata učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	272
Tabela 126. Vrednosti kojima svaka varijabla (ekološki indeks) učestvuje u opisivanju ukupne varijabilnosti ispitivanih požarišnih površina i korišćenih podataka	273
Tabela 127. Maksimalne vrednosti diskontnih stopa i granica rentabilnosti u odnosu na bonitet	287
Tabela 128. Granica rentabilnosti proizvodnje drveta u šumama bukve pri različitim diskontnim stopama (u godini)	289
Tabela 129. Ocene nemerljivih uticaja na životnu sredinu	290
Tabela 130. Procena nemerljivih koristi i troškova planiranog zahvata kvantitativnom metodom	290
Tabela 131. Kvantifikacija vrednosti procene nemerljivih koristi i troškova	292
Tabela 132. Površine homogenih celina po visinskim klasama i broj bodova	302
Tabela 133. Površine homogenih celina po ekspozicijama broj bodova	303
Tabela 134. Površine homogenih celina po nagibu i broj bodova	304
Tabela 135. Indeks spiranja zemljišta u odnosu na nagib	304
Tabela 136. Stupnjevi toplote prema nadmorskoj visini (koordinata V)	305
Tabela 137. Toplotne koordinate ekspozicije i nagiba (koordinata E)	306
Tabela 138. Stepni toplote (V) i toplotne koordinate (E)	306
Tabela 139. Parametri uticaja elemenata klime na šumske požare	308
Tabela 140. Parametri sušnog perioda za određivanje stepena ugroženosti šuma od požara	310
Tabela 141. Zastupljenost stenskih kompleksa na području opštine Knjaževac (ha)	314
Tabela 142. Podela vrste zemljišta i uticaj na stepen ugroženosti šuma od požara	318
Tabela 143. Parametri vegetacije koji određuje stepen ugroženosti šuma od požara	321
Tabela 144. Stanje sastojina po stepenu degradiranosti	322
Tabela 145. Starost sastojina, broj bodova i površinska zastupljenost	323

Tabela 146. Stanje goleti po bodovnom sistemu	324
Tabela 147. Zastupljenost mrtvog drveta i broj bodova	324
Tabela 148. Tip ivice šume	325
Tabela 149. Oblik ivice šume	325
Tabela 150. Gustina ivice šume	326
Tabela 151. Dubina ivice šume	327
Tabela 152. Prisutnost žbunja na ivici šume	327
Tabela 153. Dejstvo ivice šume i bliskog zemljišta na sastojinu	327
Tabela 154. Broj gromova i stepen opasnosti izražen u bodovima	329
Tabela 155. Parametri uticaja čoveka na pojavu požara u šumi	330
Tabela 156. Parametri istorije požara koji utiču na stepen ugroženosti šuma od požara	331
Tabela 157. Otvorenost šumskog kompleksa	332
Tabela 158. Step en uredenosti prostora i broj bodova	333
Tabela 159. Step en uredenosti i broj bodova	335
Tabela 160. Kategorizacija ugroženosti šuma od požara	336
Karta 1. Analizirane teritorijalne celine na području Evrope	57
Karta 2. Karta vegetacije sa registrovanim požarima	118
Karta 3. Karta vegetacije na osnovu CORINE 2012	118
Karta 4. Srednja godišnja temperatura vazduha i raspored šumskih požara u analiziranom periodu	124
Karta 5. Srednja temperatura vazduha u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara u analiziranom periodu	124
Karta 6. Relativna vlažnost vazduha i raspored šumskih požara	133
Karta 7. Relativna vlažnost vazduha u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara	133
Karta 8. Godišnja suma padavina i raspored šumskih požara	140
Karta 9. Suma padavina u vegetacionom periodu i raspored šumskih požara	140
Karta 10 i 11. Trajanje bezkišnog perioda za period april-septembar u Srbiji	150
Karta 12. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2012. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI), opožarena površina – 7460 hektara	153
Karta 13. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2011. godine na osnovu Standardizovanog indeksa padavina (SPI), opožarena površina – 2036 hektara	153
Karta 14. Ocena uslova vlažnosti u vegetacionom periodu 2010. godine na osnovu vrednosti	153

