

УНИВЕРЗИТЕТ „УНИОН - НИКОЛА ТЕСЛА“ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА ЕКОЛОГИЈУ И ЗАШТИТУ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

ГОРАН Д. ЧЕШЉАР

**ПРОЦЕНА УТИЦАЈА ФАКТОРА СТРЕСА И
ЊИХОВИХ ЕФЕКТА НА ШУМЕ СА ЦИЉЕМ
ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У СРБИЈИ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Београд, 2017.

UNIVERSITY „UNION - NIKOLA TESLA“ BELGRADE
FACULTY OF ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

GORAN D. ČEŠLJAR

**ASSESSMENT OF THE STRESS FACTORS THEIR
IMPACT AND EFFECTS ON FORESTS IN ORDER
TO PROTECT THE ENVIRONMENT IN SERBIA**

DOCTORAL DISSERTATION

Belgrade, 2017.

ИНФОРМАЦИЈЕ О МЕНТОРУ И ЧЛАНОВИМА КОМИСИЈЕ

Ментор:

1. Проф. др Лидија Амицић, редовни професор Универзитета „Унион - Никола Тесла“, Факултета за екологију и заштиту животне средине у Београду.

Чланови комисије:

2. Проф. др Новица Сталетовић, ванредни професор Универзитета „Унион - Никола Тесла“, Факултета за екологију и заштиту животне средине у Београду.

3. Др Александар Лучић, научни сарадник Института за шумарство у Београду.

ЗАХВАЛНИЦА

Истраживања на теми ове докторске дисертације произашла су из реалне потребе да допринесем сазнању о утицајима фактора стреса у шумским екосистемима. Истраживања су имала и шири значај, тј. да обезбеде потребан ниво научних сазнања и њихове апликативности у процесу решавања актуелних задатака шумарства.

Посебну захвалност дугујем менторки др Лидији Амићић, редовном професору Факултета за екологију и заштиту животне средине, и члановима комисије, др Новици Сталетовић, ванредном професору Факултета за екологију и заштиту животне средине и др Александру Лучићу, научном сараднику Института за шумарство, на помоћи и сугестијама приликом израде дисертације.

Велику захвалност дугујем и директору Института за шумарство др Љубинку Ракоњцу, као и руководиоцу Одељења за уређење простора, ГИС и шумарску политику др Радовану Невенићу.

Захваљујем се и мојим драгим колегама са Института за шумарство на њиховој несебичној и стручној помоћи: др Љиљани Брашанац-Босанац, др Сузани Митровић, др Саше Еремији, др Томиславу Стефановићу, др Златану Радуловићу и дипл. инж. мст. Илији Ђорђевићу.

Захвалност дугујем и својој породици на стрпљењу и љубави коју су несебично уложили у наш заједнички успех.

Горан Чешљар

Универзитет „Унион - Никола Тесла“
Факултет за екологију и заштиту животне средине

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИОНА ИНФОРМАЦИЈА

УДК	
Тип документа (ТД)	Монографска публикација
Тип записа (ТЗ)	Текстуални штампани материјал
Врста рада (ВР)	Докторска дисертација
Аутор (АУ)	Горан Д. Чешљар
Ментор/Ко-ментор(МН)	Проф. др Лидија Амицић, редовни професор
Наслов рада (НР)	„Процена утицаја фактора стреса и њихових ефеката на шуме са циљем заштите животне средине у Србији“
Језик публикације(ЈП)	Српски
Земља публикавања (ЗП)	Република Србија
Географско подручје (ГП)	Србија
Година издавања (ГИ)	2017.
Издавач (ИЗ)	Ауторски репринт
Место и адреса (МС)	11 000 Београд, Србија, Цара Душана 62-63
Физички обим рада (ФО) (број поглавља/страна/литературних цитата/табела/Слика/шема/Графикона)	VI поглавља, 200 страна, 115 референци, 20 табела, 24 слике, 2 шеме, 84 графикона, 33 прилога
Научна област (НО)	Природно математичке науке
Научна дисциплина (НД)	Заштита животне средине
Предметна одредница/кључне речи (ПО)	шумски екосистеми, абиотички фактори, биотички фактори, антропогрни фактори, стрес
Чува се (ЧУ)	Библиотека Универзитета „Унион - Никола Тесла“, Факултет за екологију и заштиту животне средине, Београд.
Важна напомена	нема
Датум прихватања теме од стране НН већа (ДП)	16.09.2014.
Датум одбране (ДО)	

University „Union - Nikola Tesla“
Faculty of Ecology and Environmental Protection

KEY WORDS DOCUMENTATION

UC	
Document Type (DT)	Monographic publication
Tip of Record (TR)	Textual printed article
Contains Code (CC)	Ph. D. thesis
Autor (AU)	Goran D. Češljar
Mentor/Co-mentor	Lidija Amidzic Ph.D.
Title (TI)	Assessment of the stress factors their impact and effects on forests in order to protect the environment in Serbia
Language of Text (LT)	Serbian
Contry of Publication (CP)	Serbia
Locality of Publication (LP)	Serbia
Publication Year (PY)	2017
Publication Place (PP)	11 000 Belgrade Serbia Cara Dusana 62-63
Physical Description (PD) (chapters/pages/literature/table/ pictures/scheme/graphs./annex)	VI chapters, 200 pages, 115 literature, 20 table, 24 pictures, 2 scheme, 84 graphs., 33 annex
Scieintific Fields (SF)	
Scieintific Discipline (SD)	Environmental Protection
Subject/key words (CX)	forest ecosystems, abiotic factors, biotic factors, anthropogenic factors, stress
Holding Data (HD)	Library of University “Union - Nikola Tesla“ Faculty of Ecology and Environmental Protection, Belgrade
Note (N)	None
Accepted by Scientific Board on (ABC)	16.09.2014.
Defended on (DE)	

ПРОЦЕНА УТИЦАЈА ФАКТОРА СТРЕСА И ЊИХОВИХ ЕФЕКТА НА ШУМЕ СА ЦИЉЕМ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ У СРБИЈИ

Резиме

Рад има за циљ да теренским и теоријским истраживањима укаже на промене у шумским екосистемима изазваним природним (биотичким и абиотичким) и антропогеним деловањем, а све у циљу успостављања одрживог развоја шума и шумских екосистема у Републици Србији.

Шумски екосистеми су све осетљивији на сталне промене које се дешавају услед бројних природних и антропогених фактора. Виталност једног шумског екосистема у великој мери зависи од тих утицаја, при чему поједини фактори својим дуготрајним деловањем могу довести до слабљења појединачних стабала или читавог шумског екосистема и на крају изазвати њихово слабљење или нестанак.

Основни циљ истраживања је да се утврди који од три фактора стреса (биотички, абиотички и антропогени) је најдоминантнији и најутуцајнији на шуме у Србији. Рад има и додатне специфичне циљеве који су постављени ради достизања основног циља. Сагледани су и објашњени сви идентификовани фактори стреса који су утицали на шуме и појединачна стабла током периода истраживања. Детаљно су анализирани фактори штета и узрочници штета на дрвећу, дефолијација и климатске карактеристике у периоду од 2004. до 2014. године. Услед чињенице да различите врсте показују различит ниво толерантности на промене услова станишта, анализе су вршене на нивоу врста. Компарацијом резултата овог истраживања са подацима других истраживања дошло се до закључака о најчешћим и најзаступљенијим узроцима штета на стаблима и шумама уопште, као и о факторима који имају највеће негативне утицаје на шумске екосистеме.

Кључне речи: шумски екосистеми, абиотички фактори, биотички фактори, антропогени фактори, стрес

ASSESSMENT OF THE STRESS FACTORS, THEIR IMPACT AND EFFECTS ON FORESTS IN ORDER TO PROTECT THE ENVIRONMENT IN SERBIA

Abstract

The aim of this work is to point out, through field and theoretical studies, the changes in forest ecosystems caused by natural (biotic and abiotic) and anthropogenic activities, thus establishing a sustainable development of forests and forest ecosystems in Serbia.

Forest ecosystems are becoming increasingly sensitive to the constant changes which occur due to a number of natural and anthropogenic factors. Vitality of a forest ecosystem is greatly influenced by those factors. Moreover, some of the factors and their longlasting influence can lead to the weakening of certain trees or the entire forest ecosystem, eventually causing their mortality.

The main objective of the research is to determine which of the three stress factors (biotic, abiotic and anthropogenic) is the most dominant and influential in the forests in Serbia. The work has some additional specific objectives that are set to achieve the basic goal. All identified stress factors, which had influence on forests and individual trees during the study period, have been analyzed and explained.

Damage to trees and the causing factors, defoliation and climate characteristics in the period from 2004 to 2014, have been thoroughly analyzed as well. Due to the fact that different tree types show a different level of tolerance to changes in habitat, analyzes were carried out according to those types. The results of this survey, when compared to the data from other studies, (led to the conclusion which are) revealed the most frequent and most common causes of damage to trees and forests, in general. Futhermore, it demonstrated which factors have the most negative impacts on forest ecosystems.

Keywords: forest ecosystems, abiotic factors, biotic factors, anthropogenic factors, stress

САДРЖАЈ

<u>1. УВОД</u>	1
<u>1.1. Појам стреса</u>	2
<u>1.2. Фактори стреса у шумским екосистемима</u>	4
<u>1.2.1. Биотички фактори стреса</u>	5
<u>1.2.2. Абиотички фактори стреса</u>	7
<u>1.2.3. Антропогени фактори стреса</u>	10
<u>1.3. Досадашња истраживања</u>	13
<u>1.4. Дисциплинарно одређење предмета истраживања</u>	17
<u>1.5. Територијално одређење предмета истраживања</u>	17
<u>1.5.1. Основни подаци о шумама у Србији</u>	18
<u>1.5.2. Биоеколошке особине најзаступљенијих врста дрвећа</u>	21
<u>1.5.3. Климатске карактеристике подручја истраживања</u>	26
<u>1.5.4. Едафске карактеристике подручја истраживања</u>	29
<u>1.6. Временско одређење предмета истраживања</u>	29
<u>1.7. Циљ, сврха и предмет истраживања</u>	30
<u>1.8. Основне хипотезе</u>	31
<u>2. МЕТОД РАДА</u>	32
<u>3. ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА ПОДАТАКА</u>	36
<u>4. РЕЗУЛТАТИ И ЊИХОВА АНАЛИЗА</u>	46
<u>4.1. Климатске карактеристике у Србији у периоду 2004-2014</u>	46
<u>4.1.1. Биоклиматска класификација према <i>Lang</i>-у</u>	55
<u>4.1.2. Индекс суше према <i>de Martonne</i>-у</u>	58
<u>4.2. Карактеристике земљишта на истраживаним локалитетима</u>	60
<u>4.3. Штете на дрвећу</u>	66
<u>4.4. Фактори штета на дрвећу</u>	70
<u>4.5. Узроци штета најзаступљенијих врста дрвећа у Србији</u>	74
<u>4.5.1. Буква (<i>Fagus moesiaca</i> L.)</u>	75
<u>4.5.2. Цер (<i>Quercus cerris</i> L.)</u>	83
<u>4.5.3. Сладун (<i>Quercus frainetto</i> Ten.)</u>	90
<u>4.5.4. Китњак (<i>Quercus petraea</i> (Matt) Liebl.)</u>	97

<u>4.5.5. Граб (<i>Carpinus betulus</i> L.)</u>	103
<u>4.5.6. Смрча (<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.)</u>	109
<u>4.5.7. Црни бор (<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold)</u>	115
<u>4.5.8. Бели бор (<i>Pinus sylvestris</i> L.)</u>	118
<u>4.5.9. Јела (<i>Abies alba</i> Mill.)</u>	124
<u>4.6. Узроци штета осталих лишћарских врста дрвећа</u>	130
<u>4.7. Дефолијација као индикатор стања шума</u>	136
<u>4.7.1. Тренд дефолијације у Србији у периоду 2004-2014</u>	142
<u>4.7.2. Трендови дефолијације лишћарских врста дрвећа</u>	143
<u>4.7.3. Трендови дефолијације четинарских врста дрвећа</u>	145
<u>4.7.4. Просечна дефолијација у периоду од 2004. до 2014. године</u>	147
<u>4.8. Пример препознавања сушења шума услед деловања доминантног</u>	148
<u>стресног фактора</u>	148
<u>5. ДИСКУСИЈА</u>	155
<u>6. ЗАКЉУЧАК</u>	168
<u>ЛИТЕРАТУРА</u>	174
<u>ПРИЛОЗИ</u>	184

ЛИСТА АКРОНИМА И СКРАЋЕНИЦА

- ICP** - International Cooperative Programme of Forests Condition
Међународни програм за сарадњу праћења стања шума
- РХМЗ** - Републички хидрометеоролошки завод
- IPCC** - Intergovernmental Panel on Climate Change
Међувладин панел за промену климе
- FAO** - Food and Agriculture Organization of the United Nations
Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација
- WRB** - World reference base for soil resources
Светска референтна база земљишних ресурса
- БИТ** - Биоиндикацијска тачка
- ЈДПЗ** - Југословенско друштво за проучавање земљишта
- SPI** - Стандардизовани индекс падавина
- ИДПС** - Извештајно дијагнозно прогнозна служба
- ЕЕА** - European Environment Agency
Европска агенција за животну средину

1. УВОД

Узроци деградације шума су бројни, разноврсни и одраз су низа фактора стреса. Виталност једног шумског екосистема у великој мери и зависи од утицаја различитих фактора стреса, било да су биотичког (штетни инсекти, фитопатогене гљиве, итд.), абиотичког (мраз, суша, високе температуре, итд.) или антропогеног порекла (људске активности). Поједини фактори стреса својим дуготрајним деловањем могу довести до слабљења и сушења појединачних стабала или деградације читавог шумског екосистема. С друге стране, неки фактори стреса представљају нормалне појаве и темељ функционисања шумских екосистемима. Међутим, велика варијабилност њиховог интензитета, време или локација настанка могу значајно утицати на одрживост шума. У вези са тим, промене у структури и функцији шумских заједница могу бити дугорочни показатељи стања шума. Физиолошки процеси у сваком стаблу се одвијају различито, под различитим условима. Свака врста има одређене границе толеранције тј. ограничени спектар услова у оквиру своје еколошке валенце у којима може да преживи. У оквиру тих граница још су уже границе у којима стабло може оптимално функционисати. Биотички и абиотички стресни фактори изазивају промене у физиолошким процесима у целом биљном организму. Оштећења на дрвећу и смањење њихове продуктивности се најчешће јављају као природни фактори стреса: екстремне високе и ниске температуре, дефицит или суфицит воде у земљишту, рани јесењи или касни пролећни мразеви, патогени, итд. Заједно са овим природним факторима делују и значајно им подпомажу људске активности тј. антропогени фактори стреса којима су убрзани процеси оштећења и евентуалне смрти биљке (тешки метали, киселе кише, механичке повреде, итд.). Биљке представљају осетљиве организме који не могу да побегну од неповољних услова средине у којој се налазе. Изложена деловању стресних фактора биљка је принуђена да се прилагоди новонасталим условима у животној средини и да одступа од уобичајених (нормалних) метаболичких процеса, што у неким случајевима резултира повећањем отпорности на поједине факторе стреса адаптацијом, док са друге стране, ако је стресни фактор исувише јак, трајним оштећењем, па и смрћу.

1.1. Појам стреса

Појам стреса први је у употребу увео *Hans Selye* 1936. године, описавши га као одговор организма на захтеве који се постављају пред њим. Као студент медицине *Selye* је приметио да пацијенти пате од различитих болести, али често показују идентичне знаке и симптоме. Ово запажање је можда био први корак у његовом препознавању стреса. Овај појам је искоришћен у медицини а касније прилагођен у свим биолошким дисциплинама.

За биљне врсте, стрес је накнадно, формално дефинисан и према већини дефиниција различитих аутора (*Ciesla W.M. u cap. 1994, Lichtenthaler H. K. 1996, Cristina-Maria Valcu 2007*), под стресом се подразумева било који неповољни услови или супстанце које утичу или блокирају њихов метаболизам, раст и развој.

Могу се разликовати и неки од следећих израза везаних за стрес:

- **Стресни фактори** – означавају узрочника стреса или његов извор.
- **Стање стреса или реакција на стрес** – промена настала као реакција на деловање неког стресног фактора као и адаптација на новонастало стање.
- **Толерантност** – способност индивидуе или неког њеног дела да се одупре утицају стреса.

Према *Houston D.R 1992., Lichtenthaler H. K. 1996., Schulze E.-D. u cap. 2005*, фактори стреса изазивају реакције у биљци распоређене у неколико карактеристичних фаза:

- **фаза реакције на стрес** (фаза аларма или почетак стреса) је реакција биљке на неки од стресних фактора који подразумевају пад витлности и одступање од функционалних норми;
- **фаза реституције** (фаза отпора или наставак стреса) представља одбрану против стресних фактора погодним механизмима заштите кроз покушај њихове неутрализације и адаптације;
- **фаза резистенције** (фаза отпорности или ојачања) настаје услед константног деловања неког фактора стреса са крајњим исходом стварања отпорности.

Након првих фаза реакције, реституције и резистенције утицај стресних фактора на биљку се може кретати у два правца: фазу обнављања или завршну фазу.

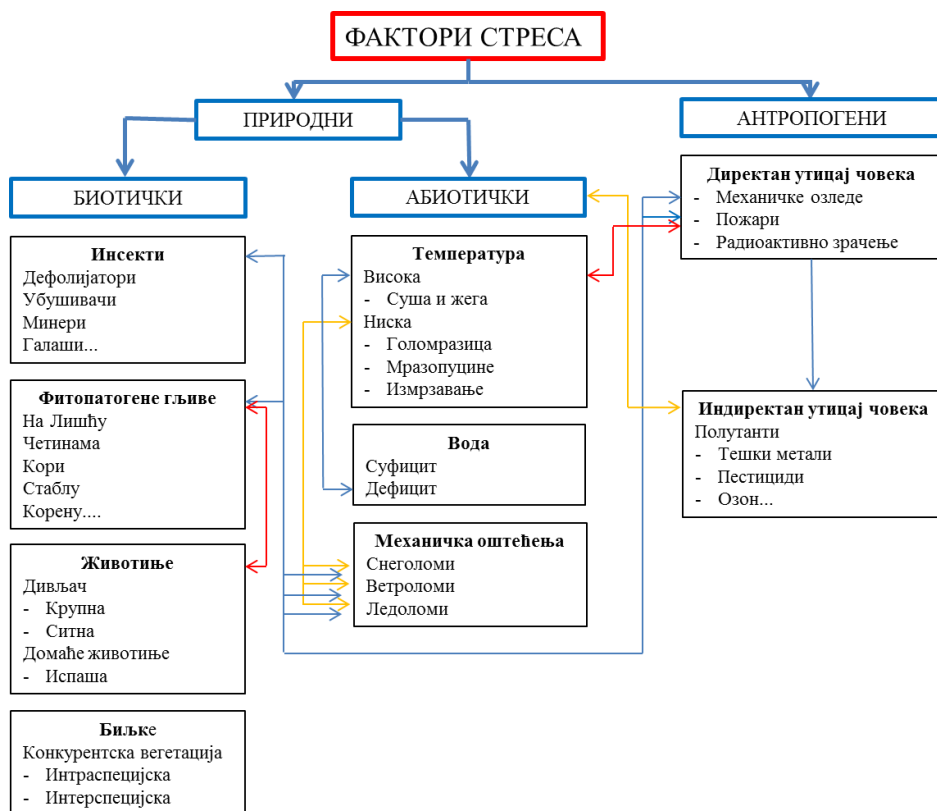
- **Фаза обнављања** (делимична или потпуна регенерација) настаје када се уклони фактор стреса, а сама штета проузрокована његовим деловањем није била превисока.
- **Завршна фаза** (фаза исцрпљености или дугорочног стреса) настаје ако је интензитет стреса превисок и траје током дугог временског периода услед чега долази до колапса и на крају смрти биљке.

Према томе, стрес се може описати и као стање које услед различитих стресних фактора доводи до дестабилизације одређених функција и процеса у зависности од интензитета и динамике деловања, након чега може уследити нормализација стања или отпорности, тј. резистенције. Међутим, уколико се граница толерантности премаши и биљка не успе да се адаптира на новонастале услове, готово сигурно долази до оштећења па и смрти.

Основна карактеристика стреса код биљака је да их чини посебно осетљивим на промене у животној средини у односу на нпр. животињске врсте које могу избећи неоптималне услове или побећи од стреса кроз нпр. миграције (*Cristina-Maria Valcu 2007*). Мора се направити разлика између периодичних и континуираних тј. стално присутних фактора стреса, као и између стресних догађаја ниског и високог интензитета. Док код стресних догађаја ниског интензитета може доћи до адаптације и аклиматизације, код снажног или хроничног стреса који изазива знатну штету, може доћи и до смрти биљке. *Nikolaus A. и сар. (2012)* напомињу да се такође мора направити разлика и у томе да ли се стрес испољава постепено повећавајући свој утицај или долази као изненадни тј. нагли догађај, те је стога потребно разликовати постепене утицаје стреса (нпр. повећање суше или салинитета) и прага толеранције (нпр. ниска температура која прелази праг толеранције биљке). Стрес се може посматрати и двострано – најчешће је деструктиван али под неким околностима може бити конструктиван јер представља покретачку снагу за прилагођавање и еволуцију биљних организама (*Levitt J. 1980; Lichtenthaler H.K. 1988; 1996*).

1.2. Фактори стреса у шумским екосистемима

Фактори стреса се испољавају у оквиру еколошких фактора и подразумевају све утицаје из спољашне средине на један организам, који утичу на тај организам, било да су биолошки, физички или хемијски. Ови фактори су променљиви у времену и простору, и на те промене биљке реагују у оквиру својих адаптивних могућности. У животном циклусу једног стабла или читавих шумских заједницама делује низ различитих стресних фактора. Услови животне средине су бројни и могу се сврстати под биотичке и абиотичке, док се човек са својим активностима због обима и значаја који врши издваја као посебан антропогени фактор (*Графикон 1*). Према деловању тих фактора, тј. према њиховој дужини деловања и интензитета, шумски екосистеми и поједине врсте дрвећа могу различито реаговати. На биљке најчешће прво делују примарни фактори стреса или стресни догађаји који значајно смањују њихову виталност. Међутим, стресни фактори наведени на *Графикону 1*. ретко делују појединачно на биљку. Обично неколико фактора стреса делује истовремено. На пример, честа је комбинација сушних периода без падавина (дефицита влаге у земљишту) са високим (екстремним) температурама у летњем периоду, након чега следе секундарни узрочници стреса, инсекти и гљиве, који додатно потпомажу смањењу виталности и на крају могу довести до одумирања целе биљке. Све чешћи узрок стреса су антропогени утицаји који се испољавају кроз загађење воде, ваздуха и земљишта, климатске промене, деградацију и фрагментацију природних станишта. Ослабљено антропогеним притисцима, дрвеће губи способност отпорности на природне појаве и процесе као што су суше, мразеви, напади инсеката.



Графикон 1. Стресни фактори и њихово међусобно уланчавање

1.2.1. Биотички фактори стреса

Биотички фактори стреса подразумевају све оне утицаје који се испољавају од стране живих организама (биљака, животиња, микроорганизама). Ови фактори могу деловати посредно и непосредно (индиректно и директно) међајући и интезитет деловања неког другог фактора стреса. Интеракција између биљака и других живих организама се може поделити на: деловање животиња на биљке, деловање биљака на биљке и деловање микроорганизама на биљке. До ових односа долази услед различитих животних потреба: за храном, размножавањем, заклоном, итд.

Биотички фактори стреса у шумским екосистемима су:

- инсекти;
- фитопатогене гљиве;
- животиње (дивљач и домаће животиње);
- биљке (њихов међусобан утицај).

Инсекти су непосредни и посредни, а према *Радуловић З. и сар.* (2014) и многим другим ауторима, најчешћи и најдоминантнији биотички фактори стреса у шумским екосистемима. Инсекти могу изазвати штете на великом броју стабала и захватити велике површине шума. Према штети коју наносе биљкама могу се поделити на инсекте који својом исхраном изазивају физиолошко слабљење нападнутих биљака уништавајући асимилационе органе, пупољке и изданке, или стварајући гале (дефолијатори, сисачи, галаши), инсекте који се убушују у живо дрво изазивајући физиолошко слабљење стабла и оштећење дрвне масе (поткорњаци, стрижибубе) и инсекте који оштећују већ мртво дрво (стрижибубе). Према *Михајиловић Љ.* (2008) постоји и низ других подела који инсекте сврстава у доминантне факторе стреса: према стању биљке коју нападају, према висини штете коју причињавају, према ареалу распрострањења, према делу биљке који оштећују и према шумском објекту у коме причињавају штету. Такође исти аутор наводи да фактори који ће утицати на висину штете од инсекта зависе од врсте инсекта, врсте дрвета, старости биљке, здравственог стања биљке, квалитета земљишта, временских прилика, годишњег доба, географског положаја и шумско узгојних односа, те се штете на биљкама од стране инсеката могу испољити на различите начине: кроз деформације, кржљање, физиолошку слабост, изостанак плодоношења, губитка у прирасти, до сушења биљака.

Фитопатогене гљиве. Међу биотичким факторима који причињавају велике штете и угрожавају шумске екосистеме значајно место заузимају и они који су проузроковани гљивама. Гљиве прилагођене паразитском начину живота на вишим биљкама живе на рачун њихових органских материја. Према *Караџић Д.* (2010) узрочници болести на шумском дрвећу у 90% случајева су гљиве. Велики утицај на настајање болести (патогенезу) и њено ширење на веће површине, поред присуства паразита имају и климатски услови (топлота, ветар, влага и светлост) као и вектори који могу пренети споре гљива (инсекти, птице и друге животиње, вода, ветар, човек). Поједине гљиве нападају само једну биљну врсту, док друге нападају више различитих врста. Као и инсекати, гљиве се могу јавити на различитим местима на дрвећу тј. његовим органима (деловима стабла) које нападају (корену, деблу, лишћу, четинама) и могу изазвати различите симптоме.

Животиње. Када је реч о утицају животиња као фактора стреса код биљака, најчешће је изражен утицај крупне дивљачи (јелена), и то у ограђеним површинама (ловиштима) *Гачић Д. и сар.* (2006, 2009). Највише трпи приземна и жбунаста вегетација од паше, док су млада и ниска стабла углавном угрожена због гуљења коре, те могу након тога бити подложна нападу инсеката и гљива. На отвореним површинама ове штете су ређе и теже уочљиве.

Што се тиче домаћих животиња, њихов утицај на шуме је био израженији у 20-ом веку, него што је то случај данас. Већи део становништва је живео у руралним подручјима те је гајење стоке изискивало већу количину хране, поготову у зимском периоду, због чега су шуме трпеле велике штете. Подмладак се тешко развијао због испаше, а лисник је сакупљан и ношен за исхрану домаћих животиња.

Биљке. Као посредан биотички фактор стреса (индиректан) изражен је међусобан утицај биљака кроз конкуренцију или конкуренцију која се може јавити између јединки исте врсте (интраспецијска) или између јединки различитих врста (интерспецијска). Конкуренција је посебно изражена у шумама где густ вегетацијски склоп дрвенастих врста утиче на светлост, влажност и температуру, те су у таквим условима фактори стреса веома изражени.

У шумама се може срести и велики број епифита (нпр. лијане и лишајеви) које расту на површини дрвећа, и које од домаћина не користе никакве органске и неорганске материје, већ само простор или ослонац. Међутим, могу да им нанесу индиректну штету као паразити простора који им заклањају светлост. Такође се могу срести и полупаразитске биљке, првенствено имела (*Viscum album*, *Loranthus europaeus*) која од домаћина користи воду и минералне материје и може значајно утицати на здравствено стање стабла.

1.2.2. Абиотички фактори стреса

Абиотички фактори стреса подразумевају све утицаје који се испољавају од стране неживе природе, те се још могу назвати и неифункционним или непаразитским биљним болестима. Под њима се убрајају сви поремећаји и оштећења настала код биљака утицајем неповољних климатских и едафских

фактора. Оштећења стабала на већим површинама шума најчешће је проузроковао услед сувише високих температура уз недостатак влаге у земљишту (суша) или ниских температура уз механичко дејство ветра и снега (ветроизвале, снегоизвале). На неке абиотичке факторе стреса и њихово израженије испољавање у великој мери је утицао и сам човек (нпр. убрзане климатске промене). Биљке оштећене утицајем абиотичких фактора постају осетљивије према биотичким узрочницима штета, па поред свог директног неповољног утицаја абиотички фактори могу деловати и као фактори предиспозиције.

Најдоминантнији абиотички фактори стреса у шумским екосистемима су:

- температурни екстремни (висока и ниска температура)
- механичка оштећења (снеголоми, ветроломи, ледоломи)
- вода (дефицит и суфицит)

Температурни екстремни играју важну улогу у животу и функционисању шумског дрвећа. Њихов живот се креће у одређеним границама толеранције, од минималне, оптималне до максималне температуре. Ако се ове границе прекораче тј. постану екстремно ниске или високе, може доћи до појаве оштећења. Најбоље функционисање једног дрвета је на за њега оптималној температури, док се приближавањем ка минималној или максималној то функционисање смањује. Високе температуре на стаблима изазивају оштећења услед суше и жега а ниске од мрза (мразопуцине, измрзавање, голомразице).

Суша сигурно представља један од најдоминантнијих абиотичких фактора стреса. Услед дужег временског периода без падавина и високе температуре ваздуха суша може изазвати поремећај у нормалном функционисању, чак и потпуно здравих биљака, док жега коју карактерише дејство изразито високих температура у краћем временском периоду посебно утиче на младе биљке. Суша и жега представљају непосредне и посредне изворе штета. Као непосредни су сушење читавих биљака или њихових делова, док се посредни огледају кроз појаву различитих патогена који нападају ослабљене биљке.

Пошто је распрострањење биљних врста у највећој мери условљено климом оне су осетљиве на промене временских услова. Глобално отопљавање је у

највећој мери узроковано повећаном количином CO₂, CH₄, флуорисаних угљоводоника, водене паре и других једињења у атмосфери које је довело до јачања ефекта стаклене баште услед антропогених активности.

Када температура падне испод тачке мржњења долази до појаве мраза. Аутохтоне биљке су отпорне на мраз и не трпе велике штете док та температура не пређе у екстремно ниску. Услед преласка те границе може доћи до измрзавања појединих биљних делова, голомразице и мразопуцина.

До смрзавања целе биљке или неког њеног дела долази услед наглих промена температуре, када нпр. отопли и крену сокови и пупољци да се отварају а затим нагло захладни.

Голомразица представља издизање земљишта дејством мраза када нема снежног покривача, што за последицу има измрзавање корена, најчешће младих биљака са плитким и тањирастим кореном (нпр. смрча).

Услед различитог загревања спољашњег дрвета (бељике) и унутрашњег дрвета (срчике) настају мразопуцине које се протежу од нивоа земље дуж дебла. Јављају се на старим стаблима, најчешће лишћара и представљају погодно место за инфекцију спорама гљива које узрокују трулеж дрвета.

Механичка оштећења као абиотички фактор стреса на стаблима, настају услед дејства ветра, снега, леда, града, грома. Ове појаве узрокују ветроломе, снеголеме и ледоломе који у датом моменту могу изазвати штете на великим површинама шума. Када је површина стабала испод тачке мржњења, као последица изразито ниске температуре, у контакту са кишом долази до стварања интерцелуларног и површинског леда. Гране, кора на стаблима, четине тј. цела стабла су отежана и створеним ледом постају јако крта те долази до ломова. Уз јак ветар ове штете могу бити још изражајније. Као пример се могу навести метеоролошке прилике у Источној Србији крајем 2014. године које су довеле до стварања велике количине леда на дрвећу што је за последицу имало незабележене ледоломе и ледоизвале у српском шумарству (Јанковић В. 2015). Све врсте дрвећа су подложна штетама које изазива ветар као још један фактор механичког оштећења. Дрвеће може да буде изваљено, а ветар може да преломи стабло или гране у крошњи. Такође, услед повећања тежине снегом тј. његовим

накупљањем на стаблу и крошњама долази до ломова и извала читавих стабала. Оштећења које ће он изазвати зависе од количине и врсте снега (мокар или сув). Поред овога, услед удара града, на кори, лишћу, плодовима јављају се озледе.

Сва поменута механичка оштећења могу довести до уланчавања штета јер се паразитским гљивама и неким инсектима отвара пут за продор у стабло.

Вода као абиотички фактор стреса. Услед њеног недостатка у земљишту или потпуног одсуства током дужег временског периода, долази до поремећаја у метаболизму биљака што може резултирати смрћу као крајњем исходу. Дефицит воде се најчешће везује уз високу температуру ваздуха без падавина у дужем временском периоду (суша).

Негативан утицај вишка воде (подземне и надземне) на биљке настаје најчешће након дуготрајних падавина или изливањем река из својих корита, тј. када количина воде премаши могућност упијања од стране земљишта. Чак и код хигрофилних врста дрвећа (храст лужњак, јасен, топола и врба) велика количина воде задржана дужи временски период у земљишту може изазвати сушење на површинама које су поплављене услед недостатка кисеоника и нагомилавања CO₂ у зони ризосфере (Dekanić I. 1975; Prpić B. u cap. 1997).

1.2.3. Антропогени фактори стреса

Антропогени фактори стреса подразумевају све утицаје настале дејством човека, те се могу поделити на оне изазване директним утицајем (нпр. механичке озледе, пожари) и оне које су изазване индиректно (нпр. полутанти у атмосфери, води и земљишту). У многим поделама се може приметити да се индиректан утицај човека као фактор стреса сврстава под абиотичке факторе јер начин њиховог деловања најчешће бива испољен услед струјања ваздуха (ваздушна загађења) и падавина (депозиције). Такође, битно је напоменути да је човек у великој мери допринео појави и развоју биљних болести јер је својим свесним или несвесним деловањем унео бројне биљне патогене и штеточине.

Најдоминантнији антропогени фактори стреса изазвани директним утицајем човека у шумским екосистемима су:

- механичке озледе;
- пожари;
- радиоактивно зрачење;
- полутанти.

Механичке озледе су најчешће присутне на деблу мада се могу наћи и на свим осталим деловима стабла. Настају употребом механизације која се користи у току радова у шуми, као и услед сече и пада околних стабала. Такође су веома честа оштећења на корењу и приданку стабла од машина која се користе приликом сече и извоза трупаца кроз шуму (Češljар G. и сар. 2014). Имајући у виду да се спровођење радова у шуми често организује на великим површинама, механичке повреде су погодна места за напад инсеката и гљива, и могу представљати значајан извор стреса.

Пожари, били они природни или настали утицајем човека, доводе до привременог или трајног губљења шума. Појављивање је у највећем броју случајева изненадно, а у 95% се јавља као људски фактор (Radovanović M. и сар. 2009, Bassi S. et al. 2008). Према наводима Češljар G. и Stevović S. (2015), подпомогнути неким од временских прилика (тј. абиотичким факторима) као што су ветар или висока температура ваздуха, пожари се могу веома брзо ширити и захватити велике површине. Утицај шумског пожара знатно превазилази место које је захваћено јер се његово деловање осећа и у ширем окружењу. Уз штету коју својом појавом праве, на пожаре се надовезују и секундарни узрочници штета (инсекти и гљиве) те се последице морају санирати дуги низ година а у већини случајева су ненадокнадиве.

Радиоактивно зрачење може изазвати огромне штете у шумским екосистемима. У веома кратком временском периоду, након утицаја радиоактивног зрачења, може доћи до трајног уништења шума а последице се могу испољавати и деценијама након тога. Најбољи примери за то су

радиоактивна зрачења настала хаваријама у нуклеарној електрани у Чернобиљу 1986. године (Украјна) и Фукушими 2011. године (Јапан). Овакве хаварије су веома ретке, али када се десе, врше огроман утицај на шумске екосистеме и целокупну животну средину.

Полутанти могу бити гасовите или чврсте материје које загађују воду, ваздух и земљиште, а када дођу у контакт са падавинама (кишом, снегом итд.) постају и течни депоненти. Најчешће су то сумпорна и азотна једињења, тешки метали, пестициди и све остало што емитује индустрија, пољопривреда и друге привредне гране у слободан простор. Као загађивачи, полутанти се деле на примарне и секундарне. Примарни загађивачи потичу директно из извора и токсични су за биљку (нпр. SO_2) док секундарни загађивачи настају као резултат реакције између полутаната (нпр. киселе кише). Према *Legge A.* и *Krupa S.* (1986) најзначајнији примарни полутанти који оштећују стабла у шумским екосистемима су: сумпор-диоксид (SO_2), водоник-флуорид (HF), азотни оксиди (NO_x), амонијак (NH_3), хлороводоник (HCl), хлор (Cl_2), водоник-сулфид (H_2S), фреон, етилен. Док су секундарни полутанти озон (O_3) и киселе кише.

Основни извори загађења ваздуха су саобраћај и индустрија, где се услед сагоревања различитих врста горива, најчешће необновљивих, (нафте и њених деривата, угља, дрвета, природног гаса) у атмосферу испушта велика количина штетних хемијских материја које мењају природни однос и концентрацију основних компоненти ваздуха. Ретки су природни извори загађења ваздуха попут вулканских ерупција и природних пожара, што говори да готово сви облици загађења ваздуха настају као последица човекових активности и његове потребе за добијањем енергије. Као последица загађења ваздуха гасовима ослобођених сагоревањем, долази до појаве киселих киша које врше велики утицај на биљни и животињски свет. Киселе кише представљају велики светски проблем јер услед ваздушних струјања загађујуће хемијске материје лако и брзо прелазе велика растојања чиме најчешће причињавају штете далеко од својих стварних извора. Киселе кише могу деловати директно и индиректно на биљни свет:

- директан утицај је када кишне капи падну на површину биљке и након тога почну деловати, а као последица се јави промена боје лишћа/иглица, њихово опадање и на крају сушење читавих стабала.
- индиректан утицај подразумева загађење земљишта и воде из којих биљка црпи храњиве материје и воду, које утичу на нормално функционисање организма.

Поред индиректног утицаја киселих киша и снегова на загађење земљишта и воде, до њихове контаминације може доћи и када се загађујуће материје директно испуштају у њих, без адекватног третмана за уклањање штетних хемијских једињења.

Међу предходно описаним биотичким, абиотичким и антропогеним факторима који су приказани и на *Графикону 1*, велики је број оних који праве мале штете, по некад занемарљиве и без већих утицаја на шуме. Међутим, постоје и они који праве значајне штете на великим површинама те им треба посветити далеко више пажње.

1.3. Досадашња истраживања

Досадашња истраживања, расправе и бројне анализе о негативном деловању различитих фактора стреса на поједине врсте дрвећа као и на читаве шумске екосистеме започете су још раних 80-их година прошлог века. Током тих година примећена су тешка оштећења на стаблима у Северној Америци и Немачкој. Најистраживаније шуме у том периоду свакако су биле у тадашњој Западној Немачкој, где је 1982. године, процењена штета у шумама на 562. 000 хектара или 8% од укупних шума, а већ наредне 1983. године штета је потврђена на преко 2,5 милиона хектара или 34% (*Postel S.* 1984). Први пут се појављује назив умирање шума (*Waldsterben*) као термин за стање у коме су се нашле шуме услед појаве киселих киша и суше, изазваних људским активностима, првенствено индустрије. Услед недостатка тачних узрока смрти великог броја стабала настало је више хипотеза у сарадњи између Немачких и Америчких истраживача. Ови негативни утицаји на шуме због растуће свести јавности о негативним утицајима загађења ваздуха на шуме били су покретач и допринели су формирању Међународног

програма за шуме (*ICP Forests: International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*). Овај програм је представљен 1985. године на основу конвенције о далекосежном прекограничном загађењу ваздуха економске комисије Уједињених нација за Европу као одговор на јавну и политичку забринутост о обимном оштећењу шума у Европи почетком осамдесетих година прошлог века. Данас, Међународни програм за шуме ICP Forests прати стање шума у Европи, у сарадњи са Европском Унијом и користи два различита интензитета мониторинга, Ниво 1 и Ниво 2. Ниво 1 се заснива на преко 6000 парцела за посматрање стања шума широм Европе, док интензиван ниво мониторинга (Ниво 2) обухвата око 500 парцела у одабраним шумским екосистемима у Европи. Тренутно 41 земља Европе учествује у Међународном програму за шуме ICP Forests, укључујући Канаду и САД. Основни циљ Нивоа 1 мониторинга је обезбеђење увида у просторне и временске варијације стања шума у односу на антропогене и природне факторе стреса у Европској и националним систематским мрежама осматрања широких размера.

Пропадање и сушење шума је далеко сложенија појава него што се у почетку мислило. Велики број истраживача проучавао је овај феномен са различитих аспеката. Бројни аутори истичу да виталност једног стабла или читавог шумског екосистема у многоме зависи од утицаја комплекса фактора који могу деловати симултано или се сукцесивно смењивати (*Jerry F. F., Shugart H.H., Mark E.H. 1987; Schowalter T. D., Filip G.M. 1993; Lichtenthaler H. K. 1996. Gibbs, J. N., Greig, B. J., 1997; Jennifer A. M et al. 2002; Thomas F.M., Blank R., Hartmann G. 2002; Pierre V., Cristina-Maria V. 2007; Dragan S., Danijela A. 2008; Radulović i sar. 2014*). Ови аутори наглашавају да се штете у шумама и шумским подручјима деле према примарном узроку: абиотички, биотички и антропогено изазвани, као и да су поједини фактори израженији и могу зависити од типа шуме. Све више преовлађује мишљење да је сушење шума екопатолошка појава изазвана и условљена комплексом предходно поменутих фактора стреса. У већини случајева висину економске штете, а посебно еколошке последице негативних утицаја различитих фактора је веома тешко предвидети.

Ciesla W. M. и Dounaubeuer E. (1994) наводе да је морталитет природна појава, где услед конкуренције, напада инсеката, болести, ерозије земљишта,

ветра, неповољних временских прилика, промене климе, може доћи до његовог испољавања. Различите људске активности, директно изазивају штете на дрвећу, услед коришћења традиционалних или модерних начина сеча. Спаљивањем долази до емисије гасова и појаве ваздушних загађења. Такође, сушење шума или појединачних стабала може захватити како аутохтоне тако и алохтоне врсте (*Ciesla W. M., Dounaubeuer E. 1994*). Увођењем нових врста патогена и инсеката, долази до ширења на друге до тада отпорне врсте, итд.

Осамдесетих година прошлог века појавило се више теорија о најдоминантнијим узрочницима штета на дрвећу са последицама сушења. Поједини аутори напомињу различите факторе стреса као најдоминантније узрочнике штета: закишељавање (ацидификација) земљишта тешким металима (*Hontvedt R. u cap., 1980; Ulrich B. u cap., 1980, 1983; Westerman L. 1981*); гасовити загађивачи (*Scholz F. 1981; Tomilson G. 1983*); суше (*Johnson D. A. 1980*), општи стрес (*Schütt P. u cap. 1985*). О утицајима промене климе на шумске екосистеме, при чему се мисли на отопљавање проузроковано антропогеним повећањем гасова стаклене баште, у домаћој и страниј литератури доста је написано (*Andrasko, K. 1990; Караџић, Д. 2007; Bernier, P., Schoene, D. 2009; Ljiljana B.B. 2013*). Такође, *Willmott, C.J., Legates, D.R. (1991)* наглашавају како је повишење температуре утицало на повећану транспирацију и евапорацију, што се због ограниченог капацитета атмосфере да апсорбује влагу одразило на повећање падавина. Падавине нису једнако распоређене па се у неким подручјима могу очекивати поплаве и ерозија тла, а у другим смањење падавина и појачано сушење шума (*Bradley, R.S. u cap. 1987*). Такође, многи аутори напомињу да бројне грешке човека приликом пошумљавања, првенствено мислећи на одабир и интродукцију погрешних и неодговарајућих врста, формирања монокултура на великим површинама, као и погрешним гајењем и коришћењем шума у погледу претараног отварања склопа и чистих сеча, доприносе њиховом пропадању. Негативан ефекат на стање шума имају и закаснеле мере обнављања (сече) које доводе до појаве престарелих састојина

Један од могућих „сценарија“ утицаја фактора стреса на шуме тј. појединачна стабла, дао је *Jerry F. F et al. (1987)* на примеру спиралног круга за дуглазију (*Шема 1*). Здраво младо дрво на самом почетку је изложено

конкуренцији осталог дрвећа услед чега или успева да постане доминантно или наставља да буде потискивано. У неком моменту може доћи до повољних услова и ослобађања од потискивања. Ако није успело да се избори са конкуренцијом дрво је предиспонирано за напад дефолијатора и појаву дефолијације, након чега следи или опоравак или напад поткорњака који га додатно ослабљују. Са појавом гљива започиње сушење које готово сигурно доводи до смрти дрвета.



Шема 1. Илустрација низа догађаја који од здравог стабла доводе до његове смрти
Прилагођено из: Jerry F. F et al. (1987)

Појава сушења и пропадања шума услед различитих фактора стреса присутна је и у Србији. Према истраживањима домаћих аутора (Маринковић П. 1987; Маринковић П. и сар.1990; Јовић, Д. 1995; Лазарев, В. 2000; Медаревић, М. и сар. 2009.) најугроженије врсте дрвећа у Србији од четинарских врста су црни и бели бор, смрча и јела, а од лишћарских врста храстови и буква. Истраживања узрока сушења, првенствено храстових шума, започета су средином 80-их година 20-ог века када је закључено да је стање шума у Србији алармантно. Поред храстова примећено је и масовно сушење култура четинара.

У сваком случају, велики број аутора се слаже да је низ фактора који могу утицати на здравствено стање стабала а да мониторинг чини трајно и дугорочно

решење за праћење и процену биолошких и осталих еколошких промена (параметара) коришћењем одређене методологије. Такође, мониторинг није само праћење стања, већ представља и управљање шумским екосистемима, и обухвата њихову сталну контролу, формирање функционалне и употребљиве базе података, информисање јавности и едукацију као и правовремено предузимање мера заштите.

1.4. Дисциплинарно одређење предмета истраживања

Предмет истраживања ове дисертације припада области заштите животне средине, односно, биотехничким наукама у делу шумарства и заштите шума. Посматрано у ширем контексту предмет истраживања припада и природним наукама као што су: биолошке науке (екологија, физиологија, систематика...), геолошко-географске науке (климатологија, метеорологија, геоморфологија, геологија, педологија...), и као такав има интердисциплинарни или мултидисциплинарни карактер.

1.5. Територијално одређење предмета истраживања

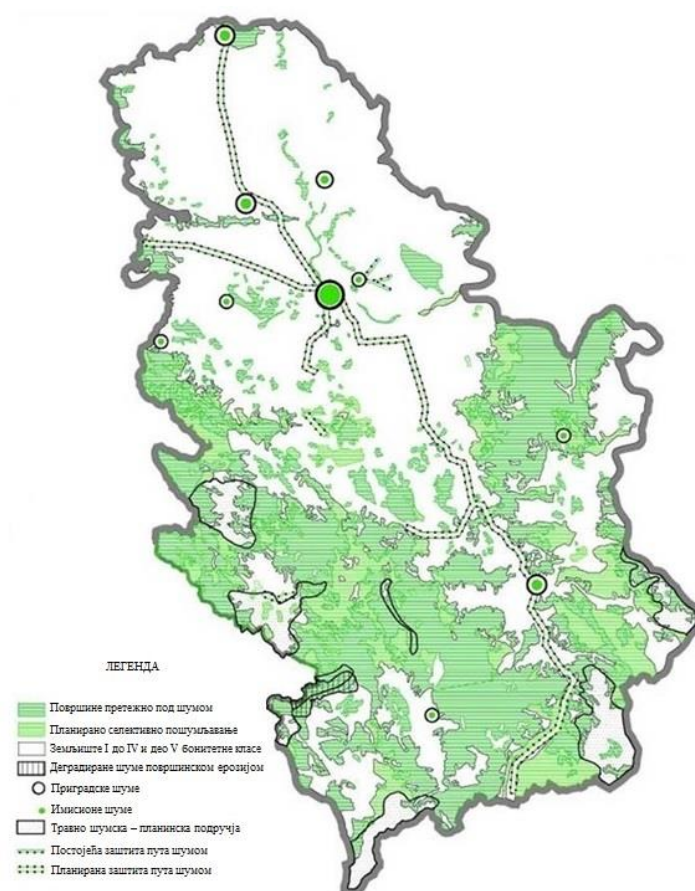
Подручје истраживања обухвата територију Републике Србије (без Косова и Метохије), укупне површине 77.474 km². У рељефу и геолошкој грађи Србије издвајају се две основне целине – равничарски регион Панонске низије и брдско-планинска област.

Јужни обод панонског басена који припада Србији, обухвата алувијалне равни и речне терасе дуж Дунава и Тисе, лесне заравни високе од 100 до 400 m (Банатска, Тителска, Телечка и Сремска) и брдско-планинска острвска узвишења – Фрушку Гору и Вршачке планине.

Брдско-планинска област Србије где су шуме и најзаступљеније, геолошки и геоморфолошки је веома сложена, а састоји се од пет орографских целина. То су родопска, карпатска, балканска, динарска и скардо-пиндска маса које су раздвојене широким речним долинама.

1.5.1. Основни подаци о шумама у Србији

Према подацима Банковић С. и сар. (2008), укупна површина под шумама у Републици Србији износи 2.252.400 *ha* што чини 29.1 % њене укупне територије (7,1% у Војводини, 37,6 % у средишњој Србији) што се може видети на *Слици 1*. Установљено је 49 аутохтоних врста дрвећа, при чему доминирају лишћарске врсте (40) наспрам четинарских (9).



*Слика 1. Карта размештаја шума у Републици Србији.
Адаптирано из: Просторни план Републике Србије*

Најзаступљенија лишћарска врста је буква (*Fagus moesiaca*), затим следи цер (*Quercus cerris*), китњак (*Quercus petraea*), сладун (*Quercus frainetto*), граб (*Carpinus betulus*) итд. Код четинара најзаступљенија врста је смрча (*Picea abies*), затим следе црни и бели бор (*Pinus nigra* и *Pinus sylvestris*) и јела (*Abies alba*). Исти аутори наводе да је у државном власништву 1.194.000 *ha*, тј. 53% шума, док је у приватном власништву 1.058.400 *ha* или 47% шума. У односу на њихово

стање државне шуме су окарактерисане као задовољавајуће насупрот приватних које су у квантитативном смислу лошије.

На распрострањење биљних заједница у великој мери утиче рељеф. Он представља општу слику терена неког подручја. Битан је модификатор климе а посредно утиче и на промену осталих еколошких фактора. Према *Mladenović T.* (1984), извршена је висинска категоризација рељефа Србије према следећим висинским зонама (појасевима): од 0 до 200 мнв – низијско, од 200 до 500 мнв брдско, од 500 до 1000 мнв – нископланинско, од 1000 до 2000 мнв – средњепланинско и преко 2000 мнв високопланинско подручје. Такође, познато је да рељеф има велики значај у шумарству јер постоји међусобна повезаност шумских екосистема, рељефа, мезо и микроклиме одређеног локалитета.

У односу на топлоту и влагу у равничарским крајевима, а поред ова два и надморску висину као битног фактора у планинским крајевима, *Јовић, Н., Томић, З. и Јовић, Д.* (1996) издвојили су седам комплекса (појасева) типова шума на територији Србије, у оквиру којих се и налазе огледна поља овог истраживања:

- I - комплекс алувијално-хигрофилних типова шума;
- II - комплекс ксеротермофилних сладуново-церових и других типова шума;
- III - комплекс ксеромезофилних китњакових, церових и грабових типова шума;
- IV - комплекс мезофилних букових и буково-четинарских типова шума;
- V - комплекс термофилних борових типова шума;
- VI - комплекс фригорифилних четинарских типова шума;
- VII - комплекс субалпијских жбунастих четинара и лишћара.

I - Комплекс алувијално-хигрофилних типова шума сачињавају шуме које насељавају уски појас уз обале река које карактерише интензивно влажење. Учешће ових шума у шумском фонду је веома скромно и без допунског влажења у климатским условима Србије овај комплекс не би могао да се образује. Граде га мочварне шуме црне јове, шуме врба и топола, шуме лужњака и јове. Ове шуме су најприсутније у Војводини као и у алувијалним равнима великих река Дунава, Саве, Велике Мораве и Тисе. У овим шумама је веома изражен антропогени утицај.

II - Комплекс ксеротермофилних сладуново-церових и других типова шума сачињавају шуме које насељавају најсувљи и најтоплији равничарски, брежуљкасти и брдски појас без утицаја подземних и плавних вода. Ове шуме обухватају климатогену шуму сладуна и цера која је заступљена у највећем делу Србије. Оне су најугроженије од стране човека а пошто се један део њих јавља на већим падинама и нагибима изложене су и јаким летњим сушама.

III - Комплекс ксеромезофилних китњакових, церових и грабових типова шума сачињавају шуме које насељавају горњи брдски и доњи нископланински појас на надморским висинама од 400-800 мнв. Ороклиматогена шума китњака и граба се јавља уз климатогену шуму сладуна и цера у већем делу Србије на граници брдског и планинског појаса. У односу на предходни комплекс овај комплекс има нешто повољније услове за развој. Заступљене су мање екстремне температуре са већом количином падавина. Осим китњака и граба у оквиру овог појаса су заступљене монодоминантне шуме китњака, китњака и цера, као и шуме чистог цера.

IV - Комплекс мезофилних букових и буково-четинарских типова шума сачињавају шуме које обухватају веома широк појас од мозаичних састојина брдске букве у зони сладуна и цера на надморској висини од 100 до 300 метара, шума букве и планинског јавора, букве-јеле и смрче, као и букве у високопланинском региону на надморским висинама од 1.400 до 1.600 метара. Уз букву (*Fagus toesiaca*) која је доминантна за цео појас, јављају се неке лишћарске а ређе и четинарске врсте дрвећа, као што су: јела, горски јавор, планински јавор, млеч, бели јасен, крупнолисна липа, брдски брест, дивља трешња и многе друге.

V - Комплекс термофилних борових типова шума у Србији најчешће сачињавају монодоминантне шуме црног бора (*Pinus nigra*), док се у осталим шумама овог појаса осим поменуте врсте, јављају још неке четинарске и лишћарске врсте попут: белог бора, оморице, црног граба, мечје леске, китњака и балканског китњака.