Standardizovanog indeksa padavina (SPI), opožarena površina – 503 hektara	
Karta 15. Ocena uslova vlažosti u vegetacionom periodu 2009. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI), opožarena površina – 1210 hektara	153
Karta 16. Ocena uslova vlažosti u vegetacionom periodu 2008. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI), opožarena površina – 576 hektara	154
Karta 17. Ocena uslova vlažosti u vegetacionom periodu 2007. godine na osnovu vrednosti Standardizovanog indeksa padavina (SPI), opožarena površina – 22161 hektara	154
Karta 18. Klimatske oblasti i raspored šumskih požara	158
Karta 19. Visinske klase	302
Karta 20. Visinske klase po bodovima	302
Karta 21. Ekspozicija	303
Karta 22. Klase ekspozicije sa bodovima	303
Karta 23. Nagibi	304
Karta 24. Klase nagiba sa bodovima	304
Karta 25. Indeks spiranja	305
Karta 26. Koordinate E	307
Karta 27. Koordinata V	307
Karta 28. Srednja godišnja temperatura	308
Karta 29. Srednja godišnja temperatura po bodovima	308
Karta 30. Godišnje padavine	309
Karta 31. Godišnje padavine po bodovima	309
Karta 32. Hidrološka mreža i izvorišta voda	310
Karta 33. Geološka karta	313
Karta 34. Pedološka karta po bodovima	319
Karta 35. Karta sastojina	322
Karta 36. Vegetacione celine	323
Karta 37. Vegetacione celine po bodovima	323
Karta 38. Isokeraunička karta opštine Knjaževac	328
Karta 39. Karta putne mreže	332
Karta 40. Prirodne i kulturne vrednosti	334
Karta 41. Zaštićena prirodna dobra	334
Karta 42. Ugroženost od šumskih požara po kategorijama	337

Karta 43. Karta lociranih kamera i zone vidljivosti (predlog autora)	339
Slika 1. Struktura kanadskog sistema meteorološkog indeksa šumskog požara	165
Slika 2. Atributske tabele slojeva geodatabaze	296
Slika 3. Konceptualni i logički model	297
Slika 4. Atributske tabele slojeva geodatabaze za hidrografsku mrežu i izvorišta voda	311
Slika 5. Atributske tabele slojeva geodatabaze za geološku kartu	312
Slika 6. Legenda geološke karte	313
Slika 7. Atributske tabele slojeva geodatabaze za pedološku kartu	319
Slika 8. Tipovi gustine sastojine od značaja za izbijanje i širenje požara	326
Slika 9. Atributske tabele slojeva geodatabaze za putnu mrežu	332
Slika 10. Atributske tabele slojeva geodatabaze za prirodne i kulturne vrednosti	334
Slika 11. Izdvajanje homogenih celina metodom delinacije i kreiranje prostornih entiteta	335
Slika 12. Unošenje atributa homogenih celina prema kodnom priručniku	336
Slika 13. Atributske tabele slojeva geodatabaze ugroženosti šuma od požara	336

BIOGRAFIJA

Tatjana M. Ratknić je rođena 08.11.1989¹⁶ godine u Beogradu, Republika Srbija. Osnovnu i srednju školu završila je u Beogradu.

Osnovne studije završila je na Fakultetu za primenjenu ekologiju „Futura“ na studijskom programu Zaštita životne sredine sa prosečnom ocenom 8,26. Po završetku osnovnih studija upisala je master na Fakultetu za primenjenu ekologiju „Futura“ na studijskom programu Integralno upravljanje prirodnim resursima sa prosečnom ocenom 9,83 i uspešno odbranila master rad pod nazivom „Specijski diverzitet šumskih ekosistema Pešetrske visoravni“. Školske 2013/14 upisala je doktorske studije na Fakultetu za primenjenu ekologiju „Futura“ i počinje sa volontiranjem u Institutu za šumarstvo.

Odlukom Naučnog veća Instituta za šumarstvo u Beogradu avgusta 2015. godine stekla je zvanje istraživač-saradnik i stupa u radni odnos na odeljenju za Podizanje, gajenje i ekologiju šuma.