VI - Комплекс фригорифилних четинарских типова шума сачињавају шуме које обухватају зону хладне бореалне климе у вишим планинским регионима на надморским висинама од 1.300 до 1.400 метара и од 1.800 до 1.900 метара. Овај појас се у највећем делу Србије јавља као климатогена шума смрче, монодоминантног карактера и одликује се густим склопом без спрата жбуња. Заузима највеће површине на планинама: Копаник, Стара планина, Голија и Златар. Због свог ареала, који се налази на јужној граници бореалне четинарске вегетације, изложена је и осетљива на антропогено деловање.

VII - Комплекс субалпских жбунастих четинара и лишћара граде врсте које се налазе на надморским висинама изнад 1.800 метара као последњи појас дрвенастих врста. У Србији су то жбунасте заједнице бора кривуља на Сувој планини и жбунасте заједнице клечице и боровнице на већини других високих планина.

1.5.2. Биоеколошке особине најзаступљенијих врста дрвећа

Буква (*Fagus toesiaca*) је у Србији најзаступљенија (Банковић С. и сар. 2008), најраспрострањенија и најзначајнија врста дрвећа (Стојановић Љ. и сар. 2005). Заузима врло широко вертикално и хоризонтално распрострањење које нема ни једна друга врста. Не може се наћи једино у равничарским деловима Војводине. Јавља се на надморским висинама од 70 m, па све до изнад 1500 m, где гради појасеве чистих или мешовитих шума најчешће са јелом, смрчом, горским јавором и другим врстама. На основу досадашњег начина газдовања и услова средине у којима се јавља, буква је задржала свој природни ареал распрострањења уз природну обнову, која је и једини начин подмлађивања ове врсте у Србији. У зависности од услова средине тј. станишних карактеристика у којима се јавља, буква може достићи висину и до 45 m, пречник преко 1 m и старост преко 350 година (Standovar T. и Kenderes K. 2003). Букове састојине се могу наћи на различитим врстама стена што указује да нема униформних карактеристика земљишта у њеним шумама (Standovar T. и Kenderes K. 2003) што потврђује и Кнежевић М. (2003) наводећи 10 типова земљишта различитог производног потенцијала која се образују на различитим петрографским супстратима.

На основу свега предходно наведеног произилази да се ради о врсти која у Србији расте у различитим биолошким и еколошким условима те представља најзначајнију врсту за њено шумарство.

Према *Rose u sar. (2009)*, буква је врста која је осетљива на сушу, док *Milad M. u sar. (2010)* наводе да је то врста која подноси умерено сушне периоде ако се они не продуже на дужи низ година што може негативно деловати на њу. Такође, *Spanos K. и Gaitanis D. (2010)* напомињу да је буква отпорна на ниске температуре у току зиме, али је осетљива на касне пролећне мразове. Поред наведених абиотичких фактора који утичу на букове шуме, биотички чиниоци као што су паразитске гљиве и штетни инсекти такође представљају претњу за ову врсту. У састојинама букве у Србији до сада је констатовано 147 врста паразитских гљива и 142 врсте штетних инсеката који нападају различите делове стабла те врсте, док човек заузима посебно место јер је различитим утицајима негативно деловао и готово преполовио њихову површину у односу на некадашње стање (*Стојановић Љ. и sar. 2005*).

Цер (*Quercus cerris*) је после букве најзаступљенија врста дрвећа а уједно и најзаступљенији храст у Србији са 13,0% учешћа у укупној запремини (*Банковић С. и sar. 2008*). Може достићи висину до 40 m са пречником дебла и преко 1 m. Његова основна препознатљива карактеристика је кора која је дубоко уздужно избраздана и има упадљиво црвенкасту боју у дну бразди. Цер се најчешће јавља у климатогеној шуми заједно са сладуном, затим у чистим састојинама у нижем планинском појасу, као и са белим и црним грабом. Претежно је ксеротермна врста, прилагођена умереноконтиненталној и субмедитеранској клими. Апсолутне минималне темпратуре код популација које се јављају у континенталном делу се спуштају и до -30°C , док су апсолутне максималне температуре на стаништима субмедитеранских популација и преко 40°C (*Лакушић Р. 1989*). Неотпоран је на екстремно ниске температуре ваздуха те страда од мразопуцина које се јављају у току зиме дуж читавог дебла. Показује добру отпорност према ветровима тј. ветроизвалама, док веће количине снега могу изазвати снеголеме и снегоизвале због задржавања лишћа на гранама и у току зиме.

Као и сви храстови и цер се одликује добром изданачком снагом и као изразита хелофитна врста захтева велике количине светлости. Према *Караџић Д.*, и *Милијашевић Т.* (1992) има више фактора абиотичке и биотичке природе који утичу на физиолошко слабљење храстова уопште. Међу абиотичким факторима на првом месту долазе неповољни климатски и едафски фактори, док међу штетним биотичким факторима највећи утицај имају болести (проузроковане патогеним гљивама) и инсекти (дефолијатори). Такође *Михајиловић Љ.* (1992) напомиње да је фауна инсеката која је везана исхраном за врсте из рода *Quercus L.* изузетно богата те када се пренамноже, угрожавају скоро све врсте лишћарског дрвећа.

Китњак (*Quercus petraea*) је по заступљености у Србији одмах иза цера са учешћем у запремини од 5,9% (*Банковић С. и сар. 2008*). Његове шуме се јављају на целој територији Србије на различитим надморским висинама, од Фрушке горе и Вршачких планина на северу до Копаоника на југу, Хомољских планина и Старе планине на истоку, до Таре на западу. Китњак се јавља у великом броју типова шума заједно са цером, грабом, бувом, лужњаком и многим другим врстама као и на различитим типовима земљишта (*Медаревић М. и сар. 2006*). Обновљање китњакових шума је најбоље природним путем али је условљено већим бројем фактора који обухватају узгојне и заштитне активности од стране човека пошто лако бива потиснут од стране граба и букве као и других агресивнијих врста (*Исајев В. и сар. 2005*).

Према *Матаруга М. и сар. (2010)*, на основу досадашњих резултата истраживања китњак је врста која је осетљива на повећање температуре ваздуха и смањење падавина у току вегетационог периода као и на бројне паразитске гљиве и штетне инсекте. *Стојановић Љ. и сар. (2007)*, напомињу да се на различитим деловима стабла јавља 97 врста паразитских гљива и 272 врсте фитофагних инсеката који су до сада констатовани и који утичу на сушење ове врсте, заједно са бројним абиотичким факторима. Исти аутори наводе да је храст китњак, после букве једна од значајнијих врста дрвећа у Србији на основу својих биолошких својстава, еколошких захтева, природног распрострањења, општекорисних функција и газдинских вредности.

Сладун (*Quercus frainetto*) учествује са 5,8% од укупне запремине свих осталих врста лишћара у Србији (Банковић С. и сар. 2008). Формира климатогену асоцијацију са цером у брдском појасу где средње годишње температуре најчешће варирају између 13°C и 9°C. Подноси апсолутне минималне температуре и испод -30°C, а апсолутне максималне изнад 40°C (Лакушић Р. 1989). Јавља се на равним или благо нагнутиим теренима, ређе стрмим, у низијском и брдском региону. Пење се и преко 1000 мнв. и може достићи висину изнад 25m и пречник не већи од 1m. Заједнице сладуна се развијају у условима најконтиненталније климе у Србији, коју карактеришу изразито топла и сува лета, и веома хладне зиме са мало падавина.

Као и код предходне две поменуте врсте храстова (цер, китњак), и сладун је подложен нападу великог броја инсеката и гљива као и абиотичким факторима који га угрожавају.

Граб (*Carpinus betulus*) у Србији учествује са укупном запремином од 4,2% (Банковић С. и сар. 2008). Као врста другог и трћег реда (кодоминантно и субдоминантно стабло) има значајну улогу у изграђивању заједница лишћарских листопадних шума (Лакушић Р. 1989). Ретко прави чисте састојине али улази као едификатор у већи број мезофилних фитоценоза, најчешће у зони храстова (Вукићевић Е. 1996). Карактерише се тврдим, увијеним стаблом и глатком кором, као и јаком изданачком способношћу. Отпоран је на мраз, те може успевати и у депресијама тј. мразиштима. Јавља се у зони између 100 и 1000 мнв. и има широку амплитуду у односу на геолошку подлогу и типове земљишта (Лакушић Р. 1989). Економски гледано дрво граба је ређе у употреби у односу на храстове и букву, јер је лошијег квалитета али због високе калоричне вредности широко је распрострањено и користи се као огрев. Дрво граба представља и повољну подлогу за развој многих сапрофитских организама, а на првом месту епиксилних гљива (Караџић Д. 2011). Исти аутор наводи 55 врста гљива, од чега 5 на лишћу, 22 на кори и 28 на деблу (које проузрокују трулеж дрвета) пронађених на три истраживана локалитета.

Смрча (*Picea abies*) је најзаступљенија четинарска врста у Србији чије учешће у запремини износи 5,2% (Банковић С. и сар. 2008). Најповољније услове раста смрча има у алпско – херцинском ареалу. За свој развој захтева велике количине падавина и атмосферске влаге односно, појачано хумидну климу. Добро подноси зимске хладноће и планинску климу, али избегава крајеве који су под јаким утицајем океанске климе. Она је једна од најприлагодљивијих врста дрвећа, па се успешно узгаја и изван граница природног ареала (Pintarić K, 2002). Њен природни ареал у Србији је на Копаонику, Голији, Златару, Тари, Шар-планини и Проклетијама, док је као културе тј. вештачки подигнутих састојина има и на другим планинама. Стабла могу бити висине од 40 до 50 метара и пречника преко 1 метар. Разлагање мртве шумске простирке у шумама смрче, нарочито у недостатку светлости и топлоте је јако отежано и споро, што може представљати велики проблем код природног обнављања смрчевих састојина, јер се ствара сирови хумус. С обзиром на захтеве према светлости спада у полускиофите (Стојановић Љ. 1981), али многи аутори смрчу сврставају и у групу скиофита. Иако је врста полускиофита, да би стабло добро прирашћивало, врх круне мора бити осветљен. Бочну засену добро подноси. Смрча је врста која је подложна утицајима различитих стресних фактора, од инсеката који се хране четинама (смрчина оса, мала смрчина оса листарица), оних који нападају гране и изданке (шестозуби смрчин поткорњак) до различитих обољења проузрокованих гљивама и другим агенсима (тип земљишта, климатски услови). Поник је отпоран на мразеве и екстремно ниске температуре ваздуха, али је врло осетљив на суше и високе температуре ваздуха.

Црни бор (*Pinus nigra*) и **бели бор** (*Pinus sylvestris*) према подацима *Националне инвентуре шума* (2008), учествују са 4,5% у укупној запремини. Као њихова главна одлика се истиче издржљивост на најекстремније услове средине (суша, мраз, ниске температуре, различите надморске висине, итд.), дуговечност (од 150-300 година) и прилагодљивост на све типове земљишта (песковита, глиновита, плитка и неплодна). Такође, ове две врсте могу расти на било којој експозицији што им даје још већу могућност за њиховим коришћењем. Од вештачки подигнутих састојина четинара којих је у Србији 124.800 ha, на борове

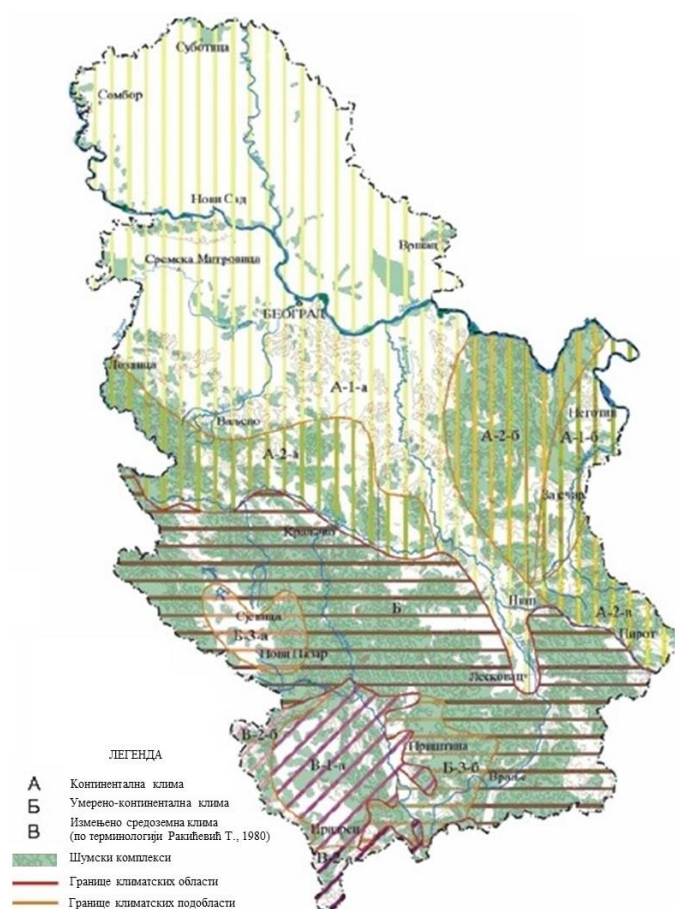
културе отпада 86.000 ha или 68,9% (Банковић С. и сар. 2008), што указује на велики значај, првенствено црног бора као аутохтоне пионирске и мелиоративне врсте, за пошумљавање станишта различитог степена деградације изазваних различитим факторима (нпр. након пожара, ерозије, итд.) (Вукин М. и сар. 2009). Поник црног бора је јачи и једрији од белог бора, али брзина раста му је знатно спорија од поника белог бора (Лакушић Р. 1989). Као и код других врста дрвећа, и борови имају одређени број шумских штеточина (инсеката и патогена) који их нападају у разним фазама и који су опасни не само по младо, већ и по старије дрвеће.

Јела (*Abies alba*) је у Србији присутна са 2,3% у укупној запремини Банковић С. и сар. (2008). То је врста са широком еколошком амплитудом. Одговарају јој свежа станишта букових шума као и она станишта која су превише влажна за букву у појачано хумидној и хумидној планинској клими. Не подноси врућа лета и изразито хладне зиме, па се због тога ретко среће у планинским пределима са изложеним екстремним температурама. Посебно је осетљива на касне пролећне мразеве, па изостаје у подручјима са изразито континенталном климом. У току вегетационог периода захтева велике количине влаге у земљишту, па за време јаких летњих суша страда, нарочито поник. Знатно је отпорнија од смрче на штетно деловање снега, леда и ветра, а ако се склоп нагло прекине, јела може stradати од упале коре (Пинтарић К. 2002). Јела је изразити скиофит и што су јој станишни услови повољнији може да издржи јачу засену (бочну и горњу). Касније, када се нађе у повољнијим условима осветљености, почиње брзо прирашћивати. Овакав однос према светлости јели даје велику предност у односу на већину аутохтоних врста дрвећа. Најчешће штете на јели су углавном изазване нападом поткорњака и гљива трулежница.

1.5.3. Климатске карактеристике подручја истраживања

Србија се у њеном највећем делу територије одликује умерено континенталном климом са мање или више израженим локалним карактеристикама и са изражена сва четири годишња доба. Просторна расподела параметара климе је условљена и географским положајем, рељефом и локалним

утицајима, збирним утицајем рељефа и расподеле ваздушног притиска већих размера, експозицијом терена, присуством хидрографске мреже, вегетацијом, урбанизацијом, итд. Према *Ракићевић Т.* (1980) који је дао једину познату климатску рејонизацију на територији Србије, издвојене су три климатске области: континентална (А), умерено-континентална (Б) и измењено-средоземна (В), а у оквиру сваке климатске области издвојене су и подобласти (*Слика 2*). Ово рејонирање подразумева одређено подручје са специфичним климатом по коме се оно битно разликује од других суседних територија.



*Слика 2. Карта климатских области Србије.
Адаптирано из: Стратегија просторног развоја 2009-2013-2020*

А. Област континенталне климе – обухвата Војводину без Срема и делове Србије (Тимочка Крајина и долина Велике Мораве) у којима је годишња амплитуда температура $\leq 23,0^{\circ}\text{C}$

- Б. *Област умерено-континенталне климе* – захвата Срем и највећи део уже Србије са годишњом амплитудом температура испод 23,0°C.
- В. *Област измењено-средоземне климе* – се приближно поклапа са географском границом Метохије (Метохијска котлина) и одликује се обиљем падавина најчешће у зимском периоду.

Температура ваздуха на подручју Србије је првенствено условљена Сунчевом радијацијом, географским положајем и рељефом. Средња годишња температура ваздуха, за територију Србије, према подацима најновијег стандардног климатолошког периода 1981-2010. године износи од 11°C до 12°C. На основу података са главних метеоролошких станица најнижа средња годишња температура ваздуха је на Копаонику и износи 3,7°C док највишу има Београд са 11,9°C. Према климатолошким обрадама података пролеће почиње 1. марта а завршава се 31. маја, лето почиње 1. јуна а завршава се 31. августа, јесен почиње 1. септембра а завршава се 30. новембра и зима почиње 1. децембра а завршава се 31. маја. У односу на анализу по месецима, јул је најтоплији месец у години са средњом температуром ваздуха између 20°C и 23°C, док се на планинама средња јулска температура креће од 13°C до 17°C. Најхладнији месец са средњом температуром ваздуха од 0°C до 1°C је јануар, док је на планинама та температура до -4,5°C.

Падавине на територији Србије су у односу на атмосферске процесе и карактеристике рељефа неправилно распоређене у времену и простору. Годишње суме падавина расту са надморском висином што се може видети из података РХМЗ-а, где се на нижим надморским висинама (испод 1000 мнв) падавине крећу у интервалу од 540 до 820 mm, на надморским висинама преко 1000 мнв просечно од 700 до 1000 mm, а на неким планинским врховима количине падавина иду и до 1500 mm. Већи део Србије има континентални режим падавина, те је и њихова количина и већа у топлијем делу године. Најкишовитији месец је јун, када у просеку падне од 12 до 13% од укупне суме падавина на годишњем нивоу, док најмање падавина има у фебруару и октобру. Сувље области, где је количина падавина испод 600 mm, налазе се у долини Јужне Мораве, делу Косова и

североистоку земље. Области које током године имају до 650 mm падавина су долина Велике Мораве и њен наставак према Врању и Димитровграду као и Подунавље, док годишње суме падавина које достижу вредности близу 800 mm се налазе у области Хомољских планина и планинским пределима југоисточне Србије. Најкишовитији предели су према западу и југозападу земље, а те вредности расту идући ка Пештерској висоравни и Копаонику и до 1000 mm, док неки планински врхови на југозападу имају количине падавина и преко 1000 mm. Хладнији део године (новембар – март) је карактеристичан за појаву снежног покривача, а јануар је месец са највећим бројем дана са снежним падавинама.

1.5.4. Едафске карактеристике подручја истраживања

Структура педолошког покривача Србије одликује се изузетном сложености и разноврсношћу. Овоме је допринела разноликост и просторна издиференцираност, како природних педогенетских фактора (литолошки састав, рељеф, клима, хидролошке прилике), тако и укупна антропогена активност у дужем временском периоду. Комбинујући своје утицаје на најразличитије начине, ови чиниоци су на територији Србије омогућили формирање знатног броја класа и типова земљишта.

Просторно посматрано у Србији под шумским екосистемима су најзаступљенија аутоморфна земљишта, за која је карактеристично влажење атмосферским падавинама, допунског влажења нема, а кретање воде кроз профил је слободно и без дужег задржавања. Највеће површине земљишта под шумским комплексима Србије заузима кисело смеђе земљиште.

Постојећа варијабилност земљишног покривача значајно условљава и директно утиче на еколошки карактер и разноликост шумске вегетације Србије. У извесним случајевима овај основни станишни фактор може да лимитира могућност природног или вештачког успостављања шумског екосистема на датом станишту.

1.6. Временско одређење предмета истраживања

Временска одредница овог истраживања је једанаестогодишњи период од 2004. до 2014. године.

1.7. Циљ, сврха и предмет истраживања

Основни циљ истраживања је да се утврди који од три фактора стреса (биотички, абиотички или антропогени) је најдоминантнији и најутицајнији на шуме у Републици Србији. За остваривање основног циља постављени су и специфични циљеви који се огледају у следећем:

- да се на основу теренских података и њиховом обрадом добију најчешћи узрочници штета на стаблима (од непосредног деловања човека, инсеката, гљива, дивљачи и домаћих животиња, абиотичких агенаса и других фактора, као и оних штета које су забележене али није идентификован узрок), као и да се утврди који је од поменутих узрока штета био најутицајнији на стање шума у истраживаном периоду.
- да се утврде делови стабала на којима су најчешће констатоване штете током година истраживања.
- да се на основу базе података, првенствено дефолијације као најшире примењиваног индикатора виталности шума, упореде све просечне вредности за сва стабла по годинама како би се добила крива која би указала на године са највећом дефолијацијом.
- да се предходно поменути подаци обраде за све четинаре и лишћаре тј. посебно за најзаступљеније лишћарске врсте (букву, храстове, граб) и четинарске врсте (јелу, смрчу, црни бор, бели бор) у Републици Србији.
- да се на основу метеоролошких података (средњих годишњих температура ваздуха, средњих годишњих температура ваздуха у вегетационом периоду април-септембар, екстремних максималних и минималних температура ваздуха, сума падавина на годишњем нивоу и сума падавина на годишњем нивоу у вегетационом периоду април-септембар) утврде могуће промене током година истраживања и упореде добијени резултати са осталим резултатима из овог истраживања, како би се проценио њихов утицај на шумске екосистеме.
- да се на основу педолошких истраживања утврди стање земљишта на сваком локалитету и евидентирају евентуалне промене и утицаји.

Сврха истраживања лежи у чињеници да су се у протеклих неколико деценија услови животне средине променили, и да су шумски екосистеми постали све осетљивији на сталне промене које се дешавају услед бројних природних и антропогених фактора, што показују и бројна истраживања из различитих области. Тражи се одговор на питање, да ли, на који начин и који то фактори стреса највише утичу на појединачна стабла и шумске екосистеме као целину? Да ли клима, геолошки, биолошки и хемијски процеси који су у тесној вези са шумским екосистемима, са променом у било којој од наведених компоненти животне средине могу утицати на њих?

У узорак за предмет истраживања утицаја природних (биотичких и абиотичких) и антропогених фактора укључене су најзаступљеније лишћарске врсте (буква, хрстови - цер, китњак и сладун, граб) као и четинарске врсте (јела, смрча, црни бор, бели бор). Ове врсте чине преко 80 % свих стабала која су била објекат истраживања.

1.8. Основне хипотезе

У складу са предметом и циљем докторске дисертације, главна хипотеза од које се полазило у истраживање је:

- *шумски екосистеми као и појединачна стабла су осетљиви на промене које се дешавају у животној средини услед утицаја бројних природних (биотичких и абиотичких) и антропогених фактора стреса.*

Код додатних појашњења, проверавања и доказивања главне хипотезе, коришћене су и помоћне хипотезе:

- *поједини фактори стреса се брже манифестују и израженији су у шумама или на појединачним стаблима у односу на друге, којима је потребан дужи временски период да би се испољиле.*
- *поједине врсте дрвећа су осетљивије на одређене факторе стреса у односу на друге врсте дрвећа.*

2. МЕТОД РАДА

Основни научни метод рада у овим истраживањима је метод посматрања непосредним чулним опажањима манифестације појава заснован на *ICP Forest* методологији (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*) која обухвата процену штета на дрвећу и спроводи се у три фазе:

- 1) опис симптома;
- 2) детерминација узрока;
- 3) квантификовање симптома.

Параметри који се процењују приликом оцене стања шума укључују штете од биотичких, абиотичких и антропогених фактора уочених на читавом стаблу. На основу настале штете могуће је проценити узроке оштећења. За свако стабло се може описати неколико симптома који одражавају његово здравствено стање. Опис симптома има за циљ да опише видљиве типове оштећења на сваком појединачном стаблу тј. да укаже на делове који су захваћени, као и врсту уоченог симптома. Опис је фокусиран на факторе који су приметно најдоминантнији и могу утицати на стање читавог стабла. За сваки опис симптома детерминисан је узрочник који је од кључног значаја за проучавање узрочно последичних односа. Међу симптомима који се могу уочити на дрвећу, за анализу су издвојени и праћени најчешћи узрочници неког типа штете настали услед непосредног деловања:

- биотичких фактора: инсекти, гљиве, дивљач и домаће животиње, епифите, полупаразитске и паразитске биљке (бршљен, имела, вештичије метле, итд.);
- абиотичких фактора: мраз (мразопуцине, хлороза), механичка оштећења (снеголоми-снегоизвале, ледоломи, ветроломи-ветроизвале), суша и ожеготине;
- антропогених фактора: директан утицај човека (механичка оштећења, пожари...);

- такође, бележене су и штете чији узрок није било могуће са сигурношћу утврдити.

Према *Fischer R., Lorenz M. et al. 2012* симптоми су груписани по категоријама на основу дела стабла на коме се јављају:

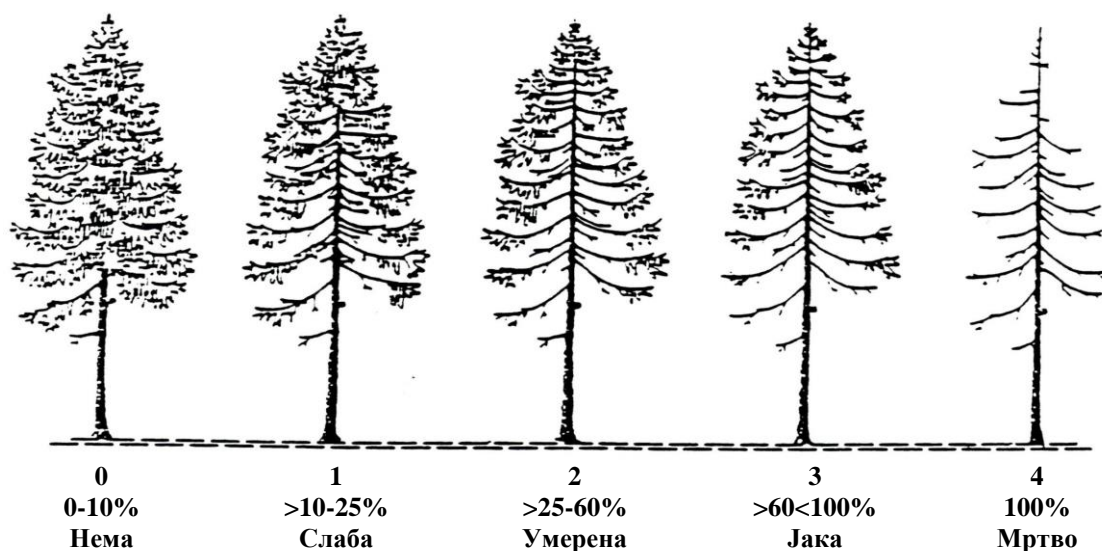
- лишћу или четинама (деформације, знаци присуства инсеката, знаци присуства гљива итд.);
- гранама, избојцима и пупољцима - (озледе, деформације, знаци присуства инсеката, знаци присуства гљива, итд.);
- стаблу и приданку (озледе, нпр. опадање коре, механичка оштећења, деформације, знаци присуства инсеката, знаци присуства гљива и др.).

Квантификовање симптома (обим оштећења) је извршено на основу процене оштећених делова стабла у процентима, изазваних деловањем поменутих узрочника.

Посматрана је и бележена свака уочена промена на целом стаблу и идентификован узрочник штете у току вегетационог периода када су лист и четине потпуно развијене, па све до момента тј. почетка јесењег старења. За већину врста најпогодније време за анализу је од потпуног формирања листа или четина (почетак лета) па до краја лета. Стање круна дрвећа и представља најчешће примењивани индикатор за оцену здравственог стања и виталности шума. На основу визуелне процене одсуства асимилационих органа, тј. процента дефолијације, одређен је проценат оштећености стабала. Дефолијација може бити показатељ различитих фактора стреса изазвана бројним биотичким, абиотичким и антропогеним утицајима који могу на дрвеће деловати појединачно или у интеракцији. Њеном проценом се одређује недостајућа лисна маса у односу на здрава стабла која расту у истим условима станишта и састојине. Процена дефолијације је вршена у 5 класа (0 - 4), а рангирање је извођено на основу скале (*Табела 1*). Дефолијација у опсегу од 0-10% се сматра минорном или да је нема, дефолијација која је већа од 10-25% је слаба и дефинисана је као фаза упозорења, док се дефолијација већа од 25% узима као праг за штету, тј. дрвеће које спада у класу 2, 3 и 4 се сматра оштећеним. На *Слици 3*. је дат илустровани приказ процене дефолијације и њено рангирање по класама и степенима.

Табела 1. Процена и рангирање дефолијације према ICP Forests методологији

Класе дефолијације	Губитак лишћа/иглица (%)	Степен дефолијације
0	0-10	Нема
1	> 10-25	Слаба (фаза упозорења)
2	>25-60	Умерена
3	>60<100	Јака
4	100	Мртво



Слика 3. Илустровани приказ процене дефолијације. Прилагођено из: ICP Forest Manual 1998

Поред процене и одређивања узрока штета на стаблима методом посматрања, у циљу сагледавања основних својстава земљишта, на проучаваним локалитетима узорковани су и узорци земљишта за лабораторијске анализе. Узорковање није обављено по педогенетским хоризонтима, већ по слојевима фиксних дубина од 0-10 *cm* и 10-20 *cm*, према методологији ICP. Лабораторијске анализе земљишта обављене су у Педолошкој лабораторији Института за шумарство у Београду, акредитоване за обављање лабораторијских анализа у области шумарства.

У просечним узорцима земљишта одређивани су:

- садржај хигроскопске воде;
- текстурни састав ситне земље;
- маса органске простирке (kg/m^2);
- супституциона киселост (pH у CaCl_2);
- садржај слободних карбоната изражених као CaCO_3 (код алкалних узорака, $\text{pH} > 7$);

- хидролитичка киселост, сума базних катјона и степен засићености адсорптивног комплекса базама (код киселих узорака, $pH < 7$);
- разменљиви кисели катјони (Al, Fe, Mn);
- разменљиви базни катјони (Ca, Mg, K и Na);
- садржај органског угљеника;
- садржај укупног азота;
- однос угљеника и азота;
- елементи растворљиви у царској води: Zn, Mn, Mg, K, Ca, Cd, Cu, Pb и P.

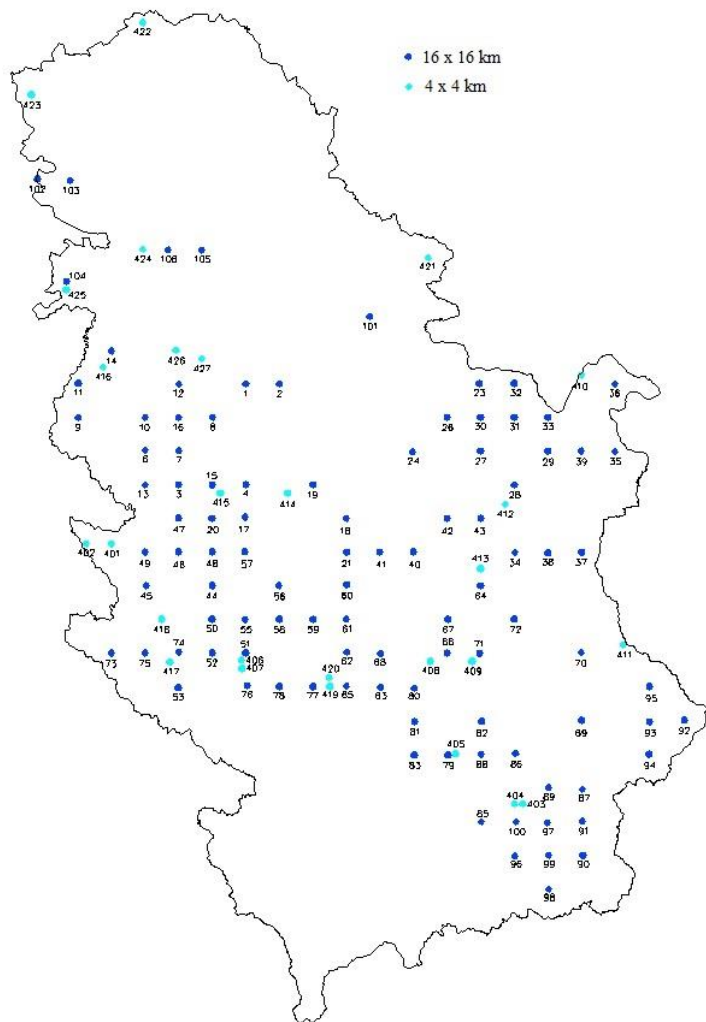
За класификацију земљишта према испитаним параметрима хемијских својстава земљишта коришћене су квалитативне скале по „Практикум из педологије“ (Кнежевић М., Кошанин О. 2007).

Као посебна научна метода за прикупљање података о климатским и метеоролошким приликама на територији Републике Србије од 2004. до 2014. године, коришћена је нереактивна метода (Neuman W.L., 2006). Ова метода обухвата истраживања која не подразумевају директно прикупљање података и у том смислу је супротна од истраживачких техника као што су интервјуи, анкете и експерименти. Искоришћене су њене основне технике као што су анализа садржаја или посматрање докумената и коришћење постојеће статистике, докумената и њихова секундарна анализа како би се проценио утицај температурних екстрема (високих и ниских температура) на шумске екосистеме и утврдиле могуће промене током година истраживања. Анализирани су подаци средњих годишњих температура ваздуха, средњих годишњих температура ваздуха у вегетационом периоду април-септембар, екстремних максималних и минималних температура ваздуха, сума падавина на годишњем нивоу и сума падавина на годишњем нивоу у вегетационом периоду април-септембар, из метеоролошких годишњака, преузетих од РХМЗ - Републичког хидрометеоролошког завода. За добијање јасније представе о заједничком деловању параметара климе и њеном утицају на шумске екосистеме израчунат је годишњи индекс суше и индекс суше у вегетационом периоду по *de Martonne*-у за цело истраживачко подручје, као и класификација климе према *Lang*-у на основу кишног фактора.

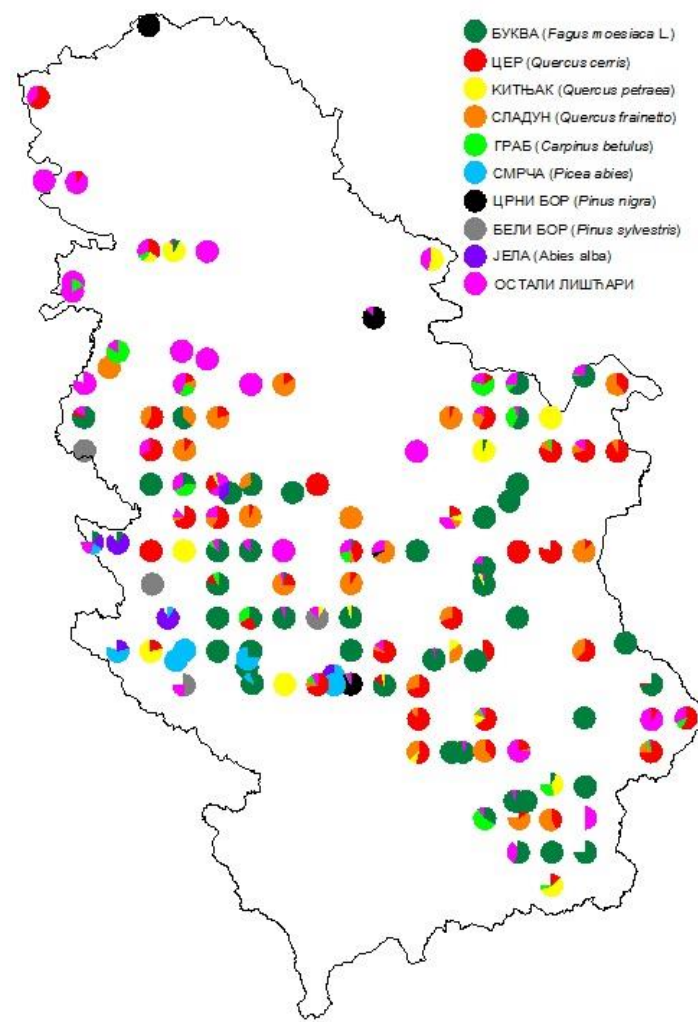
3. ПРИКУПЉАЊЕ И ОБРАДА ПОДАТАКА

Основни извор података су истраживања на биоиндикацијским тачкама (БИТ) Ниво-а I (*Nevenić R. и сар.* од 2004. до 2014. године), теренски записници, као и постојећа база података Института за шумарство. Ради упоређивања, контроле и добијања што тачнијих резултата основног извора података као секундарни извор коришћени су подаци извештајно дијагнозно прогнозне службе (ИДПС: од 2004-2009 прогнозно-извештајни послови у области заштите биља – заштите шума; од 2010-2014 послови од јавног интереса у области дијагностике штетних организама и заштите здравља шумског биља на територији Републике Србије, без територије Аутономне Покрајине Војводине) Института за шумарство.

Према *ICP Forests* методологији, биоиндикацијске тачке су у Србији постављене 2003. године у квадратној мрежи 16 x 16 километара према кооперативном програму за Ниво I и усаглашене са координатном мрежом на нивоу целе Европе. Недуго затим је установљено да ова мрежа не репрезентује у потпуности стање шумског покривача на територији Републике Србије, тј. да су „прескочене“ значајне површине под шумама као што су Копаоник, Тара, Голија, Златар, Кукавица, итд. На основу те констатације, 2004. године постављено је додатних 27 биоиндикацијских тачака у квадратној мрежи 4 x 4 километра у свим значајнијим шумским подручјима у Србији, након чега је укупан број свих постављених БИТ био 130 (*Слика 4*), па је за почетну годину ових истраживања и узета 2004. година. Подаци су прикупљани и обрађивани за најзаступљеније врсте лишћара и четинара као и осталих лишћарских врста у Србији, те је на *Слици 5*. дат приказ присутности врста дрвећа на свакој истраживаној локацији, док је у *Табели 2*. дат списак локалитета на којима су вршена истраживања у периоду од 2004. до 2014. године са њиховим БИТ бројем, власништвом (државно или приватно), кординатама, надморском висином на којој се налази локација и мрежом припадајућих квадрата.

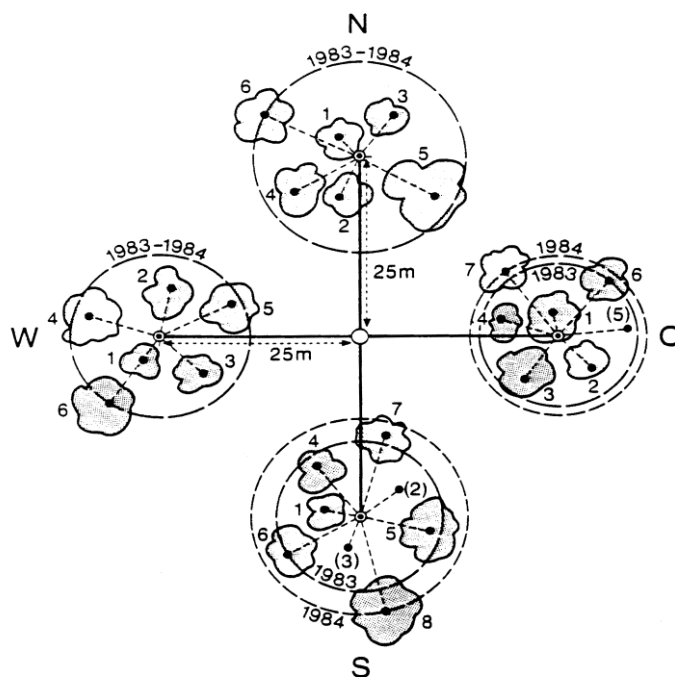


Слика 4. Приказ локалитета на територији Републике Србије на којима су прикупљани подаци у периоду од 2004-2014 године са БИТ бројем и мрежом припадајућих квадрата



Слика 5. Присутност врста дрвећа на истраживаним локалитетима почетне (2004.) године истраживања

Свака БИТ се састоји од центра који је одређен на основу кордината, а на терену је означен металном шипком јарке боје. У односу на центар, према свакој страни света (север, исток, запад и југ) на удаљености од 25 метара издвојено је по 6 стабала која су обележена бројевима од 1 до 6 (*Шема 2, Слика 6*) што чини укупно 24 стабла на сваком локалитету. Да би стабла била одабрана за будуће праћење стања шума морају задовољити и услов да у тренутку одабира немају значајних механичких оштећења.



Шема 2. Приказ Биоиндикацијске тачке (извор: ICP Forests Manual)



Слика 6. Приказ одабраних и обележених стабала (Чешиљар Г. 2014, 2015)

Табела 2. Списак локалитета на којима су прикупљани подаци у периоду од 2004-2014 године

Редни број	БИТ број	Локалитет	Власништво	Кординате		Надморска висина (мнв)	Мрежа квадрата (km)
				Y	X		
1.	1	Вранић (Степојевац)	Приватно	7442990	4939000	135	16 x 16
2.	2	Барајево	Приватно	7458990	4939000	293	16 x 16
3.	3	Баћевци	Државно	7410943	4890964	418	16 x 16
4.	4	Штавица	Приватно	7443135	4891191	401	16 x 16
5.	5	Крупањ	Државно	7363090	4907130	575	16 x 16
6.	6	Ваљевска Каменица	Приватно	7395010	4907465	349	16 x 16
7.	7	Ваљево	Приватно	7411101	4907226	268	16 x 16
8.	8	Уб	Приватно	7427274	4923129	148	16 x 16
9.	9	Зајача исток	Државно	7363017	4923004	560	16 x 16
10.	10	Миличиница	Приватно	7394982	4922991	255	16 x 16
11.	11	Липнички шор	Државно	7363135	4939317	113	16 x 16
12.	12	Бањани	Приватно	7411055	4938946	141	16 x 16
13.	13	Повлен	Приватно	7394962	4890929	1035	16 x 16
14.	14	Цер-север	Приватно	7379064	4954722	70	16 x 16
15.	15	Струганик	Приватно	7427004	4891002	406	16 x 16
16.	16	Памбуковица	Приватно	7410994	4922998	233	16 x 16
17.	17	Срезојевци (Бершићи)	Државно	7442647	4875613	554	16 x 16
18.	18	Спомен парк Крагујевац	Државно	7490982	4874927	256	16 x 16
19.	19	Страгари	Приватно	7474976	4890987	251	16 x 16
20.	20	Тометино поље	Приватно	7426970	4874942	632	16 x 16
21.	21	Крагујевац (Грошница)	Приватно	7491068	4858906	591	16 x 16
22.	23	Турија	Приватно	7554330	4939171	339	16 x 16
23.	24	Орешковац	Приватно	7522572	4906795	189	16 x 16
24.	26	Рановац (Петровац на Млави)	Приватно	7538945	4923075	216	16 x 16
25.	27	Осаница	Приватно	7554992	4907083	652	16 x 16
26.	28	Потај Чука	Државно	7571025	4890923	619	16 x 16
27.	29	Рудна Глава	Приватно	7587000	4907000	346	16 x 16
28.	30	Кучево	Приватно	7554973	4923036	217	16 x 16
29.	31	Ујевац (Мајданпек)	Државно	7571006	4923017	495	16 x 16
30.	32	Северни Кучај (Јастребово)	Државно	7570964	4939262	529	16 x 16
31.	33	Букова Глава	Државно	7587027	4923019	432	16 x 16
32.	34	Бољевац	Приватно	7571272	4858833	441	16 x 16

Редни број	БИТ број	Локалитет	Власништво	Кординате		Надморска висина (мнв)	Мрежа квадрата (km)
				Y	X		
33.	35	Јабучовац	Државно	7618996	4906830	136	16 x 16
34.	36	Кладово (Велики Белџан)	Државно	7618983	4939020	168	16 x 16
35.	37	Вратарница	Приватно	7603115	4858870	231	16 x 16
36.	38	Бачевица	Приватно	7586945	4858682	327	16 x 16
37.	39	Штубик	Приватно	7602947	4907150	330	16 x 16
38.	40	Светозарево	Државно	7523003	4859016	421	16 x 16
39.	41	Рековац (Ратковац)	Државно	7506862	4858979	400	16 x 16
40.	42	Деспотовац	Приватно	7539082	4875024	386	16 x 16
41.	43	Белјаница	Државно	7555121	4875046	964	16 x 16
42.	44	Ариље	Приватно	7426998	4843000	471	16 x 16
43.	45	Партизанске воде	Државно	7395631	4842995	972	16 x 16
44.	46	Ужице I (Севојно)	Приватно	7410998	4858999	605	16 x 16
45.	47	Косјерић (Ражана)	Приватно	7411035	4875206	478	16 x 16
46.	48	Ужице II (Пожега)	Приватно	7427031	4859026	455	16 x 16
47.	49	Ужице III (Биоска)	Приватно	7395071	4858997	733	16 x 16
48.	50	Брезова	Државно	7426957	4827048	860	16 x 16
49.	51	Средња река	Државно	7442995	4811000	1263	16 x 16
50.	52	Кладница	Државно	7426999	4811001	1389	16 x 16
51.	53	Сјеница запад	Приватно	7410856	4794541	1107	16 x 16
52.	54	Заочани	Приватно	7458651	4859191	237	16 x 16
53.	55	Будожеља	Приватно	7442746	4826925	782	16 x 16
54.	56	Лазац	Приватно	7458831	4843111	383	16 x 16
55.	57	Горачићи	Приватно	7442605	4859148	536	16 x 16
56.	58	Богутовачка Бања (Савово)	Државно	7458998	4827012	949	16 x 16
57.	59	Краљева Каменица (Церје)	Државно	7475002	4827003	575	16 x 16
58.	60	Врњачка Бања	Приватно	7491067	4843424	392	16 x 16
59.	61	Гоч	Државно	7490937	4827084	404	16 x 16
60.	62	Плеш	Приватно	7491127	4811230	1108	16 x 16
61.	63	Лепенац	Приватно	7507170	4794605	614	16 x 16
62.	64	Мозгово	Државно	7554971	4842911	685	16 x 16
63.	65	Крушевац Брзећа	Државно	7490989	4795230	1066	16 x 16
64.	66	Велика Ђулица	Приватно	7538998	4811014	567	16 x 16
65.	67	Макрешане	Приватно	7539288	4827013	268	16 x 16
66.	68	Брус	Приватно	7507198	4810637	328	16 x 16

Редни број	БИТ број	Локалитет	Власништво	Кординате		Надморска висина (мнв)	Мрежа квадрата (km)
				Y	X		
67.	69	Бела паланка	Државно	7603123	4778898	1355	16 x 16
68.	70	Луково	Приватно	7602930	4811179	593	16 x 16
69.	71	Врћеновица	Приватно	7554505	4810802	252	16 x 16
70.	72	Раденковац	Државно	7570992	4827102	1105	16 x 16
71.	73	Пријеполје I (Побијеник)	Државно	7379009	4810967	1201	16 x 16
72.	74	Нова Варош (Божетић)	Државно	7411227	4811351	1191	16 x 16
73.	75	Пријеполје II	Државно	7394988	4810999	1050	16 x 16
74.	76	Рит Трнава (Голија-запад)	Државно	7443698	4795330	1526	16 x 16
75.	77	Рашковићев забран (Рашка исток)	Приватно	7475058	4794900	572	16 x 16
76.	78	Голија Осредак (Голија исток)	Државно	7459000	4794999	943	16 x 16
77.	79	Пролом	Државно	7539436	4762497	1275	16 x 16
78.	80	Бельолин (Блаце)	Приватно	7523260	4794045	437	16 x 16
79.	81	Куршумлија	Приватно	7523527	4778316	453	16 x 16
80.	82	Житорађа	Државно	7555430	4778490	480	16 x 16
81.	83	Куршумлијска бања	Државно	7523430	4762497	731	16 x 16
82.	85	Веља Глава	Приватно	7555343	4730542	602	16 x 16
83.	86	Лапотнице	Приватно	7571571	4763132	252	16 x 16
84.	87	Црна Трава	Приватно	7603465	4746010	1286	16 x 16
85.	88	Бојник	Приватно	7555279	4762672	372	16 x 16
86.	89	Џеп	Приватно	7587435	4746952	500	16 x 16
87.	90	Горња Љубата	Државно	7603763	4714586	1482	16 x 16
88.	91	Власинско језеро	Државно	7603453	4730971	1370	16 x 16
89.	92	Висока Ржана	Приватно	7652156	4779002	788	16 x 16
90.	93	Велика Лукања	Државно	7635520	4778224	480	16 x 16
91.	94	Поганово (Бојник)	Државно	7635222	4762818	616	16 x 16
92.	95	Топли Дол	Државно	7635437	4794987	1230	16 x 16
93.	96	Муховац	Државно	7571386	4714354	850	16 x 16
94.	97	Владичин Хан	Приватно	7586807	4730063	403	16 x 16
95.	98	Кочура	Државно	7587431	4698494	1010	16 x 16
96.	99	Врањска Бања	Државно	7587482	4714558	868	16 x 16
97.	100	Големо Село	Државно	7571829	4730557	634	16 x 16
98.	101	Делиблато	Државно	7502000	4971000	125	16 x 16
99.	102	Плавна	Државно	6578210	5035210	75	16 x 16
100.	103	Оцаци	Државно	6594000	5035000	75	16 x 16

Редни број	БИТ број	Локалитет	Власништво	Кординате		Надморска висина (мнв)	Мрежа квадрата (km)
				Y	X		
101.	104	Моровић	Државно	6594000	4987000	75	16 x 16
102.	105	Чортановачка шума	Државно	7422070	5002710	175	16 x 16
103.	106	Поповица	Државно	7406000	5003000	425	16 x 16
104.	401	Тара I	Државно	7378999	4862986	625	4 x 4
105.	402	Тара II Црни врх	Државно	7367008	4863024	1098	4 x 4
106.	403	Пекаре	Државно	7575053	4739047	1151	4 x 4
107.	404	Бунатовац	Државно	7571189	4739075	1120	4 x 4
108.	405	Велика Лопарда	Државно	7543017	4763063	1175	4 x 4
109.	406	Јамњаци	Државно	7440936	4807596	1400	4 x 4
110.	407	Каралићи	Државно	7441153	4803471	1426	4 x 4
111.	408	Велики Јастребац	Државно	7530956	4806941	735	4 x 4
112.	409	Мали Јастребац	Државно	7550991	4807010	659	4 x 4
113.	410	Штрбачко корито	Државно	7602981	4942978	344	4 x 4
114.	411	Бабин зуб (Књажевац)	Државно	7622964	4814819	1161	4 x 4
115.	412	Тисовац	Државно	7567003	4883006	1145	4 x 4
116.	413	Јасенова глава	Државно	7555000	4851000	664	4 x 4
117.	414	Рудник I	Државно	7462992	4887010	901	4 x 4
118.	415	Маљен I	Државно	7431000	4886959	630	4 x 4
119.	416	Петковица	Државно	7374998	4947008	214	4 x 4
120.	417	Златар	Државно	7406836	4806630	1354	4 x 4
121.	418	Муртеница	Државно	7402981	4826978	1344	4 x 4
122.	419	Барска Река	Државно	7483049	4794982	1597	4 x 4
123.	420	Гобелска река	Државно	7482707	4799137	1558	4 x 4
124.	421	Вршачки брег	Државно	7530000	4999000	370	4 x 4
125.	422	Суботичке шуме	Државно	7394000	5111000	125	4 x 4
126.	423	Колут-Козара	Државно	6574000	5075000	70	4 x 4
127.	424	Сремска Каменица	Државно	7394000	5003000	225	4 x 4
128.	425	Расковица, Смогвица	Државно	6594000	4983000	75	4 x 4
129.	426	Грабовачко Витонајевачко острво	Државно	7409744	4954886	/	4 x 4
130.	427	Купинске греде	Државно	7422000	4951000	70	4 x 4

Систематизација података за објекте истраживања (појединачна стабла) је извршена по годинама (2004 – 2014) а на основу: врсте дрвећа (најзаступљенијих лишћара и четинара), процента дефолијације, типа и узрочника штете, стања земљишта и климатских карактеристика (средњих годишњих температура ваздуха, средњих годишњих температура ваздуха у вегетационом периоду април-септембар, екстремних максималних и минималних температура ваздуха, сума падавина на годишњем нивоу и сума падавина у вегетационом периоду април-септембар). Такође, класификација података је извршена и на основу надморских висина локалитета истраживања. Најнижа тачка у оквиру проучаваног подручја је локација Цер – север и Купинске греде (70 мнв) док је највиша тачка локација Гобелска река (1558 мнв) на планини Копаоник. Највећи број локалитета се налази у висинској зони од 200 – 500 мнв.

Подаци су систематизовани и према власништву над шумама које је у Србији подељено на државне, приватне тј. шуме сопственика и црквене или манастирске шуме (**Табела 2**). Број локалитета, са којих су сакупљани подаци, у државним шумама је 76, у приватним шумама је 54, док их у црквеним шумама нема.

Укупан број врста дрвећа које се налазе на истраживаним локалитетима је 33, од чега је лишћарских врста 29 а четинарских 4. У односу на *Националну инвентуру шума* на истраживаним локалитетима најзаступљеније лишћарске врсте, које су и биле предмет овог истраживања, следе исти низ по заступљености (осим сладуна који је заступљенији у односу на китњак) што такође одговара и процентуалној заступљеношћу четинарских врста. Најзаступљеније лишћарске и четинарске врсте приказане су у **Табели 3**, док су у остале лишћаре, због малог броја узорка да би се истраживале појединачно сврстане следеће врсте дрвећа: клен (*Acer campestre*), млеч (*Acer platanoides*), јавор (*Acer pseudoplatanus*), бреза (*Betula pendula*), бели граб (*Carpinus orientalis*), питоми кестен (*Castanea sativa*), пољски јасен (*Fraxinus angustifolia* spp. *oxycarpa*), бели јасен (*Fraxinus excelsior*), црни јасен (*Fraxinus ornus*), дивља јабука (*Malus sylvestris*), црни граб (*Ostrya carpinifolia*), бела топола (*Populus alba*), хибридна топола (*Populus hybridus*), јасика (*Populus tremula*), дивља трешња (*Prunus avium*), медунац (*Quercus*

pubescens), лужњак (*Quercus robur*), багрем (*Robinia pseudoacacia*) и друге врсте које су присутне само са по једним стаблом.

Табела 3. Заступљеност врста дрвећа на истраживаним локалитетима по годинама

Год.	буква	цер	китњак	сладун	граб	смрча	Црни бор	бели бор	јела	остали лишћари	укупно
2004	913	541	192	404	117	146	68	80	69	501	3031
2005	914	542	191	403	117	146	67	56	69	487	2992
2006	906	521	191	389	116	146	56	69	69	474	2935
2007	869	517	191	388	117	146	56	69	69	439	2860
2008	849	512	167	377	114	144	56	63	63	439	2789
2009	841	505	168	362	112	143	56	63	63	446	2765
2010	833	514	167	372	117	141	56	63	63	455	2786
2011	798	520	168	367	109	140	56	70	70	448	2743
2012	830	510	160	371	117	145	56	69	69	461	2786
2013	833	516	161	368	117	146	56	69	69	461	2794
2014	841	543	186	382	114	145	56	68	68	541	2943

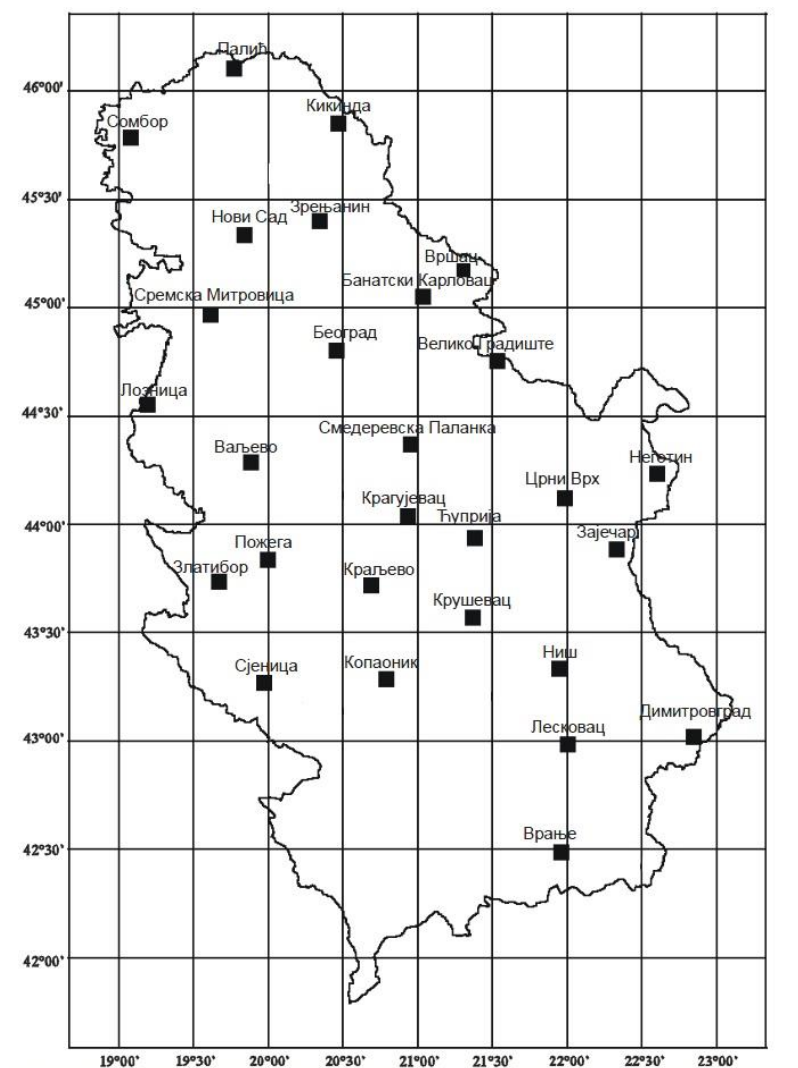
Током година истраживања број стабала појединих врста дрвећа је незнатно варирао услед различитих узрочника као што су нпр. сеча (најчешће у приватним шумама), ветроизвале, снегоизвале, ледоломи, пожари, сува стабла, итд. Међутим, овај „проблем“ је био значајан показатељ утицаја тих фактора на шуме.

Прикупљање, анализа и обрада метеоролошких података (средњих годишњих температура ваздуха, средњих годишњих температура ваздуха у вегетационом периоду април-септембар, екстремних максималних и минималних температура ваздуха, сума падавина на годишњем нивоу и сума падавина у вегетационом периоду април-септембар) је коришћена са 28 главних метеоролошких станица у Србији (*Табела 4, Слика 7*).

Табела 4. Основни подаци главних метеоролошких станица у Србији

Станица	Географска ширина	Географска дужина	м н.в	Посматрани период
Банатски Карловац	45° 03'	21° 02'	89	2004-2014
Београд	44° 48'	20° 28'	132	2004-2014
Ваљево	44° 17'	19° 55'	176	2004-2014
Велико Градиште	44° 45'	21° 31'	80	2004-2014
Врање	42° 33'	21° 55'	432	2004-2014
Вршац	45° 09'	21° 19'	84	2004-2014
Димитровград	43° 01'	22° 45'	450	2004-2014
Зајечар	43° 53'	22° 17'	144	2004-2014
Златибор	43° 44'	19° 43'	1.028	2004-2014
Зрењанин	45° 24'	20° 23'	80	2004-2014
Кикинда	45° 51'	20° 28'	81	2004-2014
Копоник	43° 17'	20° 48'	1.711	2004-2014

Станица	Географска ширина	Географска дужина	м н.в	Посматрани период
Крагујевац	44° 02'	20° 56'	185	2004-2014
Краљево	43° 43'	20° 42'	215	2004-2014
Крушевац	43° 34'	21° 21'	166	2004-2014
Лесковац	42° 59'	21° 57'	230	2004-2014
Лозница	43° 33'	19° 14'	121	2004-2014
Неготин	44° 14'	22° 33'	42	2004-2014
Ниш	43° 20'	21° 54'	204	2004-2014
Нови сад	45°20'	19°51'	84	2004-2014
Палић	46° 06'	19° 46'	102	2004-2014
Пожега	43° 50'	20° 02'	310	2004-2014
Сјеница	43° 16'	20° 00'	1.038	2004-2014
Смедеревска Паланка	44° 22'	20° 57'	121	2004-2014
Сомбор	45° 46'	19° 09'	87	2004-2014
Сремска Митровица	45° 01'	19° 33'	82	2004-2014
Ђуприја	44° 48'	20° 28'	132	2004-2014
Црни врх	44° 07'	21° 57'	1.037	2004-2014



Слика 7. Распоред главних метеоролошких станица у Србији (Извор - РХМЗ)

4. РЕЗУЛТАТИ И ЊИХОВА АНАЛИЗА

4.1. Климатске карактеристике у Србији у периоду 2004-2014

У оквиру периода истраживања, са 28 главних метеоролошких станица обрађени су следећи климатски параметри:

- средње годишње температуре ваздуха (°C);
- средње годишње температуре ваздуха (°C) у вегетационом периоду (април-септембар);
- екстремне максималне годишње температуре ваздуха (°C);
- екстремне минималне годишње температуре ваздуха (°C);
- суме падавина на годишњем нивоу (mm);
- средње годишње суме падавина (mm) у вегетационом периоду (април-септембар).

Резултати су добијени на основу предходне анализе *метеоролошких годишњака* (РХМЗ) који су сачињени мерењем и осматрањем на метеоролошким станицама у климатолошким терминима 7, 14 и 21h по локалном времену. Максималне и минималне температуре ваздуха су читаване у 21h и бележене за тај дан, док се висине падавина односе на период од 24h рачунате од 7h предходног дана до 7h текућег дана када су и регистроване. Подаци су обрађени за једанаестогодишњи период осматрања са циљем да се утврди карактер климе као и евентуалне промене у температурним и падавинским режимима у оквиру овог периода.

Познато је да температура ваздуха представља један од најважнијих фактора који утичу на распоред вегетације, а да би се приказало топлотно стање неког места као најкраћи израз представља средња годишња температура ваздуха. У **Табели 5**, приказане су средње годишње температуре ваздуха у Србији на главним метеоролошким станицама и њихов просек по години.

Табела 5. Средње годишње температуре ваздуха у Србији у периоду 2004-2014. година

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	11,5	10,8	11,5	12,7	12,4	12,4	11,9	11,5	12,2	12,4	12,8
Београд (Опсерваторија)	12,5	11,9	12,8	14	14	13,7	13,1	13,2	14,1	13,8	14,1
Ваљево	11,5	10,8	11,6	12,8	12,9	12,5	12	11,9	12,7	12,8	12,9
Велико градиште	11,4	10,7	11,4	12,6	12,5	12,3	12	11,6	12,2	12,5	12,6
Врање	11	10,7	10,8	12,4	12,3	11,9	12	11,3	12,1	12,4	12,4
Вршац	11,9	11,2	12	13,2	13,2	12,9	12,5	12,1	13,1	13,4	13,7
Димитровград	10,1	9,5	9,8	11,1	11	10,7	10,9	10,2	11,2	11,2	11,2
Зајечар	11	10,4	11,1	12,3	11,8	11,5	11,2	11,2	11,7	11,8	11,4
Златибор	7,8	7,1	7,8	8,9	9	8,7	8,3	8,2	8,9	9,1	9,1
Зрењанин	11,5	10,8	11,8	12,8	13	12,7	11,9	11,8	12,6	12,5	13,1
Кикинда	11,4	10,8	11,7	12,6	12,6	12,6	11,6	11,7	12,3	12,3	12,9
Копаоник	3,7	3	3,7	4,8	4,5	4,3	4,1	4,4	5	4,7	5
Крагујевац	11,7	11	11,8	12,9	12,8	12,4	12,1	11,8	12,6	12,6	12,8
Краљево	11,5	10,7	11,3	12,6	12,5	12,3	12,1	11,6	12,6	12,7	12,5
Крушевац	11,6	10,9	11,4	12,7	12,6	12,7	12	11,5	12,5	12,6	12,4
Лесковац	11,3	10,5	10,9	12,5	12,2	11,9	12,2	11,2	12	12,4	12,3
Лозница	11,7	10,8	11,8	12,9	12,9	12,6	12	12,1	12,8	12,6	13
Неготин	12,2	11,5	12,2	13,6	12,9	12,8	12,2	12,3	13,2	12,9	12,7
Ниш	12	11,2	11,9	13,5	13,2	12,7	12,8	12,2	13,1	13,3	13,1
Палић	11,2	10,7	11,5	12,5	12,4	12,4	11,3	11,8	12,3	12,1	12,7
Пожега	9,8	9,3	9,7	10,7	10,7	10,5	10,2	9,7	10,4	10,7	10,9
Нови сад (Римски шанчеви)	11,4	10,6	11,7	12,5	12,7	12,5	11,6	11,7	12,6	12,3	13
Сјеница	6,9	6,1	6,5	7,8	7,7	7,5	7,7	7,1	7,7	7,6	8,3
Смедеревска Паланка	11,5	10,8	11,7	13	12,8	12,4	12	11,8	12,5	12,7	13
Сомбор	11,1	10,6	11,6	12,5	12,4	12,3	11,1	11,5	12,3	12	12,6
Сремска Митровица	11,2	10,6	11,4	12,3	12,5	12,2	11,5	11,6	12,4	12,3	12,7
Ђуприја	11,1	10,4	11,3	12,4	12,2	12	12	11,3	12,2	12,2	12,4
Црни врх	6,6	6,1	7	8,1	7,5	7,5	6,7	7,1	7,9	7,7	7,4
Просек за Србију	10,6	10,0	10,7	11,9	11,8	11,5	11,1	10,9	11,7	11,7	11,9

Средње годишње температуре ваздуха у Србији у периоду истраживања крећу се од 3°C на Копаонику (где су и најниже током целог периода истраживања), до 14,1 °C у Београду (где су највише). Посматрано за цео истраживачки период у *Табели 5*, може се приметити да су године са највећим средњим годишњим температурама ваздуха 2007. и 2014. година. Међутим, посматрајући просечне вредности по годинама, издваја се период од 2007-2008. године, као и период 2012-2014. године.

Температура ваздуха има и велики значај у физичко-хемијским и метаболичким процесима у организму биљака, нарочито у вегетационом периоду. Она подлеже колебању (варирању) током године и годишњих доба, а да би се сагледала општа категоризација термичких услова, узете су у обзир и средње годишње температуре ваздуха (°C) у вегетационом периоду (април-септембар) у

Србији, са главних метеоролошких станицама и њихов просек по години (*Табела б*).

Посматрајући цео истраживачки период може се приметити да су средње годишње температуре ваздуха у вегетационом периоду биле највеће током 2012. године на свим главним метеоролошким станицама. Ова констатација се може потврдити и сагледавањем просечних вредности на годишњем нивоу за целу Србију.

Табела 6. Средње годишње температуре ваздуха (°C) у вегетационом периоду (април-септембар) у Србији од 2004-2014.године

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	17,8	17,9	18,1	19,3	18,6	19,7	18,7	19,2	20,0	18,8	18,4
Београд (Опсерваторија)	18,7	18,7	19,4	20,7	20,1	20,9	19,9	20,9	22,0	20,4	19,4
Ваљево	17,7	17,7	18,3	19,3	18,9	19,4	18,5	19,5	20,4	19,2	18,1
Велико Градиште	17,9	17,7	18,2	19,2	18,9	19,4	18,7	19,4	19,9	19,0	18,2
Врање	17,2	17,4	17,6	19,2	18,3	18,5	18,3	18,7	19,9	18,8	17,7
Вршац	18,1	18,3	18,7	19,6	19,2	19,9	18,8	19,8	21,1	19,5	18,8
Димитровград	16,2	16,2	16,4	17,5	17,0	16,9	17,0	17,3	18,7	17,4	16,4
Зајечар	17,4	17,5	18,0	19,1	18,6	18,8	18,8	18,9	19,8	18,9	17,5
Златибор	13,5	13,5	14,0	15,3	14,4	15,1	14,2	14,9	16,3	15,0	13,4
Зрењанин	17,9	18,1	18,6	19,5	19,3	20,0	18,8	19,6	20,7	18,9	18,6
Кикинда	17,9	18,2	18,6	19,3	18,9	19,8	18,5	19,4	20,5	18,9	18,4
Копаоник	8,8	8,8	9,1	10,5	9,6	10,1	9,5	10,2	11,5	9,9	8,9
Крагујевац	17,7	17,8	18,4	19,5	18,8	19,1	18,5	19,1	20,2	18,7	17,9
Краљево	17,5	17,4	18,2	19,3	18,3	19,1	18,4	19,1	20,5	19,1	17,7
Крушевац	17,7	17,8	18,4	19,6	18,5	19,6	18,5	17,8	19,5	18,1	17,0
Лесковац	17,4	17,3	17,8	19,2	18,4	18,5	18,7	18,9	20,0	18,9	17,9
Лозница	17,8	17,6	18,2	19,2	18,7	19,4	18,4	19,5	20,3	18,9	18,2
Неготин	18,9	18,9	19,5	20,9	19,9	20,2	20,1	20,4	21,8	20,5	19,3
Ниш	18,2	18,1	18,8	20,4	19,3	19,6	19,3	19,9	21,1	19,8	18,5
Палић	17,9	18,1	18,5	19,3	18,7	19,8	18,4	19,6	20,3	18,8	18,4
Пожега	16,2	16,2	16,5	17,3	16,7	17,3	17,0	17,2	18,0	17,0	16,4
Нови Сад (Римски Шанчеви)	17,7	17,8	18,4	19,1	18,8	19,7	18,4	19,4	20,5	18,7	18,3
Сјеница	12,8	12,8	12,9	14,1	13,3	13,8	13,6	13,9	15,1	13,7	12,7
Смедеревска Паланка	17,6	17,7	18,3	19,5	18,9	19,4	18,5	19,4	20,2	19,0	18,3
Сомбор	17,4	17,7	18,3	19,1	18,6	19,5	18,1	19,2	20,2	18,6	17,4
Сремска Митровица	17,5	17,6	18,0	18,8	18,6	19,4	18,4	19,2	20,1	18,6	18,1
Ђуприја	17,3	17,2	18,0	19,0	18,4	18,8	18,5	18,9	20,1	18,5	17,9
Црни врх	12,7	12,7	13,2	14,7	13,6	14,2	13,4	14,0	15,7	14,2	12,8
Просек за Србију	16,8	16,9	17,4	18,5	17,8	18,4	17,7	18,3	19,4	18,1	17,1

Поред предходно наведених параметара за биљни свет су веома важни и дани са екстремним вредностима температуре ваздуха, како минималних тако и максималних. Апсолутни минимум и апсолутни максимум су показатељи најнижих односно, највиших температура које су се јавиле и које су регистроване у одређеном дану неке године.

У *Табели 7* су приказани апсолутни максимуми температуре ваздуха у истраживаном периоду (2004-2014), а у *Табели 8* апсолутни минимуми за исти период.

Од када се врше мерења у Србији, најнижа, односно, највиша екстремна вредност температуре ваздуха забележена је у оквиру овог истраживачког периода (2004-2014). Најнижа температуре ваздуха забележена је 26.01.2006. године на Пештерској висоравни у месту Карајукића Бунари (-39,5°C) а највиша 24.07.2007. године у Смедеревској Паланци (44,9°C).

У *Табели 7* може се видети да је апсолутна максимална температура ваздуха на свим главним метеоролошким станицама регистрована 2007. године. Такође, на истој табели се може приметити да је у оквиру овог истраживачког периода 2012. година одмах иза 2007. године по максималним измереним температурама ваздуха.

Табела 7. Апсолутни максимуми температуре ваздуха у Србији у периоду 2004-2014. година

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	37,6	34	35	41,6	38,6	35,5	35,4	36,7	38	38,5	38,8
Београд (Опсерваторија)	38,5	35,9	35,9	43,6	38,3	36,3	38,4	39,3	39,9	39,1	34,8
Ваљево	36,8	34	36,3	42,4	39,1	37,2	38,5	38,6	40,8	39	35,5
Велико градиште	36	34,5	36,1	43,6	37,8	36,5	37,5	37,7	38	39,7	34
Врање	36,2	36	35,7	41,6	36,8	37,3	37	37,9	38,7	37,2	35,2
Вршац	36	35,1	35	42,2	38,3	34,8	34,7	37,5	37,9	38,2	34,2
Димитровград	35,8	34,7	36	41,4	36,4	35,7	36,1	37,1	38,5	36,2	33,9
Зајечар	37,4	35,2	37,3	44,7	36,2	38,4	/	/	40,8	38,7	33,7
Златибор	31,5	30,3	32,2	35,8	33,7	31,7	34	32	34,3	33,7	30,8
Зрењанин	35,6	34,9	34,5	42,9	38,6	35,5	36,2	38	39,6	37,9	34
Кикинда	36,4	34,9	35,1	40	38	35,9	35,7	36,4	39,1	37,7	33,9
Копоник	25,8	24,7	28,2	30	24,6	25,9	25,4	26,1	27,4	26,6	23,1
Крагујевац	37,2	35,7	36,6	43,9	38,1	35,9	36,3	39	39,8	38,2	35,2
Краљево	35,7	34,2	36,6	43,6	36,6	34,9	36,2	38,2	41,2	38,5	34,6
Крушевац	37,2	36,4	37,3	43,7	36,8	37,6	36,9	38,6	39,9	38,2	35,7
Лесковац	37,4	37	38,6	43,7	38,1	36,3	38,4	39,4	39,9	37,8	35,9
Лозница	37	33,9	34,7	42,3	38,5	37	37,7	38,2	41	39	34,6
Неготин	36	35,2	36,4	42,6	36,4	37	37	36,6	40,4	38,4	34,3
Ниш	38,6	37,7	38,1	44,2	37,7	36,6	37,6	39	40,1	38,8	35,4
Палић	35,2	34	34,2	38,2	36,6	34,3	34,6	37,9	38,1	37,5	34
Пожега	36,6	34,6	35,3	41	36,2	34,6	36	38,1	39,6	38,1	34,4
Нови сад (Римски шанчеви)	37,2	34	34,5	41,6	37,8	36,2	36,1	37,4	39,7	37,5	33,7
Сјеница	32,3	32,4	33,3	36,2	31,8	34,4	32,7	33,5	34	32,5	29,7
Смедеревска Паланка	38,9	35,7	36,9	44,9	38,2	36,9	36,7	39	39,7	39,5	34,8
Сомбор	36,7	34,7	35,5	40,3	37	36,6	34,2	37	39,9	38,7	33,6
Сремска Митровица	37,7	34,6	34,9	40,7	37,6	37,3	36,2	38	39,6	38	34
Ђуприја	38	36,3	37,8	44,6	38,8	36	36,8	39,7	41,5	39,1	36,3
Црни врх	29,6	27,7	33,3	36,5	29,1	28	28,3	29	32,9	32,3	27

У *Табели 8* може се видети да је апсолутна минимална температура ваздуха на скоро свим главним метеоролошким станицама током истраживачког периода регистрована 2012. године. Целу територију Србије је поменуте године захватио хладан талас а на 15 главних метеоролошких станица фебруар је био најхладнији месец од почетка метеоролошких мерења до данас.

Табела 8. Апсолутни минимуми температуре ваздуха у Србији у периоду 2004-2014. година

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	-17	-22,6	-15,2	-8,1	-13,5	-19,5	-15	-19,7	-28,1	-11	-18
Београд (Опсерваторија)	-9,9	-14,7	-13,2	-5,1	-8,3	-11,5	-9,6	-9,9	-15,5	-4,5	-11,1
Ваљево	-15,2	-18,4	-19,8	-7,8	-14,9	-19,9	-14,3	-10,3	-23,2	-7,6	-12,6
Велико градиште	-16,4	-20	-15,4	-8,4	-13,4	-19,4	-14	-15,1	-23,8	-11,1	-17,2
Врање	-12	-18	-19,8	-10	-17,2	-16,7	13	-16	-18	-11,6	-9,6
Вршац	-19,4	-25	-16,5	-8,6	-12,8	-18,1	-14,9	-18,3	-27,7	-11,7	-18
Димитровград	-13,6	-21,8	-23,3	-10,4	-15,3	-16,7	-17	-15,8	-21,2	-13,5	-13,4
Зајечар	-15	-23,5	-20	-12,7	-16,2	-19,2	-20,2	-16,5	-25,6	-10	-16,6
Златибор	-18,1	-18,7	-22,7	-13	-15,8	-16,8	-13,8	-14	-19,9	-14,7	-15,2
Зрењанин	-16,3	-21,9	-14,6	-6,9	-14,1	-17,8	-12,2	-15,4	-27,5	-8,5	-17,2
Кикинда	-14,7	-24,5	-14,7	-7,2	-12,1	-16,7	-14,5	-10,9	-25,7	-10,4	-15,9
Копаоник	-24,2	-23,4	-20,4	-16,3	-19,6	-17	-18,5	-17,3	-19	-18,4	-20,4
Крагујевац	-13,9	-19,4	-21,2	-8	-16,5	-20,6	-14,3	-12,6	-24,4	-8	-12,2
Краљево	-13,2	-17,3	-21,9	-7,4	-14,5	-18	-11,5	-10,8	-21,9	-7,4	-12,5
Крушевац	-12,2	-20,6	-19,7	-8,8	-18,1	-23,9	-14,4	-13,9	-24,6	-10,2	-12,5
Лесковац	-11,3	-23,6	-24	-7,4	-17,4	-18,3	-16,2	-18	-23	-10,2	-12,4
Лозница	-12,1	-17	-16,7	-6	-11,6	-16,3	-11,7	-11,5	-20,6	-7,1	-13,7
Неготин	-18,4	-24,6	-18,2	-13,2	-15,4	-16,7	-17,6	-16,1	-27,5	-7,7	-13,1
Ниш	-11,2	-18,2	-16,7	-7,1	-16,2	-14,9	-13,5	-13,6	-18	-8,7	-9,3
Палић	-13,5	-19,5	-14,7	-8,3	-11,8	-17	-15,8	-10,1	-21,5	-7,5	-12,6
Пожега	-15,3	-22,2	-22,2	-10,6	-17	-21	-20,9	-16	-26,9	-9,7	-14,2
Нови сад (Римски шанчеви)	-18,3	-24,2	-13,8	-7,4	-12,1	-21,2	-15,1	-13,4	-28,7	-8,1	-16,6
Сјеница	-19,2	-29,7	-31,2	-21,9	-26,5	-25,1	-22,5	-22,7	-28,9	-19,5	-15,7
Смедеревска Паланка	-18,4	-20,9	-18,7	-10	-15,4	-23,6	-16,1	-15,5	-28,4	-8	-14,7
Сомбор	-15,2	-21,7	-14,7	-8,7	-11	-19,7	-14,6	-12,7	-26,8	-8,6	-16,8
Сремска Митровица	-16,6	-20,6	-15	-5,6	-12,3	-21,1	-16,1	-13,7	-26,5	-8	-14
Ђуприја	-15,4	-22,9	-20	-9,4	-15,4	-20,8	-13,8	-14,1	-24,3	-12,3	-11,5
Црни врх	-19,9	-17,2	-23,2	-12,7	-18,3	-15,6	-19,1	-16,3	-22,1	-13,1	-20,2

Заједно са температуром ваздуха, падавине чине неопходан услов за несметан раст и развој биљака. Уколико било који од наведених климатских фактора није барем на потребном минимуму, нарочито у вегетационом периоду, бољка неће успети да опстане. Више од 50% од укупне суме падавина на годишњем нивоу јавља се током вегетационог периода. Услед пораста количине падавина долази и до увећања прираста вегетације, док са друге стране, услед недовољне количине падавина током дужег временског периода, долази до појаве суше која најчешће узрокује оштећења и сушење како појединачних стабала, тако и већих површина под шумом.

Током периода истраживања регистроване су минималне и максималне количине падавина на годишњем нивоу. Оне се одликују већом варијабилношћу него што је то случај са температурама ваздуха.

У *Табели 9* се може видети да је 2011. година по просеку са најмањом количином падавина у истраживаном периоду. Такође и на већини главних метеоролошких станица током 2011. године, измерене су најниже суме падавина. Ова година се може сматрати екстремно сушном јер је просек сума падавина испод 500 mm што је граница за проглашење суше (*Ракићевић Т.* 1980). Наредна 2012. година је у току истраживаног периода одмах иза 2011. године по просеку са најмањом сумом падавина за цео истраживачки период. Може се приметити и да је период од 2011-2013. године са најмањим просечним сумама падавина током периода истраживања. На истој табели се може видети да је 2014. година са највећом просечном сумом падавина у истраживаном периоду, што показују и суме падавина на већини главних метеоролошких станица за ту годину.

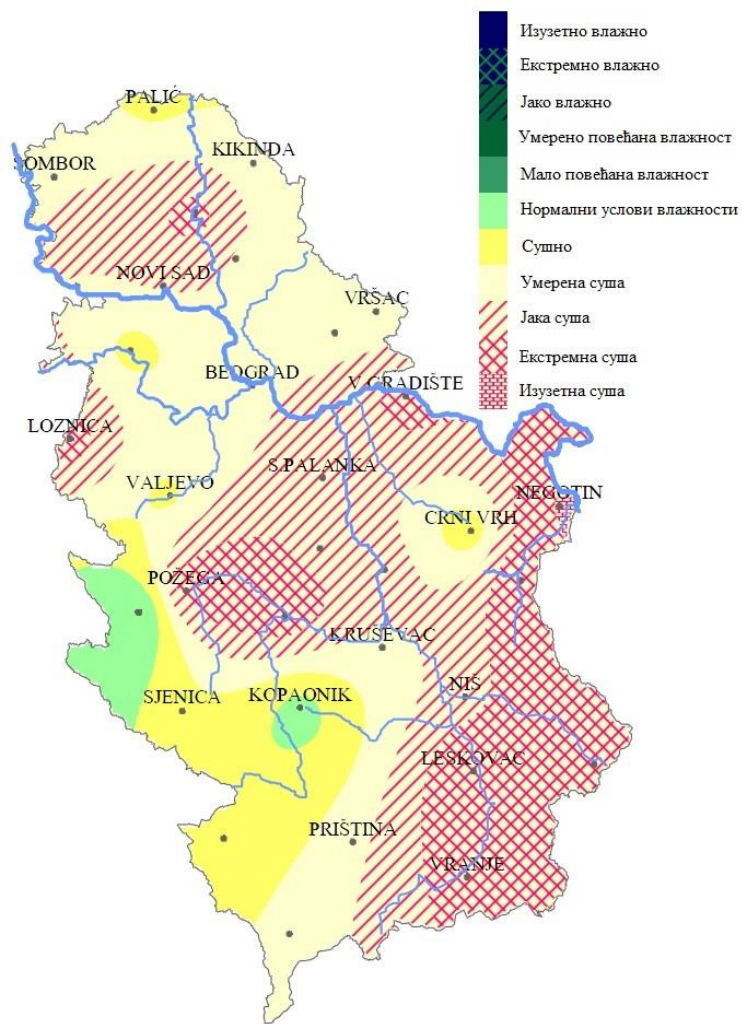
Табела 9. Суме падавина у Србији у периоду 2004-2014. година

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	715,6	741,1	531,2	692,7	530,8	690,2	747,2	465,3	624,7	599,8	972,7
Београд (Опсерваторија)	832,2	788,2	749,3	839	586,9	804,4	865,5	499,1	564,2	607,3	1095,1
Ваљево	846,4	843,9	821,7	843,3	656,1	916,3	1062,1	601	611	681,7	1332,4
Велико градиште	691,8	822,9	687,7	699	545,9	796,9	708,3	387,6	791,8	649,5	945,7
Врање	757,3	616,4	591,2	596,1	593,3	725,7	832,5	335,9	548,6	605,1	898,1
Вршац	715,8	982,9	641	703,7	499,8	744,8	807,7	484,8	699,5	678,9	963,5
Димитровград	689	868,9	673,9	740,6	546,2	810,3	787,6	379,1	539,3	607,9	976,6
Зајечар	650,8	783	565,2	628,3	580,7	789,1	806,4	375,6	608,7	535,5	1048,3
Златибор	1028,6	1173,3	1145,7	1057,5	910,8	1278,6	1118,6	835,7	841,1	801,6	1515,5
Зрењанин	711,6	684,9	577,4	712,8	420,5	630,6	910,3	390,1	511,8	585,1	799,5
Кикинда	648,5	703,6	503,1	709,9	489,1	558,7	1023,8	377,8	448,8	614,8	642,2
Копаноник	1014,9	1021,6	1015,4	1009,4	962,8	1218,5	1098,8	795,9	867,2	1055,9	1342,2
Крагујевац	709,9	809,3	691,1	640,6	461,4	791,1	721,8	430,3	592,6	715,7	974,3
Краљево	859,7	828	753,3	777,5	715	861,4	804	511,8	597,3	678,8	1135,3
Крушевац	700,4	808,2	651,1	744,6	659,1	745,2	753	486,1	658,1	303,4	986,4
Лесковац	718,3	760,5	720,5	696,5	572,8	822,9	751,5	405,1	613,2	575,9	899,2
Лозница	1009,4	1026,6	919,2	877,9	792,8	956,6	1099,3	542,6	752,8	775,8	1242,4
Неготин	641,2	867,3	657,4	610,4	637	779,8	737,1	352,4	532,5	700,1	1237,2
Ниш	756,3	731	620,4	600,2	619,2	710,6	677,7	411,9	631,2	581,8	950,2
Палић	722,9	698,6	650	631,5	658,7	587	926,5	417,6	434,1	625,3	807,9
Пожега	786	732,9	817,1	776,6	588	755	735,9	460,6	612,7	638,2	1121,5
Нови сад (Римски шанчеви)	835,7	735,4	641	798,6	528	636,6	1041,9	384,6	485,1	737,4	816
Сјеница	964,3	893,9	764,6	792,8	661,8	771,4	788,2	597,4	652,8	829,9	1011,1
Смедеревска Паланка	772,2	832,4	631,6	667,9	519,1	773,9	780,3	437	642	712,6	1039,6
Сомбор	818,4	802,3	619,8	707	604,8	528,3	1035,6	403,8	452,6	694,7	780,8
Сремска Митровица	841,4	669,8	610,1	772	529,6	550,9	836,9	430	452,9	620,3	761,1
Ђуприја	805	910	633,7	736,5	611,2	833,3	764,9	432,6	678,7	700,4	961,5
Црни врх	944,8	1024,3	905,8	871,9	863,4	988,3	1024,4	590,2	759,1	695,5	1137,4
Просек за Србију	792,4	827,2	706,8	747,7	619,5	787,7	866,0	472,2	614,4	664,6	1014,1

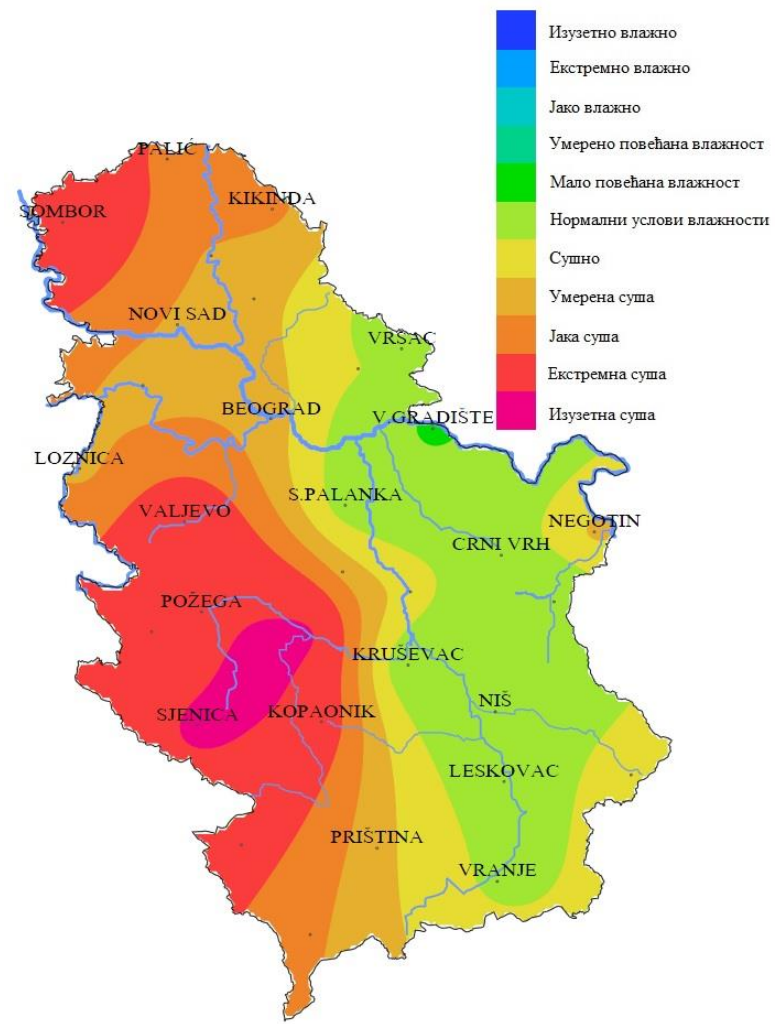
У *Табели 10* може се видети да је на основу општих карактеристика сума падавина у току вегетационог периода, 2011. година на целој територији Србије захваћена јаким и екстремном сушом. Ова појава се наставила и у току вегетационог периода 2012. године. Све предходно наведено може се видети и на приложеној *Слици 8* и *Слици 9* где је приказана општа карактеристика влажности у вегетационом периоду на територији Србије на основу стандардизованог индекса падавина – *SPI*. Као значајан податак, дат је и приказ услова влажности у периоду јесен-зима, јер повезује две сушне године у вегетацијском периоду (*Слика 10*).

Табела 10. Суме падавина (мм) у вегетационом периоду (април-септембар) у Србији од 2004-2014. године.

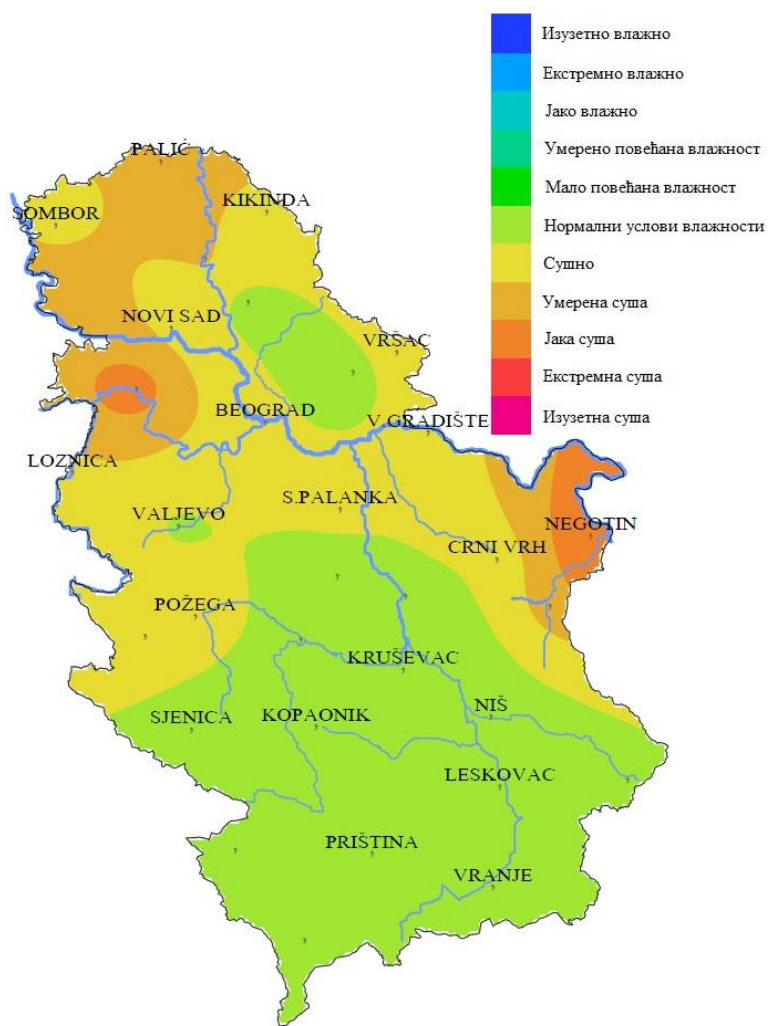
Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	398,0	479,1	335,9	269,8	303,9	300,7	450,5	273,5	334,6	312,7	787,9
Београд (Опсерваторија)	477,7	487	445,3	364,5	305,9	320,2	458,5	278,7	285	281,7	866,1
Ваљево	497,2	533,4	465,5	393,2	360,1	427	677,7	378,1	276,1	344,7	1066,6
Велико Градиште	312,1	512	410,7	285,8	270,4	278,2	393,5	211,4	478	300,5	715,4
Врање	420,3	347,1	356,1	236,4	355,9	302,7	305,2	175,9	272,2	261	616,8
Вршац	395,5	678,4	426,1	286,8	231,4	337,9	491,3	306,7	401,6	344,7	757
Димитровград	367,1	538,6	390,3	328,7	338,8	405,5	347,7	221,5	292,1	275,4	680,2
Зајечар	305,3	454,1	365	273,7	319,8	238,3	367,7	183,2	329,3	204,2	713,2
Златибор	540,9	660,2	639,5	471,1	511,2	627,5	610,1	563,1	387,9	359,3	1155
Зрењанин	357,4	471,3	338	308,3	228	288,6	603,1	225,4	236,7	301,8	615,6
Киkinda	373,9	511,1	324	383,9	286,8	269,1	683,7	230,2	209,9	295,9	425,6
Копаоник	491	512	603,1	472,3	495,8	501,8	600,4	537,4	367,3	533,4	906,5
Крагујевац	368,2	509,6	423,2	292,7	254,1	311,4	409,2	243	265,5	357,7	709
Краљево	503,7	537,6	441,6	346,5	458,8	388,2	456,8	279,8	245,4	355,4	855,3
Крушевац	310,4	485,2	303,7	334,6	344,1	286,6	371,7	265,9	296,9	269,4	692,7
Лесковац	313,4	434,3	403,9	270,7	292,1	331,8	307,2	187,6	310,5	255,8	626,6
Лозница	576,8	629,6	563,9	375,4	468,4	364,3	631,1	288,2	353,4	353,4	915,9
Неготин	303,1	507,7	373,8	207,5	326,6	268,5	256	147,9	239,1	280,5	843,5
Ниш	330,9	394,3	327,9	235,3	327,7	289	295,4	236,3	316,9	232,8	670,4
Палић	426,4	507,4	470	314,6	429,2	315,8	562	244,6	195,5	306	546,9
Пожега	432	422,9	525,9	356,4	364,6	366,7	395,3	273,7	286,8	350,2	838,4
Нови Сад (Римски Шанчеви)	458,4	530,3	420	367,7	333,2	271,5	684,4	211,1	226,8	448,2	595,6
Сјеница	431,2	470,7	420,8	382,3	367,5	388,6	339,7	351,3	234,4	435,9	698,5
Смедеревска Паланка	413	519,7	346,5	305,6	257,9	300,4	472	237,7	339,1	307,8	737,7
Сомбор	482,9	590,4	420	312,8	389,6	259,2	694	242,6	180,2	386,5	525,7
Сремска Митровица	470,7	462,9	398,4	358,8	313,3	196,1	518,2	271,8	236,7	336,8	565,5
Ћуприја	362,6	526,5	324,4	302,7	299,5	326,6	392,3	248,1	304,4	283,5	645,1
Црни врх	444,5	607,6	573,5	366,9	444,1	407,5	568,1	383,8	405	329,7	820,2
Просек за Србију	413,0	511,5	422,8	328,8	345,7	334,6	476,5	274,9	296,7	325,2	735,5



Слика 8. Опште карактеристике услова влажности у вегетационом периоду 2011. године. Извор - РХМЗ



Слика 9. Опште карактеристике услова влажности у вегетационом периоду 2012. године. Извор - РХМЗ



Слика 10. Опште карактеристике услова влажности у периоду јесен-зима 2011-2012. године. Извор - РХМЗ

4.1.1. Биоклиматска класификација према *Lang*-у

Lang-ов кишни фактор омогућава утврђивање промене климе у току године, месеци и сезона. Класификација климе према *Lang*-у врши се на основу кишног фактора (Kf) који је дефинисан као однос годишње количине падавина (mm) и средње годишње температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$) и израчунава се по формули:

$$Kf = \frac{P}{t}$$

где је:

P - годишња количина падавина (mm)

t - средња годишња температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$).

За биљни свет је од великог значаја клима која влада за време вегетационог периода па је поред годишње вредности кишног фактора израчунат и кишни фактор у вегетационом периоду по формули:

$$Kf_{vp} = 2 \frac{P_{vp}}{t_{vp}}$$

Lang је своју биоклиматску класификацију поделио на шест биоклиматских типова. Области чији је кишни фактор (Kf) 0-20 припада пустињском типу климе, од 20-40 полупустињском, од 40-60 степама и саванама, од 60-100 клими ниских шума, од 100-160 клими високих шума и >160 перхумидном типу. Прва три климатска типа чије су вредности Kf од 0-60 припадају аридном типу, док наредна два чије су вредности Kf од 60-160 припадају хумидном. Ова биоклиматска класификација је у уској вези са биљним покривачем јер омогућава процену подручја са најповољнијим условима за одређен тип шуме. У **Табели 11** и **Табели 12** дат је преглед ових вредности за истраживано подручје на годишњем нивоу и у вегетационом периоду.

Табела 11. Годишњи кишни фактор (K_f) по $Lang_y$

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	62,2	68,6	46,2	54,5	42,8	55,7	62,8	40,5	51,2	48,4	76,0
Београд (Опсерваторија)	66,6	66,2	58,5	59,9	41,9	58,7	66,1	37,8	40,0	44,0	77,7
Ваљево	73,6	78,1	70,8	65,9	50,9	73,3	88,5	50,5	48,1	53,3	103,3
Велико градиште	60,7	76,9	60,3	55,5	43,7	64,8	59,0	33,4	64,9	52,0	75,1
Врање	68,8	57,6	54,7	48,1	48,2	61,0	69,4	29,7	45,3	48,8	72,4
Вршац	60,2	87,8	53,4	53,3	37,9	57,7	64,6	40,1	53,4	50,7	70,3
Димитровград	68,2	91,5	68,8	66,7	49,7	75,7	72,3	37,2	48,2	54,3	87,2
Зајечар	59,2	75,3	50,9	51,1	49,2	68,6	72,0	33,5	52,0	45,4	92,0
Златибор	131,9	165,3	146,9	118,8	101,2	147,0	134,8	101,9	94,5	88,1	166,5
Зрењанин	61,9	63,4	48,9	55,7	32,3	49,7	76,5	33,1	40,6	46,8	61,0
Кикинда	56,9	65,1	43,0	56,3	38,8	44,3	88,3	32,3	36,5	50,0	49,8
Копаоник	274,3	340,5	274,4	210,3	214,0	283,4	268,0	180,9	173,4	224,7	268,4
Крагујевац	60,7	73,6	58,6	49,7	36,0	63,8	59,7	36,5	47,0	56,8	76,1
Краљево	74,8	77,4	66,7	61,7	57,2	70,0	66,4	44,1	47,4	53,4	90,8
Крушевац	60,4	74,1	57,1	58,6	52,3	58,7	62,8	42,3	52,6	24,1	79,5
Лесковац	63,6	72,4	66,1	55,7	47,0	69,2	61,6	36,2	51,1	46,4	73,1
Лозница	86,3	95,1	77,9	68,1	61,5	75,9	91,6	44,8	58,8	61,6	95,6
Неготин	52,6	75,4	53,9	44,9	49,4	60,9	60,4	28,7	40,3	54,3	97,4
Ниш	63,0	65,3	52,1	44,5	46,9	56,0	52,9	33,8	48,2	43,7	72,5
Палић	64,5	65,3	56,5	50,5	53,1	47,3	82,0	35,4	35,3	51,7	63,6
Пожега	80,2	78,8	84,2	72,6	55,0	71,9	72,1	47,5	58,9	59,6	102,9
Нови сад (Римски шанчеви)	73,3	69,4	54,8	63,9	41,6	50,9	89,8	32,9	38,5	60,0	62,8
Сјеница	139,8	146,5	117,6	101,6	85,9	102,9	102,4	84,1	84,8	109,2	121,8
Смедеревска Паланка	67,1	77,1	54,0	51,4	40,6	62,4	65,0	37,0	51,4	56,1	80,0
Сомбор	73,7	75,7	53,4	56,6	48,8	43,0	93,3	35,1	36,8	57,9	62,0
Сремска Митровица	75,1	63,2	53,5	62,8	42,4	45,2	72,8	37,1	36,5	50,4	59,9
Ђуприја	72,5	87,5	56,1	59,4	50,1	69,4	63,7	38,3	55,6	57,4	77,5
Црни врх	143,2	167,9	129,4	107,6	115,1	131,8	152,9	83,1	96,1	90,3	153,7

Анализом приказаних вредности $Lang$ -ове биоклиматске класификације у Табели 11 може се приметити да према годишњим вредностима K_f највећи део истраживаног подручја током периода истраживања се налази на прелазу из аридног (0-60) у хумидни (60-160) биоклиматски тип. Могу се издвојити метеоролошке станице са надморским висинама већим од 1000 мнв (Сјеница, Црни врх, Златибор) које се карактеришу хумидним (60-160) типом климе, док се Копаоник карактерише перхумидним типом климе током целог периода истраживања (>160) према годишњим вредностима K_f . Такође је приметно да се 2011. година на већини главних метеоролошких станица карактерисала полупустињским климатским типом (K_f 20-40).

Табела 12. Кишни фактор (*Kf*) у вегетационом периоду по *Lang*-у

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	44,7	53,5	37,1	27,9	32,8	30,6	48,1	28,5	33,4	33,2	85,8
Београд (Опсерваторија)	51,2	52,0	46,0	35,2	30,4	30,6	46,2	26,7	25,9	27,6	89,5
Ваљево	56,3	60,4	51,0	40,8	38,2	44,0	73,2	38,8	27,1	36,0	118,1
Велико градиште	35,0	57,9	45,2	29,7	28,7	28,8	42,1	21,8	48,1	31,6	78,7
Врање	48,9	40,0	40,5	24,6	39,0	32,7	33,4	18,8	27,3	27,8	69,9
Вршац	43,8	74,1	45,7	29,3	24,1	34,0	52,2	31,0	38,2	35,4	80,6
Димитровград	45,5	66,7	47,5	37,6	39,8	48,0	40,8	25,6	31,2	31,7	83,2
Зајечар	35,0	52,0	40,5	28,6	34,4	25,4	39,2	19,4	33,2	21,6	81,4
Златибор	80,0	97,7	91,4	61,4	70,9	82,9	86,1	75,5	47,6	48,0	172,0
Зрењанин	40,0	52,2	36,3	31,7	23,6	28,8	64,3	23,0	22,9	31,9	66,3
Кикинда	41,8	56,3	34,8	39,7	30,3	27,1	73,8	23,7	20,5	31,4	46,2
Копаоник	111,6	116,8	132,3	89,8	103,5	99,4	126,4	105,7	63,8	107,8	204,1
Крагујевац	41,5	57,4	46,0	30,0	27,0	32,7	44,3	25,4	26,3	38,2	79,3
Краљево	57,5	62,0	48,7	35,8	50,2	40,7	49,7	29,3	24,0	37,3	96,6
Крушевац	35,0	54,7	33,1	34,2	37,2	29,3	40,3	29,9	30,5	29,7	81,6
Лесковац	36,0	50,2	45,3	28,2	31,8	35,9	32,9	19,9	31,0	27,0	70,2
Лозница	64,8	71,7	62,0	39,1	50,0	37,5	68,5	29,6	34,8	37,4	100,9
Неготин	32,1	53,8	38,4	19,9	32,9	26,6	25,5	14,5	22,0	27,4	87,4
Ниш	36,5	43,7	34,9	23,0	34,0	29,5	30,7	23,7	30,0	23,5	72,5
Палић	47,8	56,1	50,7	32,5	45,8	31,9	61,1	24,9	19,3	32,6	59,6
Пожега	53,3	52,1	63,8	41,3	43,6	42,3	46,5	31,9	31,8	41,1	102,5
Нови сад (Римски шанчеви)	51,9	59,7	45,7	38,5	35,4	27,6	74,3	21,8	22,1	48,1	65,0
Сјеница	67,3	73,8	65,2	54,2	55,2	56,3	50,0	50,7	31,0	63,8	109,7
Смедеревска Паланка	47,0	58,6	37,8	31,4	27,4	31,0	51,1	24,5	33,5	32,4	80,5
Сомбор	55,6	66,6	45,8	32,8	41,9	26,6	76,8	25,3	17,9	41,5	60,5
Сремска Митровица	53,9	52,6	44,3	38,2	33,7	20,3	56,4	28,3	23,5	36,3	62,6
Ђуприја	42,0	61,3	36,1	31,9	32,6	34,8	42,4	26,3	30,4	30,6	72,2
Црни врх	70,1	95,9	86,8	49,8	65,3	57,5	85,1	55,0	51,5	46,4	128,2

На основу добијених вредности кишног фактора по *Lang*-у у вегетационом периоду (**Табела 12**) може се приметити да највећи део истраживаног подручја током периода истраживања припада аридном типу климе (*Kf* 0-60). Док су Сјеница и Црни врх на прелазу из аридног у хумидни тип климе, а дотле су Златибор и Копаоник у хумидном типу климе, са напоменом да је Златибор током 2011. и 2012. године у аридном типу климе. Разлог ове напомене је, да је приметно одступање *Kf* на свим главним метеоролошким станицама у поменутом периоду. Током ове две године (2011. и 2012.) на већини главних метеоролошких станица је регистрован *Kf* 20-40 (полупустиња) што је нарочито изражено у 2011. години када се на неким станицама може констатовати и климатски тип пустиња (0-20). Може се издвојити и 2007. година када је такође *Kf* на највећем броју станица био у климатском типу полупустиња (20-40), као и 2014. година када је на свим станица регистрован хумидан тип са *Kf* 60-100 (клима ниских шума).

4.1.2. Индекс суше према *de Martonne*-у

За добијање јасније представе о заједничком деловању параметара климе и њеном утицају на шумске екосистеме израчунат је индекс суше по *de Martonne*-у за цело подручје истраживања на годишњем нивоу и у току вегетационог периода. Индекс суше је израчунат по обрасцу:

$$I_s = \frac{H}{t + 10}, \quad I_{s_{vp}} = \frac{H_{vp}}{t_{vp} + 10}$$

У наведеним формулама H представља суму годишњих количина падавина (mm) тј. суму количина падавина у вегетационом периоду (mm), а t средњу годишњу температуру ваздуха ($^{\circ}\text{C}$), тј. средњу температуру ваздуха у вегетационом периоду ($^{\circ}\text{C}$). Именилац садржи додатну вредност $+10^{\circ}\text{C}$ да би се добили позитивни резултати у регионима са негативном средњом годишњом температуром ваздуха, као што су нпр. планински региони.

Класификацију климе и подручја *de Martonne* је поделио на област ареизма (нема правилног отицања воде), област ендореизма (вода која отиче рекама не долази до океана) и област егзореизма (вода која отиче рекама долази до океана). На основу добијених вредности индекса суше по *de Martonne*-у, области чији је $I_s < 5$ припада ареичним областима (пустиње), I_s од 5-10 ендореичним областима (граничне пустињске области), I_s од 10-20 ендореичне или егзореичне области (области са $I_s < 20$ - СУВЕ), I_s од 20-30 егзореичне области (што је ближе $I_s 30$ мања је потреба за водом), I_s од 30-40 стално отицање воде, $I_s > 40$ обилно отицање.

Може се приметити да вредности годишњег индекса суше варирају, и према израчунатим вредностима за анализиране главне метеоролошке станице најчешће припадају егзореичним областима. Нарочито изражен низак годишњи индекс суше констатован је 2011. године када је на већини метеоролошких станица био < 20 што карактерише те области сувим, док се 2014. година може окарактерисати са $I_s > 40$ (обилно отицање) (*Табела 13*).