U dosadašnje radu učestvovala je na više domaćih i stranih projekata. Do sada je objavila 38 naučna rada:

- 1 rad u tematskom zborniku međunarodnog značaja (M14),⁶⁹
- 2 rada u međunarodnom časopisu (M23),
- 1 rad u međunarodnom časopisu (M24),
- 1 rad sa međunarodnog skupa štampano u celini (M31),
- 16 rada na skupovima međunarodnog značaja štampanih u celini (M33),⁸⁵
- 4 saopštenja sa međunarodnog skupa štampano u izvodu (M34),
- 1 poglavlje u knjizi (M45),⁶⁸
- 1 rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja (M51),
- 2 rada u časopisu nacionalnog značaja (M52),
- 9 saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63).

Posедуje sertifikat za upravljanje bespilotnom vazduhoplovima, kao i međunarodni sertifikat za Microsoft Access i SQL (Structured Query Language).

INTEGRALNI MODEL ZAŠTITE I UPRAVLJANJE RIZICIMA OD ŠUMSKIH POŽARA U REPUBLICI SRBIJI

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.forest.org.rs Internet	720 words — 1%
2	nardus.mpn.gov.rs Internet	562 words — 1%
3	www.hidmet.gov.rs Internet	516 words — 1%
4	energoinpekt.hr Internet	492 words — < 1%
5	www.recyu.org Internet	439 words — < 1%
6	uzzs-rio.com Internet	432 words — < 1%
7	biologija.unios.hr Internet	319 words — < 1%
8	eco-ist.rs Internet	259 words — < 1%
9	es.scribd.com Internet	215 words — < 1%
10	www.meteoalarm.rs Internet	194 words — < 1%
11	www.securesrb.org Internet	179 words — < 1%
12	ageconsearch.umn.edu	

	Internet	162 words — < 1 %
13	www.eco-ist.rs Internet	156 words — < 1 %
14	www.sumins.me Internet	146 words — < 1 %
15	www.scienzadellavegetazione.it Internet	124 words — < 1 %
16	fedorabg.bg.ac.rs Internet	122 words — < 1 %
17	www.sglasnik.info Internet	109 words — < 1 %
18	162.127.16.5 Internet	104 words — < 1 %
19	T. RATKNIĆ. "ANALYSIS OF THE PROFITABILITY OF THE RESTITUTION OF FIRE-AFFECTED BEECH FORESTS IN SERBIA", <i>Applied Ecology and Environmental Research</i> , 2017 Crossref	103 words — < 1 %
20	www.slideshare.net Internet	100 words — < 1 %
21	www.ftn.ns.ac.yu Internet	99 words — < 1 %
22	www.alarmsat.com.pl Internet	96 words — < 1 %
23	www.gov.me Internet	87 words — < 1 %
24	www.minekon.gov.me Internet	83 words — < 1 %
25	polj.uns.ac.rs Internet	

80 words — < 1%

26 evropskiuniverzitet-brcko.com
Internet

77 words — < 1%

27 studenti.rs
Internet

76 words — < 1%

28 www.paragraf.rs
Internet

68 words — < 1%

29 0350-1752, 2006
Publications

62 words — < 1%

30 www.vusz.hr
Internet

59 words — < 1%

31 www.aktivasistem.com
Internet

57 words — < 1%

32 www.scribd.com
Internet

57 words — < 1%

33 www.vodpar.rs
Internet

56 words — < 1%

34 documents.worldbank.org
Internet

53 words — < 1%

35 www.kikinda.org.rs
Internet

48 words — < 1%

36 www.polj.savetodavstvo.vojvodina.gov.rs
Internet

43 words — < 1%

37 www.opcina-sestanovac.hr
Internet

41 words — < 1%

38 fr.scribd.com
Internet

40 words — < 1%

39 0351-0050, 2007
Publications

40 words — < 1%

40	sfses.com Internet	37 words — < 1%
41	www.dvd-jastrebarsko.hr Internet	37 words — < 1%
42	www.link-elearning.com Internet	37 words — < 1%
43	www.coe.int Internet	35 words — < 1%
44	www.rgf.bg.ac.rs Internet	34 words — < 1%
45	ar.scribd.com Internet	32 words — < 1%
46	Petrovic, Milos. "Air temperature as an important climate - meteorological parameter for evapotranspiration determination", Zastita materijala, 2015. Crossref	32 words — < 1%
47	www.srbijasume.rs Internet	32 words — < 1%
48	www.akroasis.org Internet	31 words — < 1%
49	uvidok.rcub.bg.ac.rs Internet	30 words — < 1%
50	www.znrfak.ni.ac.rs Internet	30 words — < 1%
51	www.wwf.rs Internet	28 words — < 1%
52	A. Gabban. "A comparative analysis of the use of NOAA-AVHRR NDVI and FWI data for forest fire risk assessment", International Journal of Remote Sensing, 2008 Crossref	28 words — < 1%