Табела 13. Годишњи индекс суше (I_s) по де Мартонне-у

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	33,3	35,6	24,7	30,5	23,7	30,8	34,1	21,6	28,1	26,8	42,7
Београд (Опсерваторија)	37,0	36,0	32,9	35,0	24,5	33,9	37,5	21,5	23,4	25,5	45,4
Ваљево	39,4	40,6	38,0	37,0	28,7	40,7	48,3	27,4	26,9	29,9	58,2
Велико градиште	32,3	39,8	32,1	30,9	24,3	35,7	32,2	17,9	35,7	28,9	41,8
Врање	36,1	29,8	28,4	26,6	26,6	33,1	37,8	15,8	24,8	27,0	40,1
Вршац	32,7	46,4	29,1	30,3	21,5	32,5	35,9	21,9	30,3	29,0	40,7
Димитровград	34,3	44,6	34,0	35,1	26,0	39,1	37,7	18,8	25,4	28,7	46,1
Зајечар	31,0	38,4	26,8	28,2	26,6	36,7	38,0	17,7	28,1	24,6	49,0
Златибор	57,8	68,6	64,4	56,0	39,6	68,4	61,1	45,9	44,5	42,0	79,3
Зрењанин	33,1	32,9	26,5	31,3	18,3	27,8	41,6	17,9	22,6	26,0	34,6
Кикинда	30,3	33,8	23,2	31,4	21,6	24,7	47,4	17,4	20,1	27,6	28,0
Копоник	74,1	78,6	74,1	68,2	66,4	85,2	77,9	55,3	57,8	71,8	89,5
Крагујевац	32,7	38,5	31,7	28,0	20,2	35,3	32,7	19,7	26,2	31,7	42,7
Краљево	40,0	40,0	35,4	34,4	31,8	38,6	36,4	23,7	26,4	29,9	50,5
Крушевац	32,4	38,7	30,4	32,8	29,2	32,8	34,2	22,6	29,2	13,4	44,0
Лесковац	33,7	37,1	34,5	31,0	25,8	37,6	33,9	19,1	27,9	25,7	40,3
Лозница	46,5	49,4	42,2	38,3	34,6	42,3	50,0	24,6	33,0	34,3	54,0
Неготин	28,9	40,3	29,6	25,9	27,8	34,2	33,2	15,8	23,0	30,6	54,5
Ниш	34,4	34,5	28,3	25,5	26,7	31,3	29,7	18,6	27,3	25,0	41,1
Палић	34,1	33,7	30,2	28,1	29,4	26,2	43,5	19,2	19,5	28,3	35,6
Пожега	39,7	38,0	41,5	37,5	28,4	36,8	36,4	23,4	30,0	30,8	53,7
Нови сад (Римски шанчеви)	39,1	35,7	29,5	35,5	23,3	28,3	48,2	17,7	21,5	33,1	35,5
Сјеница	57,1	55,5	46,3	44,5	37,4	44,1	44,5	34,9	36,9	47,2	55,3
Смедеревска Паланка	35,9	40,0	29,1	29,0	22,8	34,5	35,5	20,0	28,5	31,4	45,2
Сомбор	38,8	38,9	28,7	31,4	27,0	23,7	49,1	18,8	20,3	31,6	34,5
Сремска Митровица	39,7	32,5	28,5	34,6	23,5	24,8	48,2	19,9	20,2	27,8	33,5
Ђуприја	38,2	44,6	29,8	32,9	27,5	37,9	34,8	20,3	30,6	31,5	55,3
Црни врх	56,9	63,6	53,3	48,2	49,3	56,5	61,3	34,5	42,4	39,3	65,4

Анализирајући **Табелу 14** у којој су дате вредности индекса суше у вегетационом периоду, може се приметити да 2011. година припада ендореичним областима са I_s од 5-10 које су граничне пустињске области. Ово се може делимично констатовати и за 2012. годину када је на 50% станица I_s био једнак предходној години. У току истраживаног периода се може издвојити још и 2007. година када је I_s на 30 % станица био у оквиру граничних пустињских области. Такође, низ година од 2011.-2013. године се карактеришу изразито ниским индексом суше у односу на цео истраживачки период, док се 2014. година може издвојити као изразито егзореична област током целог периода истраживања.

Табела 14. Индекс суше (Is) у вегетационом периоду по де Мартонне-у

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Банатски Карловац	14,3	17,2	11,9	09,2	10,6	10,1	15,7	09,4	11,1	10,8	27,8
Београд (Опсерваторија)	16,7	17,0	15,2	11,9	10,2	10,4	15,4	09,0	08,9	09,3	29,5
Ваљево	18,0	19,3	16,5	13,4	12,5	14,5	23,8	12,8	09,1	11,8	38,0
Велико градиште	11,2	18,5	14,6	09,8	09,4	09,5	13,7	07,2	16,0	10,4	25,4
Врање	15,5	12,7	12,9	08,1	12,6	10,6	10,8	06,1	09,1	09,1	22,3
Вршац	14,1	24,0	14,9	09,7	07,9	11,3	17,0	10,3	12,9	11,7	26,3
Димитровград	14,0	20,6	14,8	12,0	12,5	15,1	12,9	08,1	10,2	10,1	25,8
Зајечар	11,1	16,5	13,0	09,4	11,2	08,3	12,8	06,3	11,0	07,1	25,9
Златибор	23,0	28,1	26,6	18,6	17,4	25,0	25,2	22,6	14,7	14,4	49,3
Зрењанин	12,8	16,8	11,8	10,5	07,8	09,6	21,0	07,6	07,7	10,4	21,5
Кикинда	13,4	18,2	11,3	13,1	09,9	09,0	24,0	07,8	06,9	10,3	15,0
Копоник	26,1	27,3	31,5	23,0	25,3	25,0	30,8	26,6	17,1	26,8	48,0
Крагујевац	13,3	18,4	14,9	09,9	08,8	10,7	14,4	08,3	09,2	12,5	25,4
Краљево	18,3	19,7	15,7	11,8	16,2	13,3	16,1	09,6	08,1	12,2	30,9
Крушевац	11,2	17,5	10,7	11,3	12,1	09,7	13,1	09,6	10,1	09,6	25,7
Лесковац	11,4	15,9	14,5	09,3	10,3	11,6	10,7	06,5	10,3	08,8	22,5
Лозница	20,7	22,8	20,0	12,9	16,3	12,4	22,2	09,8	11,7	12,2	32,5
Неготин	10,5	17,6	12,7	06,7	10,9	08,9	08,5	04,9	07,5	09,2	28,8
Ниш	11,8	14,1	11,4	07,7	11,2	09,8	10,1	07,9	10,2	07,8	23,5
Палић	15,3	18,1	16,5	10,7	14,9	10,6	19,8	08,3	06,5	10,6	19,3
Пожега	16,5	16,1	19,9	13,1	13,6	13,4	14,6	10,1	10,2	13,0	31,8
Нови сад (Римски шанчеви)	16,6	19,1	14,8	12,6	11,6	09,2	24,1	07,2	07,4	15,6	21,0
Сјеница	18,9	20,7	18,4	15,9	15,8	16,3	14,4	14,7	09,3	18,4	30,7
Смедеревска Паланка	15,0	18,7	12,2	10,4	08,9	10,2	16,6	08,1	11,2	10,6	26,1
Сомбор	17,6	21,3	14,8	10,7	13,6	08,8	24,7	08,3	06,0	13,5	19,2
Сремска Митровица	17,1	16,8	14,2	12,5	11,0	06,7	24,5	09,3	07,9	11,8	20,1
Ђуприја	13,3	19,4	11,6	10,4	10,6	11,4	13,8	08,6	10,1	09,9	28,3
Црни врх	19,6	26,8	24,7	14,8	18,8	16,9	24,3	16,0	15,7	13,6	36,0

4.2. Карактеристике земљишта на истраживаним локалитетима

Мониторинг шумских земљишта на биоиндикацијским тачкама има за циљ успостављање континуираног трајног праћења педогенетских процеса, квалитета и стања земљишних ресурса и њиховог утицаја као фактора стреса на шумске екосистеме.

Узорковање и анализе земљишта на истраживаним локалитетима према *ICP Forest* методологији се обављају на сваких 10 година. Отварање и описи подолошких профила, детерминација типова земљишта обављени су током 2003. године, да би након постављања додатних биоиндикацијских тачака (БИТ) Ниво-а I она била завршена 2004. године. Са свих локалитета су узорковани просечни узорци земљишта за лабораторијске анализе и 2014. године (*Слика 11*). Вредности аналитичких параметара лабораторијских анализа који су коришћени за карактерисање својстава проучаваних земљишта, због своје обимности су

преузети из табела Извештаја Националног фокал центра за праћење виталности шума Републике Србије (*Neveni u cap.* 2014).



Слика 11. Узорковање земљишта за лабораторијске анализе (Чешљар Г. 2014)

На основу прикупљених података дефинисан је и проучен већи број земљишних типова (*Прилог 23*). Резултати су приказани по класама, односно типовима земљишта у складу са Класификацијом земљишта Југославије (*Škorić, et al.* 1985), а профили су сврстани и у складу са WRB класификацијом земљишта – The World Reference Base for Soil Resources (*FAO*, 2014). За сваки тип земљишта дата је и оцена еколошко-производних вредности.

На истраживаним локалитетима најзаступљенији типови земљишта су:

- црница на кречњаку (Mollic Leptosol),
- рендзина (Rendzic Leptosol),
- ранкери - дистрични и еутрични (Dystric и Eutric Leptosol),
- еутрично смеђе земљиште (Eutric Cambisol),
- кисело смеђе земљиште (Dystric Cambisol),
- смеђе земљиште на кречњаку (Calcaric Cambisol),
- смеђе подзоласто земљиште (Albeluvisols),
- илимеризовано земљиште (Albic Luvisol),

Поред наведених типова земљишта, са знатно мањим бројем отворених профила заступљени су још: еолски песак, колувијално земљиште, чернозем, смоница, флувијално земљиште, псеудоглеј и мочварно глејно земљиште.

Динамичност рељефа и хетерогеност петрографских елемената су доминантни педогенетски фактори који детерминишу данашње стање и динамику

развоја земљишта на истраживаним локалитетима. У оквиру проучаваних локалитета, највеће површине (око 45% површина), заузимају еутрична смеђа (Eutric Cambisol) и дистрична смеђа земљишта (Dystric Cambisol).

Кречњачка црница (Mollic Leptosol) је развијена као примарни стадијум на кречњацима на 4 истраживана локалитета (БИТ 34, 402, 413 и 418). Проучене црнице су због високог степена карстификованости кречњака променљиве дубине. Прожете су кореновим системом целом својом дужином, добро структуриране, скелетне и водопропустљиве, што им обезбеђује повољан водно-ваздушни режим. Неутралне су до слабо киселе реакције. Према садржају хумуса и азота, могу се сврстати у врло богата земљишта. Узак однос C/N указује на повољне услове за разлагање и минерализацију органске материје.

Производни потенцијал проучаваних црница на кречњаку је у високој корелацији са дужином солума, тако да можемо констатовати да плиће форме имају нижи, а дубље осредњи еколошко-производни потенцијал.

Рендзина (Rendzic Leptosol) је на истраживаним локалитетима (БИТ 9, 28, 69, 71, 73 и 105) образована на кречњацима који су подложни механичкој дезинтеграцији. То су плитка земљишта, али са израженим реголитичним контактом што продубљује физиолошки активни слој. Лаког су механичког састава, добро структурирана, растресита и имају добру водопропустљивост и аерисаност. Мала дубина и добра водопропустљивост условљавају педоклиматску сувоћу ових земљишта, што може бити компензовано количином и распоредом атмосферских талоба. Реакција земљишног раствора је неутрална до слабо кисела. Земљишта су врло јако хумусна и јако богата азотом. Однос C/N указује на веома повољан ток хумификације и минерализације органске материје.

Производни потенцијал проучених рендзина је условљен степеном развоја и дужином солума, па се у просеку могу сматрати средње продуктивним шумским земљиштима.

Ранкери (Dystric и Eutric Leptosol) на истраживаним локалитетима, у зависности од геолошке подлоге на којој су формиран, заступљени су са два

подтипа: дистрични (БИТ 79, 90, 411 и 421) и еутрични (БИТ 33,45, 59, 68, 70, 77 и 95). То су плитка, умерено скелетна земљишта са литичним контактом. Због лаког механичког састава земљишта су добро аерисана, али се због мале дубине лако и брзо исушују. Педогенезу проучених ранкера карактерише интензивно физичко, а слабо хемијско распадање минерала и стена на којима су образовани, јака хумизација и успорено разлагање органске материје.

Продуктивност ранкера на истраживаним локалитетима зависи од дубине солума, физичког стања супстрата, биолошке активности и микроклиматских услова, па се може окарактеристи као земљиште ниског производног потенцијала.

Еутрично смеђе земљиште (Eutric Cambisol) има значајно распрострањење на истраживаним локалитетима. Заступљено је на 28 Биоиндикацијских тачака (БИТ 6, 13, 15, 24, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 41, 44, 47, 49, 51, 62, 63, 65, 67, 81, 83, 85, 89, 97, 98, 99, 405 и 415). То су у просеку средње дубока земљишта, хомогених својстава, добро аерисана, повољних водних особина и добро снабдевена хранљивим материјама. Физичке особине проучених земљишта карактерише песковито-иловаста и иловасто-песковита текстура. Хемијске особине одликује умерено до јако кисела реакција и степен засићености базама већи од 50%. Садржај хумуса је висок и опада са дужином. Обезбеђеност азотом је јако добра и опада заједно са садржајем хумуса. Варијабилност особина овог земљишта у највећој мери зависи од природе матичног супстрата. Однос C/N је повољан, што утиче на убрзање процеса трансформације органских материја, повећање квалитета хумусних материја и бржу минерализацију азота.

Еутрични камбисоли на истраживаним локалитетима у просеку су земљишта средње еколошко-производне вредности, што је условљено пре свега дужином профила, садржајем скелета и текстурним саставом.

Кисело смеђе земљиште (Dystric Cambisol) на истраживаним локалитетима је најзаступљенији тип земљишта на силикатној подлози коју чине пешчари, рожнаци и шкриљци, а ређе микашист и гнајс. Присутан је са својим типичним подтипом у различитим шумским заједницама. Анализиран је 31 профил (БИТ 4, 17, 20, 21, 26, 27, 30, 40, 46, 50, 52, 55, 58, 61, 64, 66, 72, 76, 87, 91,

92, 96, 100, 106, 404, 407, 408, 409, 412, 414 и 416). Ово су средње дубока до дубока земљишта. Физичке особине су углавном повољне, што је обезбеђено лакшим механичким саставом, песковито-иловасте до глиновито-иловасте текстуре, добром структуром и присуством скелета у дубљим слојевима. Хемијске особине земљишта су под утицајем процеса ацидификације. Реакција земљишта је јако до врло јако кисела и са дубином рН-вредност се повећава. Хидролитички ацидитет је јаче изражен у дубљим слојевима. Садржај хумуса у површинском слоју је висок, док се са повећањем дубине овај садржај вишеструко смањује. У вези са садржајем хумуса је и садржај укупног азота. Однос угљеника према азоту налази се у границама које обезбеђују повољну трансформацију органских остатака.

Сагледавајући физичке и хемијске особине проучених земљишта, може се извести закључак да је производни потенцијал земљишта на истраживаним локалитетима осредњи. Дубље форме са мањим садржајем скелета имају вишу еколошко-производну вредност.

Смеђе земљиште на кречњаку (Calcaric Cambisol) је на истраживаним локалитетима везано за кречњачки супстрат (БИТ 3, 5, 23, 39, 43, 93, 94, 401, 410, 417). Ово су углавном средње дубока земљишта променљиве дубине, због израженог микрорелефа и карстификованости супстрата. Садрже и променљиву количину кречњачког скелета целом својом дубином. Релативно су растресита и водопропустљива земљишта, стабилне структуре, док је збијеност нешто већа у дубљим слојевима због нагомилавања глине. Слабо су киселе до неутралне реакције и имају висок степен засићености базама. Према садржају хумуса, земљишта су обезбеђена хумусом. Садржај азота је у границама веома добре обезбеђености и варира заједно са садржајем хумуса. Однос C/N указује на повољну микробиолошку активност и повољне услове за минерализацију органске материје.

Производни потенцијал проучених земљишта је одређен дубином физиолошки активног профила, станишним условима и степеном каменитости, па се може констатовати да су то земљишта средње еколошко-производне вредности.

Смеђе подзоласто земљиште (Albeluvisols) је образовано на 4 истраживана локалитета (БИТ 403, 406, 419 и 420). Ово су углавном врло дубока земљишта, песковито-иловастиг механичког састава, слабо скелетна, растресита, аерирана и малог водног капацитета. Садржај глине је низак и опада са дубином, али у овим земљиштима има изузетан значај, јер глина пружа отпор процесима оподзољавања. Хемијска својства карактерише екстремно кисела реакција и низак степен засићености базама. Обезбеђеност приступачним хранљивим материјама је ограничена. Однос угљеника и азота указује на отежане процесе разлагања органске простирке и превођење биљних асимилатива из органских у минералне и биљкама приступачне облике.

Еколошко-производни потенцијал ових земљишта је низак. Ограничавајући фактори продуктивности су пре свега мала биолошка активност, која доприноси блокади хранљивих елемената, као и екстремна обележја ацидитета и степена засићености базама.

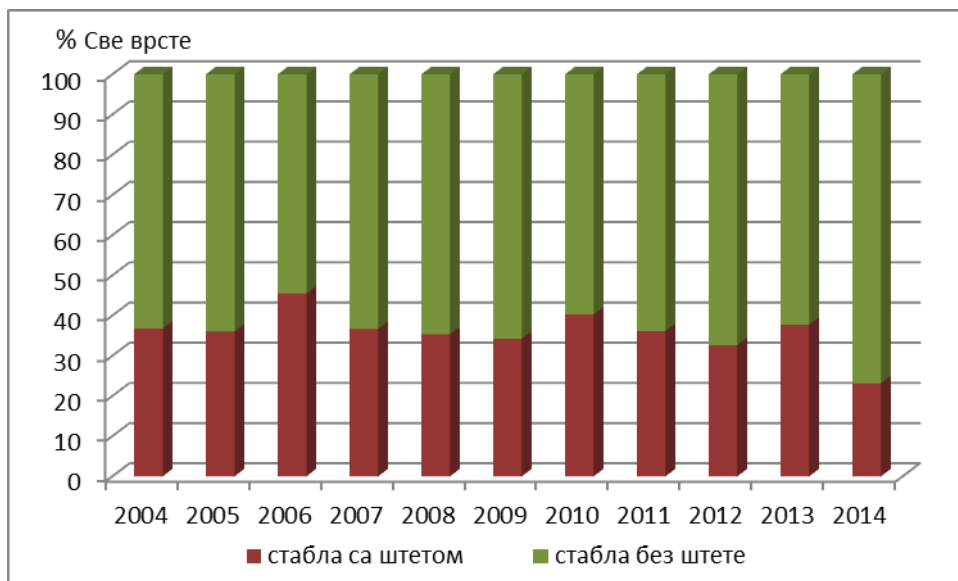
Илимеризовано земљиште (Albic Luvisol) је широко распрострањено на силикатним, али и кречњачким супстратима истраживаних локалитета (БИТ 6, 10, 12, 19, 42, 48, 56, 57, 60, 75, 80, 82, 88, 423 и 424). То су већином дубока до врло дубока земљишта. Физичке особине су повољне, а карактерише их песковито-иловаста до иловаста текстура. Веће учешће песка је резултат присуства силикатног материјала. Присуство ситних до средње крупних одломака скелета повољно се одражава на филтрациону способност проучених земљишта. Хемијска обележја карактерише кисела реакција земљишног раствора и низак степен засићености адсорптивног комплекса базним катјонима. Висок садржај хумуса и азота је констатован у површинском слоју (0-10 *cm*), а са дубином нагло опада. Однос C/N указује на повољну микробиолошку активност и доста брзу минерализацију органске материје.

Илимеризована земљишта на проученим локалитетима имају висок производни потенцијал и представљају високопродуктивна станишта за припадајуће шумске заједнице. Основни чиниоци повољних еколошких услова за раст шумског дрвећа су дубина, текстурни састав и физиографија солума.

4.3. Штете на дрвећу

Под појмом штета или оштећења на дрвећу, може се дефинисати нарушавање или мењање неког њиховог дела, што као резултат може имати неповољан утицај на њихову способност да врше своју функцију, тј. повреда или болест која у перспективи може негативно утицати на виталност дрвећа или њихову економску вредност. Свака штета на стаблу која је настала услед деловања неког штетног фактора и указује на његову појаву је *симптом*, док је *знак* доказ о штетном фактору. Број стабала који ће у току једне године бити оштећен искључиво ће зависити од узрочника штете (штетног фактора) и интензитета његовог деловања. Међу факторима и узрочницима који причињавају штете, а набројани су у уводном делу овог рада, велики је број оних који праве мале штете, по некад занемарљиве и без већих утицаја на шуме. Међутим, постоје и они фактори и узрочници који праве значајне штете на великим површинама те им треба посветити далеко више пажње. У *Прилогу 1* је дат укупан број стабала свих врста по години, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете.

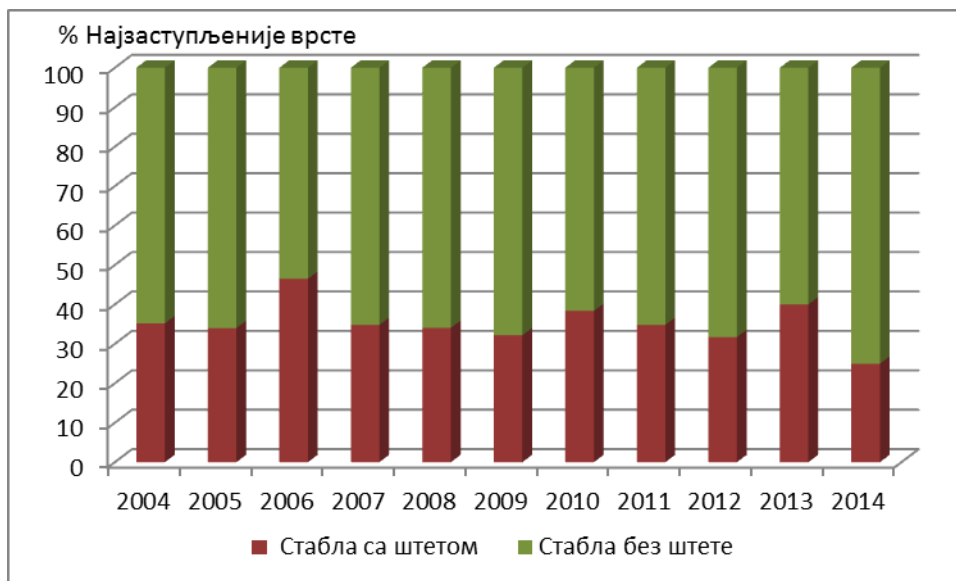
На *Графикону 2* су приказани резултати процентуалног учешћа стабала са штетом као и стабала без штете за све врсте дрвећа, у односу на њихов укупан број по години истраживања. Може се приметити да је процентуално учешће стабала са штетом најзаступљеније 2006., 2010. и 2013. године, док је у осталим годинама приближних вредности. За једанаест година истраживања, у просеку по години 35,9 % стабала има неку од визуелно видљивих типова штета.



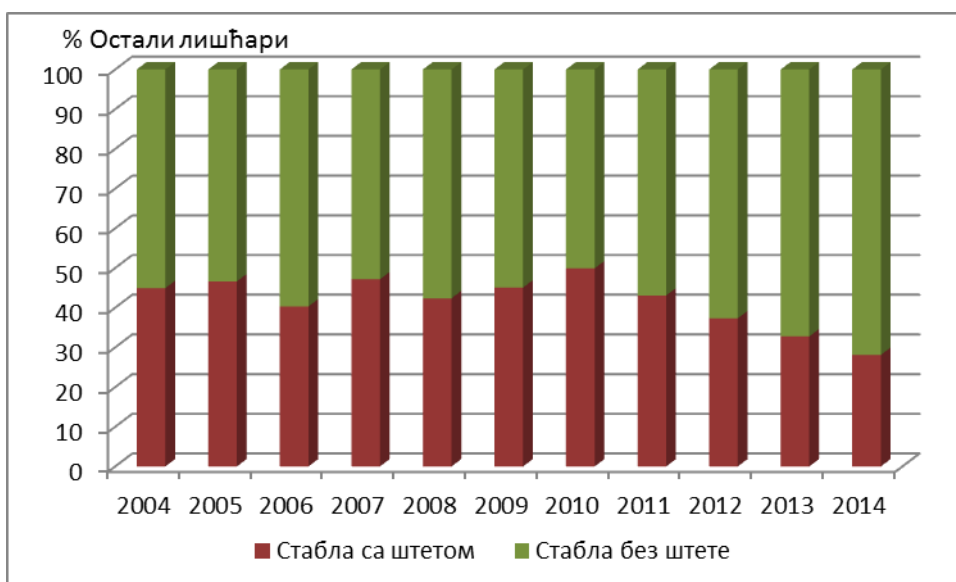
Графикон 2. Процент стабала са штетом и без штете за све врсте дрвећа у истраживаном периоду

Као и у предходном графикону, и на **Графикону 3** који представља најзаступљеније врсте дрвећа (лишћари - буква, цер, сладун, китњак, граб и четинари – смрча, јела, црни и бели бор), проценат стабала са штетом у односу на укупан број стабала најзаступљенијих врста у поменутиим годинама показује исто повећање или смањење штета. Посматрајући ова два Графикона (**Графикон 2** и **Графикон 3**) може се уочити да крива коју образују стабла са штетом свих врста дрвећа одговара кривој коју образују стабла са штетом најзаступљенијих врста, што је поређењем приказано и у **Графикону 7**.

На **Графикону 4**. је за исти период истраживања на осталим лишћарским врстама у односу на њихов укупан број стабала у истраживаном периоду констатован приближан проценат штета. Може се издвојити прва половина периода истраживања када је констатована њихова већа заступљеност, док је 2010. година са највећим процентом штета.



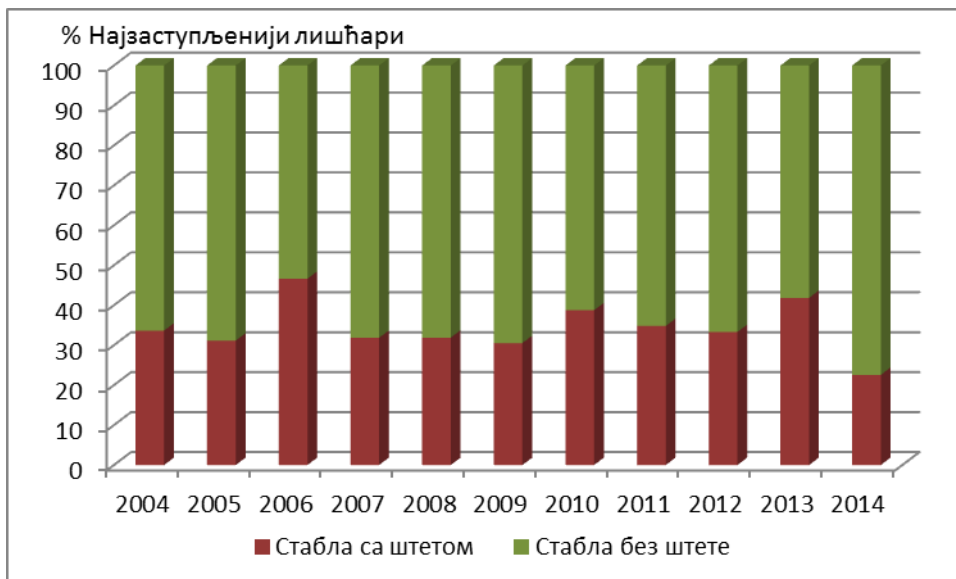
Графикон 3. Процент стабала са штетом за најзаступљеније врсте дрвећа у истраживаном периоду у односу на њихов укупан број



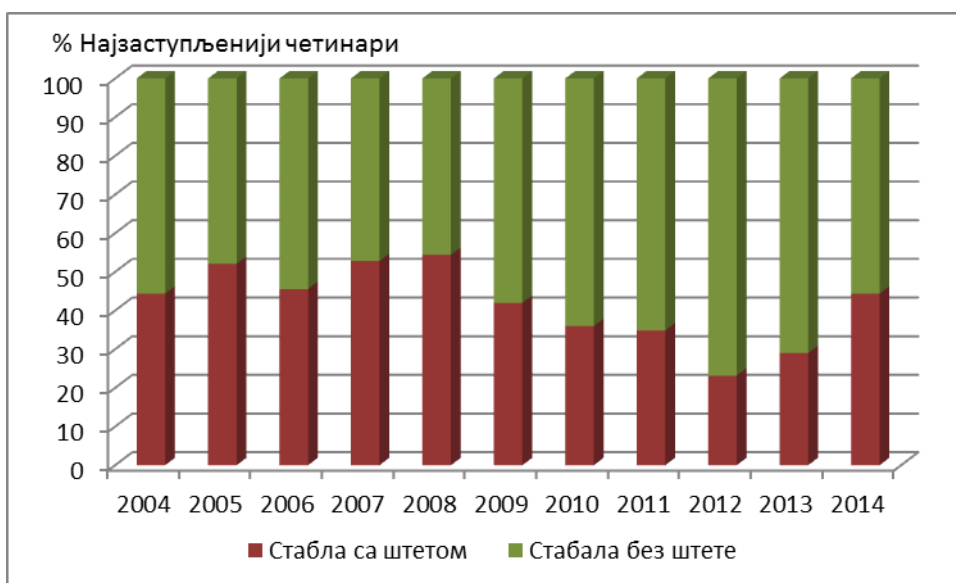
Графикон 4. Процент стабала са штетом за остале лишћарске врсте дрвећа у истраживаном периоду у односу на њихов укупан број

Такође, посматрајући најзаступљеније врсте дрвећа одвојено (лишћари и четинари), на **Графикону 5** који представља најзаступљеније лишћаре са штетом (буква, цер, сладун, китњак, граб) и **Графикону 6** на коме је дат приказ стања штета најзаступљенијих четинара (смрча, јела, црни и бели бор), може се приметити да најзаступљенији лишћари осликавају стање најзаступљенијих врста дрвећа и свих врста дрвећа, док код четинарских врста у појединим годинама

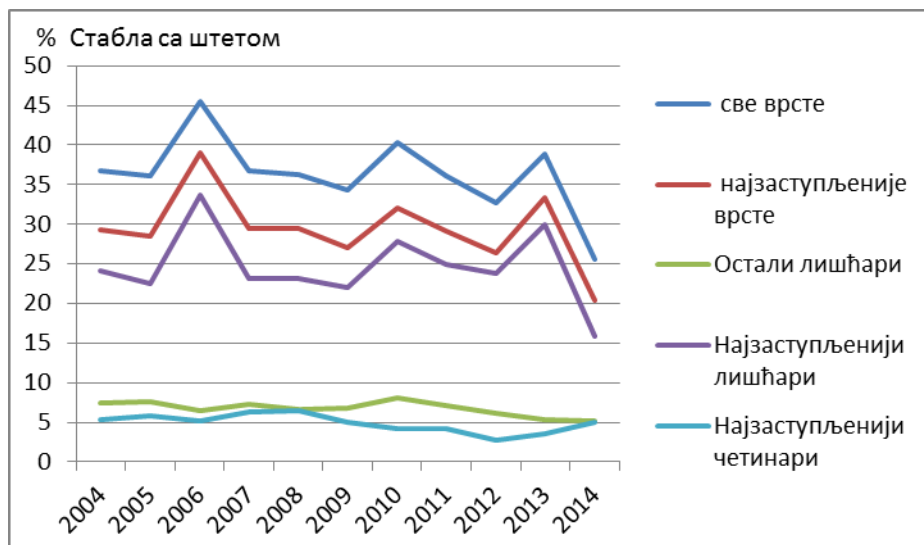
постоје одступања у односу на предходно поређење, што је такође приказано кривом у *Графикону 7*.



Графикон 5. Процент стабала са штетом за најзаступљеније лишћаре у истраживаном периоду у односу на њихов укупан број



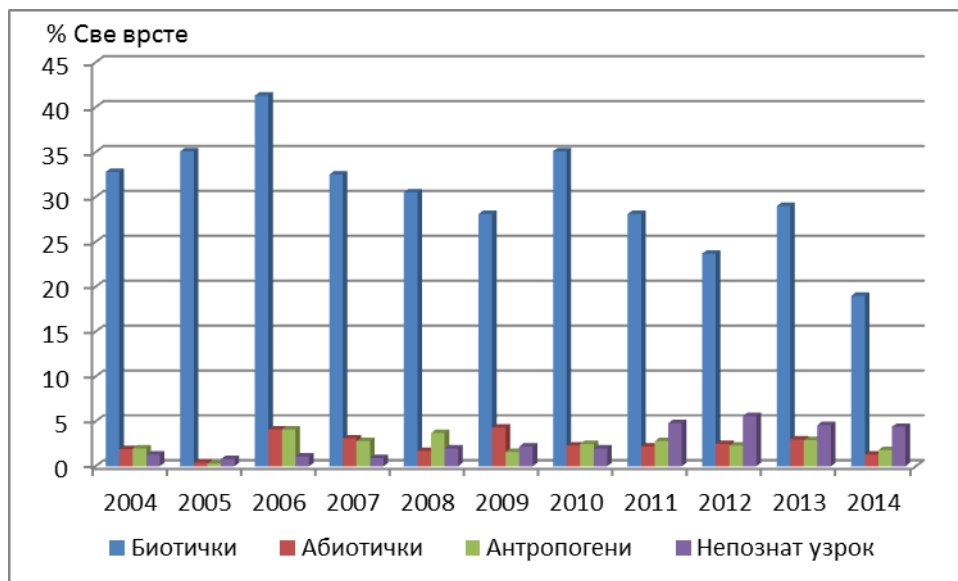
Графикон 6. Процент стабала са штетом за најзаступљеније четинаре у истраживаном периоду у односу на њихов укупан број



Графикон 7. Поређење различитих група стабала на којима је констатована штета у односу на укупан број стабала свих врста дрвећа на истраживаним локалитетима

4.4. Фактори штета на дрвећу

Штете на дрвећу могу бити проузроковане различитим биотичким, абиотичким или антропогеним факторима. На основу примењене методологије истраживања као најзначајнији део је било доношење правилне дијагнозе уз детаљно посматрање сваког појединачног стабла. Пажљиво су анализирани лишће, читава круна, стабло и корење (ако је видљиво). Осматрање је започето са асимилационим органима јер се на њима јавља највећи број штета проузрокованих различитим факторима. Многе болести на лишћу или четинама су проузроковане гљивама, велики број инсеката се храни лишћем, док се абиотички фактори стреса као што су утицај мраза или суше такође прво манифестују на њему. Добијени резултати су приказани на **Графикону 8** и представљају вредности на годишњем нивоу за сва три фактора, као и за штете чији узрок није било могуће тачно утврдити, а све посматрано за период 2004-2014. године. Резултати показују процентуалан утицај фактора штета на дрвећу у односу на сва стабла која су била објекат истраживања у предходно поменутом периоду (**Табела 3**).



Графикон 8. Утицај стресних фактора на истраживаним локалитетима за све врсте дрвећа

На **Графикону 8** се може приметити да су штете изазване утицајем биотичких фактора биле далеко најзаступљеније у односу на абиотичке и антропогене, док је непознати узрок неког типа штете свој значајнији пораст имао у периоду од 2011-2014. године. Биотички фактори су свој највећи интезитет у погледу штета које су проузроковали, имали 2006. године (41,3% од свих истраживаних стабала), са благим падом у наредним годинама, да би се 2010. и 2013. године они поново повећали, а затим смањили интезитет.

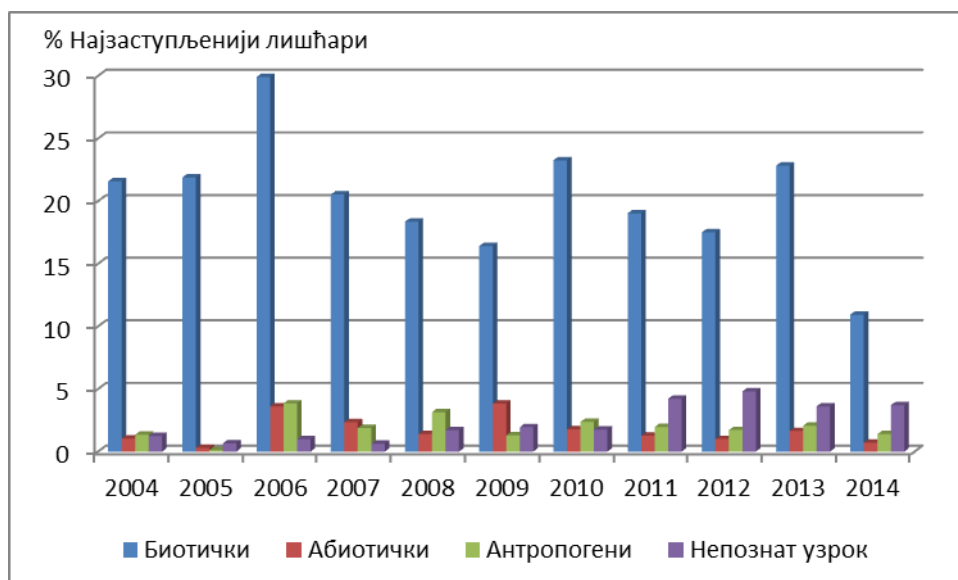
Посматрајући резултате за најзаступљеније врсте дрвећа (лишћари и четинари) на **Графикону 9** за исти истраживачки период, као и за све врсте дрвећа (**Графикон 8**), може се приметити да разлике у погледу утицаја абиотичких и антропогених штета као и штета чији узрок није идентификован, незнатно варирају тј. да је њихов утицај најчешће дијагностикован на најзаступљенијим врстама дрвећа, док су штете биотичког порекла које су процентуално и најдоминантније умањене просечно за 11 истраживачких година за 6%. Овај умањени проценат штета биотичког порекла за најзаступљеније врсте је нормалан след јер су и код осталих врста дрвећа (остали лишћари) штете биотичке природе биле најзаступљеније (**Графикон 12**). Такође је приметан и константан пораст штета непознатог узрока.



Графикон 9. Утицај стресних фактора на истраживаним локалитетима за најзаступљеније врсте дрвећа

На **Графикону 10** и **Графикону 11** су приказане најзаступљеније врсте тј. најзаступљенији лишћари и најзаступљенији четинари. Добијени резултати су посматрани међусобно а рачунати су у односу на све врсте дрвећа у периоду од 2004-2014 године.

Проценти штета код најзаступљенијих лишћара (**Графикон 10**) у односу на све најзаступљеније врсте (где су посматрани заједно са најзаступљенијим четинарима), показују исти тренд, а проценат штета је умањен само за разлику броја стабала и штета (четинара). Од година које се издвајају код најзаступљенијих лишћара у односу на све најзаступљеније врсте по узрочницима штета је 2004. година, где је утицај абиотичких фактора мањи.



Графикон 10. Утицај стресних фактора на истраживаним локалитетима за најзаступљеније лишћаре

Процент штета код најзаступљенијих четинара (**Графикон 11**) у односу на све најзаступљеније врсте (где су посматрани заједно са најзаступљенијим лишћарима) показују биотичке факторе штета као најдоминантније током свих година истраживања, са највећим процентом 2005. и 2007. године након чега је њихов утицај у константном паду да би поново био у порасту 2013. и 2014. године. Опсег штета биотичких фактора је у распону од 1,1 до 5,8 %, и битније не утиче на све најзаступљеније врсте. Једина година са израженом разликом у погледу штета је 2004. година у којој је абиотички фактор имао нешто већи раст.



Графикон 11. Утицај стресних фактора на истраживаним локалитетима за најзаступљеније четинаре

На *Графикону 12*, у који су сврстани остали лишћари (види стр. 40), приказан утицај стресних фактора у односу на укупан број стабала свих врста дрвећа по годинама. Као што је већ предходно и напоменуто, штете биотичке природе биле су знатно заступљеније током свих година истраживања, док је код штета абиотичке природе пораст регистрован у периоду од 2011. до 2013. године. На овом графикону се такође може приметити да су штете непознатог порекла у поменутом периоду такође у благом порасту него ранијих година.



Графикон 12. Утицај стресних фактора на истраживаним локалитетима за остале лишћарске врсте

Према приказаним резултатима штета на стаблима и факторима који су их проузроковали, сасвим је евидентно да различите врсте дрвећа имају и различиту отпорност на промене у животној средини, што значи да ако желимо да откријемо специфичан утицај фактора животне средине, морамо пре свега раздвојити стабла по врстама што ће бити приказано у наредном поглављу.

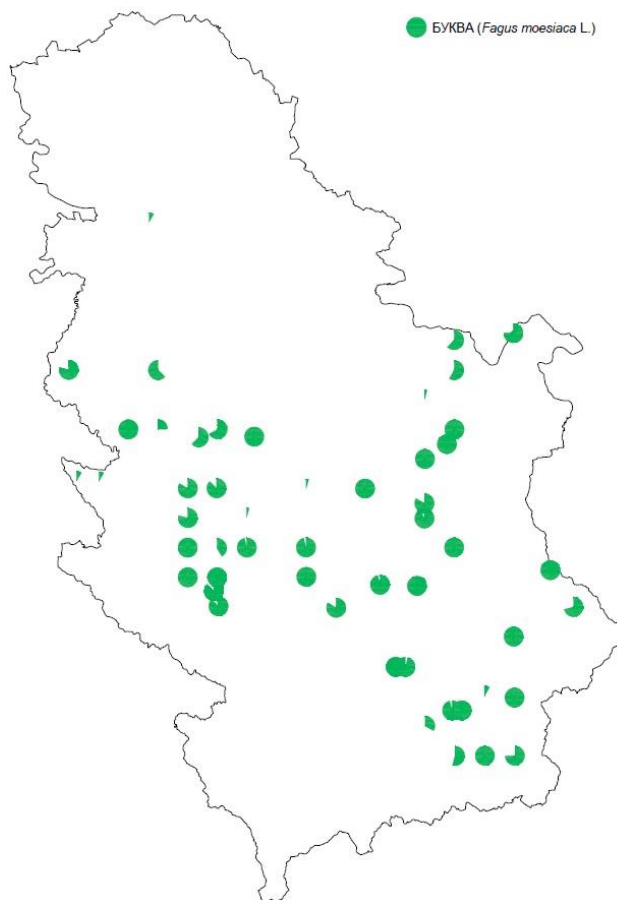
4.5. Узроци штета најзаступљенијих врста дрвећа у Србији

У оквиру истраживаног периода (2004-2014) испитиван је утицај узрока штета најзаступљенијих врста дрвећа. Просечно за 11 година истраживања у односу на укупан број свих стабала која су била предмет истраживања, буква је била заступљена са 30,0% стабала, цер са 18,3%, сладун са 13,3%, китњак са 6,2%,

граб са 4,0%, смрча са 5,1%, црни бор са 2,0%, бели бор са 2,4%, јела са 2,4% док су остали лишћари били заступљени са 16,4% стабала. За сваку врсту су приказане укупне штете по годинама истраживања као и фактори штета тј. њихови узрочници.

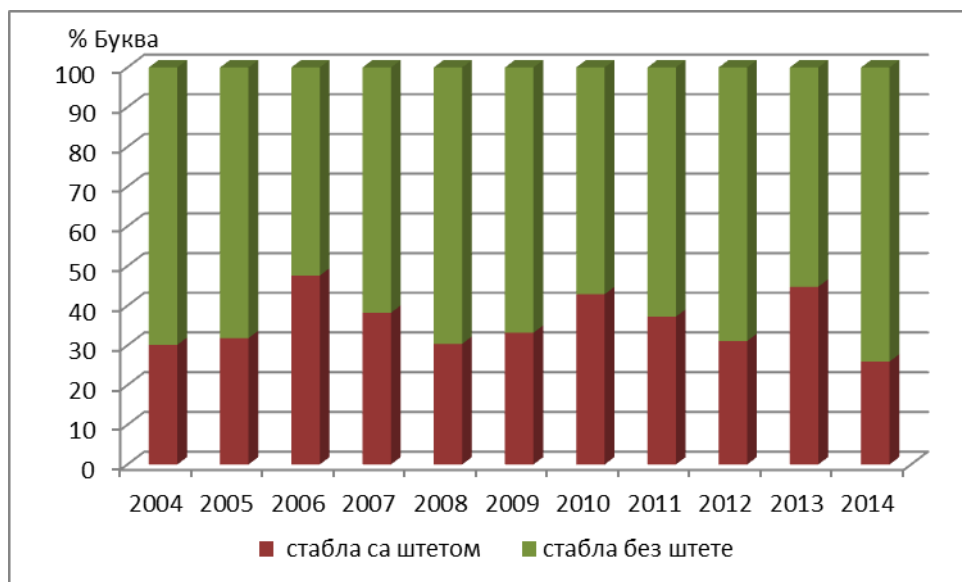
4.5.1. Буква (*Fagus moesiaca* L.)

Буква као најзаступљенија и најраспрострањенија врста у Србији има и највећи број стабала која су била обухваћена овим истраживањем (*Прилог 2*). У првој години истраживања буква је била присутна на 52 истраживана локалитета (*Слика 12*), од чега 37 у државним шумама а 15 у приватним шумама, док је њен укупан број у наредним годинама истраживања смањиван услед различитих фактора. Висинска зона у којој је буква била најзаступљенија на истраживаним локалитетима је од 500 до 1.000 мнв.



Слика 12. Заступљеност стабала букве на истраживаним локалитетима

На основу укупног броја стабала букве по години истраживања, на **Графикону 13** је приказан проценат стабала без штете и са штетом. Може се видети да је проценат штета био најинтезивнији 2006. године, а затим следи њихово смањење да би се и 2010, а потом и 2013. године, оне поново повећале. Ове три године (2006., 2010. и 2013.) показују да су штете констатоване на букви биле присутне и код свих врста дрвећа, најзаступљенијих врста, тј, најзаступљенијих лишћара. Просечан број стабала букве са штетом у истраживаном периоду (2004-2014) износи 35,7%. Најмањи је био 2014. године када су штете биле констатоване на 25,9% стабала, а највећи 2006. године када су штете евидентирани на 47,6% стабала, и 2013. године на 44,8% стабала.

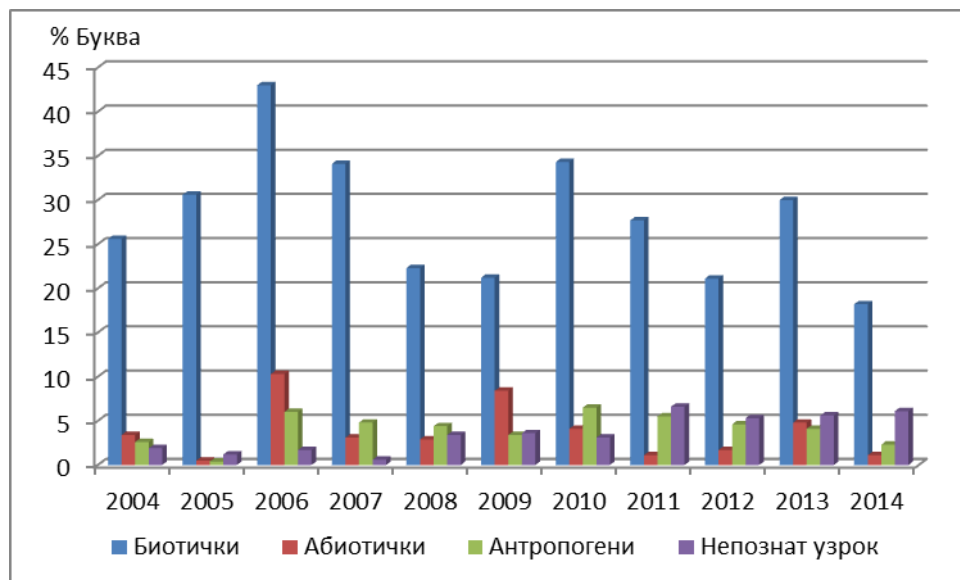


Графикон 13. Заступљеност стабала букве са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете на букви током истраживаног периода приказани су на **Графикону 14**.

Највећи утицај су имали биотички фактори током свих година истраживања, са мањим или већим осцилацијама у појединим годинама. Ови фактори су утицали и на укупно стање штета на букви када се упореде са факторима на **Графиконом 13** јер су били најдоминантнији 2006. и 2010. и 2013. године. Од осталих фактора, абиотички су свој максимум достигли 2006. године и допринели су да ова година буде са највећим бројем штета, док су свој већи интезитет имали и 2009. године. Фактори проузроковани деловањем човека су

константно присутни током свих година и додатно су утицали на остале факторе. Непознати узрочници штета су највећи интензитет имали у периоду од 2011. до 2014. године што је компарацијом утврђено и код осталих врста дрвећа (*Графикон 8*).



Графикон 14. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за букву

На следећим графиконима су приказане штете изазване различитим факторима регистрованим током процене. Приказане су укупне штете у односу на број стабала букве по годинама истраживања при чему је сваки од узрочника штета посматран засебно.

На основу симптома насталих узрочницима биотичких фактора, као најчешћи су регистровани инсекти и гљиве, док су штете од неког другог биотичког фактора сврстане под остало (бршљен, имела, лишајеви, домаће и дивље животиње, итд.) (*Графикон 15*). Инсекти су се показали као најзаступљенији узрочници штета током свих година истраживања са максимумом 2006. године (31,6%). Примећује се њихов пораст у периоду 2004-2006 године, након чега у наредним годинама следи пад да би 2010. (29,9%) и 2013. године (25,2%) поново регистрован њихов пораст. Гљиве су константно биле присутне, али су у односу на инсекте стаблима шричиниле мању штету. Највеће штете изазване гљивама утврђене су у периоду од 2006. до 2009. године

при чему предњачи 2006. година. Фактори који су сврстани под остало нису имали значајнији утицај на укупно стање стабала.



Графикон 15. Утицај биотичких фактора на стабла букве (2004-2014)

Ако се биотички фактори посматрају појединачно (**Графикон 16**), може се приметити да су од инсеката најзаступљенији дефолијатори и минери, тј. да је највећи број инсеката направио штете на лишћу. Осим ове две групе инсеката приметно је и присуство инсеката који сисају сокове (сисачи). Процентуална заступљеност инсеката благо је увећана у односу на резултате на **Графикону 15**, јер је свака од група инсеката бележена засебно, а поједине од њих су биле присутне на стаблима заједно. Ова разлика представља проценат стабала са више од једног узрочника штете, у овом случају више од једне врсте инсекта по стаблу.

Према значају коју врше у погледу штета на букви, од инсеката на првом месту треба истаћи губара (*Lymantria dispar* L.), врсту која је примарни узрочник штета јер напада здрава и витална стабла, склона је масовном размножавању и може причинити велике штете. Овај штетни инсект није специфичан за букву као хранитељку већ за врсте из рода храстова (*Quercus* sp.), међутим, када ступи у градацију долази до дефолијације и у буковим састојинама. На **Графикону 16** су поред губара приказани и остали дефолијатори јер је у појединим годинама уз градације губара била констатована и градација дефолијатора мешовитог типа, такође инсеката широке полифагности који нису искључиво везана за букву као

хранитељку (*ИДПС извештај 2006. година*). Оно што је такође приметно на овом графикону, а тиче се дефолијатора, јесте да се повећање или умањење штета поклапа са годинама када су регистроване градације губара (2003-2006 и 2009-2014).

Велики број штета причинили су и минери (*Графикон 16*), али и поред тога што су честе, ове врсте наносе букви мале штете. Међутим, буквин сурлаш (*Rhynchaenus fagi* L.) може причинити велике штете и склон је пренамножавању. То је примарни штетни инсект и типична штеточина у састојини букве (*Михајловић Љ.* 2003). Такође, градација овог инсекта траје више година са штетама различитог интензитета на истим стаблима. Ова констатација се може уочити и на поменутом *Графику 16* где су приказане штете које су причинили минери који су и били константни узрочници штета на букви у истраживаном периоду.

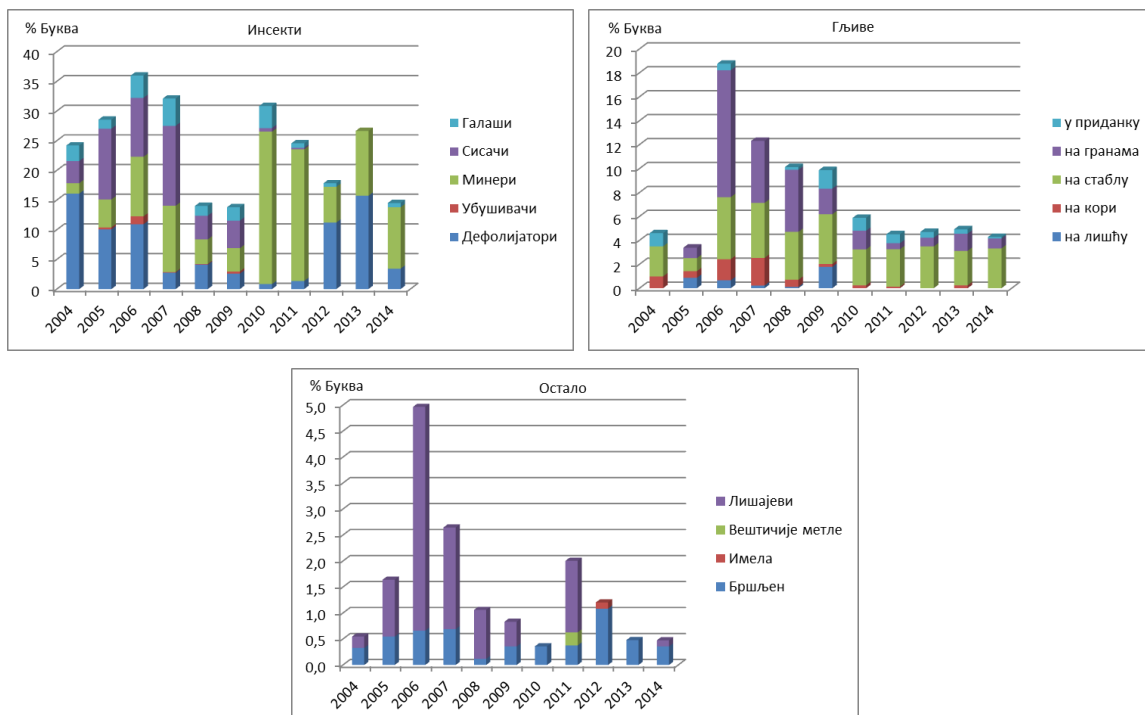
Што се тиче приказаних штета од инсеката који сисају сокове (*Графикон 16*) на првом месту треба истаћи буквиног штиташа (*Cryptococcus fagisuga*) јер припада групи инсеката који на букви може причинити велике штете, али не у погледу количине сокова које исисавају из стабла, већ што места убода омогућавају мицелији гљиве *Nectria coccinea* (Pers.) да продре под кору изазивајући сушење и одумирање коре, а на крају и целог стабла (*Михајловић Љ.* 2003). На истраживаним локалитетима није евидентирана већа популација ових инсеката већ су се јављали спорадично, тако да тренутно не представљају већу опасност. Присуство овог инсекта се може повезати и са штетама које су причиниле гљиве у појединим годинама пошто су штете на стаблу (кори) проузроковане њима биле константно присутне у периоду истраживања, што се такође може видети на истом *Графику 16*.

Гљиве су биле најзаступљеније 2006. године када су причиниле штете на 18,6% стабала букве, и заједно са инсектима и осталим биотичким узрочницима штета чине ту годину најнеповољнијом по питању изазваних штета. Осим поменуте гљиве *Nectria coccinea* (Pers.) присутне су биле и гљиве које су причиниле штете на стаблу и које су изазвале некрозу коре и вишегодишње ракране (*Neonectria galligena* Bres). Поред ових гљива регистроване су и епиксилне

гљиве *Fomes fomentarius* ((L.) J.J. Kickx), а на гранама и *Diatrype stigma* (Hoffm.) Fr. и *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr.

Од осталих биотичких фактора који могу проузроковати штете на стаблима мањег интезитета, али могу бити и показатељи стања животне средине, треба навести и лишајеве чије је присуство варирало током година а најизраженије је било 2006. године, након чега је наступило смањење њиховог броја готово до нестанка. Уз лишајеве костантно је и присуство бршљена који је проузроковао штете на мањем броју појединачним стаблима.

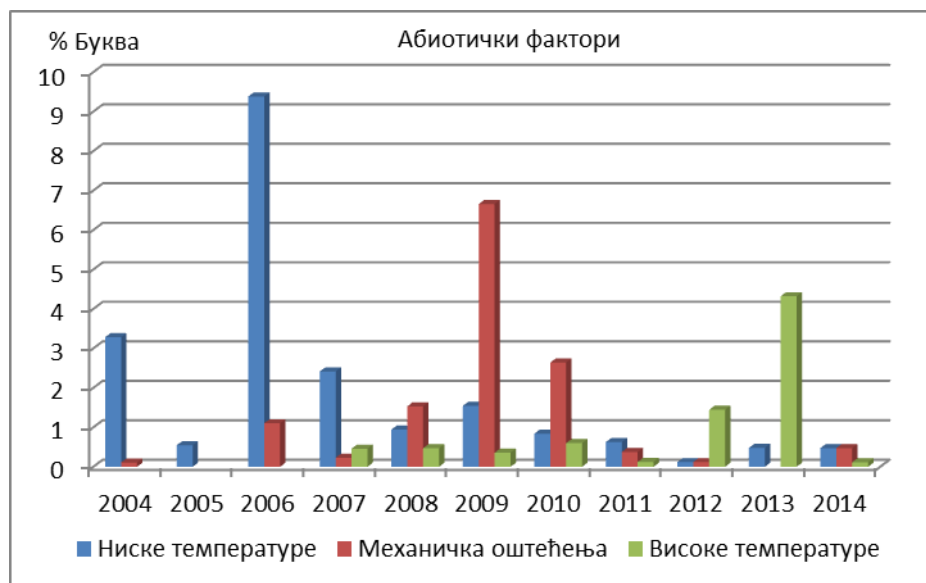
Од свих приказаних биотичких фактора на **Графикону 16** (инсекти, гљиве и остало) приметно је да инсекти доминирају у погледу укупно проузрокованих штета у периоду истраживања на стаблима букве.



Графикон 16. Утицаји биотичких фактора на стабла букве - појединачно

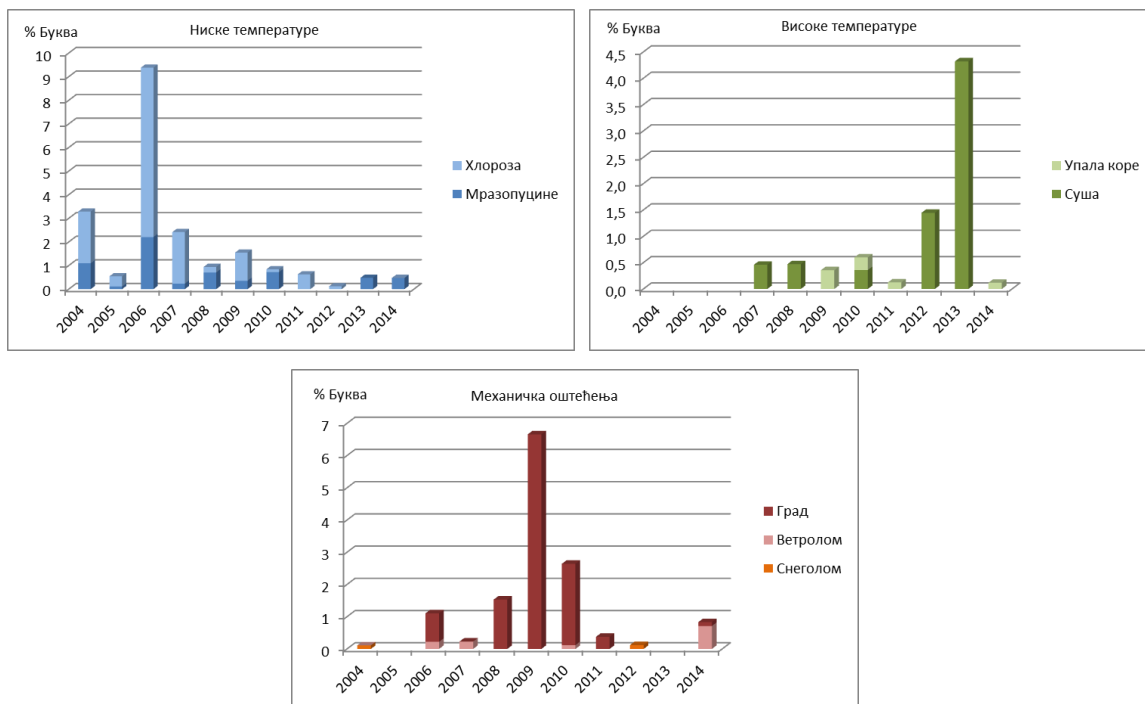
Од абиотичких фактора који су узроковали штете на букви током година истраживања издвајају се ниске температуре, високе температуре и механичка оштећења настала услед дејства ветра, леда и снега (**Графикон 17**). Међутим, ове штете нису значајније утицале на стање стабала букве и кретала су се у опсегу од 9,4% 2006. године, када је доминантан био утицај ниских температура, до 6,7% 2009. године када је био наглашенији утицај механичких оштећења, док је укупан

просек абиотичких фактора за све године износио 1,5%. Уз предходна два узрочника штета могу се издвојити и штете које су настале услед високе температуре са видљивим порастом 2012. године, а нарочито 2013. године. Уз инсекте и гљиве као биотичке факторе, и ниске температуре као абиотички фактор, чине 2006. годину периодом са највећим бројем штета што се види и на **Графикону 13** и **Графикону 14**.



Графикон 17. Утицај абиотичких фактора на стабла букве (2004-2014)

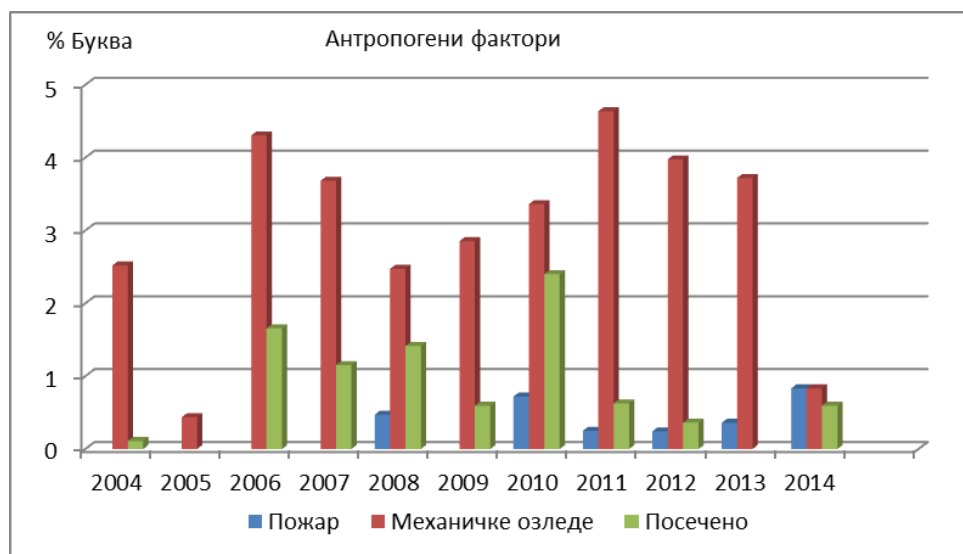
Опсег штета које су изазвали поједини абиотички фактори могу се видети на **Графикону 18**. Ниске температуре које су направиле штете на стаблима букве биле су најинтезивније током 2006. године, док су високе температуре биле изражене кроз појаву суше 2013. године. Ове две појаве (суша и мраз) су се одразиле на стабла букве са малим процентом али су приметно одступиле од уобичајених, током осталих година, што је случај и са механичким оштећењима које је причинио град 2009. године.



Графикон 18. Утицаји абиотичких фактора на стабла букве - појединачно

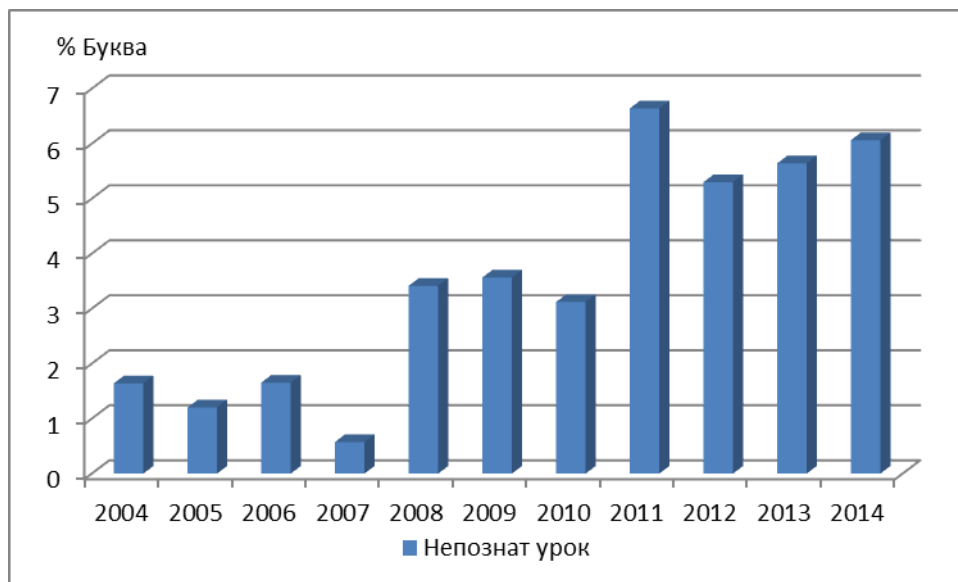
Утицај антропогених фактора (пожара, механичких озледа и посечених стабала) може се видети на **Графикону 19**.

Као што је већ и поменуто, ови фактори појединачно нису значајније утицали на стабла букве, али су додатно утицали на укупно збирно стање. Најизраженије међу њима су биле механичке озледе које је проузроковао човек, што се може констатовати за цео истраживачки период.



Графикон 19. Утицај антропогених фактора на стабла букве (2004-2014)

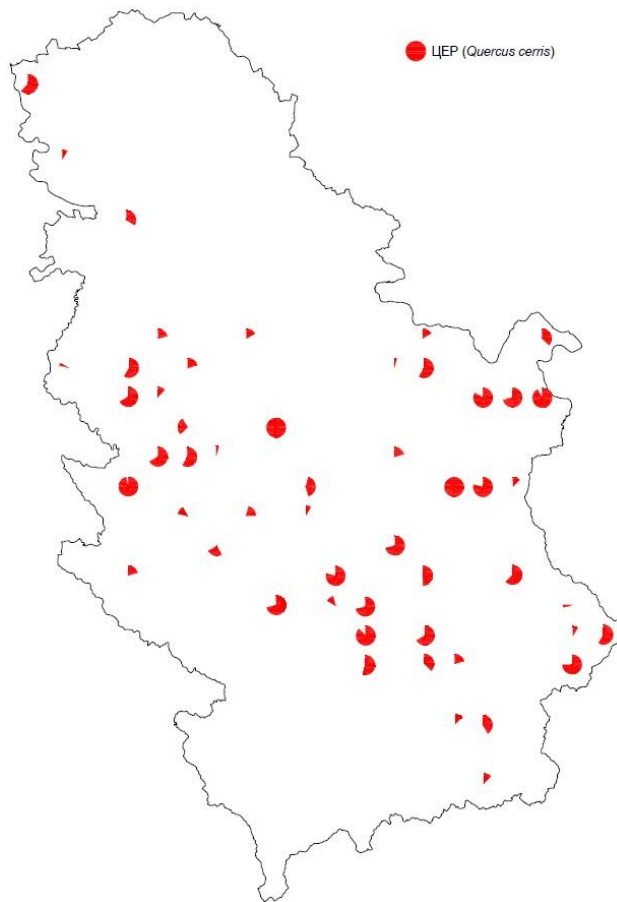
Штете које су регистроване на стаблима букве, а чији узрок није било могуће са сигурношћу утврдити, сврстане су у категорију непознати узрок и приказане су на **Графикону 20**. На овом графикону се може приметити константан раст штета од непознатог узрока са највећим интензитетом у периоду 2011-2014. година. Највећи утицај је био 2011. године са 6,6% штета на свим стаблима букве. Најчешће регистровани симптоми који су сврстани у штете непознатог узрока су сушење целих стабала, делова стабла или појединачних грана.



Графикон 20. Утицај непознатог узрока на стабла букве (2004-2014)

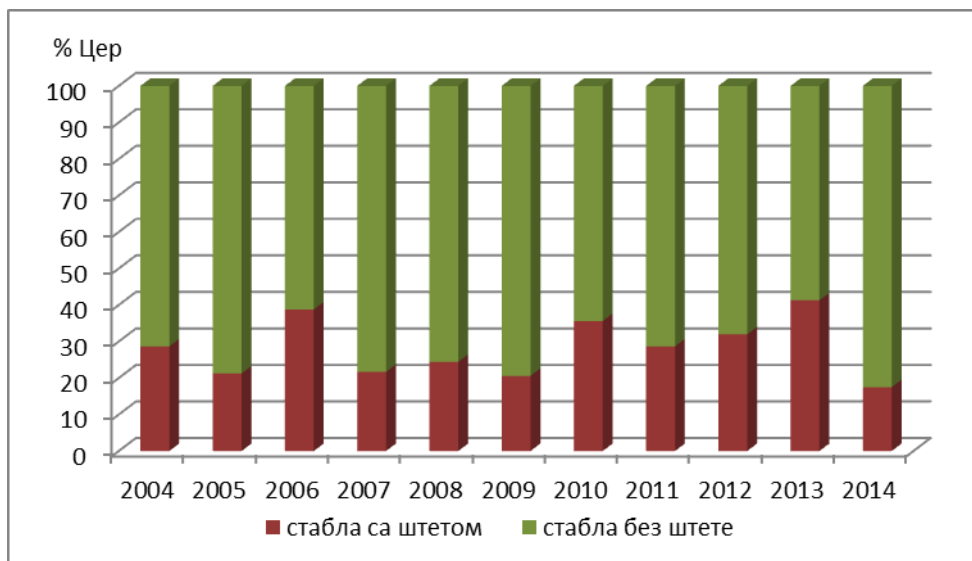
4.5.2. Цер (*Quercus cerris* L.)

Од свих храстова који су присутни у Србији, цер је најзаступљенији како у Србији, тако и на истраживаним локалитетима. Присутан је на 52 истраживане локације, од чега на 15 локација у државним шумама, а на 37 у приватним шумама (**Слика 13**), најчешће у зони од 200 до 500 мнв. Као и код букве, укупан број стабала је варирао услед различитих фактора током година истраживања (**Прилог 3**).



Слика 13. Заступљеност стабала цера на истраживаним локалитетима

У односу на укупан број стабала цера по години истраживања на **Графикону 21** је приказан проценат стабала са штетом и без штете. Може се приметити да је проценат штета био најинтезивнији 2013. године (41,3%), 2006. године (38,8%) и 2010. године (35,6%), што је констатовано и код стабала букве. Ове две врсте заједно учествују са приближно 50% од свих истраживаних стабала. Просечан број стабала цера са штетом у току истраживаног периода износио је 28,2%.



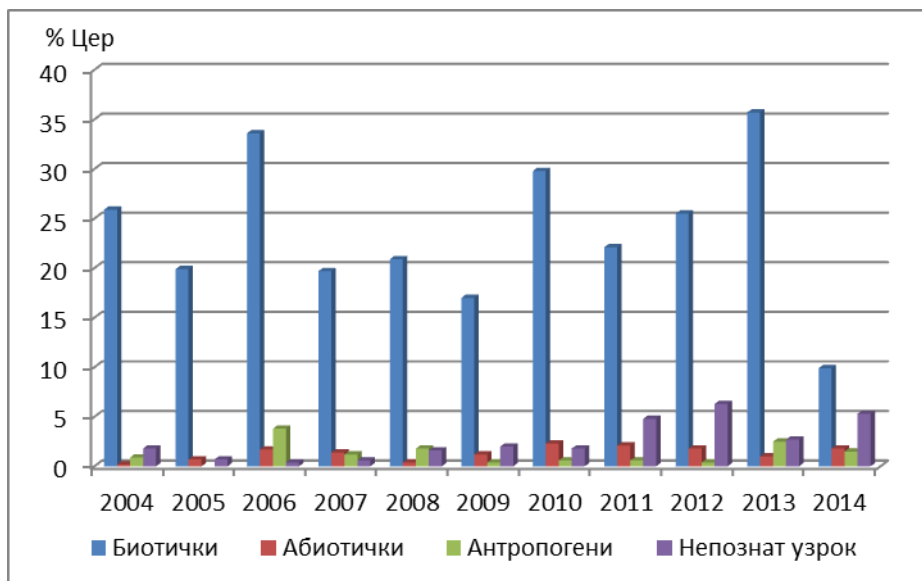
Графикон 21. Заступљеност стабала цера са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете у току истраживаног периода на цери, приказани су на **Графикону 22**.

Као и код предходне врсте (букве), најдоминантнији стресори су били биотички фактори током свих година истраживања, и значајно су утицали на укупно стање штета на овој врсти. Најинтезивнији су били током 2013., 2006. и 2010. године, са мањим или већим осцилацијама током осталих година.

Абиотички фактори стреса су били присутни током свих година истраживања, али нису показали значајнији утицај на ову врсту, што се може такође констатовати и за штете које су проузроковане од стране човека.

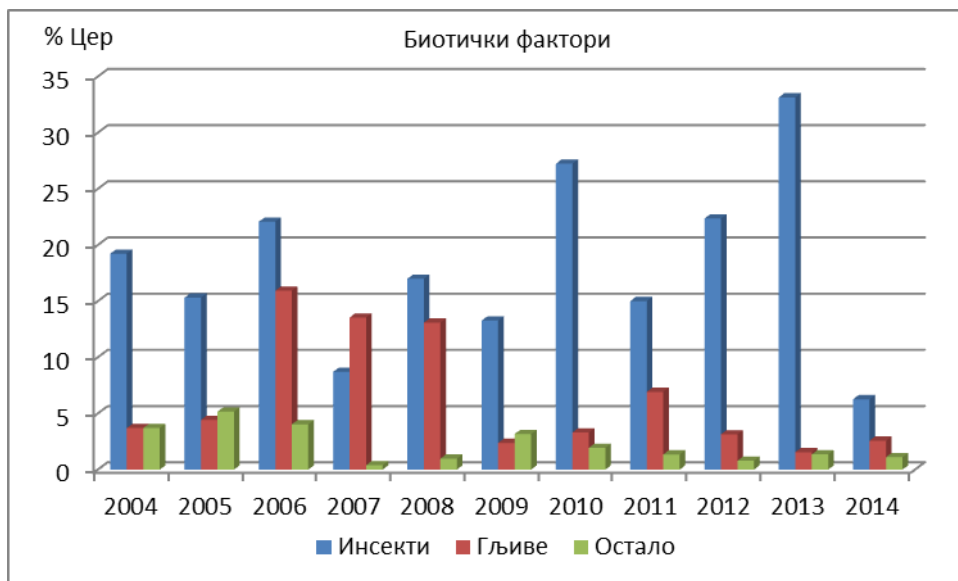
Штете које су констатоване на стаблима цера, а чији је узрок био непознат тј. није га било могуће са сигурношћу утврдити, биле су константно присутне, са нешто већим растом у приоду од 2011. до 2014 године. Ова појава је такође примећена и на букви.



Графикон 22. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за цер

На наредним графиконима су приказане штете изазване неким од фактора стреса регистрованих током процене. Дате су укупне штете у односу на број стабала цера по годинама истраживања при чему је сваки од узрочника штета посматран засебно.

Прегледом биотичких стресних фактора на *Графикону 23*, може се приметити да су најчешће регистроване штете од инсеката и гљива. Инсекти су били најзаступљенији узрочници штета током свих година истраживања са највећим утицајем 2013. године (33,1%) када је и достигнут максимум штета у овом истраживачком периоду. Може се издвојити и 2010. година (27,2%), као и 2006. година (22,1%) са највећим процентом штета на стаблима у првој половини периода истраживања. Примећује се и константна присутност гљива које су у појединим годинама значајно утицале на повећање укупно гледаног биотичког фактора стреса као што је на пример, 2006. година, док су 2007. године штете које су проузроковале гљиве биле доминантније у односу на инсекте. Остале штете биотичког узрочника су у појединим годинама биле заступљеније од штета узрокованих гљивама, али нису значајније утицале на укупно стање стабала цера.



Графикон 23. Утицај биотичких фактора на стабла цера (2004-2014)

На **Графикону 24** су приказани појединачни утицаји биотичких фактора стреса. Може се приметити да су од инсеката били најзаступљенији дефолијатори, тј. да је највећи број штета био констатован на лишћу, а године са највећим процентом штета су 2010. и 2013. Као и код букве, у појединим годинама је процентуална заступљеност укупне штете коју су проузроковали инсекти увећана у односу на резултате приказане на **Графикону 23**, јер је свака од група инсеката бележена засебно, а поједине од њих су биле присутне на стаблима заједно.

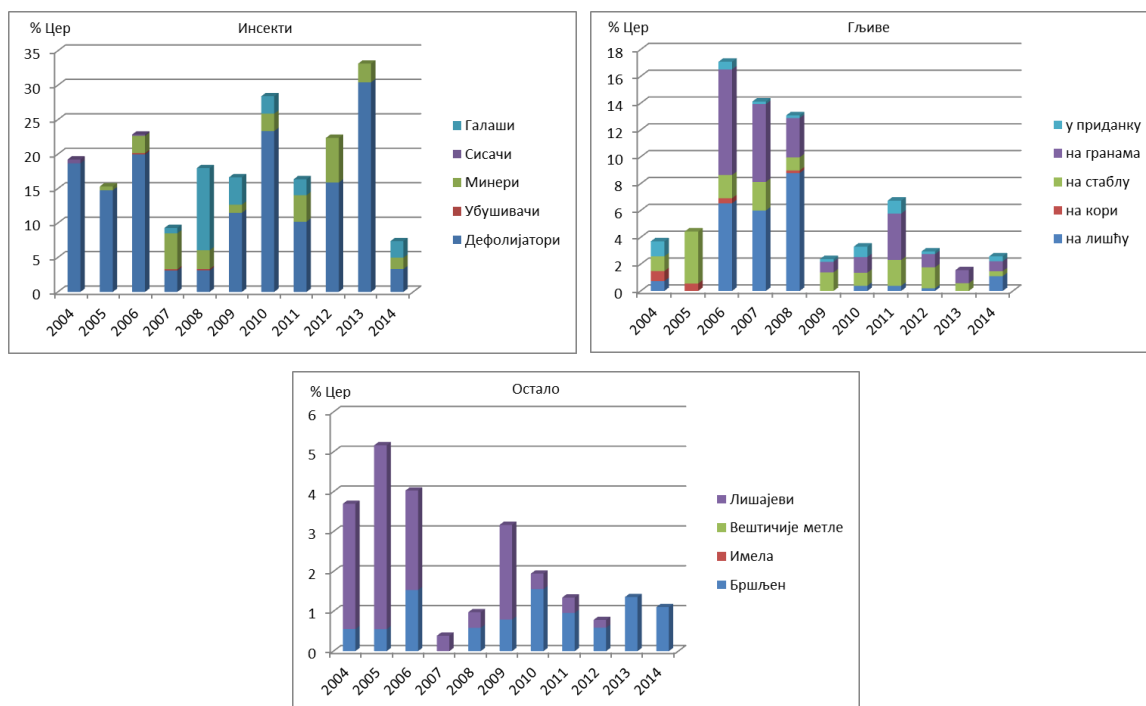
По изазивању штета на цери, на првом месту од инсеката, као и код букве, био је губар (*Lymantria dispar* L.) који је полифагна врста инсекта, али су му приликом храњења најчешћи избор врсте из рода хрстова. Примарни је узрочник штета јер напада и здрава и витална стабла, склон је масовном размножавању и може причинити велике штете на великим површинама. Поред губара као веома значајног узрочника штета, на **Графикону 24** приказани су и сви остали регистровани дефолијатори заједно јер је у појединим годинама уз градације губара била констатована и градација дефолијатора мешовитог типа (*ИДПС извештај 2006. година*). У ову групу у највећој мери спадају врсте које су посебно честе у хрстовим шумама као што је зелени хрстов савијач (*Tortrix viridana* L), велики мрзовац (*Erranis defolijaria* L), мали мрзовац (*Operophtera brumata* L.), жутотрба (*Euproctis chrysorrhoea* L), хрстов буваћ (*Altica quercetorum* Foudr.). Међутим, примећује се да је утицај губара далеко најизраженији јер се повећање

штета изазваних његовим утицајем поклапа са периодом његове градације (2003-2006 и 2009-2014).

Поред дефолијатора може се приметити присуство минера током свих година истраживања, али са малим процентом изазване штета, као и галаша који су 2008. године причинили нешто веће штете.

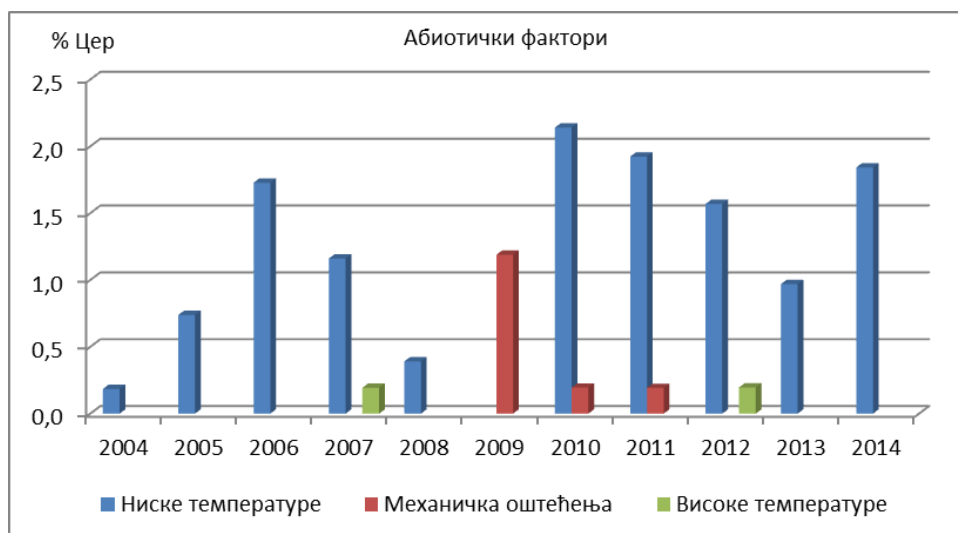
Гљиве су биле најзаступљеније 2006. године када су изазвале штете на 17,1% од укупног броја стабала цера, да би се каснијих година њихов број смањивао. У односу на место на коме су биле присутне, највећи број штета су проузроковале на лишћу и гранама, док су константно биле присутне и на стаблу и у много мањој мери у приданку. На лишћу је најчешће констатована пепелница (*Microsphaerella alphitoides*) која може причинити великике штете, али које у истраживаном периоду нису констатоване.

Остале штете биотичког порекла нису биле заступљене у великом проценту, али се може приметити присутност лишајева до 2006. године и готово њихов нестанак 2007. године. Након тога поновно је повећано њихово присуство да би од 2009. године био регистрован константан пад и њихов нестанак од 2013. године. Уз лишајева је константно и присуство бршљена који је проузроковао штете на малом броју појединачних стабала.



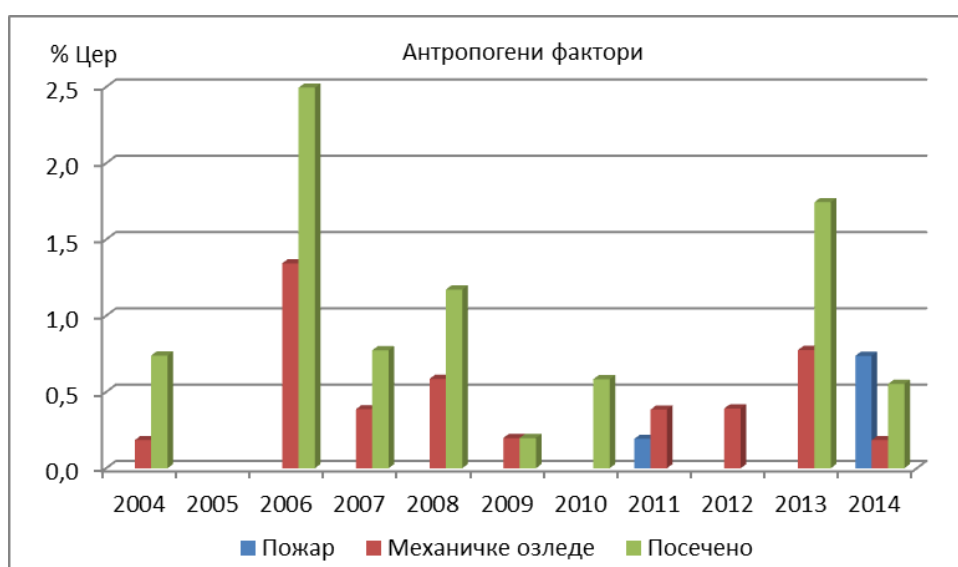
Графикон 24. Утицаји биотичких фактора на стабла цера - појединачно

Од абиотичких фактора који су проузроковали штете, могу се поменути само утицаји ниских температура (*Графикон 25*) које код цера за последицу имају појаву мразопуцина, а њиховим понављањем током више година, и појаву мразног ребра. Штете абиотичког порела нису имале значајнији утицај на укупно стање стабала цера и имале су просек од 1,1% учешћа од укупног броја стабала са штетом.



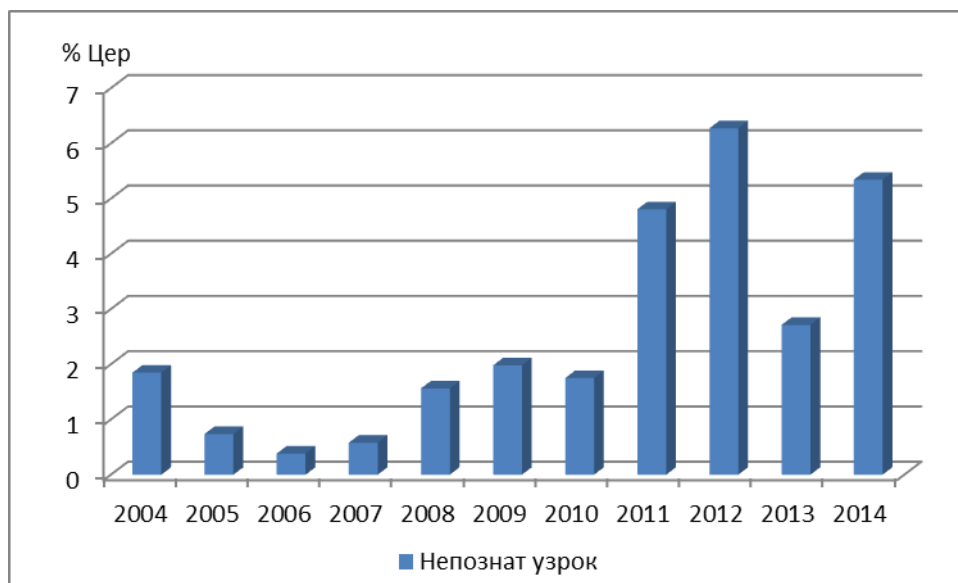
Графикон 25. Утицај абиотичких фактора на стабла цера (2004-2014)

Утицаји антропогеног фактора на стабла цера приказани су на *Графикону 26*. Ови фактори варирају од године до године у малом проценту, и нису имали значајнијих утицаја на ову врсту.



Графикон 26. Утицај антропогених фактора на стабла цера (2004-2014)

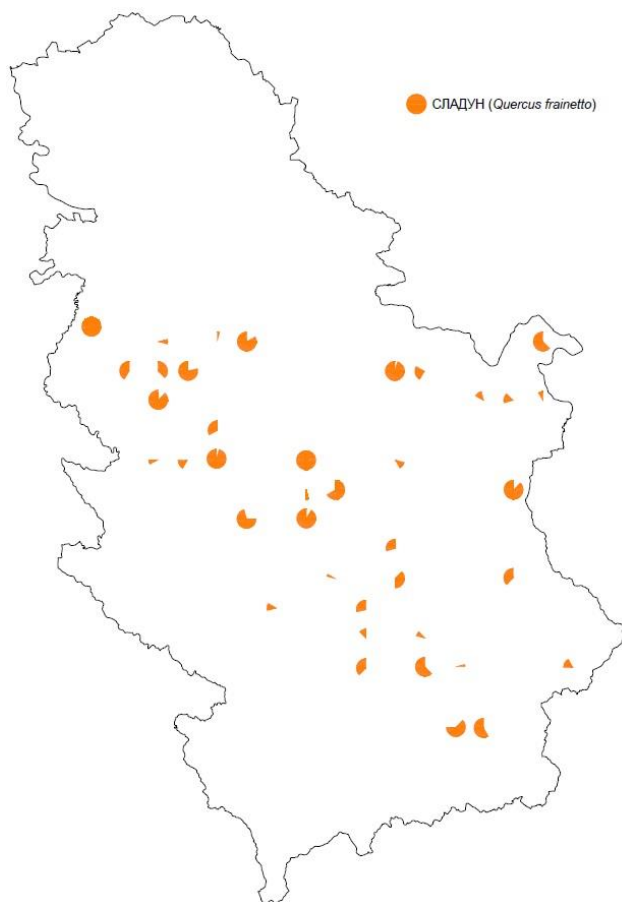
Непознати узроци штета на стаблима цера приказани су на **Графикону 27**. Њихов утицај је константан са мањим или већим осцилацијама, а најизраженији је у периоду 2011-2014. година што је констатовано компарацијом и код предходне врсте (букве), где показују сличан тренд раста током свих година истраживања. Највећи утицај имали су 2012. године када су изазвали 6,3% штета у односу на укупан број свих стабала цера.



Графикон 27. Утицај непознатог узрока на стабла цера (2004-2014)

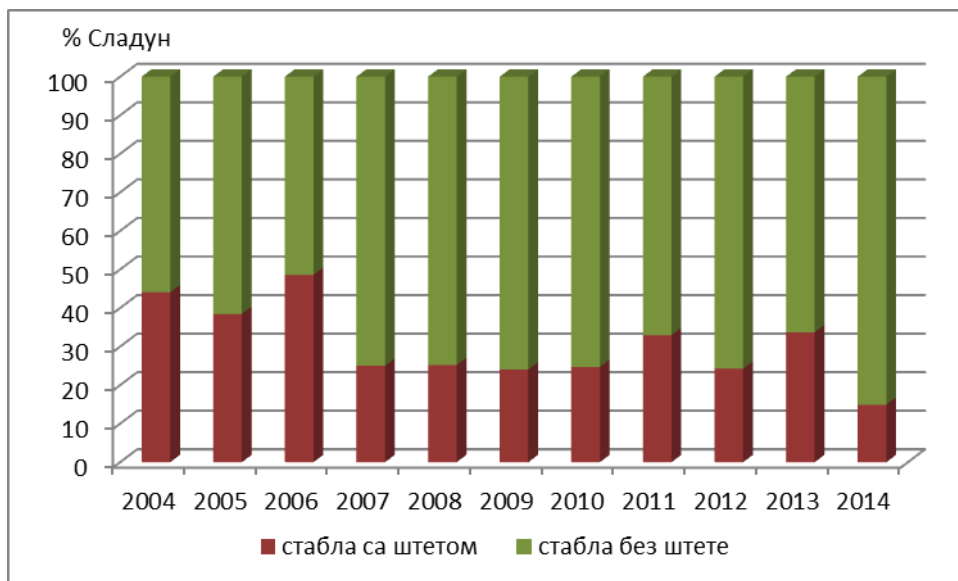
4.5.3. Сладун (*Quercus frainetto* Ten.)

Сладун је на истраживаним локалитетима по заступљености одмах иза цера са 13,3%, у односу на укупан број свих врста дрвећа. Налази се на 40 истраживаних локалитета (**Слика 14**), од чега је 10 локалитета у државним шумама а 30 локалитета у приватним шумама. Најчешће је заступљен у висинској зони од 200-500 мнв. Заједно са буквом и цером чини 61,6% свих истраживаних врста дрвећа. Као и код предходне две описане врсте дрвећа, укупан број стабала је варирао услед различитих фактора током година истраживања (**Прилог 4**).



Слика 14. Заступљеност стабала сладуна на истраживаним локалитетима

На *Графикону 28* је приказан проценат стабала са штетом и без штете у односу на укупан број стабала сладуна по годинама истраживања. Просечан број штета на сладуна за истраживани период износио је 30,5%. Највећи број штета констатован је у периоду од 2004. до 2006. године, као и у периоду од 2011. до 2013. године, а 2006. година је најизраженија са 48,6% стабала са неким типом штете. Поменути периоди су и код предходно две описане врсте (буква и цер) такође са највећим бројем штета. Након 2006. године се примећује смањење штета које је скоро константно (око 25%) до 2010. године, да би се 2011. године повећало до 33%, а 2013. године до 33,7%. Следеће, 2014. године било је најмање стабала са штетом, 14,9%.



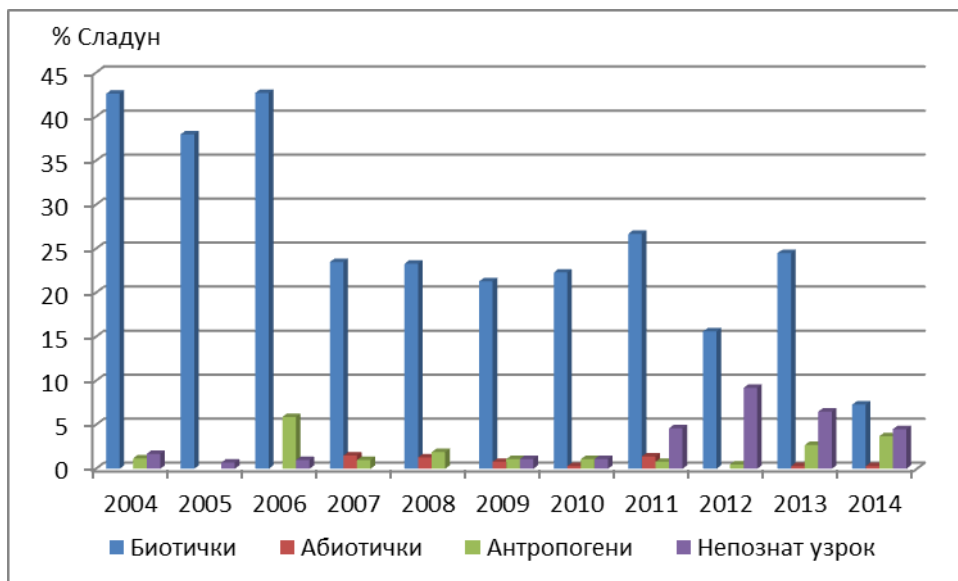
Графикон 28. Заступљеност стабала сладуна са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете на сладуну током истраживаног периода приказани су на **Графикону 29**.

Као што се може из приложеног графикона видети, највећи утицај су имали биотички фактори током свих година истраживања, са мањим или већим осцилацијама у појединим годинама. Они су утицали на укупно стање штета на овој врсти. Највећи број штета изазваних стресним факторима биотичке природе приближно се поклапао са укупним штетама на овој врсти.

Абиотички и антропогени фактори стреса су били присутни скоро у свим годинама истраживања, али нису имали већи утицај на ову врсту.

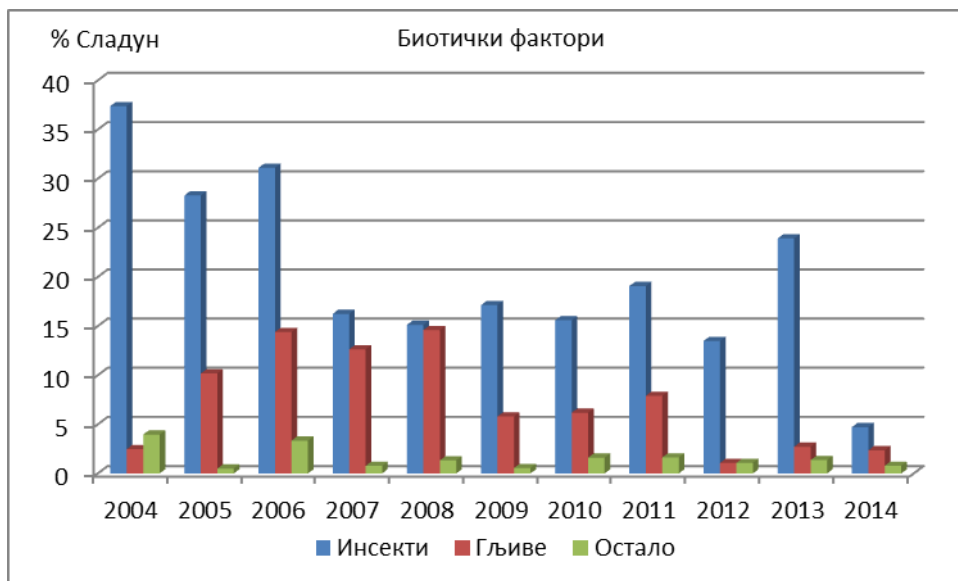
Приметно је повећање штета проузрокованих непознатим узроком у периоду 2011-2014 година, што је био случај и са предходно две описане врсте (буква и цер).



Графикон 29. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за сладун

На наредним графиконима су приказане штете у односу на укупан број стабала сладуна по години истраживања, изазваних неким од фактора стреса регистрованих током процене, при чему је сваки узрочник штете посматран засебно.

Утицај биотичких стресора је приказан на **Графикону 30** на коме је приметна доминација инсеката и гљива током свих година истраживања. Инсекти су били најзаступљенији узрочници штета са највећим процентом у периоду од 2004. до 2006. године, а може се издвојити и период од 2011. до 2013. године јер доминира у односу на предходних неколико година у погледу утицаја инсеката а и биотичких фактора уопште. Инсекти су највећи утицај на овој врсти имали 2004. године (37,4%), док су заједно са гљивама утицали и на укупно гледан биотички стресор 2006. године са утицајем на 42,7% свих истраживаних стабала сладуна (**Графикон 29**). Фактори који су сврстани у групу остало, такође су били присутни током свих година истраживања, али нису имали значајнији утицај на стабла сладуна.



Графикон 30. Утицај биотичких фактора на стабла сладуна (2004-2014)

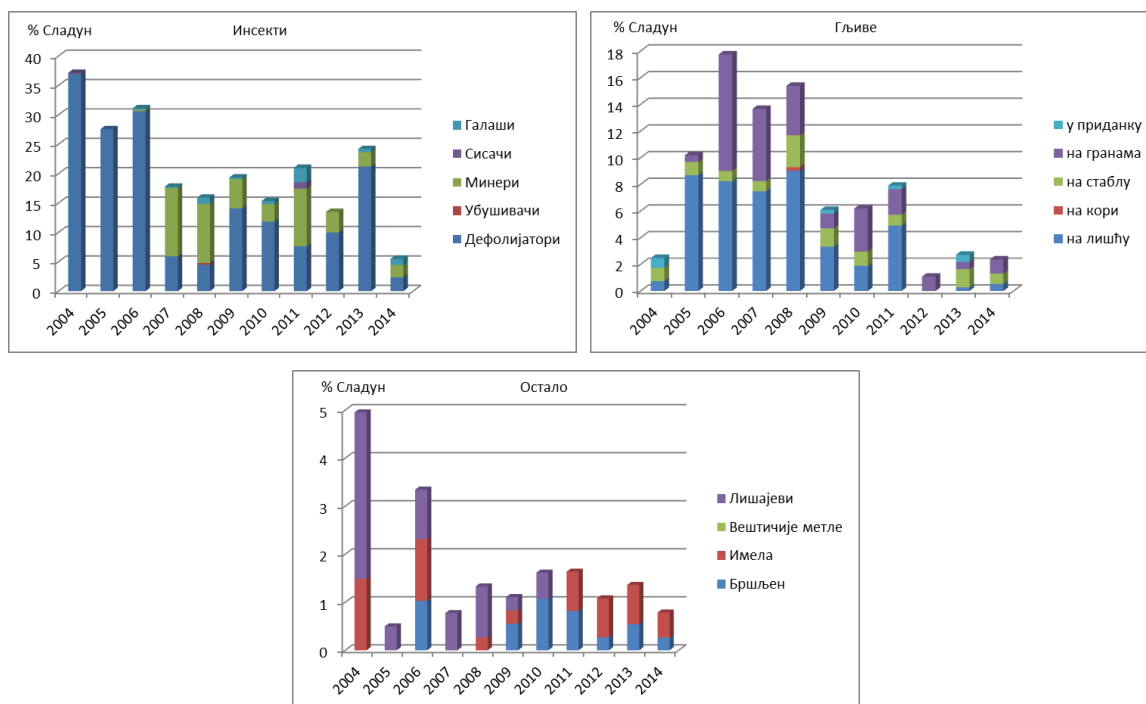
На **Графикону 31** су представљени узрочници штета биотичке природе, а сваки од узрочника је приказан појединачно, и сврстан у одређену групу. Може се приметити да су од инсеката најзаступљенији били дефолијатори и знатно мање минери, тј. да је највећи број штета био констатован на лишћу. Као и код предходне две врсте дрвећа (буква и цер), процентуална заступљеност укупне штете коју су проузроковали инсекти увећана је у односу на резултате приказане на **Графикону 30**, на коме је између осталог, приказан укупан проценат стабала са штетом чији су узрочници инсекти. Свака група инсеката је посматрана засебно, а неке од њих су заједно биле присутне на стаблима. Просечно за истраживачки период од 2004. до 2014. године, на 2,1% стабала сладуна је констатовано више од једне врсте инсеката који су причинили неку штету.

Као и код цера, и код сладуна према изазваним штетама на првом месту треба истаћи губара (*Lymantria dispar* L.). Највећи проценат штета је настао од стране овог веома штетног инсекта чији су храстови и најчешћи избор приликом храњења, иако је у питању полифагна врста штетног инсекта. Поред губара регистровани су и други дефолијатори који су причинили штете нарочито у периоду од 2003. до 2006. године када је констатован мешовити тип градације (*ИДПС извештај 2006. година*). Поред предходно наведеног, на **Графикону 31** може се уочити да се два изражена периода по питању штета од стране инсеката поклапају са градацијама губара (2003-2006 и 2009-2013). Такође се може

приметити присуство минера током већег дела периода истраживања, али са малим процентом штета.

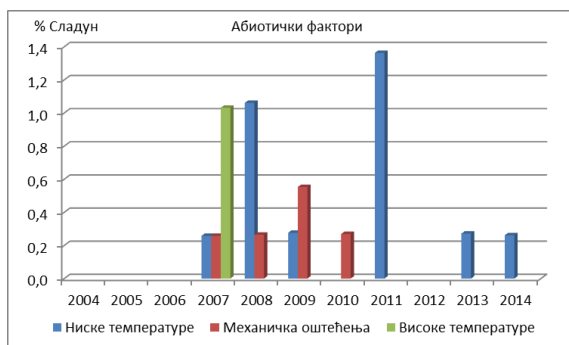
Гљиве су биле најзаступљеније у периоду од 2006. до 2008. године. Највећи проценат штета проузрокован гљивама је забележен 2006. године и износио је 18,7% у односу на сва стабла сладуна. Свака група гљива је посматрана у односу на део стабла на коме је причинила штету, а најзаступљеније су биле оне које су се јављале на лишћу. У односу на утицај у погледу изазивања штета на храстовима, у овом случају сладуна, треба издвојити пепелницу (*Microsphaerella alphitoides*), која је била и најзаступљенија на лишћу у поменутиим годинама (Графикон 31).

Од осталих штета биотичког порекла приметно је присуство имела и бршљена на појединачним стаблима, као и лишјајева у периоду од 2004. до 2010. године након чега није констатовано њихово присуство на овој врсти. Ови биотички фактори нису били присутни у великом проценту, те нису имали значајнији утицај на стабла сладуна.

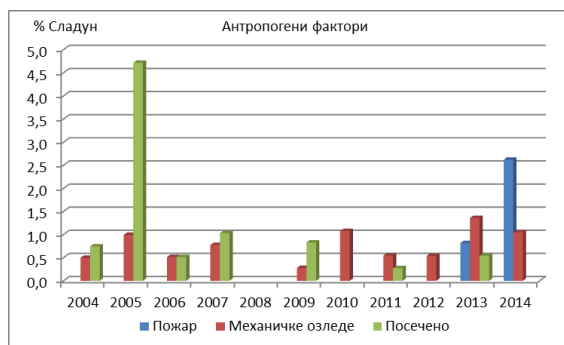


Графикон 31. Утицаји биотичких фактора на стабла сладуна - појединачно

Као што се може видети из приложеног **Графикана 32** и **Графикана 33**, абиотички и антропогени фактори нису значајније утицали на стање стабала сладуна.

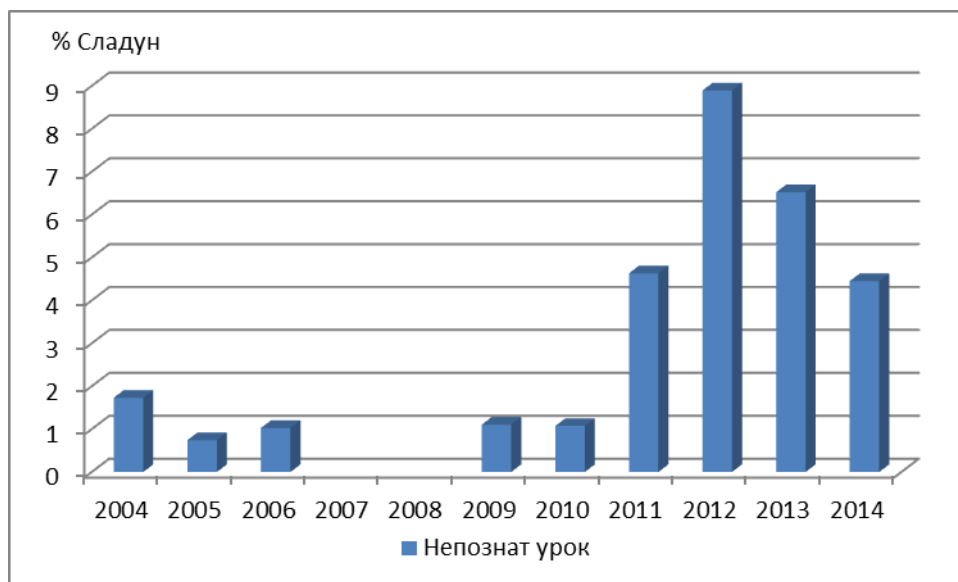


Графикон 32. Утицај абиотичких фактора на стабла сладуна (2004-2014)



Графикон 33. Утицај антропогенних фактора на стабла сладуна (2004-2014)

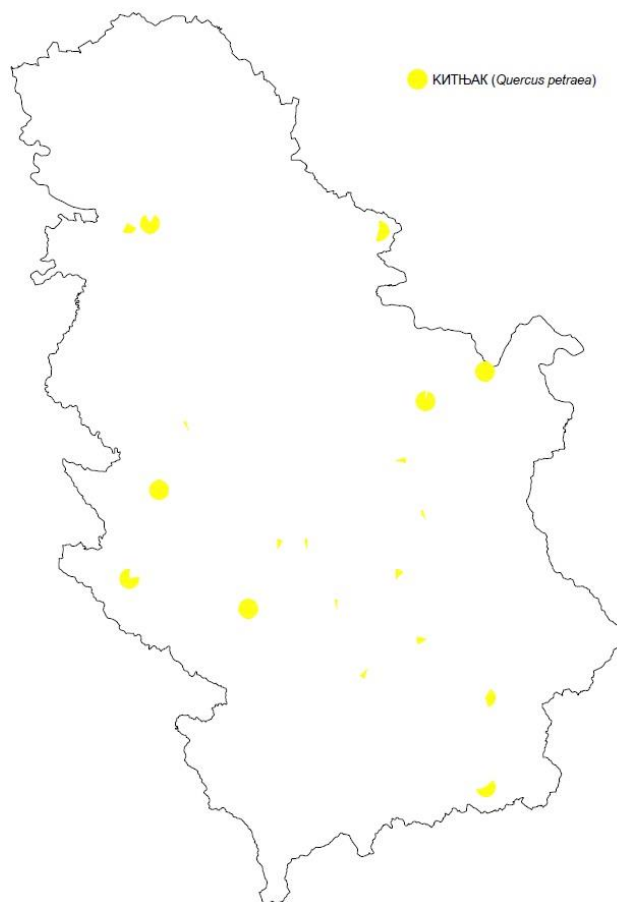
На **Графикону 34.** су приказани непознати узроци штета на стаблима сладуна. Њихов највећи интензитет је био у периоду од 2011. до 2014. године, што је констатовано и на предходне две описане врсте (буква и цер). Свој највећи утицај су испољили 2012. године, када су изазвали штету на 8,9% стабала сладуна.