53	E. Garzón. "Phyllites used as waterproofing layer materials for greenhouses crops in Spain: multivariate statistical analysis applied to their classification based on X-ray fluorescence analysis", X-Ray Spectrometry, 09/2009 Crossref	27 words — < 1%
54	www.fosserbia.org Internet	27 words — < 1%
55	www.unfccc.me Internet	26 words — < 1%
56	scindeks-clanci.ceon.rs Internet	26 words — < 1%
57	www.eenviper.eu Internet	26 words — < 1%
58	www.paragraflex.co.rs Internet	25 words — < 1%
59	fcthighcourtelibrary.com Internet	25 words — < 1%
60	rrpp-westernbalkans.net Internet	25 words — < 1%
61	www.stat.gov.ba Internet	24 words — < 1%
62	www.bos.rs Internet	24 words — < 1%
63	Milosavljevic, Bogoljub. "International cooperation in the field of disaster risk reduction", Pravni zapisi, 2015. Crossref	24 words — < 1%
64	kckzz.hr Internet	22 words — < 1%
65	EROL, Ulvi Erhan. "Balabandere Vadisi ve yakın çevresi vejetasyon araştırması", Süleyman	21 words — < 1%

66	www.green-limes.rs Internet	21 words — < 1%
67	www.rs.undp.org Internet	21 words — < 1%
68	www.tmf.bg.ac.rs Internet	20 words — < 1%
69	www.uis.kg.ac.yu Internet	20 words — < 1%
70	zeleniaktivista.com Internet	20 words — < 1%
71	pw.ihar.edu.pl Internet	19 words — < 1%
72	0350-8587, 2007 Publications	18 words — < 1%
73	issuu.com Internet	18 words — < 1%
74	arhiva.tmf.bg.ac.rs Internet	17 words — < 1%
75	0353-7919, 2002 Publications	17 words — < 1%
76	www.accordionsonline.nstemp.com Internet	16 words — < 1%
77	213.191.137.190 Internet	16 words — < 1%
78	www.glassrbije.org Internet	16 words — < 1%
79	www.cbd.int Internet	16 words — < 1%

80	www.fren.org.rs Internet	16 words — < 1%
81	www.kombeg.org.rs Internet	16 words — < 1%
82	Stankovic, Milica, and Petar Hafner. "10.5937/skolbiz1-6655 = International conventions and agreements in the ecological area: In light of modern civilization and international trade", Skola biznisa, 2014. Crossref	16 words — < 1%
83	www.bastabalkana.com Internet	15 words — < 1%
84	www.geografija.net Internet	15 words — < 1%
85	readgur.com Internet	14 words — < 1%
86	www.vatroival.com Internet	14 words — < 1%
87	www.google.co.jp Internet	13 words — < 1%
88	Wasserman, I.. "Precession of isolated neutron stars -- II. Magnetic fields and type II superconductivity", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2003. Crossref	13 words — < 1%
89	archive.org Internet	13 words — < 1%
90	www.usitfbih.ba Internet	13 words — < 1%
91	Stefanovic, Vidoje, and Nedžad Azemovic. "Sustainable development of tourism in an example of Vlasinska povrs", Skola biznisa, 2012. Crossref	13 words — < 1%