Графикон 34. Утицај непознатог узрока на стабла сладуна (2004-2014)

4.5.4. Китњак (*Quercus petraea* (Matt) Liebl.)

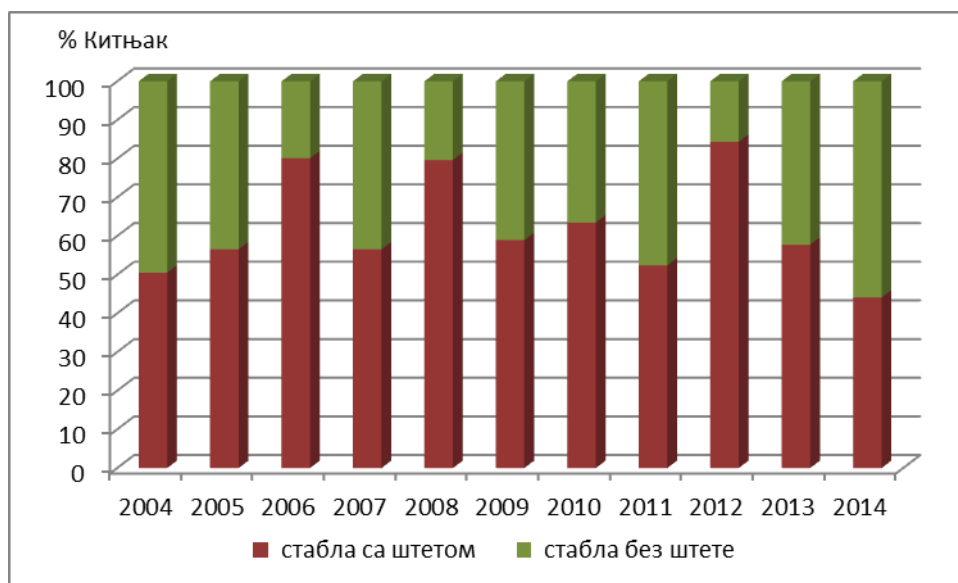
Китњак је на истраживаним локалитетима по бројности одмах иза сладуна са 6,2% у односу на укупан број стабала свих врста дрвећа. Присутан је на 19 истраживаних локалитета (*Слика 15*), од чега се 12 локалитета налази у државним шумама а 7 у приватним шумама. Најчешћа засупљеност ове врсте на истраживаним локалитетима је у висинској зони од 500-1000 мнв. Број стабала која су била предмет истраживања варирао је током година услед различитих фактора (*Прилог 5*).



Слика 15. Заступљеност стабала китњака на истраживаним локалитетима

На основу укупног броја стабала китњака по години истраживања, на *Графикону 35* је приказан проценат стабала на којима су констатоване штете и проценат стабала без штете. Просечан број штета констатован је на 62,2% стабала за приказани истраживачки период, што сврстава ову врсту у групу са највећим бројем констатованих штета. Може се приметити да се издвајају три године по

обиму штета (2006., 2008. и 2012.). Најнеповољнија је била 2012. година када су штете констатоване на 84,4 % стабала, затим 2006. година са штетама на 80,1% стабала и 2008. године са штетама на 79,6% стабала. Од поменутих година са највећим бројем евидентираних штета, 2006. година је констатована као критична и код предходно описаних врста када је број штета био највећи.

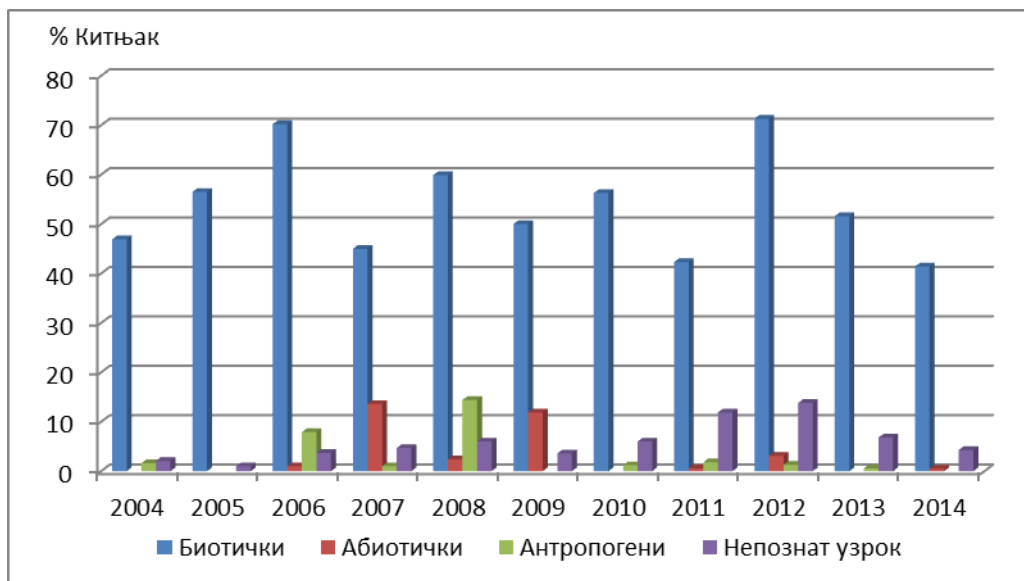


Графикон 35. Заступљеност стабала китњака са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете на стаблима китњака у току истраживаног периода приказани су на **Графикону 36**.

Највећи утицај на ову врсту су свакако имали биотички фактори стреса током свих година истраживања уз мање или веће осцилације.

Од осталих фактора издвјају се абиотички стресори чији је значајнији раст забележен 2007. и 2009. године, и антропогени стресори који су били најизраженији 2006. и 2008. године. Треба напоменути и штете које су констатоване, али није било могуће дијагностиковати узрок. Приметан је њихов већи пораст у периоду од 2011 до 2013. године што је констатовано и код предходно описаних врста дрвећа.



Графикон 36. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за китњак

На следећим графиконима су приказане штете изазване различитим факторима стреса регистрованим током процене. Приказане су укупне штете у односу на број стабала китњака по годинама истраживања при чему је сваки од узрочника штета посматран засебно.

Од биотичких фактора, као и на предходно описаним врстама, најзаступљенији узрочници штета су били инсекти (*Графикон 37*). Неколико година се може издвојити као најкритичнијих у погледу штета изазваних инсектима (2006., 2008., 2010. и 2012.), а као најизраженије међу њима издвајају се 2012. година када је на 56,5% стабала китњака била регистрована штета, и 2006. година када је тај број износио 56,5% стабала.

Гљиве су у појединим годинама додатно допринеле повећању утицаја биотичког стресног фактора, тј. већем проценту штета, што се може видети упоређивањем са предходним графиконом. Такође је приметно и повећање штета биотичких фактора сврстаних под остало, и то 2005. године и у преиоду 2013-2014. година.



Графикон 37. Утицај биотичких фактора на стабла китњака (2004-2014)

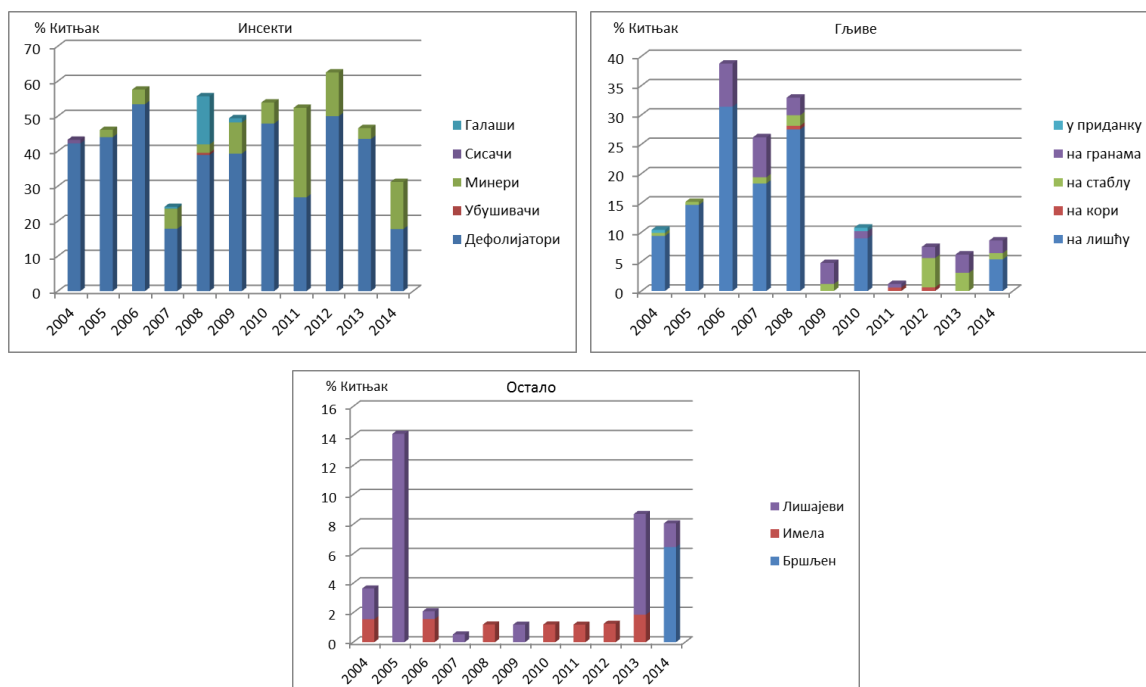
Посматрајући биотичке факторе стреса на **Графикону 38**, на коме су појединачно приказани узрочници штета (инсекти, гљиве и остали узрочници), може се приметити да су током свих година истраживања од инсеката најзаступљенији дефолијатори и у мањој мери минери, што је показатељ да је највећи број штета од стране инсеката констатован на лисној маси. Процентуална заступљеност инсеката је увећана у односу на укупно гледане штете које су проузроковали поређењем резултата приказаних на претходном **Графикону 37**. Разлог томе је засебно посматрање сваке групе инсеката од којих су неке нанеле штете на истим стаблима. Ова разлика представља проценат стабала са више од једне групе инсеката које су причиниле штету. Просечно за стабла китњака у периоду од 2004. до 2014. године, штета је износила 3,4%. Овај проценат стабала са више од једне групе инсеката варира од 1% 2004. године, до 13,6% 2006. године.

Као и код предходно описаних врста храстова (цер и сладун), и код китњака се према штетности на првом месту налази губар (*Lymantria dispar* L.). Поред губара су присутни и остали дефолијатори који су у појединим годинама (нпр. 2008.) изазвали већи број штета (**Графикон 38**). Ове врсте штетних инсеката које су у својој исхрани најчешће везане за врсте из рода *Quercus* sp. (наведене у делу који се односи на цер) склоне су масовном размножавању и могу причинити велике штете. На истом графикону могу се издвојити два периода, од 2004. до

2006. и од 2009. до 2013. године, када су и регистроване градације губара који је био најдоминантнији инсект у погледу штета у истраживаном периоду.

Гљиве су посматране у односу на део стабла на коме су причиниле штету, а као и инсекти, највећу заступљеност су имале на лишћу. Према значају коју врши у погледу штета на храстовима, а јавља се на лишћу, има паразитска гљива пепелница (*Microsphaerella alphitoides*) (Стојановић Љ. и сар. 2007). Она је и најчешће констатована паразитска гљива на лишћу китњака (**Графикон 38**). Развија се као паразит и може довести до великих штета на већини врста из рода *Quercus sp.* Ова гљива је била најзаступљеније у периоду од 2006. до 2008 године, а највеће штете на лишћу изазвала је 2006. године када је била присутна на 38,6% стабала.

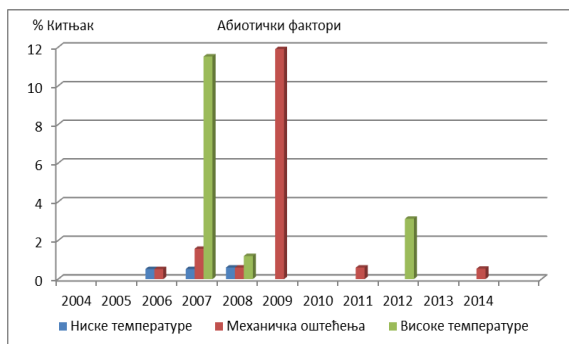
Од осталих штета које су причинили биотички фактори може се поменути присуство имела на појединачним стаблима током скоро свих година истраживања. Приметно је и присуство лишјајева којих је до 2005. године било на 14,1% стабала да би наредних година лишјајеви скоро нестали. Ови биотички фактори нису имали значајних негативних утицаја на стабла китњака.



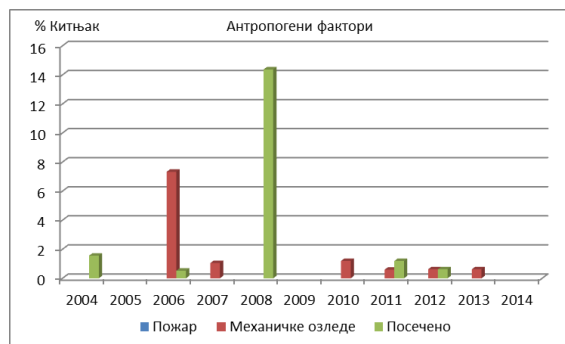
Графикон 38. Утицаји биотичких фактора на стабла китњака - појединачно

Када је реч о абиотичким факторима, могу се издвојити регистроване штете које су настале услед појаве суше 2007. године када је проценат оштећених стабала износио 11,5%, и 2012. године када је тај проценат био знатно мањи, 3,1%. Такође, може се издвојити и 2009. година када је град оштетио 11,3% стабала китњака (**Графикон 39**).

Антропогени фактори су били присутни скоро током свих година истраживања, али нису значајније утицали на стање стабла китњака осим 2008. године када је посечено 14,4% стабала, што се може видети из приложеног **Графикона 40**.

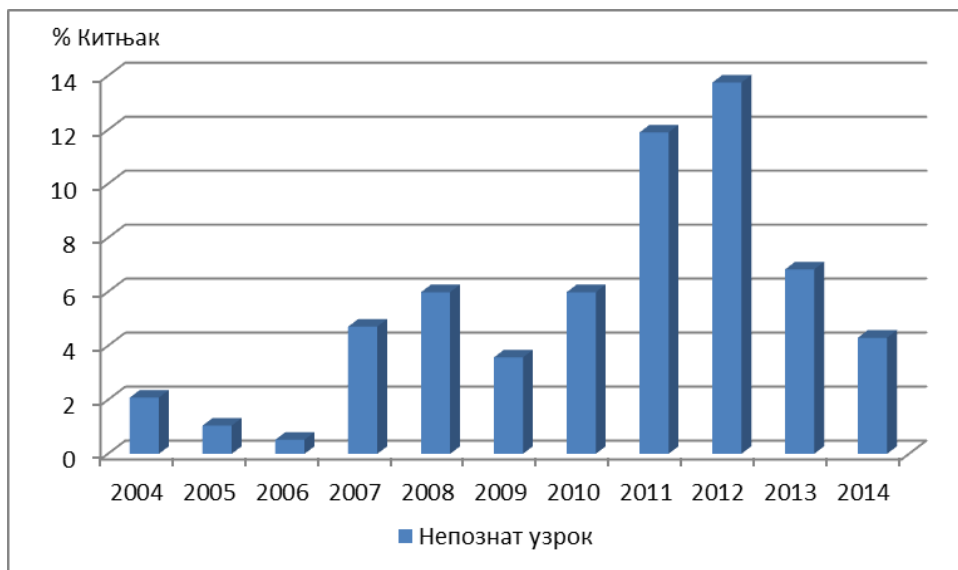


Графикон 39. Утицај абиотичких фактора на стабла китњака (2004-2014)



Графикон 40. Утицај антропогенних фактора на стабла китњака (2004-2014)

Штете које су регистроване на стаблима китњака током периода истраживања, а чији је узрок непознат, приказане су на **Графикону 41**. Може се приметити да је највећи број штета непознатог порекла евидентиран у периоду од 2011. до 2013. године, нарочито 2012. године када су ове штете биле присутне на 13,8% стабала китњака.

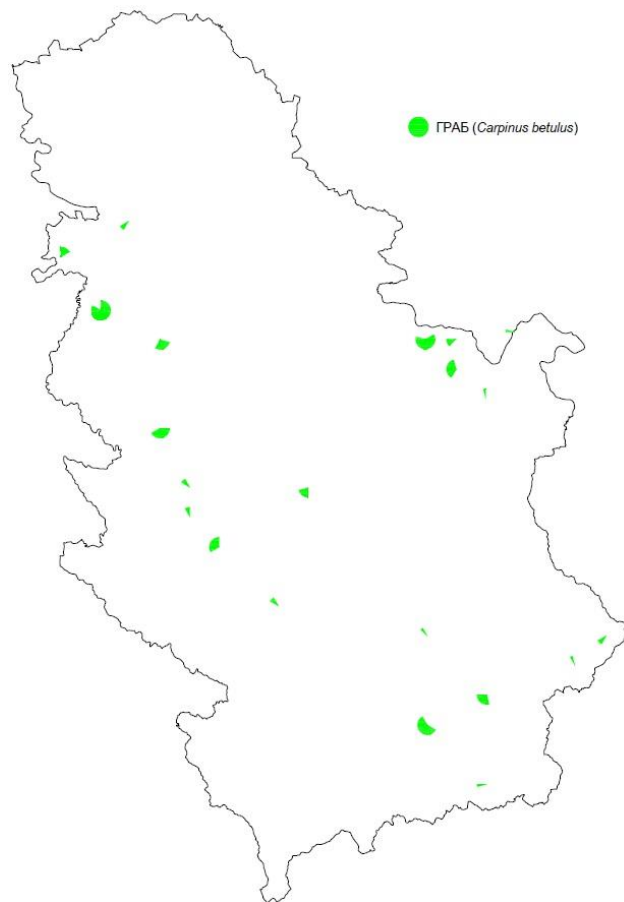


Графикон 41. Утицај непознатог узрока на стабла китњака (2004-2014)

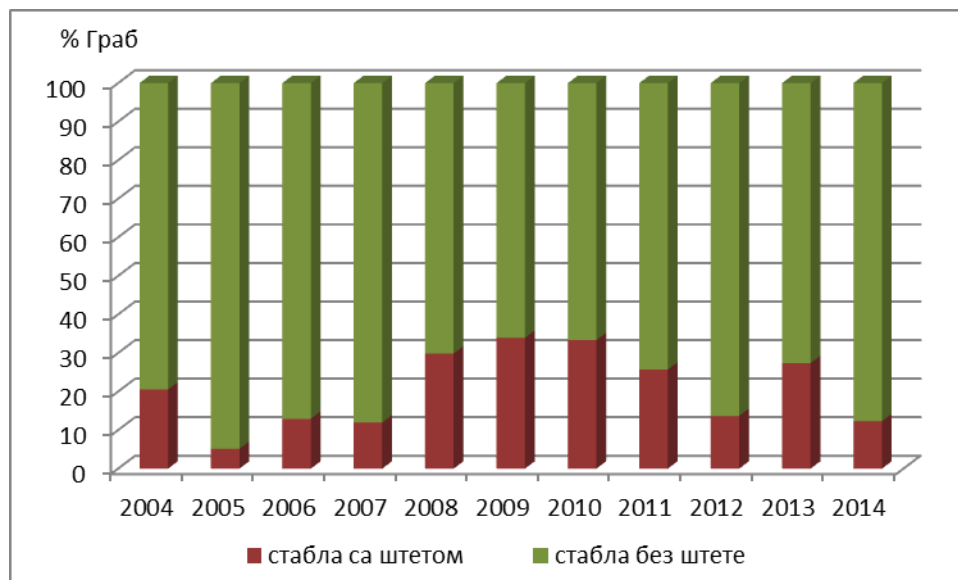
4.5.5. Граб (*Carpinus betulus* L.)

На истраживаним локалитетима граб је био заступљен са 4,0% стабала у односу на укупан број стабала свих истраживаних врста дрвећа. Од 21 локације на којима је присутан (**Слика 16**), 10 локација се налазе у државним шумама, а 11 у приватним шумама. Висинска зона у којој је најчешће заступљена ова врста на истраживаним локалитетима, креће се од 200 до 500 мнв. Број стабала која су била предмет истраживања био је приближно константан, што се може видети у **Прилогу 6**.

Процент стабала граба са штетом и без штете је приказан на **Графикону 42**, а израчунат је у односу на укупан број стабала граба по години истраживања. Може се издвојити период од 2008. до 2011. године и 2013. година када је утврђен највећи број штета. Просечан број стабала са штетама за 11 година истраживања износи 20,6%. Од година које су регистроване као оне са највећим бројем штета издваја се 2009. година када су штете констатоване на 33,9% стабала, и 2013. година са 27,4% стабала са неким типом штете.



Слика 16. Заступљеност стабала граба на истраживаним локалитетима

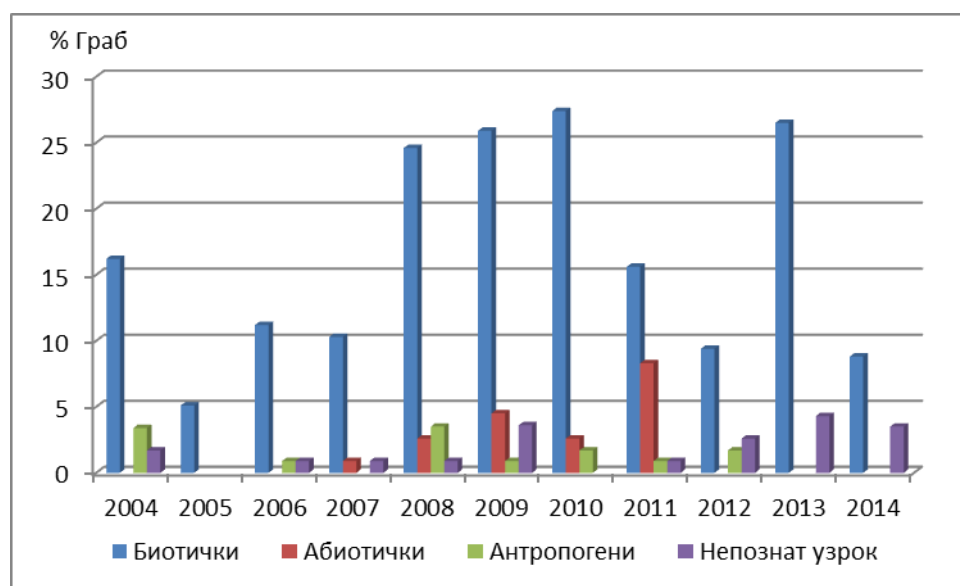


Графикон 42. Заступљеност стабала граба са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете на грабу током истраживаног периода приказани су на **Графикону 43**.

Као и код свих претходно описаних лишћара, и код граба су највећи утицај имали биотички стресори током свих година истраживања, са мањим или већим осцилацијама у појединим годинама. Они су утицали на укупно стање штета на овој врсти што се може видети компарацијом са претходним **Графиконом 42**.

Присутност абиотичких фактора стреса је најизраженији у годинама када је констатован највећи број штета, док су штете антропогеног порекла присутне са мањим или већим осцилацијама без значајнијег утицаја на ову врсту. Може се приметити и присутност штета непознатог порекла, који је малог процента, али је његово увећање констатовано у периоду 2012-2014. године што је био случај и код осталих најзаступљенијих лишћара.



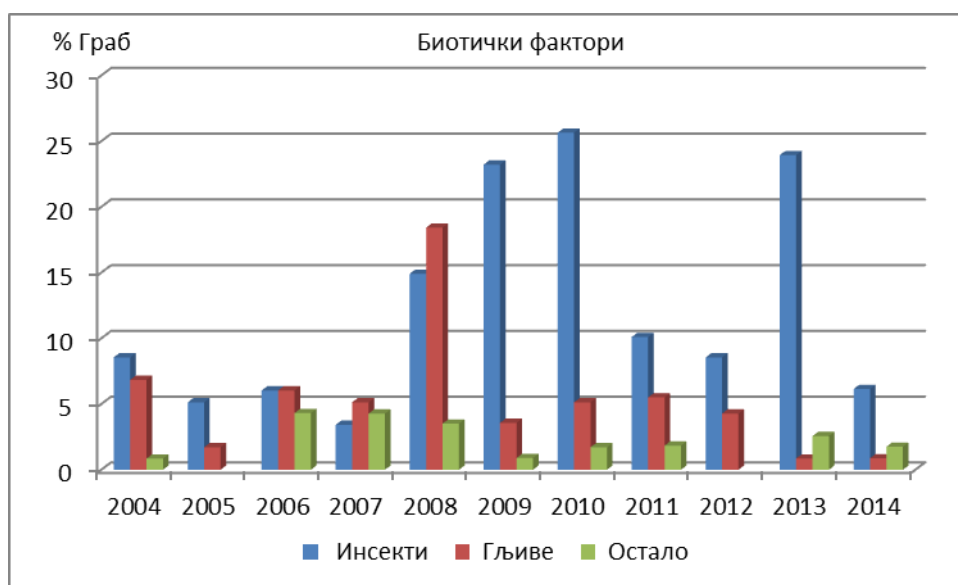
Графикон 43. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за граб

На следећим графиконима су приказане штете изазване неким од фактора регистрованих током година истраживања. Дате су штете у односу на укупан број стабала граба по години истраживања, а сваки од узрочника посматран је засебно.

На **Графикону 44** је приказан утицај биотичких фактора где се може видети да су инсекти уз гљиве у појединим годинама преовлађујући узрочници штете. Упоредивањем овог графикона са предходним, може се приметити и да у појединим годинама гљиве значајно утичу на укупан проценат штета, као и да је

велики број стабала на којима су заједно биле присутне гљиве и инсекти. Инсекти су најзаступљенији узрочници штета 2010. године са 25,6% оштећених стабала и 2013. године са 23,9% оштећених стабала, док су гљиве биле доминантне 2008. године када је проценат стабала на којима су изазвале штете износио 18,4%.

Штете биотичке природе настале услед деловања осталих узрочника биле су регистроване током свих година истраживања, али нису имале значајнији утицај на стабла граба.



Графикон 44. Утицај биотичких фактора на стабла граба (2004-2014)

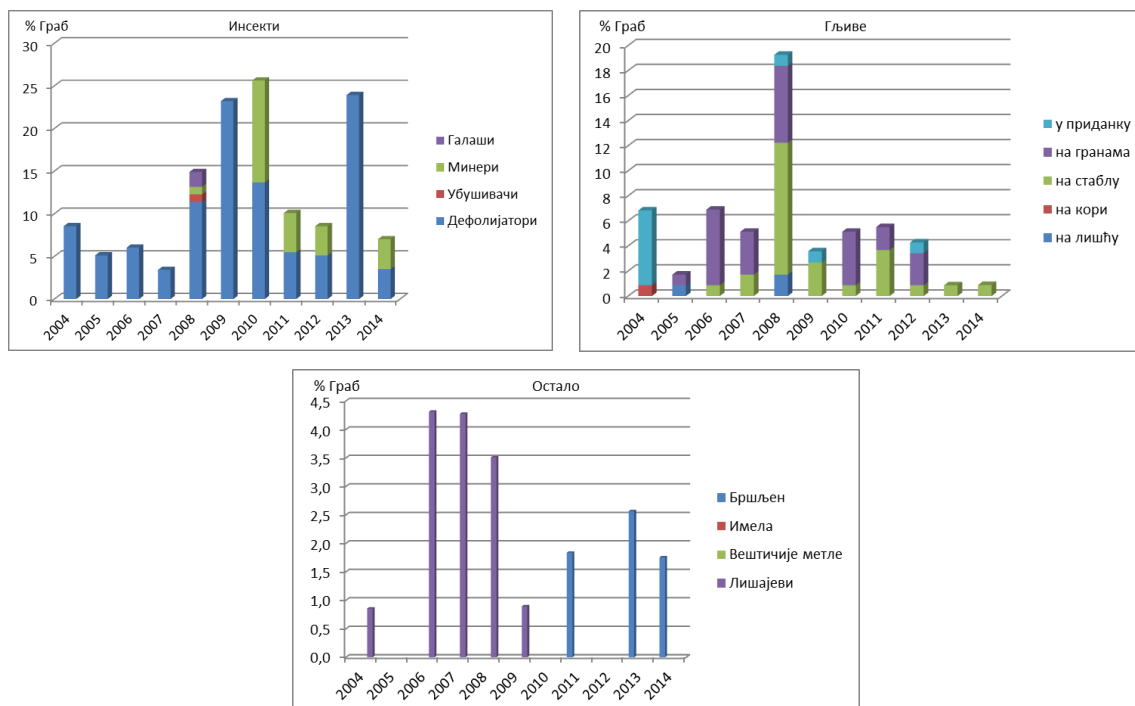
На **Графикону 45** су приказани узрочници штета биотичке природе, а сваки од узрочника је приказан и посматран појединачно и сврстан у одређену групу.

Најзаступљенији а свакако и најдоминантнији инсекти током свих година истраживања били су дефолијатори, док су у појединим годинама констатоване штете и од минера који су такође изазвали оштећења на лисној маси. Код граба није примећена већа бројност различитих врста инсеката који су причинили штете на истим стаблима као што је то био случај са предходно описаним врстама, а то потврђује укупан број штета појединачних група инсеката приказан на **Графикону 45** упоређен са укупном штетом од инсеката на **Графикону 44**. Најзаступљенији дефолијатор је био губар (*Lymantria dispar* L.) што је констатовано и на предходно описаним лишћарским врстама. Ова врста полифагног штетног инсекта није констатована у већем обиму (намножавању) на

грабу у првој градацији (2003-2006) која се догодила у оквиру овог истраживања, али је његов утицај био изражен у другој градацији (2009-2013) што се може видети на **Графикону 45**.

У односу на део стабла на коме су причиниле штету, гљиве су биле најзаступљеније на самом деблу и гранама у малом проценту, осим 2008. године када је број стабала са штетом проузрокованом гљивама био више изражен.

Од осталих узрочника штета биотичке природе који нису причиниле велике штете на стаблима, примећује се присуство лишјајева у првој половини истраживаног периода након чега није констатовано њихово присуство на овој врсти.



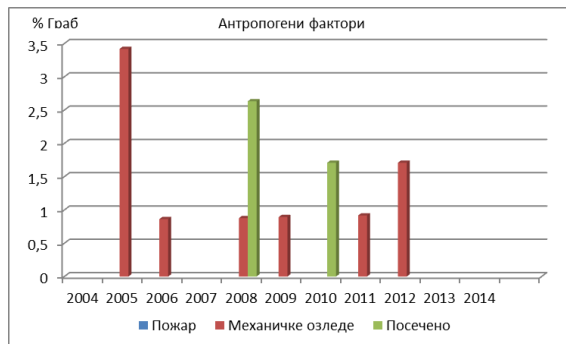
Графикон 45. Утицаји биотичких фактора на стабла граба - појединачно

Као што је већ предходно и напоменуто, абиотички фактори стреса су свој највећи утицај имали у годинама када је констатован највећи број штета на овој врсти. Од њихових утицаја који су приказани на **Графикону 46** може се издвојити 2009. година када је 4,5% стабала имало механичка оштећења, и 2008. година када су штете од мрза на лишћу установљене на 8,3% стабала.

Од антропогенних фактора се могу издвојити механичке озледе које су биле присутне скоро током свих година истраживања, али нису значајније утицале на стање стабла граба (*Графикон 47*).

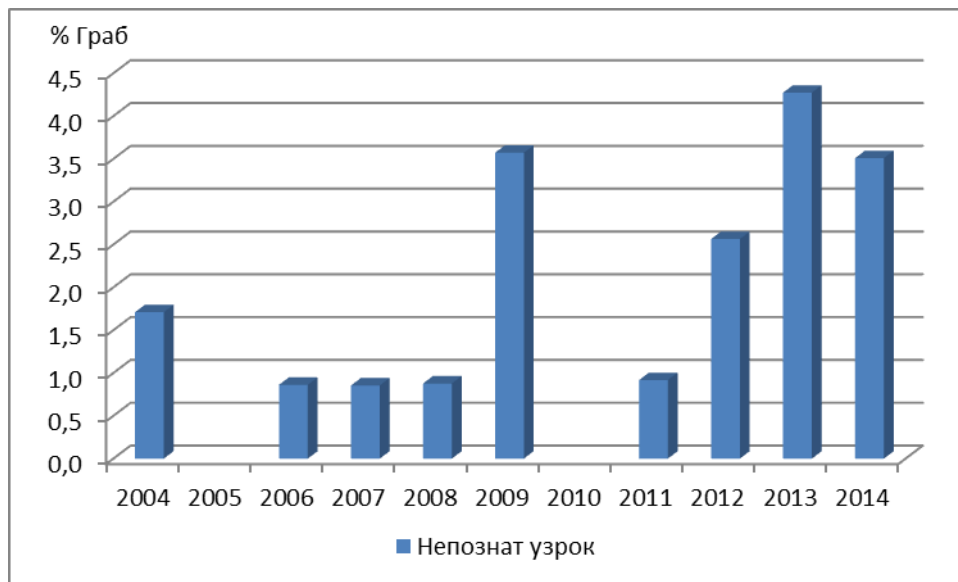


Графикон 46. Утицај абиотичких фактора на стабла граба (2004-2014)



Графикон 47. Утицај антропогенних фактора на стабла граба (2004-2014)

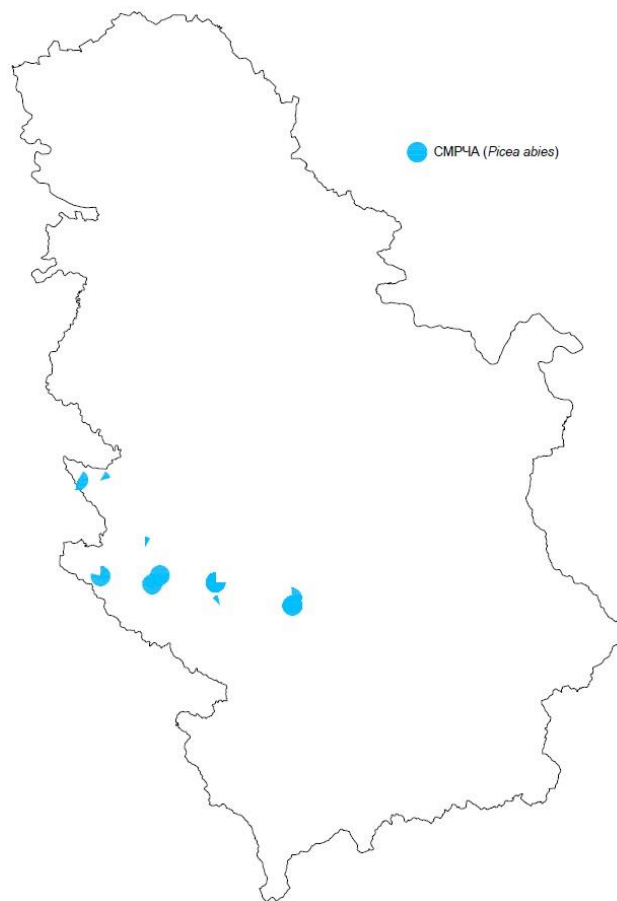
На *Графикону 48* је приказан утицај штета непознатог порекла који је присутан током скоро свих година истраживања са изузетком 2005. и 2010. године. Процентуална заступљеност ових штета је ниска и са малим утицајем на ову врсту, али је приметан пораст у периоду од 2011. до 2014. године што је случај и са предходно описаним врстама.



Графикон 48. Утицај непознатог узрока на стабла граба (2004-2014)

4.5.6. Смрча (*Picea abies* (L.) H. Karst.)

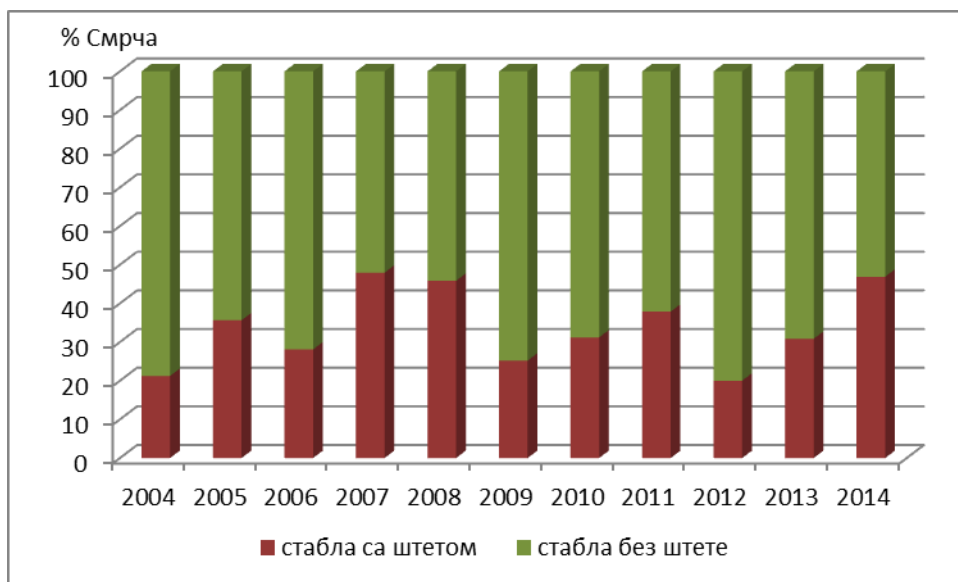
Смрча као најзаступљенија четинарска врста дрвећа у Србији има и највећи број стабала у односу на остале четинарске врсте које су обухваћене овим истраживањем. Присутна је на 11 истраживаних локација (*Слика 17*) на којима претежно чини доминантну врсту. Сви локалитети се налазе у државним шумама у планинском делу Југозападне Србије (Голија, Тара, Златар, Побиењик, Копаоник). Број стабала током година истраживања је био приближно константан (*Прилог 7*), а најчешћа заступљеност у односу на висинску зону на истраживаним локалитетима је 1.000-1.500 мнв.



Слика 17. Заступљеност стабала смрче на истраживаним локалитетима

На *Графикону 49* је приказано процентуално учешће стабала са штетом и без штете у односу на укупан број стабала смрче по години истраживања. Може се приметити да је највећи број штета констатован 2007. године када их је било на

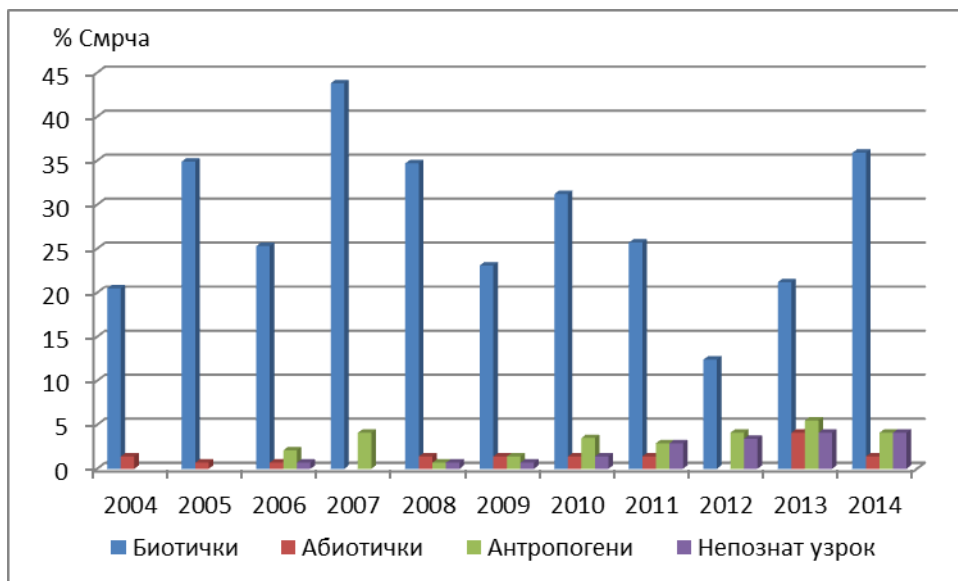
47,9% стабала, 2008. године на 45,8% и 2014. године на 46,9 % стабала када су регистровани и неки од фактора који су проузроковали штету. Просечан број стабала смрче са штетом за приказани период истраживања износио је 33,7%.



Графикон 49. Заступљеност стабала смрче са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори стреса који су проузроковали штете на стаблима смрче током истраживаног периода приказани су на **Графикону 50**.

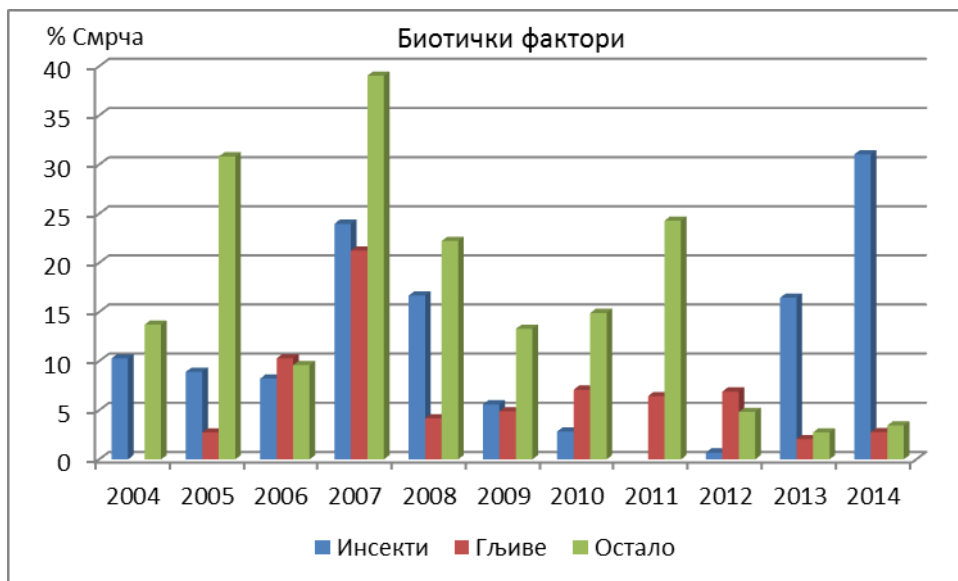
Као што се може видети из приложеног графика, највећи утицај су имали биотички фактори, и то у периоду од 2007. до 2008. године, да би у последње две године истраживања (2013-2014) биотички фактори поново испољили јаче утицаје који су 2014. године били констатовани на 35,9% стабала. Може се приметити и да је у периоду од 2010. до 2014. године констатован пораст штета проузрокованих антропогеним факторима и оних штета чији је узрок непознат, а које су примећене и код свих најзаступљенијих лишћарских врста дрвећа.



Графикон 50. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за смрчу

На следећим графиконима су приказане штете изазване неким од фактора регистрованих током година истраживања. Штете су рачунате у односу на укупан број стабала смрче по години истраживања, а сваки од узрочника је посматран засебно.

На *Графикону 51* су приказани најизраженији утицаји фактора биотичке природе. Као најзаступљенији се издвајају узрочници сврстани под остало што није био случај код предходно описаних лишћарских врста. Такође се може приметити да ови узрочници (остали) у последњим годинама истраживања показују знатно слабији утицај. Међутим, компарацијом овог графикона са предходним, на коме су између осталих фактора приказане и укупне штете биотичке природе, може се видети да инсекти и гљиве у појединим годинама значајно утичу на укупну штету проузроковану биотичким факторима. Може се издвојити 2014. година са највећим процентом штета изазваних од стране инсеката (31%). Такође се издваја и 2007. година када су констатоване штете од инсеката на 24,0% и гљива на 21,2% стабала, и када су штете оба узрочника забележена на истим стаблима.

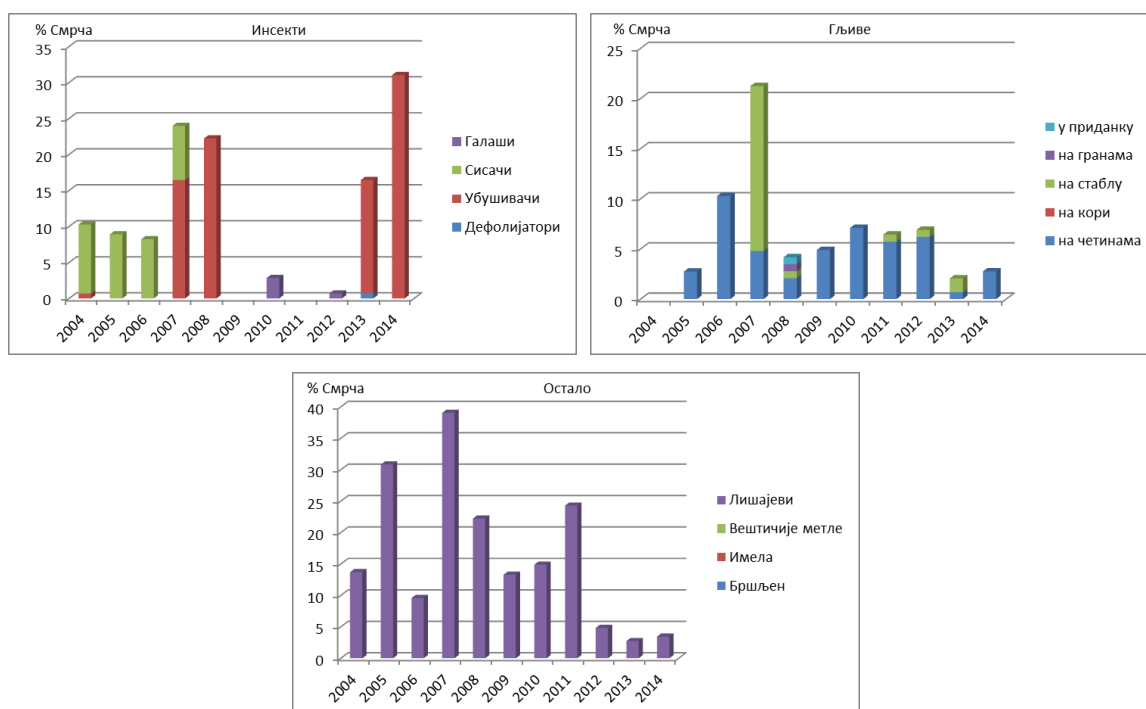


Графикон 51. Утицај биотичких фактора на стабла смрче (2004-2014)

На **Графикону 52** су појединачно приказани узрочници штета биотичког порекла. Инсекти као значајни узрочници штета су били доминантан фактор на смрчи као што је то био случај и са лишћарским врстама. Највећи проценат стабала на којима су инсекти нанели штете утврђен је 2007. и 2008. године, а нарочито 2013. и 2014. године када су на великом броју стабала констатоване штете од инсеката. Према значају у наношењу штета на смрчи, од инсеката на првом месту треба истаћи поткорњаке (осмозубог смрчиног поткорњака - *Ips tyrographus* и шестозубог смрчиног поткорњака - *Pityogenes chalcographus*). То су врсте које су секундарни узрочници штета јер нападају физиолошки ослабљена стабала. Међутим, када је у шуми присутан већи број таквих стабала, поткорњаци су склони масовном размножавању и тада нападају и здрава стабла, тако да могу причинити велике штете. Физиолошку слабост стабала могу изазвати разни стресни фактори као што су суша, пожари, ветроломи, оштећења од дефолијатора, фитопатогене гљиве, неповољни станишни услови и слично. Такође, веома значајан фактор је и неспровођење мера неге и незавођење шумског реда после извршених сеча. Увећање бројности поткорњака у овим истраживањима констатовано је у току периода када су временске прилике одступале од нормале (2007. и 2008. године), а нарочито након периода који је у последњој деценији окарактерисан као најсушнији и најтоплији од када се у Србији врше мерења (2013. и 2014. године).

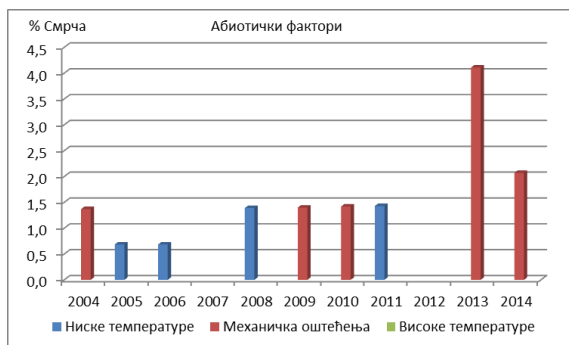
Ако се анализирају поједини делови стабала, најчешће штете од гљива биле су констатоване на четинама током свих година истраживања. Изузетак је 2007. година када је већи број гљива примећен и на стаблима.

Од осталих штета причињених од стране фактора биотичке природе констатоване су штете од лишјајева током свих година истраживања. Лишјајеви су уобичајена појава у условима влажне планинске климе, али њихово пренамножавње може значајно утицати на нормално функционисање дрвећа, а могу бити и показатељи стања и услова животне средине. У току истраживаног периода приметно је константно присуство лишјајева на великом броју стабала са значајнијим смањењем од 2012. до 2014. године.

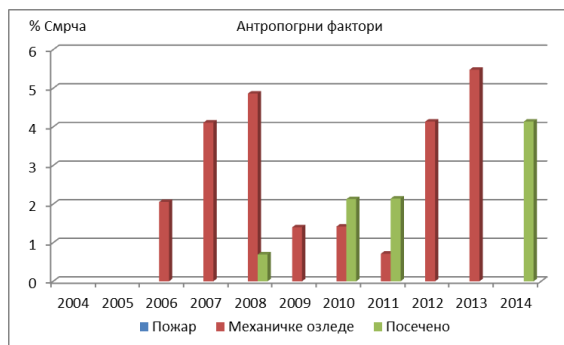


Графикон 52. Утицаји биотичких фактора на стабла смрче - појединачно

Као што се може видети из приложеног **Графикона 53**, абиотички фактори нису значајније утицали на стање стабала смрче, док се на **Графикону 54** примећује скоро константан утицај антропогених фактора од којих се могу издвојити механичке озледе.

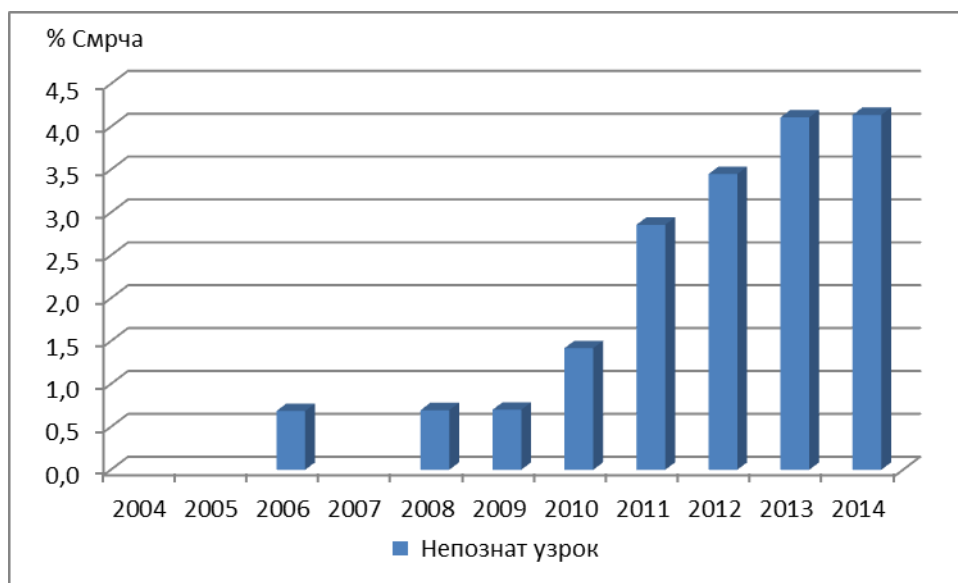


Графикон 53. Утицај абиотичких фактора на стабла смрче (2004-2014)



Графикон 54. Утицај антропогенних фактора на стабла смрче (2004-2014)

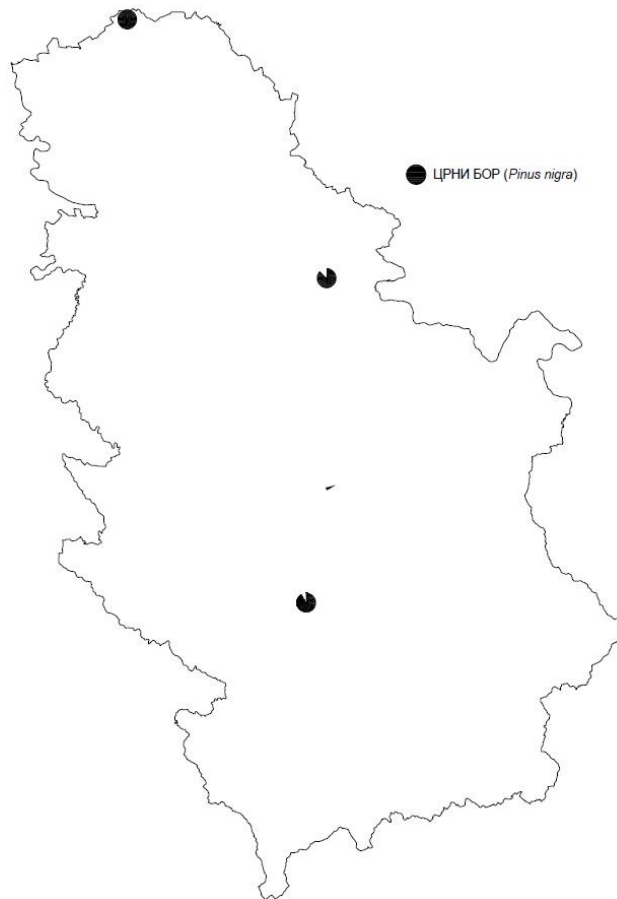
На **Графикону 55** су приказане штете чији узрок није било могуће са сигурношћу одредити. Ове штете нису констатоване на великом броју стабала али је приметно да је од 2008. године пораст штета непознатог узрока константан, а најизраженији у периоду 2011-2014. година.