92	www.riboteks.rs Internet	12 words — < 1%
93	Mignone, A., and G. Bodo. "An HLLC Riemann solver for relativistic flows - II. Magnetohydrodynamics", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2006. Crossref	12 words — < 1%
94	Magdalena Vaverková, Dana Adamcová, František Toman. "Verification of the occurrence of some plant species as indicators of landfill impact on the environment", Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2013 Crossref	12 words — < 1%
95	Saarela, Jeffery M., Paul C. Sokoloff, Lynn J. Gillespie, Laurie L. Consaul, and Roger D. Bull. "DNA Barcoding the Canadian Arctic Flora: Core Plastid Barcodes (rbcL + matK) for 490 Vascular Plant Species", PLoS ONE, 2013. Crossref	12 words — < 1%
96	documents.tips Internet	12 words — < 1%
97	www.minpolj.gov.me Internet	12 words — < 1%
98	Elasto-Plasticity of Frame Structure Elements, 2014. Crossref	11 words — < 1%
99	www.kirj.ee Internet	11 words — < 1%
100	Thurston, William, Robert J. B. Fawcett, Kevin J. Tory, and Jeffrey D. Kepert. "Simulating boundary-layer rolls with a numerical weather prediction model : W. Thurston et al. Simulating boundary-layer rolls with NWP", Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 2015. Crossref	11 words — < 1%
101	serbio.rs Internet	11 words — < 1%

102	Imbrea, Ilinca. "Researches Concerning the Medicinal and Aromatic Herbs in the Carașova Area", Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture/18435246, 20090301 Publications	10 words — < 1%
103	www.nber.org Internet	10 words — < 1%
104	pirsquared.org Internet	10 words — < 1%
105	Lee, Chang-Woo, Hye-Jeong Cho, Min-Jung Kang, Man-Kyu Huh, In-Chun Hwang, and Byoung-Ki Choi. "Study of the Status of Naturalized Plants in Busan City, South Korea", Journal of Life Science, 2015. Crossref	10 words — < 1%
106	cdn.intechopen.com Internet	10 words — < 1%
107	Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V., Freiburg i. Br. . "Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V., Freiburg i. Br. ; N.F. 10 : Hefte 1 - 4, 1969 - 1972", Universität Freiburg, 2012. Publications	10 words — < 1%
108	0350-3593, 2008 Publications	10 words — < 1%
109	www.seecclimateforum.org Internet	10 words — < 1%
110	www.well.org.rs Internet	10 words — < 1%
111	SWIECICKA, NATASZA. "INFLUENCE OF THE AIR TEMPERATURE AND RELATIVE AIR HUMIDITY ON THE PARAMETERS OF THE REPRODUCTION OF THE SCANBROWN MINKS", 10.5513, 2013. Crossref	10 words — < 1%

112	rdpc.uevora.pt Internet	10 words — < 1%
113	www.ruralnamreza.ba Internet	9 words — < 1%
114	Jian-Bo Yang, Chong-Jin Ong. "Determination of Global Minima of Some Common Validation Functions in Support Vector Machine", IEEE Transactions on Neural Networks, 2011 Crossref	9 words — < 1%
115	www.math.byu.edu Internet	9 words — < 1%
116	edepot.wur.nl Internet	9 words — < 1%
117	dirac.kw.bbc.co.uk Internet	9 words — < 1%
118	www.manitoba.ca Internet	9 words — < 1%
119	infoassist.panpha.org Internet	9 words — < 1%
120	Plant Life of the Dolomites, 2016. Crossref	9 words — < 1%
121	azdhs.net Internet	9 words — < 1%
122	prognozavremena.info Internet	9 words — < 1%
123	Petrovic, Milos, Kristina Andjelic, Zdravko Petrovic, and Milos Jovanovic. "Protection from fire of building materials with a special focus on building wood", Zastita materijala, 2014. Crossref	9 words — < 1%
124	bdcentral.net Internet	9 words — < 1%

125	www.upravazasume.me Internet	9 words — < 1%
126	Annuaire Européen / European Yearbook, 1971. Crossref	9 words — < 1%
127	J.T. Pulliainen. "Application of ERS-1 wind scatterometer data to soil frost and soil moisture monitoring in boreal forest zone", IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 5/1998 Crossref	9 words — < 1%
128	ibset.eu Internet	8 words — < 1%
129	www.agrif.bg.ac.rs Internet	8 words — < 1%
130	mbpzhr-ks.net Internet	8 words — < 1%
131	www.poljoprivreda.info Internet	8 words — < 1%
132	www.bestcarscompany.com Internet	8 words — < 1%
133	www.aldi.ba Internet	8 words — < 1%
134	www.sfbl.org Internet	8 words — < 1%
135	0350-1752, 2007 Publications	8 words — < 1%
136	0350-1752, 2005 Publications	8 words — < 1%
137	www.ogm.gov.tr Internet	8 words — < 1%
138	www.novi-zagreb.com Internet	8 words — < 1%

139	www.kps.rs Internet	8 words — < 1%
140	Carlo Blasi. "A phytosociological analysis of abandoned terraced olive grove shrublands in the Tyrrhenian district of Central Italy", Plant Biosystems, 1/1/2000 Crossref	8 words — < 1%
141	www.bio.bas.bg Internet	8 words — < 1%
142	Kubíková, Jarmila. "The Vegetation of Prokop Valley nature reserve in Prague", Folia Geobotanica et Phytotaxonomica, 1977. Crossref	8 words — < 1%
143	www.freeworld.tym.cz Internet	8 words — < 1%
144	Neugebauer, Klaus Rüdiger. "Auswirkung der extensiven Freilandhaltung von Schweinen auf Gefäßpflanzen in Grünlandökosystemen", Publikationsserver der Universität Regensburg, 2003. Publications	8 words — < 1%
145	www.readbag.com Internet	8 words — < 1%
146	Abbas, Mohamed, and Kasem Khalil. "A 23ps resolution Time-to-Digital converter implemented on low-cost FPGA platform", 2015 International Symposium on Signals Circuits and Systems (ISSCS), 2015. Crossref	8 words — < 1%
147	documents.mx Internet	8 words — < 1%
148	0085-6320, 2006 Publications	8 words — < 1%
149	hou.lbl.gov Internet	8 words — < 1%
150	bazapropisa.net	

8 words — < 1 %

151 0351-0050, 2003
Publications

8 words — < 1 %

152 www.putovanja.info
Internet

8 words — < 1 %

153 polinomski.blog.ba
Internet

8 words — < 1 %

154 draganpetric.com
Internet

8 words — < 1 %

155 www.fb.bg.ac.rs
Internet

8 words — < 1 %

156 documents.rec.org
Internet

8 words — < 1 %

157 www.osce.org
Internet

8 words — < 1 %

158 docslide.us
Internet

8 words — < 1 %

159 Paola Fioretto. "Reversal of Lesions of Diabetic Nephropathy after Pancreas Transplantation", New England Journal of Medicine, 07/09/1998
Crossref

8 words — < 1 %

160 Stefanović, Bogdan, Dušan Stojnić, and Milorad Danilović. "Multi-criteria forest road network planning in fire-prone environment: a case study in Serbia", Journal of Environmental Planning and Management, 2015.
Crossref

8 words — < 1 %

161 Delić, Sabina; Bećirović, Dženan; Jurić, Vedrana; Mutabdzija, Senka; Marić, Bruno; Mujezinović, Osman; Kvesić, Stjepan and

8 words — < 1 %

Avdibegović, Mersudin. "TOTAL ECONOMIC VALUATION OF THE DAMAGES FROM FOREST FIRES: CASE STUDY PROZOR-RAMA MUNICIPALITY", Works of the Faculty of Forestry University of Sarajevo, 2013.

Publications

162 www.iksi.ac.rs 8 words — < 1%
Internet

163 KOYUNCU, Onur, YAYLACI, Ö. Koray, ÖZTÜRK, Derviş and TOKUR, Süleyman. "Vascular plant diversity in Geyve gorge (Sakarya/Turkey) and its environs", xxxxxx, 2012.
Publications

164 Samaras, Dimitrios A.. "The vegetation of Greek fir (*Abies cephalonica* Loudon) forests on the Oxa-North Vardousia mountain system, central Greece, in relation to drought", Universität Freiburg, 2012.
Publications

165 Golub, V. B., and B. M. Mirkin. "Grasslands of the lower volga valley", *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, 1986.
Crossref

166 Buchan, Alexander. "Meteorological Observations at the Ben Nevis Observatory and at the Low Level Station at Fort-William", *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1890.
Crossref

167 Marković, A., A. Dinić, G. Đelić, and R. Žikić. "The Influence of Deposits from Copper Mining and Smelting Combine Bor on the Vegetation of Riverside of the River Timok (Eastern Serbia)", *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 2008.
Crossref

168 Braschler, B.. "Grain-dependent relationships between plant productivity and invertebrate species richness and biomass in calcareous grasslands", *Basic and Applied Ecology*, 2004
Crossref

169 *Annuaire Européen / European Yearbook*, 1970.

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY OFF

EXCLUDE MATCHES OFF