Графикон 55. Утицај непознатог узрока на стабла смрче (2004-2014)

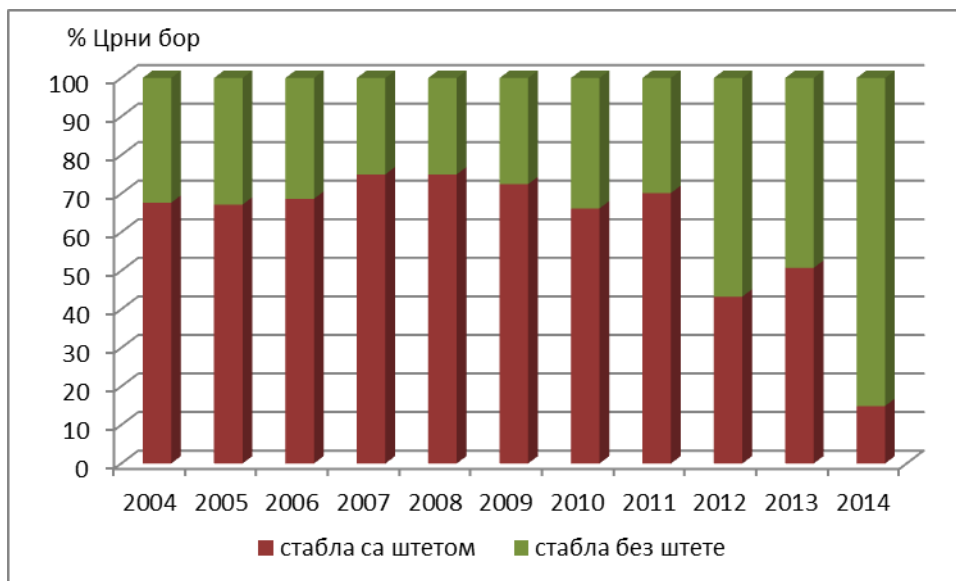
4.5.7. Црни бор (*Pinus nigra* J. F. Arnold)

Црни бор је заступљен са 2,0% стабала у односу на укупан број стабала свих истраживаних врста дрвећа. Присутан је на четири истраживана локалитета (*Слика 18*) који се налазе у државним шумама као културе тј. вештачки подигнуте састојине. Реч је о врсти која се користи као пионирска и мелиоративна врста са могућношћу раста на свим експозицијама и надморски висинама, при чему је на истраживаним локацијама најзаступљенија у висинској зони од 0-200 мнв. Број стабала која су била предмет истраживања током година је био скоро константан, што се може видети у *Прилогу 8*.



Слика 18. Заступљеност стабала црног бора на истраживаним локалитетима

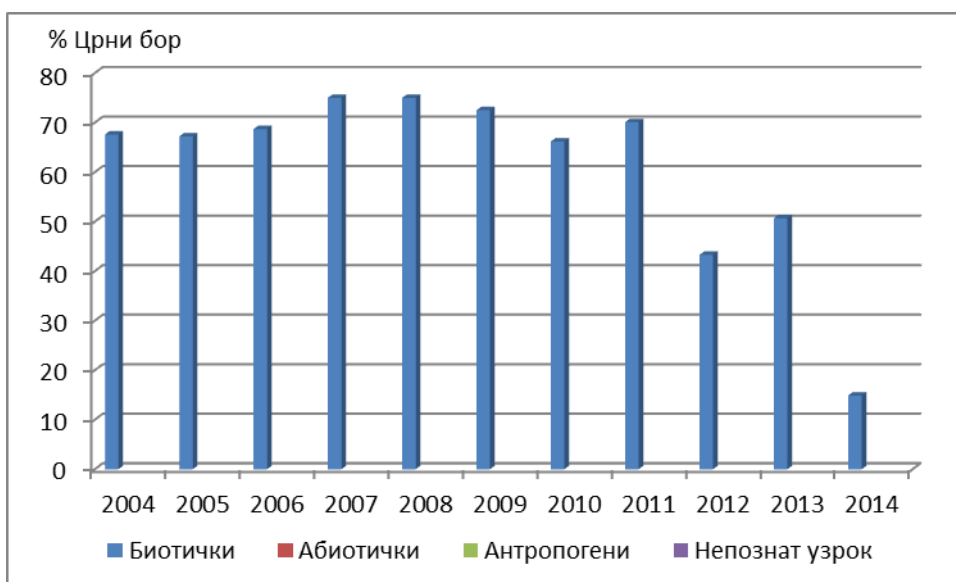
На *Графикону 56* је приказано учешће стабала са штетом и без штете у односу на укупан број стабала црног бора по годинама истраживања. Примећује се високи проценат штета током свих година, са изузетком периода од 2012. До 2014 године када је тај тренд приметно мањи. Просечан број штета за 11 година истраживања је констатован на 61% стабала.



Графикон 56. Заступљеност стабала црног бора са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете на стаблима црног бора током истраживаног периода приказани су на **Графикону 57**.

Из приложеног графикона се јасно може видети да су једини фактори који су имали утицај на стабла црног бора били биотичке природе, и да осликавају укупно стање штета на овој врсти. Ове резултате треба узети са резервом јер је у питању мали узорак.



Графикон 57. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за црни бор

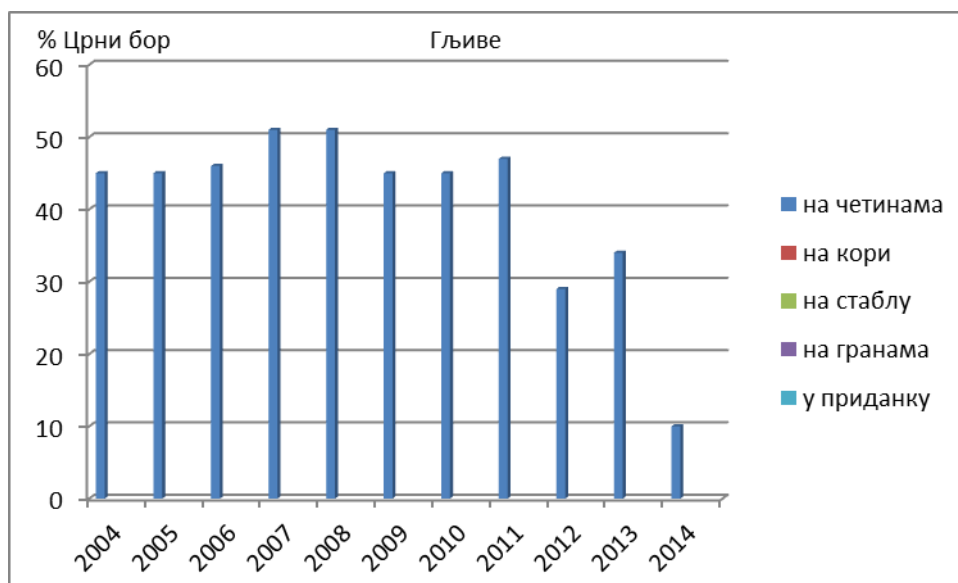
На следећим графикама су приказане штете изазване неким од фактора регистрованих током година истраживања. Штете су рачунате у односу на укупан број стабала по години истраживања, а сваки од узрочника је посматран засебно.

На **Графикону 58** је приказан утицај биотичких фактора, где се може видети да су гљиве најдоминантнији и скоро једини узрочници штета у периоду истраживања, те и осликавају укупно сатње штета на овој врсти.



Графикон 58. Утицај биотичких фактора на стабла црног бора (2004-2014)

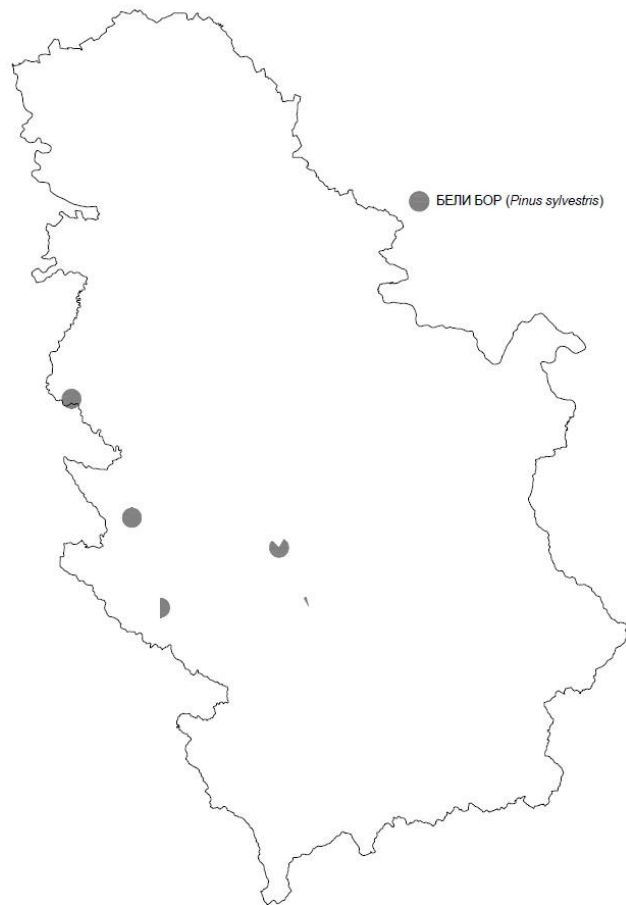
На **Графикону 59** су приказане штете од гљива у односу на део стабла на коме су биле присутне као једини узрочници штета биотичке природе. Може се приметити да су штете током свих година истраживања констатоване на четинама, а најчешће регистроване штетне гљиве су *Dothistroma pini* Hulb и *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dysco et Sutton. Вишегодишњим узастопним нападима ове гљиве могу довести до пропадања целих биљака.



Графикон 59. Штете изазване гљивама на стаблима црног бора

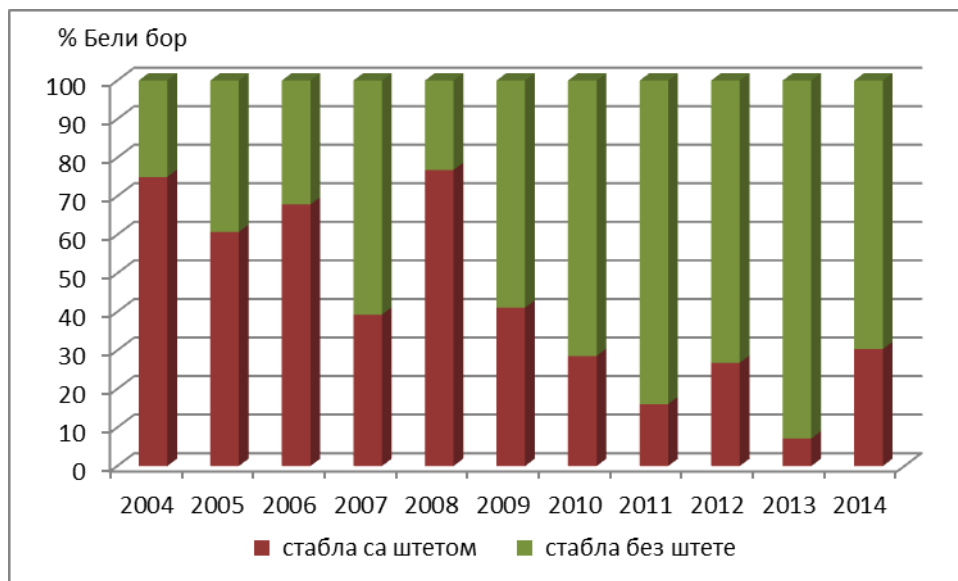
4.5.8. Бели бор (*Pinus sylvestris* L.)

Бели бор је на истраживаним локалитетима заступљен са 2,4% стабала у односу на укупан број свих врста дрвећа која су била предмет истраживања. Присутан је на пет локалитета, од чега се четири налазе у државним шумама, а један у приватним шумама (*Слика 19*). Као и предходно описана врста, бели бор има исте карактеристике у погледу отпорности и прилагодљивости на различите станишне услове (суша, ниске температуре, различите надморске висине, итд.), а висинска зона у којој је ова врста била најчешће заступљена је 500-1.000 мнв. Број стабала која су била предмет истраживања током година је био константан, изузев прве године истраживања када је тај број био већи, што се може видети у *Прилогу 9*.



Слика 19. Заступљеност стабала белог бора на истраживаним локалитетима

У односу на укупан број стабала белог бора по години истраживања, на **Графикону 60** су приказана стабла са штетом и без штете. Примећује се да је највећи број штета забележен 2004. и 2008. године. С обзиром да је у првој години истраживања број стабала већи него осталих година када је константан, може се закључити да је та година са највећим процентом стабала са штетом јер је штета била присутна на 75,0% стабала. Након 2008. године проценат штета опада да би најмањи био забележен 2013. године, 7,1%. Као и код предходне описане врсте (црни бор) резултати се морају узети са резервом због малог броја стабала у узорку.



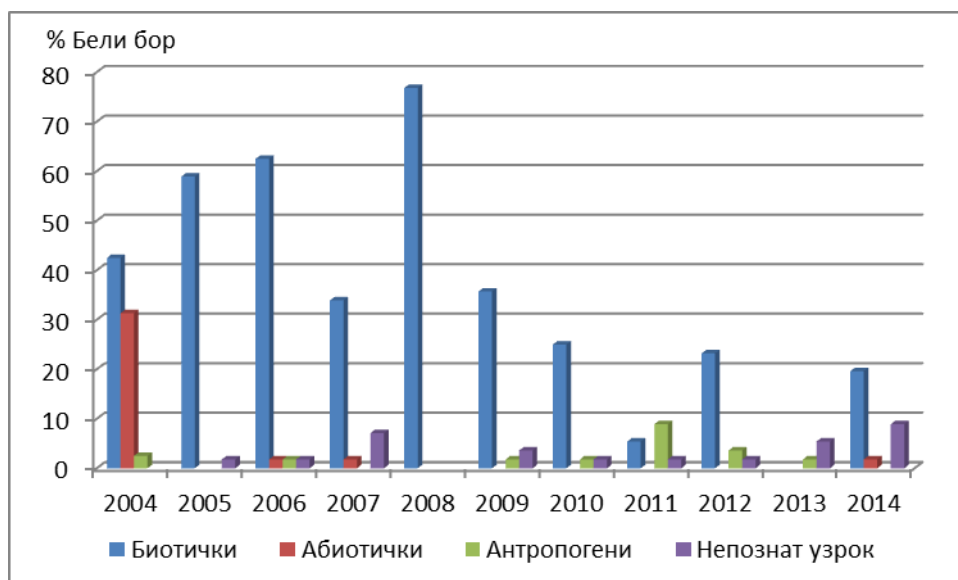
Графикон 60. Заступљеност стабала белог бора са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете на белом бору током истраживаног периода приказани су на **Графикону 61**.

Из приложеног графикона се може видети да су највећи утицај имали биотички фактори стреса (као и код свих претходно описаних врста) са мањим или већим осцилацијама у појединим годинама. Највећи број штета су проузроковали 2008. године када су једино и забележене штете овог фактора.

Од осталих фактора приказаних на истом графикону, примећује се значајан утицај абиотичких фактора 2004. године, који заједно са биотичким сврставају ову годину у период са највећим бројем евидентираних штета (**Графикон 60**). Након овога, негативни утицаји абиотичких фактора нису констатовани са већом значајношћу.

Могу се још поменути и повећани утицаји непознатог узрока 2007. године и у периоду 2013-2014. Година, што је примећено и код свих претходно описаних врста осим црног бора, а такође и утицаји антропогених фактора 2011. године када су били ниског процента али најдоминантнији у периоду истраживања.



Графикон 61. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за бели бор

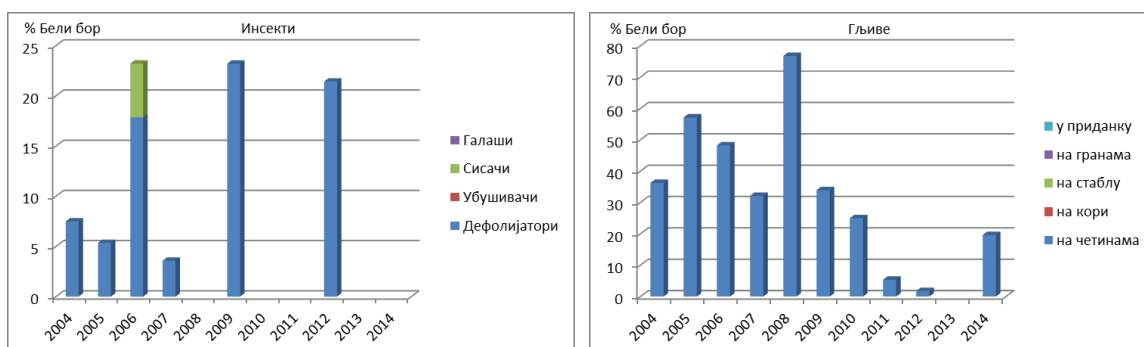
На следећим графиконима су приказане штете изазване различитим факторима регистрованим током процене. Приказане су укупне штете у односу на број стабала белог бора по годинама истраживања, при чему је сваки од узрочника штета посматран засебно.

На *Графикону 62* су приказани утицаји најчешћих узрочника штета биотичке природе. Може се приметити да су од штета изазване биотичким стресорима најзначајније биле оне које су изазване присуством гљива. Гљиве су и једине проузроковале штете на стаблима 2008. године (76,8% стабала) каја је иначе и једна од година са највећим бројем штета у истраживаном периоду. Поређењем *Графикона 61* и *Графикона 62* примећује се да су у појединим годинама инсекти додатно утицали на укупан број штета биотичке природе, као и да су штете оба узрочника (инсекти и гљиве) констатоване на истим стаблима.



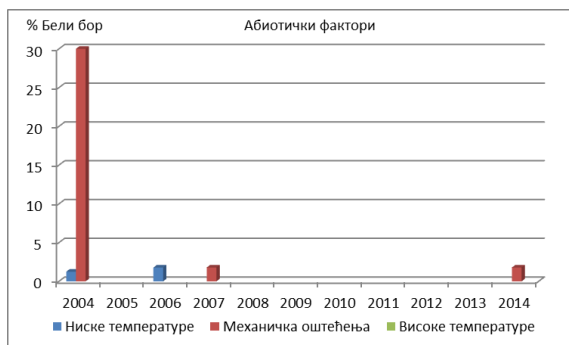
Графикон 62. Утицај биотичких фактора на стабла белог бора (2004-2014)

Посматрајући биотичке факторе појединачно (Графикон 63), и то на основу групе инсеката који су причинили штете, и на основу дела стабла на коме је уочена штета изазвана деловањем гљива, може се приметити да су од инсеката дефолијатори били најутицајнији и готово једини узрочници штета, што је случај и са гљивама које су причиниле штете на четинама током свих година истраживања изузев 2013. године када није констатована ни једна штета од биотичког фактора на стаблима белог бора. Од инсеката су најчешће констатоване обична борова зоља (*Diprion pini*) и риђа борова зоља (*Neodiprion sertifer*) чије ларве нападају четине у великим групама услед чега долази до појаве дефолијације. Од гљива на четинама је била назаступљенија *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar која изазива осипање четина.

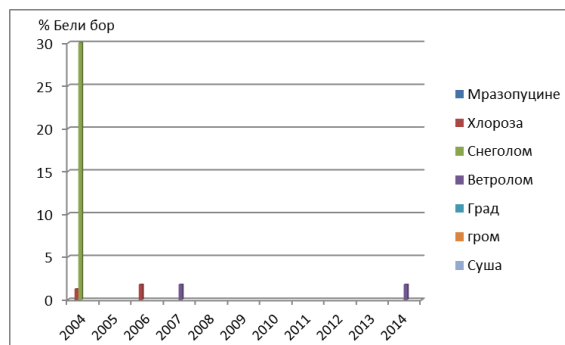


Графикон 63. Штете од инсеката и гљива на стабла белог бора

Од абиотичких фактора стреса који су негативно утицали на стабла белог бора, могу се једино издвојити механичка оштећења (*Графикон 64*) које је проузроквао снеголом током 2004. године (*Графикон 65*). Тада је 30% стабала претрпело тоталну штету.

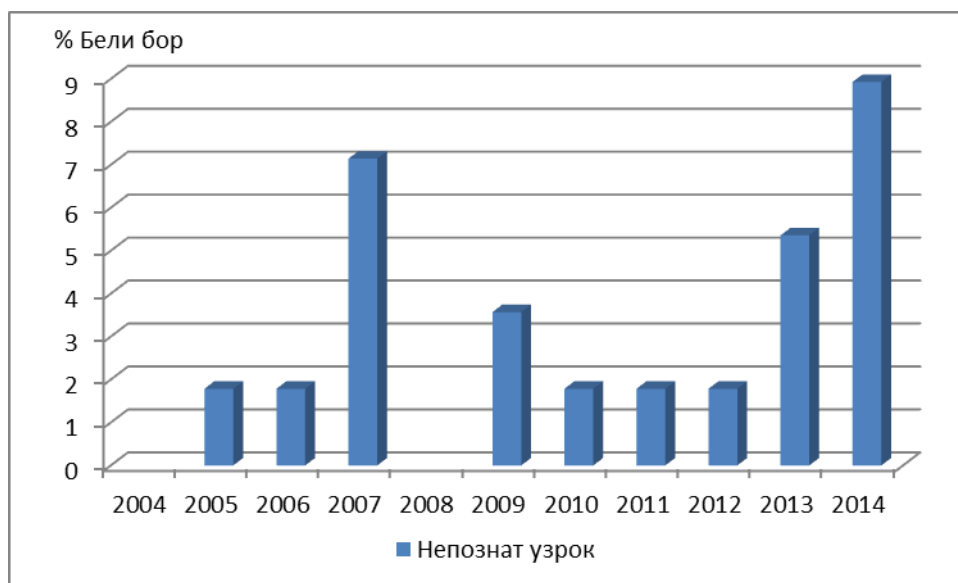


Графикон 64. Утицај абиотичких фактора на стабла белог бора (2004-2014)



Графикон 65. Утицај ниских температура, механичких оштећења и високих температура на стабла белог бора

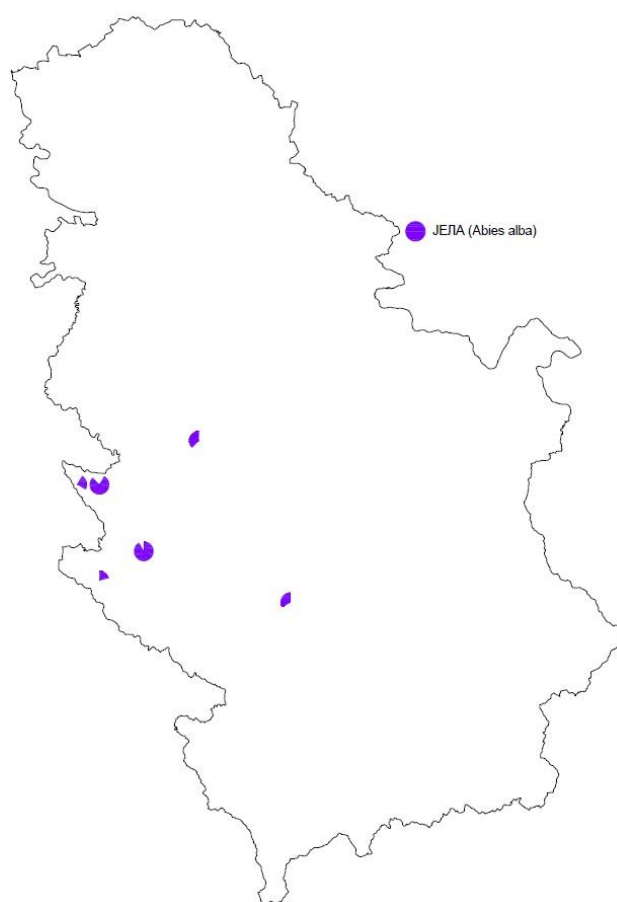
Штете које су регистроване на стаблима белог бора током истраживаног периода, а чији је узрок непознат, приказане су на *Графикону 66*. Највећи број ових штета је констатован 2007. године када их је било на 7,1% стабала, и 2014. године на 8,9% стабала. Може се приметити пораст ових штета у последњим годинама истраживања што је констатовано и поређењем са предходно описаним врстама.



Графикон 66. Утицај непознатог узрока на стабла белог бора (2004-2014)

4.5.9. Јела (*Abies alba* Mill.)

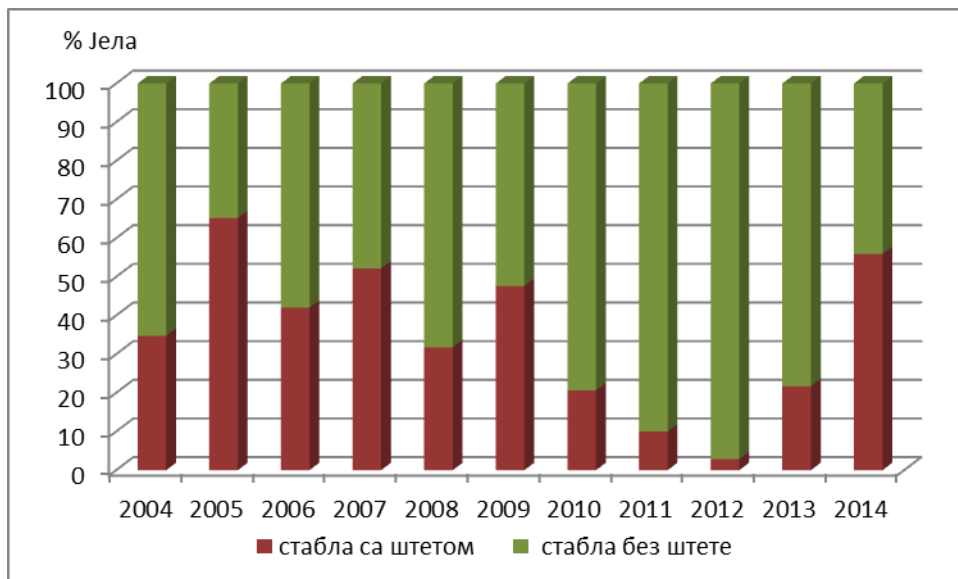
Јела је на истраживаним локалитетима заступљена са 2,4% стабала у односу на укупан број стабала свих истраживаних врста дрвећа. Присутна је на шест локалитета који се налазе у државним шумама у планинском делу Југозападне и Западне Србије (*Слика 20*). Најчешћа засупљеност ове врсте на истраживаним локалитетима је у висинској зони од 1000-1500 мнв. Број стабала која су била предмет истраживања био је приближно константан, што се може видети у *Прилогу 10*.



Слика 20. Заступљеност стабала јеле на истраживаним локалитетима

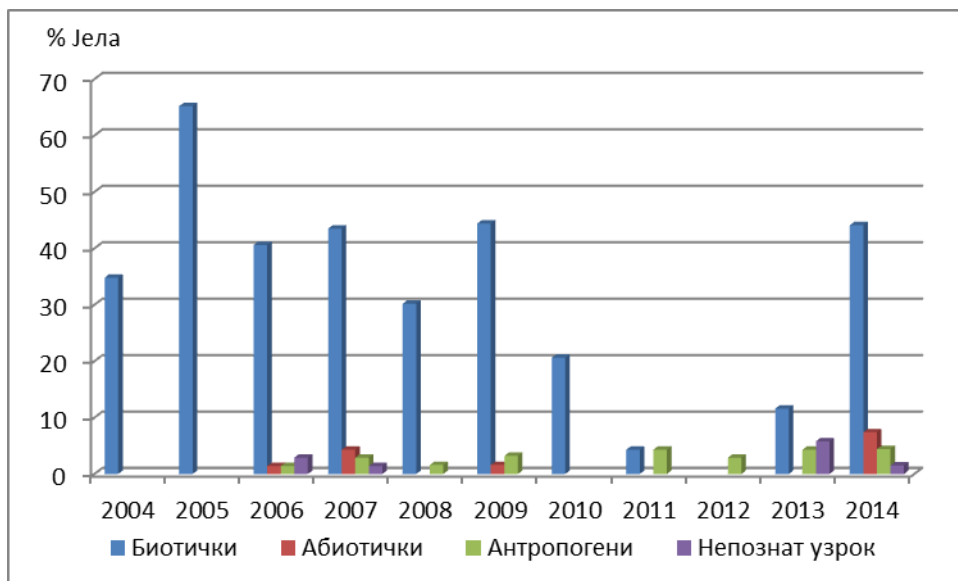
На *Графикону 67* је приказано учешће стабала са штетом и без штете у односу на укупан број стабала јеле по годинама истраживања. Може се приметити да је највећи број штета констатован 2005. године, и то на 62,5% стабала, и 2014. године, на 55,9% стабала. Примећује се и већи проценат штета у период од 2004. до 2010. године да би се након периода стагнације, 2014. године оне поново

значајно увећале. Просечан број стабала јеле са штетом за приказани период истраживања износио је 35%.



Графикон 67. Заступљеност стабала јеле са штетом и без штете у истраживаном периоду

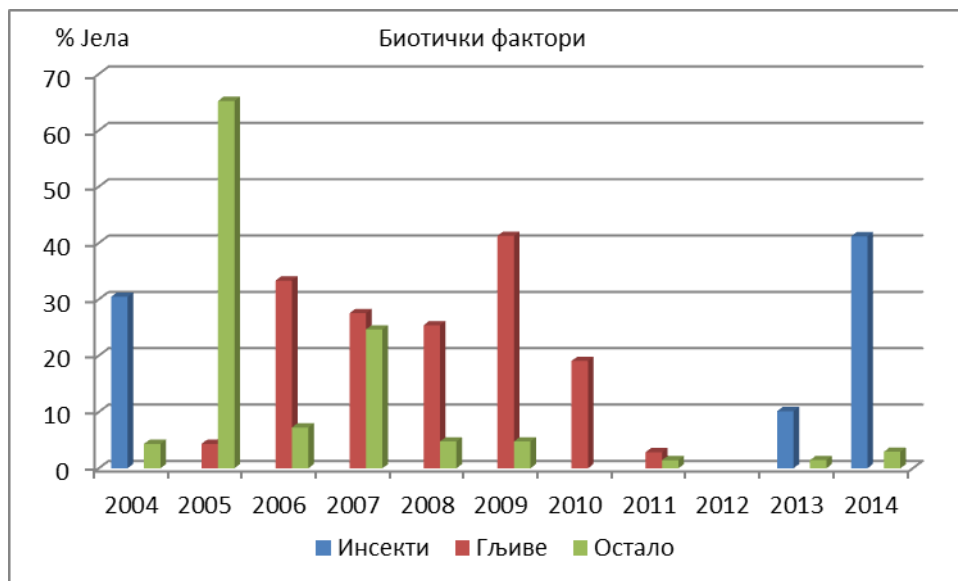
Фактори који су проузроковали штете на стаблима јеле током истраживаног периода приказани су на *Графикону 68*. Као и код свих претходно описаних лишћара и четинара, негативни утицаји биотичких фактора били су најзаступљенији. Компарацијом са предходним *Графиконом 67*, може се уочити да је период у коме је констатован већи број штета (2004-2010) искључиво изазван биотичким факторима, што је случај и за период од 2013. до 2014. године када су ови фактори поново увећали свој интензитет. Може се издвојити 2013. година када је регистрован пораст штета непознатог узрока, као и 2014. година када су абиотички фактори били најутицајнији. Утицаји стресних антропогених фактора били су константни од 2006. до 2014. године, а најизраженији последњих година истраживања.



Графикон 68. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за јелу

На следећим графиконима су приказане штете изазване неким од фактора регистрованих током година истраживања. Штете су рачунате у односу на укупан број стабала јеле по години истраживања а сваки од узрочника је посматран засебно.

Посматрајући утицаје биотичких стресора на *Графикону 69*, може се приметити да су приказани узрочници штета имали различит утицај током година, тј. да није била присутна константна доминација неког од узрочника, као што је то био случај са предходним врстама. Инсекти су причинили штете 2004. године на 30,4% стабла, а свој највећи утицај су испољили 2014. године на 41,2% стабала. Остали биотички узрочници штета 2005. године су утицали на 65,2% стабала, а наредних неколико година запажен је јачи утицај гљива. Може се издвојити и 2007. година када су гљиве заједно са осталим узрочницима утицале на укупне штете биотичке природе, што се може видети поређењем са предходним *Графиконом 68*.



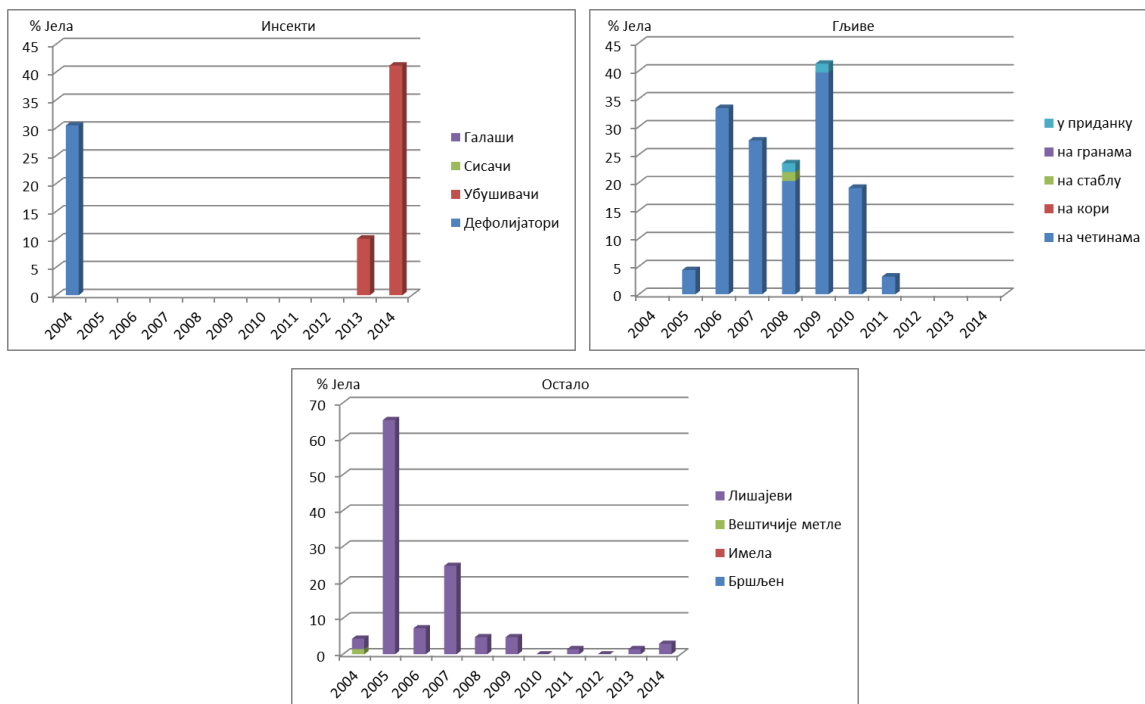
Графикон 69. Утицај биотичких фактора на стабла јеле (2004-2014)

На **Графикону 70** су приказани узрочници штета биотичке природе, а сваки од узрочника је приказан и посматран појединачно и сврстан у одређену групу.

Може се приметити да су од инсеката дефолијатори били скоро једини узрочници штета на јели 2004. године, док су штете које су причинили убушивачи (подкорњаци) констатоване током 2013. и 2014. године. Од приказаних штета које су причинили инсекти дефолијатори на јели у истраживаном периоду, треба истаћи нону (*Lymantria monacha* L.) и губара (*Lymantria dispar* L.) који су полифагни (хране се и четинарима и лишћарима) и примарни штетни инсекти. Поменути инсекти нису у својој исхрани директно везани за јелу тј. четинаре, али у градацијама за своју исхрану користе и асимилационе органе ових врста. У првој забележеној градацији губара у току овог истраживања (2003-2006) констатована је и градација дефолијатора мешовитог типа (*ИДПС извештај 2006. година*). Такође, према значају који имају у погледу наношења штета на јели, од инсеката на првом месту треба истаћи поткорњаке (кривоzubи јелин поткорњак – *Pityokteines curvidens* и мали јелин поткорњак – *Cryphalus piceae*) чија се већа бројност констатује последњих година овог истраживања. Ове врсте су секундарни узрочници штета јер нападају физиолошки ослабљена стабала а када се пренамноже нападају и потпуно здрава стабла. У последње две године истраживања њихова бројност се увећала након пар екстремно сушних и топлих година.

У односу на део стабла на коме су констатоване штете, гљиве су биле најзаступљеније на четинама у периоду од 2005. до 2011. године. Најчешће констатована гљива била је *Lirula nervisequia* (DC ex Fr.) Darker присутна на млађим стаблима или на доњим гранама одраслих стабала. Због малог броја стабала јеле у узорку овог истраживања нису констатоване и друге гљиве које причињавају веће штете на стаблима ове врсте.

Од осталих штета је приметно константно присуство лишајева током свих година, са високим процентом присуства 2005. године, а затим наглим падом до готовог нестанка који је у периоду 2010-2014. година најочљивији. Оваква појава смањења броја или нестанка лишајева је примећена и код најзаступљенијих лишћарских врста и смрче.

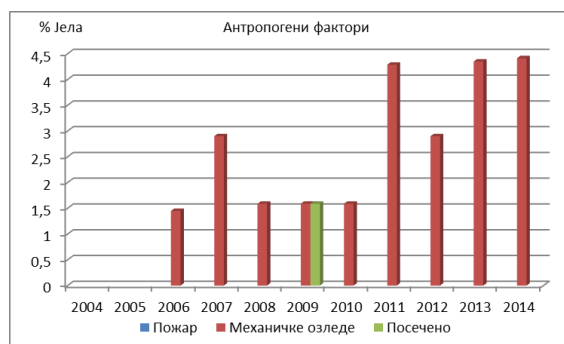


Графикон 70. Утицаји биотичких фактора на стабла јеле – појединачно

Као што се може видети из *Графикона 71* и *Графикона 72*, абиотички и антропогени фактори стреса нису значајније утицали на стање стабала јеле што се може видети и на *Графикону 68*. Међутим, приметано је благо увећање утицаја абиотичких фактора услед механичких оштећења насталих дејством ветра 2014. године, као и константно присуство антропогених фактора које се манифестовало првенствено преко механичких озледа.

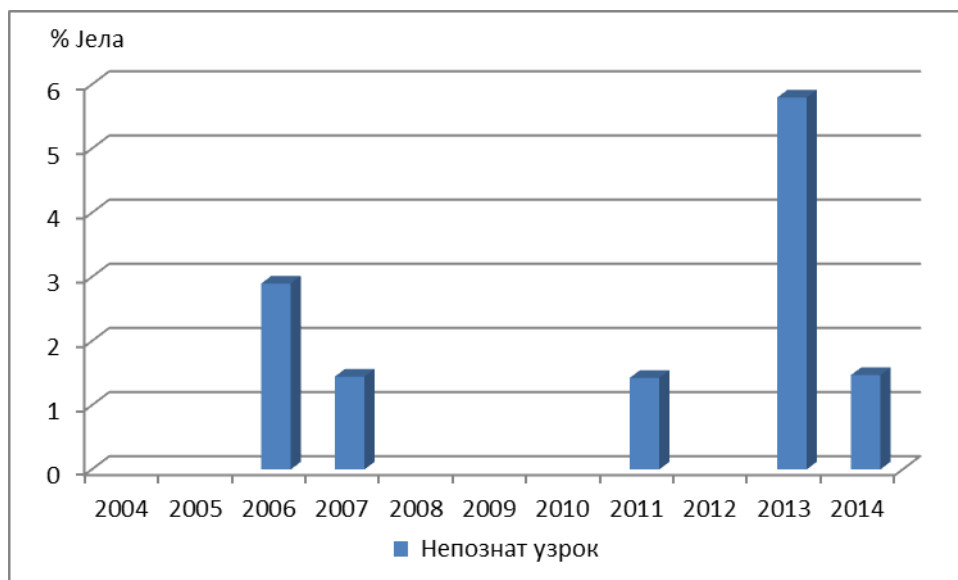


Графикон 71. Утицај абиотичких фактора на стабла јеле (2004-2014)



Графикон 72. Утицај антропогенних фактора на стабла јеле (2004-2014)

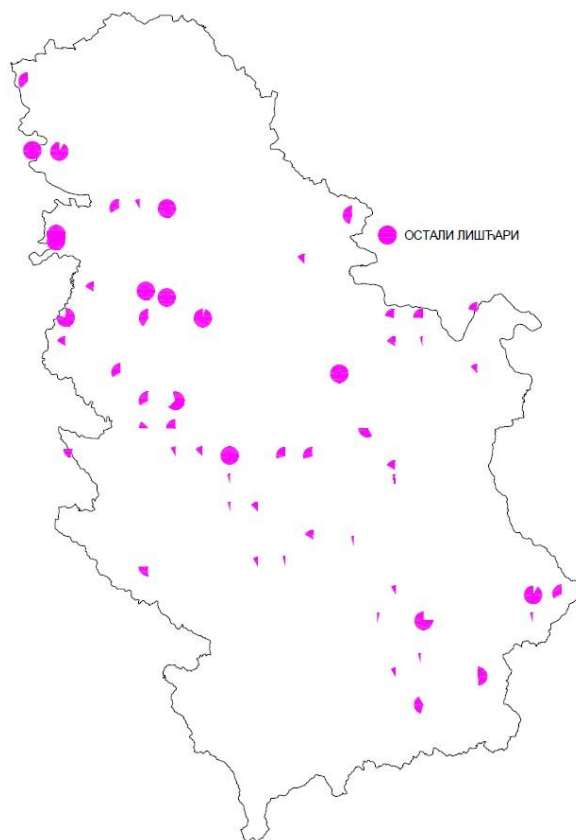
Непознати узроци штета на стаблима јеле су приказани на **Графикону 73**. Њихова појава је констатована у неколико година током истраживања, а најизраженија је била 2013. године. Утицај ових стресора није значајније утицао на јелу, али се тренд њиховог раста поклапа са осталим врстама на којима су такође констатоване штете непознатог узрока.



Графикон 73. Утицај непознатог узрока на стабла јеле (2004-2014)

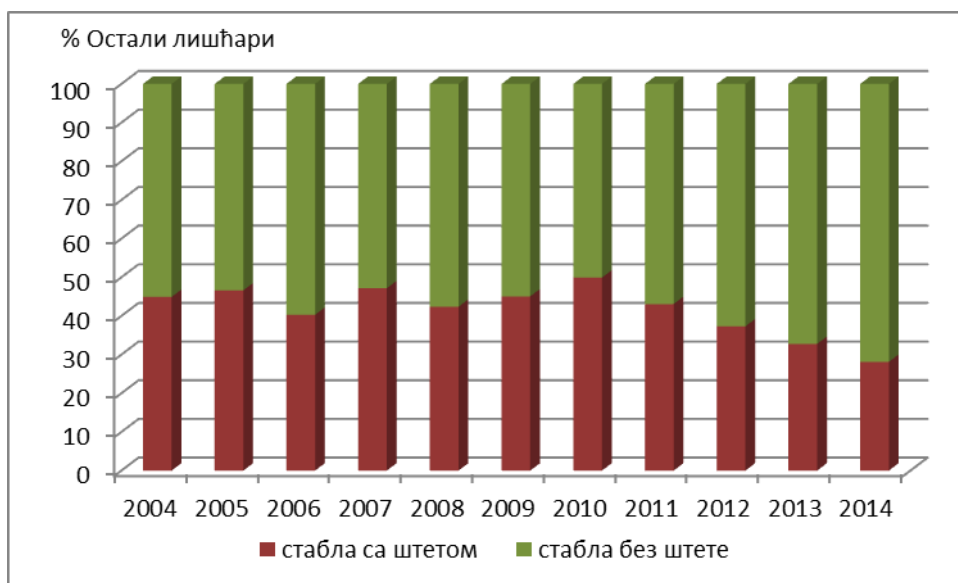
4.6. Узроци штета осталих лишћарских врста дрвећа

У остале лишћарске врсте су сврстане врсте које су присутне на истраживаним локалитетима са мањим бројем стабала: клен (*Acer campestre*), млеч (*Acer platanoides*), јавор (*Acer pseudoplatanus*), бреза (*Betula pendula*), бели граб (*Carpinus orientalis*), питоми кестен (*Castanea sativa*), пољски јасен (*Fraxinus angustifolia* spp. *oxycarpa*), бели јасен (*Fraxinus excelsior*), црни јасен (*Fraxinus ornus*), дивља јабука (*Malus sylvestris*), црни граб (*Ostrya carpinifolia*), бела топола (*Populus alba*), хибридна топола (*Populus hybridus*), јасика (*Populus tremula*), дивља трешња (*Prunus avium*), медунац (*Quercus pubescens*), лужњак (*Quercus robur*), багрем (*Robinia pseudoacacia*) и друге врсте које су присутне само са по једним стаблом. Ове врсте су заступљене са 16,4% стабала у односу на укупан број стабала свих истраживаних врста дрвећа (**Слика 21**). Присутне су на 56 истраживаних локација од чега 33 у државним шумама а 23 у приватним шумама, најчешће у висинској зони од 200-500 мнв. Број стабала осталих лишћара се током година мењао услед различитих фактора, што се може видети у **Прилогу 11**.



Слика 21. Заступљеност стабала осталих лишћара на истраживаним локалитетима

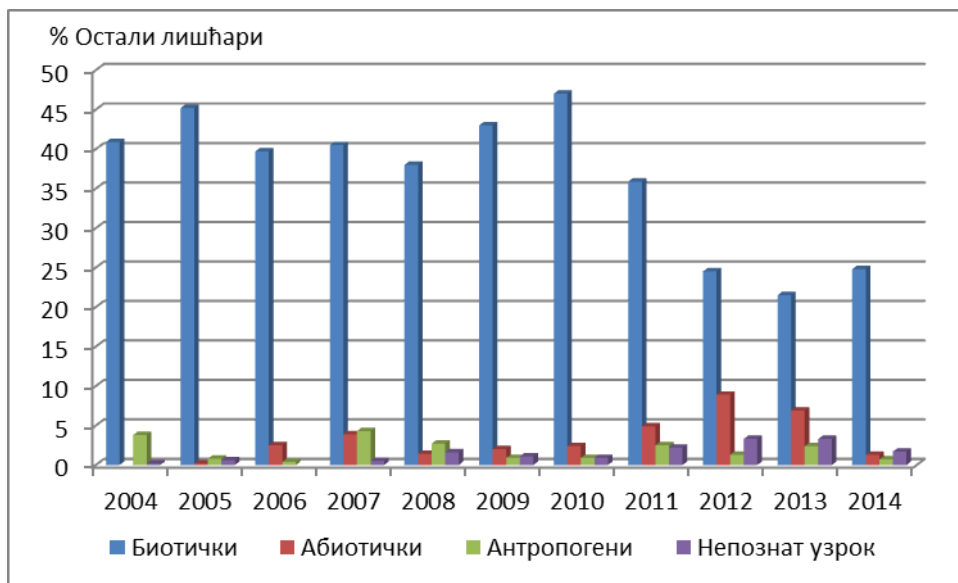
На основу укупног броја стабала осталих лишћара по години истраживања, на **Графикону 74** је приказан њихов проценат са штетом и без штете. Може се приметити да је проценат стабала са штетом прилично уједначен у периоду од 2004. до 2011. године, да би у последње три године истраживања број стабала са штетом био у паду. Може се издвојити 2010. година са највећим процентом штета када је на 49,9% стабала забележена нека промена, док је просечан број штета у истраживачком периоду износио 41,6% стабала.



Графикон 74. Заступљеност стабала осталих лишћара са штетом и без штете у истраживаном периоду

Фактори који су проузроковали штете на стаблима осталих лишћара приказани су на **Графикону 75**.

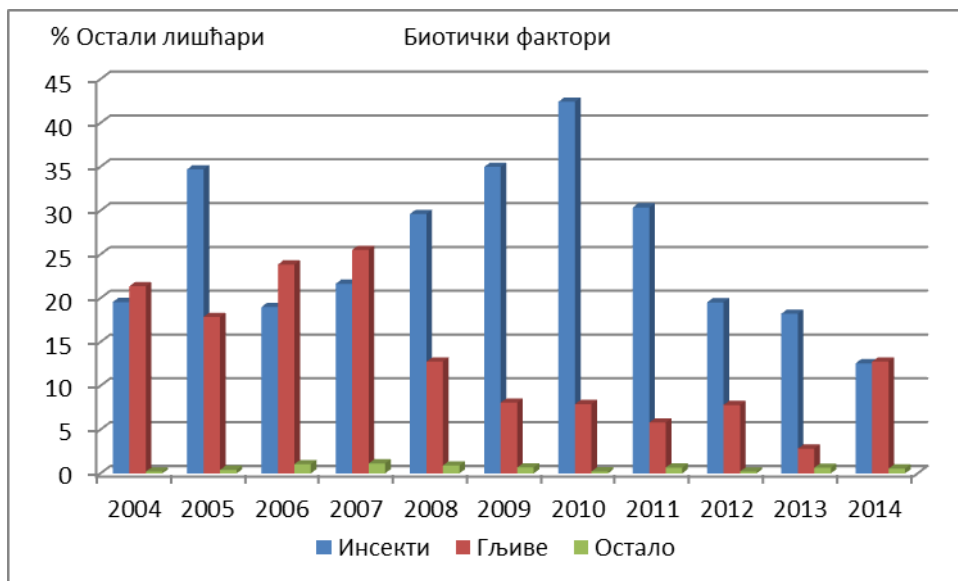
Може се приметити да су најдоминантнији били негативни утицаји биотичких фактора током свих година истраживања, што је био случај и код најзаступљенијих лишћара. Ови фактори су углавном утицали и на укупно стање штета, што се може видети поређењем са предходним графиком. Приметно је и константно присуство абиотичких фактора који су у периоду од 2010. до 2013. године у наглom порасту, након чега следи њихово смањење. Такође, у истом предходно поменутом периоду је дијагностиковано и увећање штета непознатог порекла које је ниског процента, а примећено је и на већини најзаступљенијих врста дрвећа.



Графикон 75. Утицај фактора стреса на истраживаним локалитетима за остале лишћаре

На следећим графиконима су приказане штете изазване различитим факторима регистрованим током процене. Приказане су укупне штете у односу на број стабала осталих лишћара по годинама истраживања при чему је сваки од узрочника штета посматран засебно.

На основу симптома насталих утицајима биотичких фактора, на **Графикону 76** се може приметити да су се инсекти и гљиве смењивали у погледу најзаступљенијих узрочника штета током година истраживања. Такође, у појединим годинама су поменути узрочници заједно утицали на укупан број стабала са штетом, што се може видети поређењем са предходним графиконом. Када је реч о штетама од инсеката, као најнеповољније се могу издвојити 2005. година (34,7% стабала) и 2010. година (42,4% стабала), као и период константног раста штета од ових узрочника од 2008. до 2010. године, док је у случају утицаја гљива овај тренд обрнут. Највећи је у периоду од 2004. до 2007. године након чега следи смањење штета. Остали узрочници биотичке природе су присутни, али без већег значаја и утицаја на остале лишћаре.



Графикон 76. Утицај биотичких фактора на остале лишћаре (2004-2014)

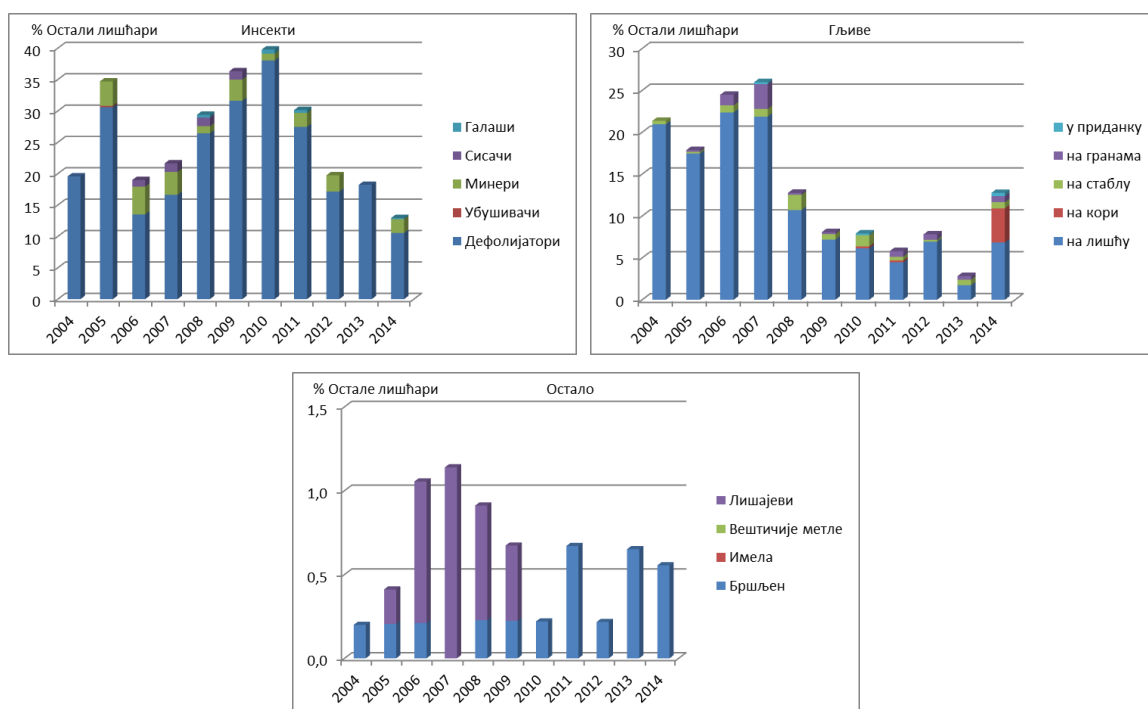
На **Графикону 77** су приказани узрочници штета биотичке природе. Сваки од узрочника је приказан и посматран појединачно и сврстан у одређену групу.

Најзаступљенији инсекти на стаблима осталих лишћара током свих година истраживања били су дефолијатори који су причинили штете на лисној маси. Због великог броја различитих врста дрвећа које је сврстано у групу осталих лишћара присутни су и различити дефолијатори који су везани за одређену биљку хранитељку. Међу њима на првом месту треба истаћи губара (*Lymantria dispar* L.) који је полифагни инсект, примарни узрочник штета, склон масовном намножавању и потенцијални узрочник великих штета. Такође, губар може направити голобрсте приликом пренамножавања и на четинарским врстама дрвећа, али не и на јасену који избегава у својој исхрани. Бели јасен - *Fraxinus excelsior*, црни јасен - *Fraxinus ornus* и пољски јасен - *Fraxinus angustifolia*, чине 21,2% од укупног броја осталих лишћара, па је о утицају губара и поред његовог великог присуства у појединим годинама, тешко говорити. Готово током свих година највећи број штета од дефолијатора на јасену изазвали су шпанска буба (*Lytta vesicatoria* L.) и јасенов сурлаш (*Stereonychus fraxini* De Geer) (**Графикон 77**).

Такође се примећује и константно присуство минера који су изазвали штете на лишћу, док штете од осталих идентификованих инсеката немају већих утицаја на ове врсте.

Као што се може видети на истом графикану, гљиве су у односу на део стабла на коме су костватоване, биле најзаступљеније на лишћу на коме су и причиниле штете током свих година. Као и код инсеката, због већег броја различитих врста дрвећа забележено је присуство и различитих врста гљива. Идентификоване су и гљиве на другим деловима стабла са мањим утицајима на остале лишћаре.

Остале штете биотичке природе су биле присутне током свих година истраживања у веома малом проценту и нису утицале на стање стабала. Међутим, као и код већине предходних врста, приметано је присуство лишајева до 2009. године, након чега више нису регистровани.

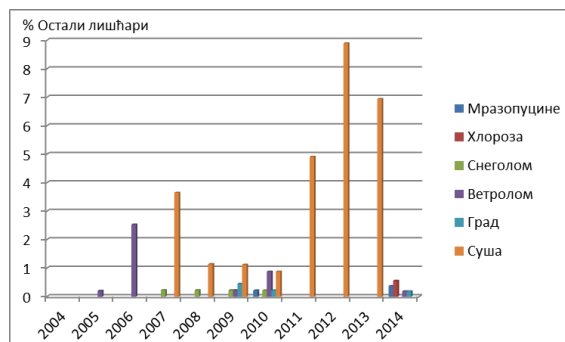


Графикон 77. Утицаји биотичких фактора на стабла осталих лишћара - појединачно

Од штета изазваних абиотичким факторима могу се издвојити штете које су настале услед високих температура и суше током 2007. године када је проценат оштећених стабала износио 3,6%, и у периоду од 2011. до 2013. године када је највећи проценат оштећених стабала износио 8,9% (2012. године). Ови фактори су утицали и на укупне штете у предходно поменутих годинама, док остале штете абиотичке природе које су регистроване у току истраживачког периода нису значајније утицале на остале лишћаре (**Графикон 78** и **Графикон 79**).

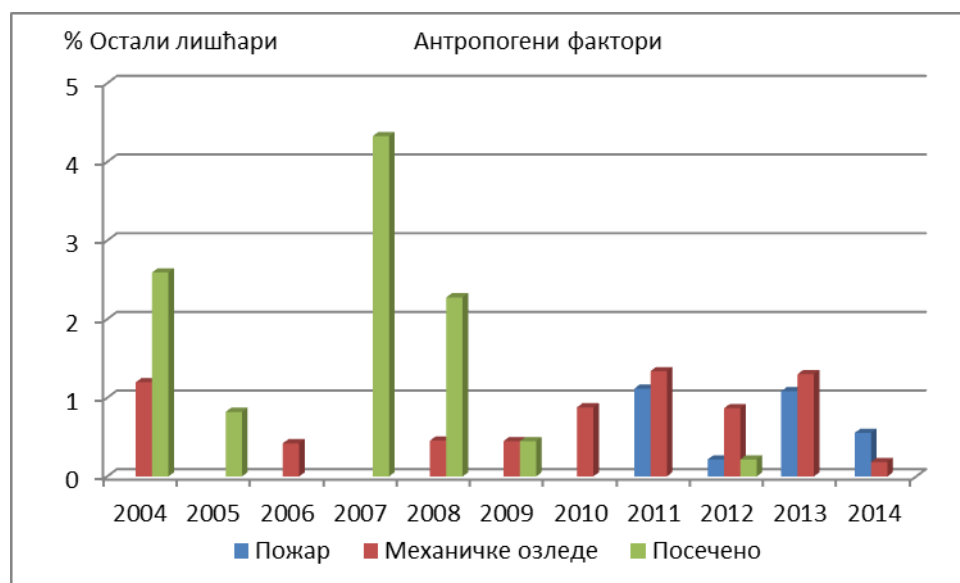


Графикон 78. Утицај абиотичких фактора на стабла осталих лишћара (2004-2014)



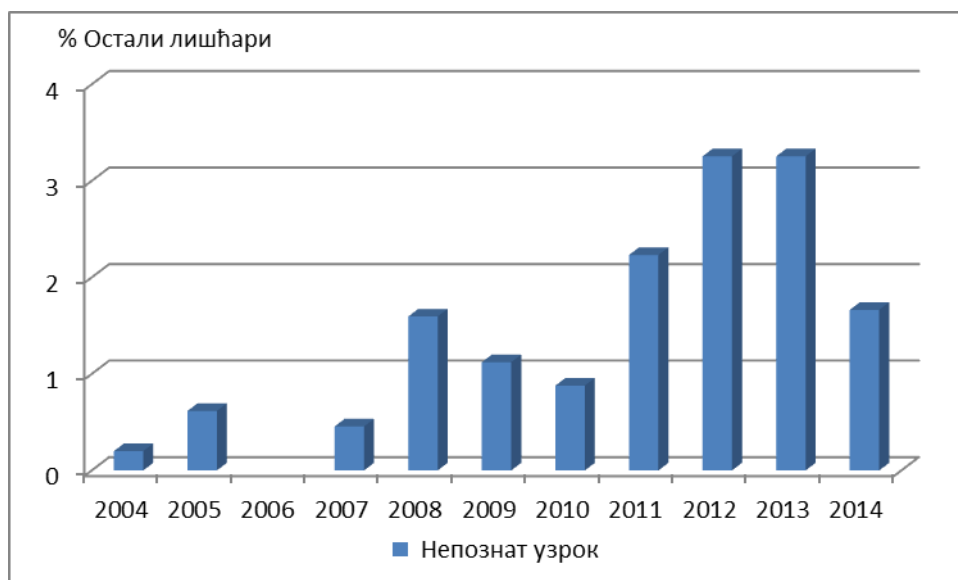
Графикон 79. Утицај ниских температура, механичких оштећења и високих температура на стабла осталих лишћара

Приметан је сталан утицај антропогених фактора ниског процента, од којих се могу издвојити механичке озледе и посечена стабла (**Графикон 80**). Ови фактори нису имали значајнијих утицаја на стабла осталих лишћара у истраживаном периоду.



Графикон 80. Утицај антропогених фактора на стабла осталих лишћара (2004-2014)

На **Графикону 81** су приказане штете чији узрок није било могуће са сигурношћу утврдити. Процентуална заступљеност ових штета је ниска, али је код осталих лишћарских врста као и код свих најзаступљенијих лишћара приметан тренд раста штета непознатог порекла у периоду 2010-2014 година.



Графикон 81. Утицај непознатог узрока на стабла осталих лишћара (2004-2014)

4.7. Дефолијација као индикатор стања шума

Од када је уведена као индикатор процене стања шума, (ICP Forests раних 80-их година прошлог века), дефолијација се користи као главни показатељ. Дефинисана је као губитак лишћа код лишћара или иглица код четинара у поређењу са референтним стаблом које представља здраво стабло без симптома дефолијације у непосредној близини оцењиваног стабла, или замишљено стабло такође без губитка лишћа/иглица (*Слика 22*). Дефолијација се оцењује без обзира на узрок губитка лишћа или иглица. Процена је субјективна, а понављање и провера се спроводи у циљу постизања једнообразности и што тачнијих резултата.

Дефолијација може бити последица различитих фактора стреса укључујући временске прилике као што су високе и ниске температуре, падавине, затим утицаји инсеката и гљива, загађење ваздуха, киселе кише, итд. Варијације дефолијације на годишњем нивоу могу бити последица привремених утицаја (нпр. инсеката дефолијатора) али и несигурног мерења. У складу са тим, резултати су фокусирани на дугорочне трендове. Такође, истраживања која су заснована на праћењу дефолијације показују да мењање тј. несталност броја дрвећа које је укључено у узорак услед сече, искључивање мртвих и замене нових стабала, не изазива поремећаје у резултатима током година (*Lorenz M., и сар. 2009*).



*Слика 22. Приказ процене дефолијације. 10% (лево), 25% (у средини) и 65% (десно)
(Чешљар Г. 2014)*

Као један од првих симптома почетка сушења појединачних стабала и већих површина шума је регистровање повећања дефолијације, те је праћење њеног интензитета од великог значаја. Основно правило приликом одабира стабала за праћење стања је да она морају задовољити услов да у тренутку избора немају значајних механичких оштећења која у будућности могу бити погодна места за напад инсеката и гљива и тиме утицати на појаву дефолијације и сушење као крајњи исход, а при томе замаскирати примарни узрок.

Током истраживаног периода оцењивана је дефолијација без обзира на узрок њеног настанка. Ради разумевања могућег узрока сушења издвојена су сва стабла која су током овог периода забележена као сува (*Табела 15*). Уочено је неколико различитих група стабала са крајњим исходом сушења кроз појаву дефолијације:

- I. прва група стабала је од самог одабира за праћење стања током већине година показивала дефолијацију у класи 0 (нема) и 1 (слаба) да би у последњих неколико година дефолијација прешла у више класе 2 (умерена), 3 (јака) и 4 (мртво) као крајњим исходом сушења;
- II. друга група стабала је показала „изненадно“ сушење са прелазом из класе 0 или класе 1 у класу 4;

III. трећу групу чине стабла која су одмах након прве године показивала веће класе дефолијације, а након низа година дошло је до њиховог сушења.

У односу на укупан број осушених стабала у периоду истраживања (2004-2014), може се издвојити 2014. година када је регистрован највећи број сувих стабала чија је дефолијација била 100% у односу на цео истраживачки период и износи 43,3%, затим следи 2013. година са 17,53%, док су остале године приближних вредности и крећу се у интервалу од 2 до 8% осушених стабала. Највећи број сувих стабала се може сврстати у поменути прву групу (стабла су у последњих неколико година имала постепено увећање дефолијације са крајњим исходом сушења), као и стабла друге групе када је дошло до „изненадног“ сушења. Најизраженији период појаве ове две групе стабала трајао је од 2011. До 2014 године када се осушило 71,74% стабала сврстаних у другу групу и 93,75% стабала сврстаних у прву групу. Приметано је и да 50% стабала треће групе веће проценте дефолијације бележи од 2007. до 2008. године, а чије је сушење регистровано у периоду као и у случају прве две групе стабала (2011-2014).

Табела 15. Кретање дефолијације на стаблима током година истраживања са крајњим исходом сушења и њихова подела на групе

БИТ број	Број и ознака стабла	Врста	Дефолијација %											група
			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
23	3 N	Клен	10	20	20	10	20	30	30	10	100	70	100	I
20	3 NW	Бреза	20	20	10	10	10	5	5	20	20	80	100	I
20	4 NW	Бреза	20	25	15	15	10	0	0	5	60	85	100	I
14	6 E	Граб	0	10	10	10	10	10	5	10	10	40	100	I
28	5 E	Буква	10	0	0	20	15	10	5	10	5	0	100	II
56	2 W	Буква	25	25	25	25	15	10	10	10	25	95	100	I
69	5 S	Буква	20	0	10	5	0	0	0	10	5	5	100	II
415	1 N	Буква	30	30	10	10	0	10	10	5	0	10	100	II
415	5 S	Буква	20	20	20	10	10	10	5	0	0	80	100	I
20	2 SW	Ласика	30	35	30	15	10	10	10	15	20	40	100	I
20	3 SW	Трешња	15	20	20	20	15	5	30	30	90	95	100	I
15	5 S	Цер	20	30	10	10	10	10	0	5	0	10	100	II
19	3 NW	Цер	15	10	15	15	5	0	5	0	5	5	100	II
19	4 NW	Цер	15	10	15	15	0	0	10	5	5	0	100	II
19	5 NW	Цер	20	20	20	15	0	0	0	5	10	0	100	II
19	6 NW	Цер	15	15	15	20	5	0	0	0	5	10	100	II
19	2 SE	Цер	15	20	20	10	0	0	10	5	10	15	100	II
29	4 N	Цер	10	20	20	20	0	0	10	10		95	100	I
29	3 W	Цер	20	50	10	20	80	90	50	70	80	80	100	III
35	2 W	Цер	0	30	10	10	0	20	30	15	25	0	100	II
36	2 E	Цер	20	40	10	20	10	0	10	20	90	95	100	I
81	6 E	Цер	20	20	10	30	10	20	20	10	30	80	100	I
7	3 W	Сладун	40	20	10	10	10	0	20	20	10	95	100	I
26	7 W	Сладун			10	10	30	30	10	40	50	80	100	I
36	1 E	Сладун	10	20	20	20	0	0	20	5	20	80	100	I
37	5 N	Сладун	20	40	40	40	30	0	10	0	0	70	100	I
37	3 S	Сладун	10	10	40	20	10	0	10	0	10	0	100	II
41	5 E	Сладун	40	40	20	30	20	20	30	30	40	15	100	I
41	7 W	Сладун			0	50	60	60	50		95	40	100	III
56	2 N	Сладун	30	25	20	20	5	0	10	5	0	10	100	II
103	5 N	Лужњак	10	5	15	15	30	35	35	30	25	95	100	III
426	3 N	Лужњак	50	55	35	20	25	35	35	75	80		100	III
24	5 W	Багрем	10	0	10	10	0	0	0	0	20	40	100	I
41	5 W	Багрем	20	20	15	40	70	80	80		60	95	100	III
68	2 E	Багрем	0	0	0	90	40	40	0	60	80	90	100	III

БИТ број	Број и ознака стабла	Врста	Дефолијација %											група
			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
401	1 S	Јела	20	25	20	10	5	5	0	5	10	0	100	II
415	2 N	Јела	20	10	0	20	20	10	10	30	80	90	100	I
415	5 E	Јела	20	10	10	10	20	0	0	5	0	0	100	II
417	4 E	Смрча	5	5	0	0	5	5	10	5	5	75	100	I
59	6 N	Б. бор	15	20	15	10	0	0	0	0	15	15	100	II
59	6 S	Б. бор	5	5	5	5	0	0	0	0	10	10	100	II
59	1 W	Б. бор	15	15	10	5	0	0	10	0	10	10	100	II
21	1 E	Бреза	10	10	10	5	30	30	0	0	70	100		I
21	3 E	Бреза	15	15	15	10	0	10	0	0	90	100		I
13	1 W	Буква	20	30	10	20	15	10	0	0	0	100		II
21	1 W	Буква	10	5	0	0	0	0	0	0	10	100		II
50	4 W	Буква	35	30	20	20	30	0	0	0	0	100		II
51	7 S	Буква							10	80	90	100		I
403	1 N	Буква	0	0	0	0	0	0	10	20	85	100		I
29	1 W	Цер	10	40	10	10	20	20	10	10	30	100		I
100	4 W	Цер	10	10	10	40	40	40	30	10	40	100		III
30	5 S	Багрем	10	30	30	80	40	50	70	90	90	100		III
415	3 S	Јела	0	20	10	20	30	10	0	80	80	100		I
101	6 E	Ц. бор	45	70	60	60	80	85	80	80	80	100		III
40	1 S	Буква	0	0	0	0	10	10	5	0	0	100		II
96	4 W	Буква	0	0	0	0	70	90	40	30	30	100		III
409	6 E	Буква	10	10	10	10	5	10	5	15	10	100		II
102	3 E	Х. топола	40	40	10	40	20	35	40	25	35	100		III
102	8 W	Х. топола								65	60	100		I
96	8 N	Буква					20	25	0	0	100			II
21	2 E	Бреза	20	15	20	15	15	20	10	0	100			II
23	4 S	Ц. јасен	10	20	20	10	20	95	20	30	100			I
60	5 W	Цер	15	20	10	15	0	10	10	20	100			II
17	6 NE	Сладун	25	15	15	40	40	70	5	0	100			II
23	3 W	Граб	10	20	10	10	30	80	90	90	100			III
51	9 W	Буква							10	10	100			II
95	4 E	Буква	20	0	0	80	90	90	90	100				III
64	5 N	Китњак	0	0	10	20	20	20	70	100				I
96	6N	П. кестен	0	0	5	20	20	30	0	100				II
40	3 W	Буква	0	0	0	0	90	90	80	100				I
48	5 S	Буква	35	30	5	15	0	50	50	100				I
421	6 S	Ц. јасен	0	0	0	10	10	25	100					II

БИТ број	Број и ознака стабла	Врста	Дефолијација %											група
			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
75	1 S	Китњак	60	70	30	30	40	45	100					III
20	2 NW	Бреза	15	20	5	10	25	15	100					II
102	1 W	Х. топола	35	30	40	30	25	15	100					II
102	6 W	Х. топола	15	25	10	35	15	10	100					II
18	1 E	Сладун	25	35	30	30	20	15	100					II
27	1 N	Китњак	20	20	20	40	35	35	100					I
105	1 W	Липац	15	10	10	20	10	5	100					II
23	2 W	Граб	60	50	50	40	90	100						III
102	2 N	Х. топола	80	80	80	80	70	100						III
412	4 E	Буква	10	0	20	10	0	100						II
426	5 N	Лужњак	65	65	65	80	100							III
427	6 S	Лужњак	40	45	45	90	100							III
37	2 N	Сладун	10	40	50	70	100							III
427	1 S	Лужњак	50	55	55	65	100							III
106	4 S	Китњак	20	20	15	100								II
427	4 E	Лужњак	65	70	90	100								III
418	1 E	Јела	10	10-	20	100								II
427	1 E	Лужњак	65	75	100									III
21	3 W	Цер	35	40	100									III
418	2 S	Јела	20	20	100									II
73	1 W	Јела	25	25	100									I
48	5 N	Буква	5	5	100									II
423	1 W	Лужњак	90	90	100									III
105	5 N	Липац	65	100										III
41	1 W	Багрем	60	100										III

Посматрајући исту **Табелу 15.** тј. појединачне локалитете где је забележен већи број сувих стабала, може се приметити да су се стабла најчешће осушила у истој години или у току две узастопне године. Такође, преко 70% сувих стабала најзаступљенијих врста дрвећа се осушило у периоду од 2011-2014 године, а као „преломна“ се може сматрати 2013. година јер се тада запажају прва значајнија сушења.

Након обраде података за период од 2004. до 2014. године, утврђена је дефолијација по класама (0-5) и степенима (нема, слаба, умерена, јака и осушено), као и просечна дефолијација најзаступљенијих лишћара и четинара, као и осталих лишћарских врста у Србији (*Прилог 12-21*).

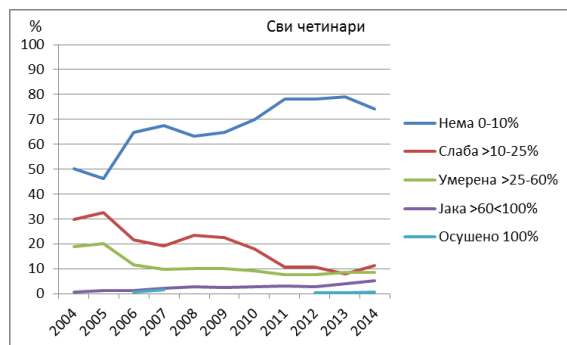
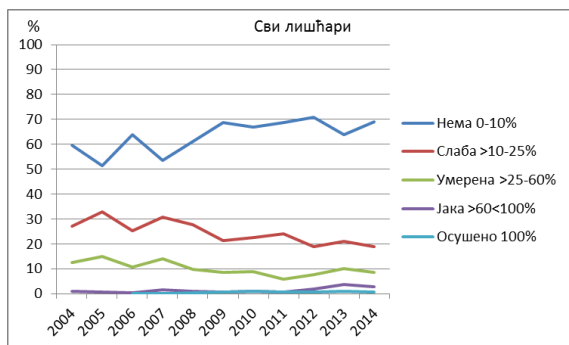
4.7.1. Тренд дефолијације у Србији у периоду 2004-2014

На *Графиконима 81, 82 и 83* приказани су трендови дефолијације стабала свих лишћара, свих четинара и свих врста дрвећа по годинама, а на основу степена (нема, слаба, умерена, јака и осушено) тј. губитка лишћа/иглица у процентима.

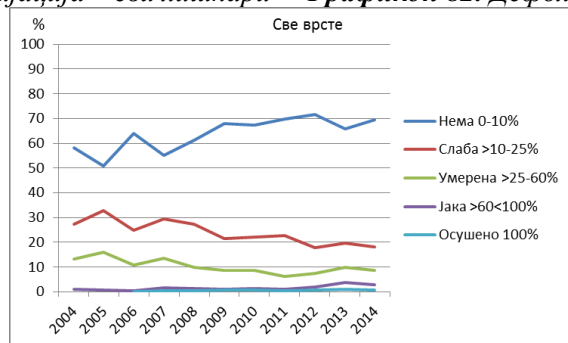
Може се приметити да трендови дефолијације свих лишћарских врста (*Графикон 81*) готово идентично осликавају стање свих врста дрвећа (*Графикон 82*). Главни разлог ове констатације је несразмеран број лишћарских и четинарских врста дрвећа на истраживаним локалитетима (лишћари 88,1% а четинари 11,9% стабала). Међутим, као што је већ поменуто у једном од претходних поглавља, овај однос заступљености лишћара и четинара констатован је *Националном инвентуром шума* на целој територији Србије и представља репрезентативан узорак.

Такође, на овим графиконима се може приметити и константно увећање броја стабала без уочених знакова дефолијације (0-10%). Међутим, приметно је и постепено повећање бројности стабала захваћених дефолијацијом већег степена (>60<100% и 100%), нарочито у периоду од 2011. до 2014. године, док слаба и умерена дефолијација има константан пад од 2004. до 2014. године.

На *Графикону 82* се може видети да сви четинари, иако не осликавају идентичан тренд дефолијације који је констатован код свих лишћара у односу на све врсте дрвећа, свакако имају сличан тренд раста или смањења дефолијације наведених степена током година истраживања. Као значајнија разлика, може се приметити пораст умерене дефолијације у периоду од 2011. до 2014. године, да би 2013. година она била више изражена у односу на слабу дефолијацију.



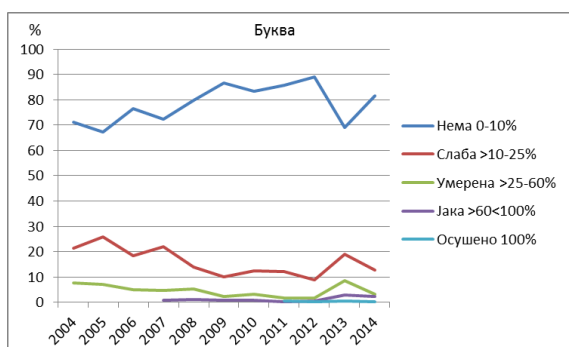
Графикон 81. Дефолијација – сви лишћари Графикон 82. Дефолијација – сви четинари



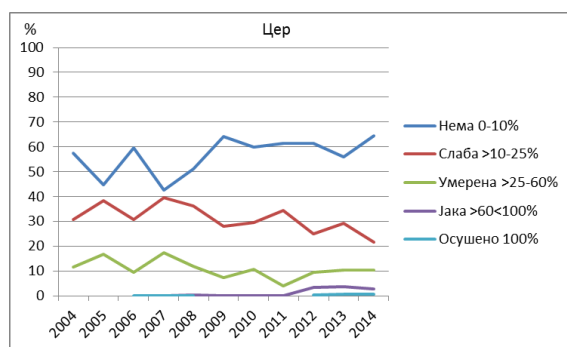
Графикон 83. Дефолијација – све врсте

4.7.2. Трендови дефолијације лишћарских врста дрвећа

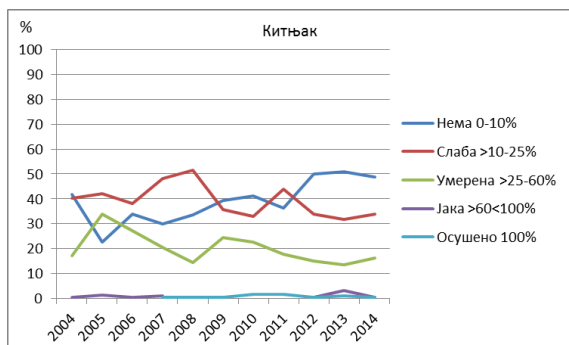
На следећим графиконима су приказани трендови дефолијације стабала лишћарских врста дрвећа, на основу степена (нема, слаба, умерена, јака и осушено) тј. губитка лишћа у процентима, за период од 2004. до 2014. године.



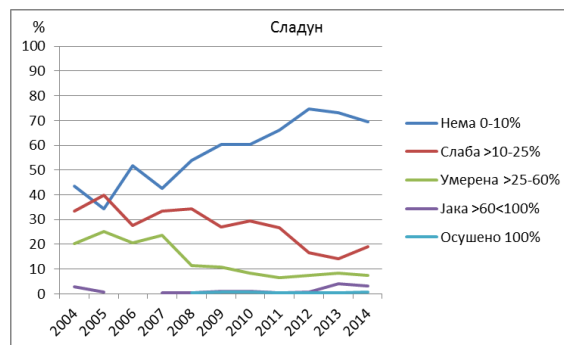
Графикон 84. Дефолијација буква



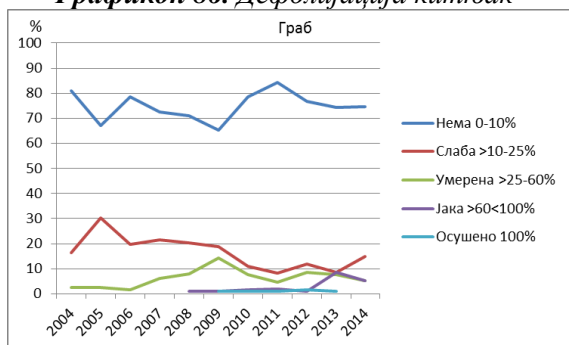
Графикон 85. Дефолијација цер



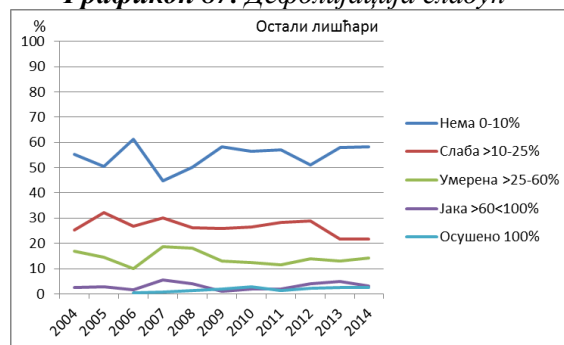
Графикон 86. Дефолијација китњака



Графикон 87. Дефолијација сладун



Графикон 88. Дефолијација граба



Графикон 89. Дефолијација остали лишћари

Највећи број стабала лишћарских врста дрвећа је имао дефолијацију у опсегу од 0-10% (нема дефолијације). На **Графикону 84** и **Графикону 88** може се приметити да се предходна констатација нарочито односи на стабла букве и граба током свих година истраживања, с обзиром да је на највећем броју ових стабала дефолијација отсуствовала. У просеку за приказани истраживачки период дефолијацију од 0-10% је имало 78,4% стабала букве, 74,9% стабала граба, 57,3% стабала сладуна, 56,6% стабала цера, 39% стабала китњака и 54,7% стабала осталих лишћара.

Дефолијација која је >10-20% (слаба дефолијација) сматра се фазом упозорења, и код највећег броја врста је по заступљености била одмах после дефолијације од 0-10%. Једино је китњак имао израженију слабу дефолијацију током већег броја година (**Графикон 86**) у односу на дефолијацију која се сматра минорном или је нема. У приказаном периоду истраживања слабом дефолијацијом било је захваћено 39,3% стабала китњака, 31,2 % цера, 27,4% сладуна, 26,7% осталих лишћара, 16,5% граба и 16,0% букве.

Умерена дефолијација (>25-60%) је процентуално била најизраженија на китњаку у односу на остале лишћарске врсте (**Графикон 86**). За цео истраживачки

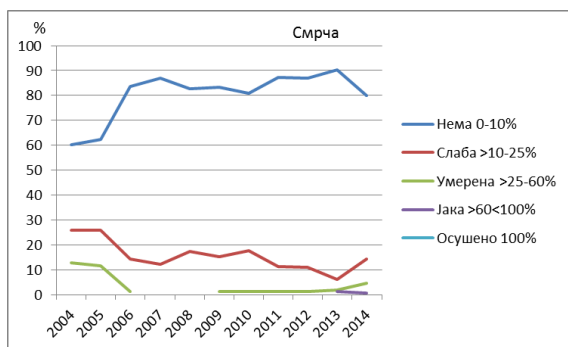
период умереном дефолијацијом је било захваћено 20,3% китњака, 14,2% осталих лишћара, 13,5% сладуна, 10,9% цера, 6,2% граба и 4,5% букве.

Јаку дефолијацију (>60<100%) најзаступљеније лишћарске врсте су имале 2013. године (*Графикон 84-88*), док су остали лишћари увећање ове категорије дефолијације имале и 2007. године. У просеку за приказани истраживачки период дефолијацију већу од 60 а мању од 100% имало је 3% стабала осталих лишћара, 1,8% граба, 1,4% сладуна, 1,0% цера, 0,9% букве и 0,8 китњака.

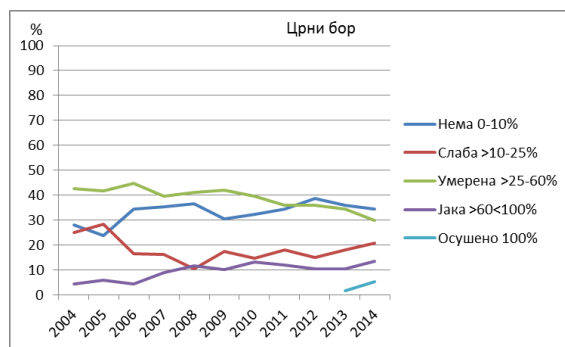
Осушена стабала чија је дефолијација била 100%, у просеку је имало 1,4% осталих лишћара, 0,7% китњака, 0,5% граба, 0,3% сладуна, 0,2% цера и 0,1% стабала букве. Као и у предходној категорији (јака дефолијација), и у овој се може приметити да је посматрајући појединачне године осушених стабала, највише стабала било током периода од 2011. до 2014. године (*Графикон 84-89*).

4.7.3. Трендови дефолијације четинарских врста дрвећа

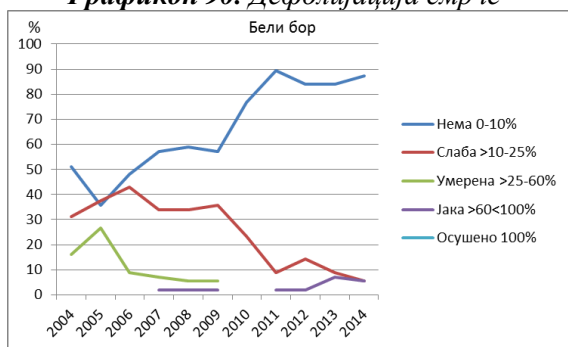
На следећим графиконима су приказани трендови дефолијације четинарских врста дрвећа на основу степена (нема, слаба, умерена, јака и осушено) тј. губитка иглица у процентима, за период истраживања од 2004. до 2014. године.



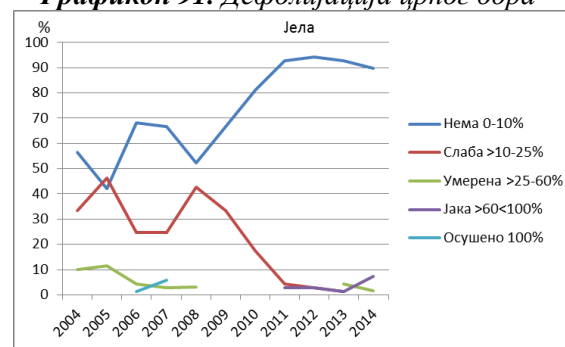
Графикон 90. Дефолијација смрче



Графикон 91. Дефолијација црног бора



Графикон 92. Дефолијација белог бора



Графикон 93. Дефолијација јеле

На приложеним графиконима се може приметити да су четинарске врсте показивале различите трендове дефолијације.

Код смрче је највећи број стабала имало дефолијацију у опсегу 0-10% (*Графикон 90*), тј. највећи број стабала ове врсте је био без дефолијације. У просеку за приказани период дефолијацију од 0-10% је имало 80,4% стабала смрче, 73% јеле, 66,3% белог бора и 33,1% црног бора.

Бели бор и јела су током првих година истраживања имали приближан број стабала која су била захваћена слабом дефолијацијом (>10-20%) и без дефолијације (0-10%), да би се од 2008. године (јела) и 2009. године (бели бор) тај број значајно увећао у корист стабала која су у категорији од 0-10% (нема дефолијације) а умањио број стабала категорије >10-20% (слаба дефолијација) (*Графикон 92 и 93*). У приказаном периоду истраживања слабом дефолијацијом било је захваћено 25,1% стабала белог бора, 21% јеле, 18,2% црног бора и 15,6% смрче.

Црни бор је једина четинарска врста која је током већег дела периода истраживања имо највећи број стабала захваћених умереном дефолијацијом (>25<60%) (*Графикон 91*). За цео истраживачки период умереном дефолијацијом је било захваћено 38,9% стабала црног бора, 6,5% белог бора, 3,6% јеле и 3,5% смрче.

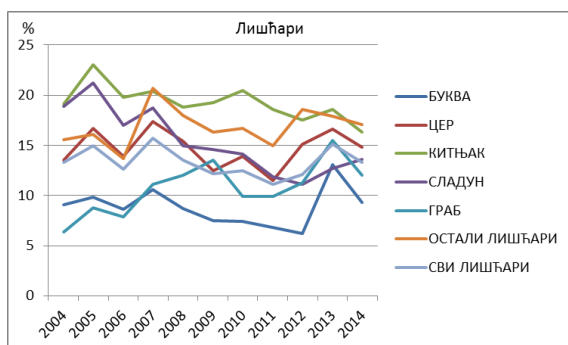
Јаком дефолијацијом (>60<100%) је био захваћено највећи број стабала црног бора (*Графикон 91*), код кога је овај тренд у константном порасту од 2004. до 2014. године, док су бели бор и јела увећање ове категорије имали у периоду од 2011. до 2014 године, а смрча од 2013. до 2014 године. У просеку за приказани истраживачки период дефолијацију > 60 < 100% имало је 9,5% стабала црног бора, 2,1% белог бора, 1,6% јеле и 0,2% смрче.

Стабала чија је дефолијација 100%, у просеку за једанаест истраживачких година, имало је 0,8% стабала јеле, 0,6% стабала црног бора, 0,1% стабала смрче, док код белог бора није регистровано ни једно стабло са 100% дефолијацијом. Као и код лишћарских врста, и код четинара се може приметити да је посматрајући појединачне године, осушених стабала највише било у периоду 2012-2014. година, а јела је овај тренд показала и 2007. године, што је био случај и са појединим лишћарским врстама.

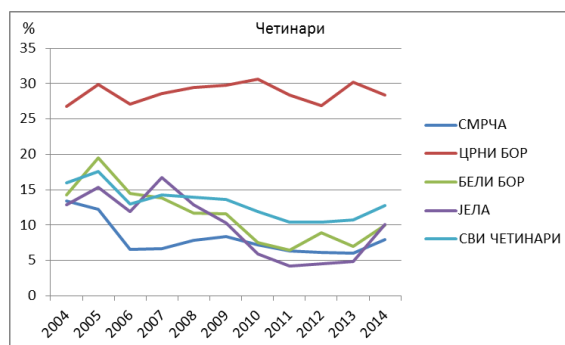
4.7.4. Просечна дефолијација у периоду од 2004. до 2014. године

Након обраде података утврђена је просечна (средња) дефолијација свих врста дрвећа по годинама током целог периода истраживања (*Прилог 22*). Анализирајући добијене резултате може се уочити да су код већине врста (лишћара и четинара) са највишим просечним дефолијацијама 2007. и/или 2013. година, што такође осликавају збирни резултати свих лишћара, па и свих укупно гледаних врста дрвећа. Најизраженије увећање просечне дефолијација у предходно поменутих годинама забележено је код букве, док је код других врста благо увећана у односу на предходне године или је у благом порасту. Од лишћарских врста највише просечне дефолијације током целог периода истраживања су забележене код китњака, док је код четинарских врста то био црни бор. Међутим, добијени резултати за црни бор се морају узети са резервом услед малог броја стабала ове врсте у узорку истраживања.

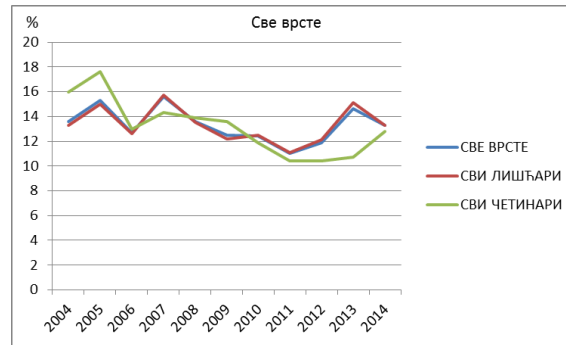
Упоређујући појединачно лишћарске врсте и њихове просечне дефолијације са просеком дефолијације свих лишћара заједно, може се приметити да су буква и граб испод просека, а остали најзаступљенији лишћари и остали лишћари изнад просека (*Графикон 94*). Такође, на *Графикону 95* је компарацијом просечних вредности дефолијације појединачних четинарских врста са свим четинарским врстама, утврђено да су смрча, јела и бели бор у највећем броју година испод просека, док је црни бор високо изнад просека дефолијације свих четинара током целог истраживачког периода. На *Графикону 96* приметно је скоро идентично кретање тренда просечне дефолијације свих лишћарских врста у односу на све врсте дрвећа, док сви четинари у појединим годинама показују више или ниже просечне вредности.



Графикон 94. Просечна дефолијација – лишћари



Графикон 95. Просечна дефолијација – четинари



Графикон 96. Просечна дефолијација – све врсте

4.8. Пример препознавања сушења шума услед деловања доминантног стресног фактора

Као добар показатељ утицаја суше као абиотичког стресног фактора на шумске екосистеме у току периода истраживања (2004-2014) може се навести пример на локалитету БИТ 415 (Маљен). На овом локалитету се налази састојина букве и јеле средње старости од 61-80 година, у државној шуми, у кординатној мрежи 4x4 (Y7431000; X4886959) на 630 мнв, северне експозиције, на еутричном смеђем земљишту (*Eutric Cambisol*) са констатованом довољном доступности воде.

Приликом издвајања стабала 2004. године за праћење њиховог стања у наредном периоду, према методологији је издвојено 24 стабала, од чега 15 стабала букве и 9 стабала јеле. Разлог одабира ове БИТ као доброг показатеља примарног узрока сушења изазваног од старане абиотичког стресног фактора (суше) је да током периода истраживања на овом локалитету није констатован губар (*Lymantria dispar* L.) као примарни узрочник штета, нити и један други инсект (нпр. поткорњаци) или гљива која би могла утицати на нормално функционисање биљног организма и изазвати стресну ситуацију. Такође, на овом локалитету није замењено ни једно стабло током целог периода истраживања, што се могло десити и услед бројних других разлога као што су редовна сеча, ветроизвала, снегоизвала, шумска крађа, пожар итд. То значи да током целог периода пратимо иста стабла која пролазе кроз идентичне повољне или неповољне услове средине (микроклиматске услове). Из наведених разлога као једини параметар можемо упоредити дефолијацију током целог периода истраживања што је приказано у **Табели 16**. У поменутој табели може се приметити да су сва стабла током периода

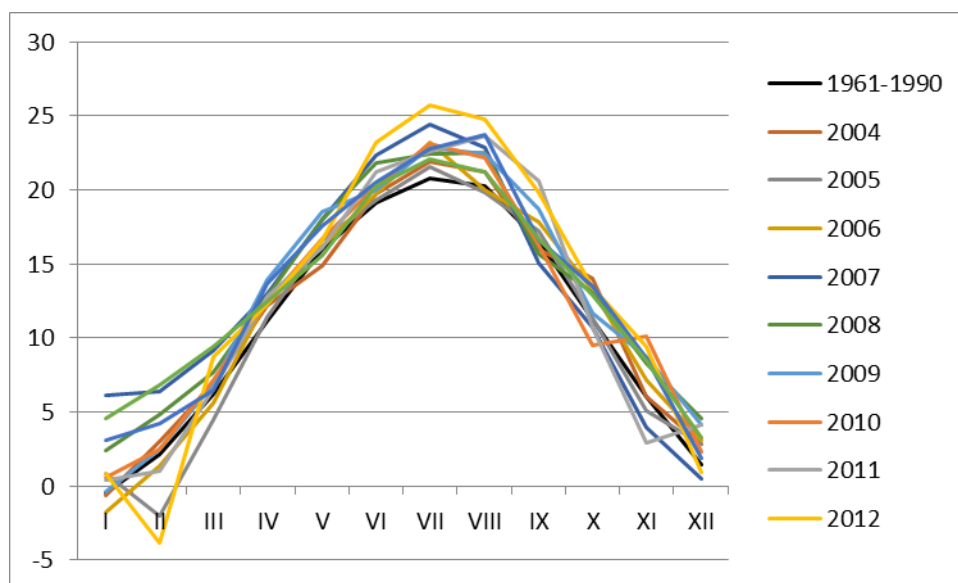
истраживања имала дефолијацију у оквиру класе 0 (0-10%) нема и класе 1 (>10-25%) слаба, што нам говори да је у питању стабилна и здрава састојина. Међутим, први симптоми сушења могу се наслутити још током 2011. године када се на појединим стаблима бележе дефолијације које значајно одступају од до тада уочених. У наредној 2012. години овај тренд се наставља, да би 2013. године била уочена и прва сушења која су се наставила 2014. године. Из приложене **Табеле 16** се види да је 30% стабала која се континуирано прате имало симптоме постепеног до потпуног сушења. Осим стабала која су издвојена и прате се дужи низ година, истраживачи у својим теренским записницима бележе да се у читавој састојини појављују исти симптоми са крајњим исходом сушења. Такође, у овом периоду на букви уочавају и јако ситан листови што је вероватно била последица вишегодишње суше против које је дрвеће на тај начин покушавало да се избори јер се преко мање површине листа губи мање воде, те је то прва линија одбране од суше. Као последица овако дугог периода без падавина уз високе температуре, дошло је и до превременог одбацивања лишћа које је наступило знатно пре уобичајеног јесењег опадања што је запажено и на великом броју других истраживаних локалитета.

Табела 16. Стање дефолијације на БИТ 415 у периоду од 2004-2014 године

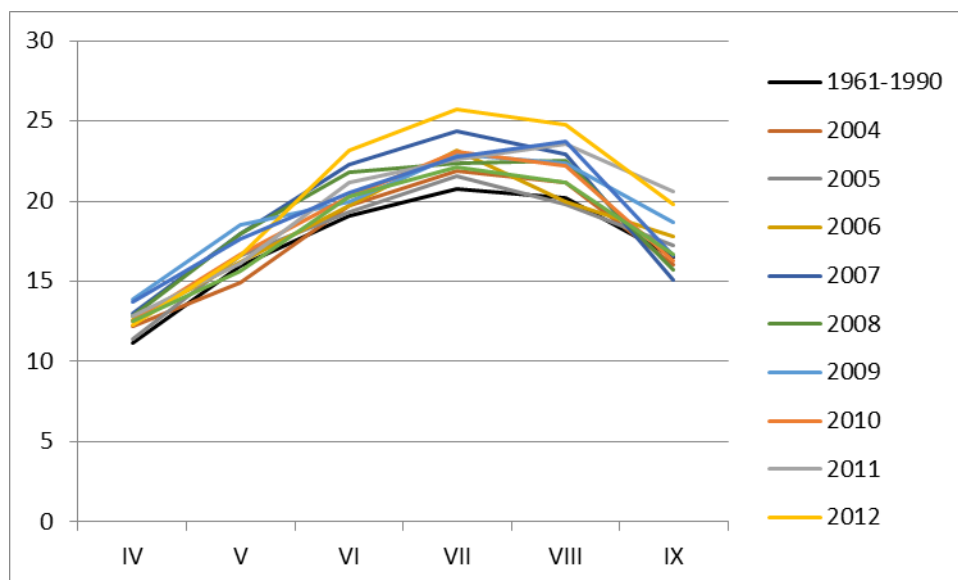
БИТ број	Број и ознака стабла	Врста	Дефолијација %										
			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
415	1N	Буква	30	30	10	10	0	10	10	5	0	10	100
415	2N	Јела	20	10	0	20	20	10	10	30	80	90	100
415	3N	Буква	20	20	0	10	0	10	0	0	0	20	10
415	4N	Буква	10	10	0	10	10	0	0	0	0	0	10
415	5N	Буква	0	20	10	10	0	0	10	0	0	10	0
415	6N	Буква	10	20	10	10	0	10	0	0	0	10	0
415	1E	Буква	0	0	10	10	0	0	0	20	0	10	10
415	2E	Буква	10	0	0	10	10	10	0	10	10	20	10
415	3E	Буква	10	0	10	10	0	10	0	0	10	0	10
415	4E	Јела	0	10	0	10	25	10	0	5	0	0	10
415	5E	Јела	20	10	10	10	20	0	0	5	0	0	100
415	6E	Буква	0	20	10	20	0	10	0	20	10	10	10
415	1W	Буква	10	10	0	10	10	10	0	0	10	10	10
415	2W	Буква	10	30	10	10	0	10	0	10	0	10	10
415	3W	Буква	0	10	10	10	10	20	0	5	0	0	0
415	4W	Јела	0	0	0	20	10	10	10	0	0	0	0
415	5W	Буква	0	20	0	10	10	10	5	10	0	10	0
415	6W	Буква	10	30	10	10	0	10	5	0	0	10	0
415	1S	Јела	0	10	10	10	10	10	0	0	0	10	0
415	2S	Јела	0	10	0	10	20	10	10	10	0	30	70
415	3S	Јела	0	20	10	20	30	10	0	80	80	100	
415	4S	Јела	0	10	10	0	10	0	5	0	0	20	60
415	5S	Буква	20	20	20	10	10	10	5	0	0	80	100
415	6S	Јела	0	10	0	10	10	20	0	10	10	40	80

На основу података метеоролошких мерења основних климатских елемената (средње годишње и средње месечне температуре ваздуха) који су везани за климатске прилике подручја на метеоролошкој станици Ваљево, приказани су резултати за референтни период 1960-1991. година, као и за период овог истраживања (2004-2014). Поређење ових података је извршено на годишњем нивоу (*Графикон 82*) и у току вегетационог периода (*Графикон 83*).

На оба претходно поменута графикона је приметно одступање средњих месечних температура током периода истраживања у односу на нормалу 1961-1990 година. Овај тренд је нарочито изражен у вегетационом периоду, а највећа одступања су забележена током 2012. године.



Графикон 82. Средње месечне вредности температуре ваздуха (2004-2014) у односу на нормалу за метеоролошку станицу Ваљево

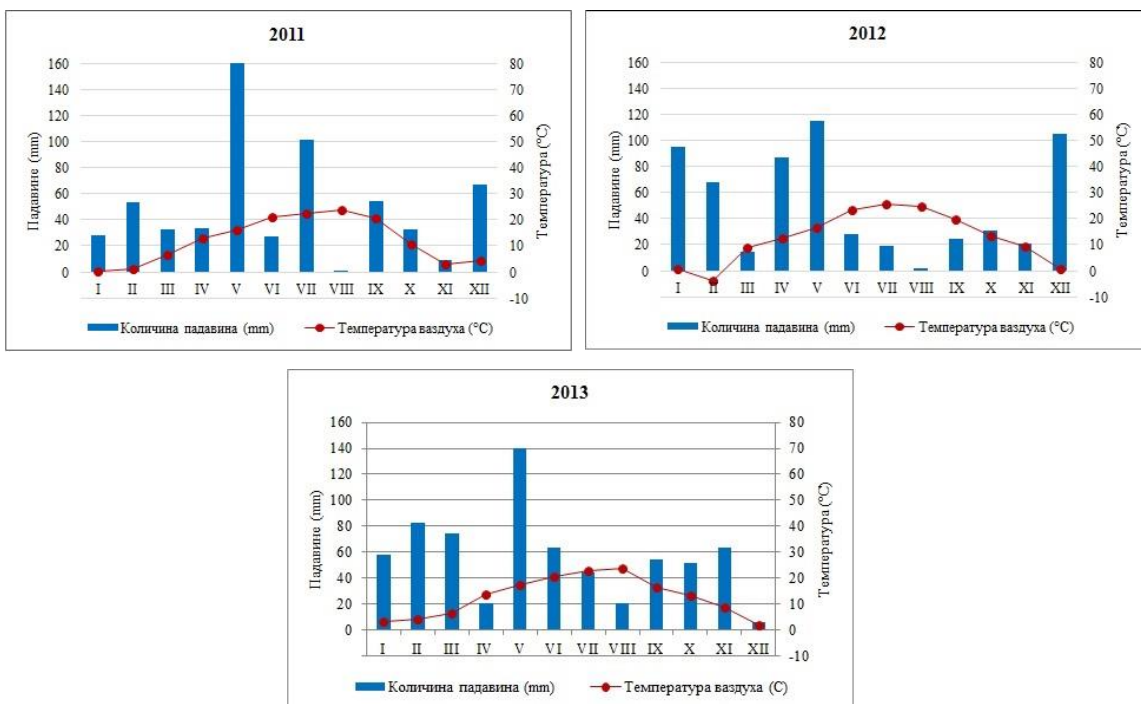


Графикон 83. Средње месечне вредности температуре ваздуха у вегетационом периоду (2004-2014) у односу на нормалу за метеоролошку станицу Ваљево

Суша се у Србији у току периода истраживања екстремно испољила 2007. и 2011. године, али 2012. година по свим климатским параметрима има карактер екстремне суше. Дефицит влаге у земљишту био је појачан дуготрајном високом температуром ваздуха, која је у току летњих месеци била виша за око 3 степена у односу на вишегодишњи просек. Климатолошки, 2012. годину карактеришу и најниже забележене температуре почетком године и јак пролетњи мраз. Међутим, и 2013. година је била екстремно топла, седма најтоплија у периоду од 1951. до 2013. године. Регистровано је шест топлотних таласа, а према подацима РХМЗ (2013) најјачи интензитет топлотних таласа, регистрованих током 2013. године, забележен је на подручју Ваљева.

Да би се потврдио утицај вишегодишње суше (2011-2013) која је наступила на целој територији Србије а и шире, на **Графикону 84** су приказани климадијаграми по *H. Walter*-у најближе главне метеоролошке станице (Ваљево) за три повезане најсушније и најтоплије године током периода истраживања. Ови дијаграми представљају односе кретања годишњих температура и падавина као најбитнијих фактора климе неког краја и дају слику суше односно, распоред хумидног и аридног периода током године. На климадијаграму за 2011. годину може се видети да су поједини месеци били сушни (јун, август) и екстремно сушни (новембар). Сумарно гледано 2011. година је била са најмањом количином падавина у односу на наредне две посматране године а и за цео истраживачки

период. Уласком у 2012. годину бележе се најниже минималне температуре ваздуха, а фебруар је био најхладнији месец од почетка метеоролошких мерења до данас. Такође, за 2012. годину се може рећи и да је лето било екстремно сушно јер су падавине биле знатно испод нормале током неколико узастопних месеци. У 2013. години се бележе веће количине падавина у односу на предходне две године, али се ова година издваја због дужине трајања топлотних таласа који су је карактерисали.



Графикон 84. Однос кретања годишњих температура и падавина

Такође, на основу обрађених података главне метеоролошке станице Ваљево за једанаестогодишњи период, приказани су резултати на годишњем нивоу и вегетационом периоду *Lang*-ове биоклиматске класификације на основу кишног фактора (*Kf*) (Табела 17), као и индекса суше (*Is*) по *de Martonne*-у (Табела 18).

Табела 17. Кишни фактор (*Kf*) по *Lang*-у

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ваљево (годишњи)	73,6	78,1	70,8	65,9	50,9	73,3	88,5	50,5	48,1	53,3	103,3
Ваљево (вегетациони период)	56,3	60,4	51,0	40,8	38,2	44,0	73,2	38,8	27,1	36,0	118,1

Табела 18. Индекс суше (*Is*) по *de Martonne*-у

Метеоролошка станица	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ваљево (годишњи)	39,4	40,6	38,0	37,0	28,7	40,7	48,3	27,4	26,9	29,9	58,2
Ваљево (вегетациони период)	18,0	19,3	16,5	13,4	12,5	14,5	23,8	12,8	09,1	11,8	38,0

Анализом приказаних вредности *Lang*-ове биоклиматске класификације (*Табела 17*), може се утврдити:

- према годишњим вредностима *Kf* ово подручје се налази на прелазу од аридних (0-60) ка хумидним (60-160) биоклиматским типовима;
- издваја се период од 2011-2013. године који се налази у аридном биоклиматском типу;
- према вредностима *Kf* у вегетационом периоду цео период истраживања припада аридном биоклиматском типу изузев 2014. године који је у хумидом типу климе;
- издваја се период од 2011-2013. године који припада полупустињском типу климе (*Kf* 20-40).

Анализом приказаних вредности *de Martonne*-ове класификације климе и подручја на основу индекса суше (*Табела 18*), може се утврдити:

- на основу годишњих вредности *Is* ово подручје припада области егзореизма;
- према вредностима *Is* у вегетационом периоду цео период истраживања припада ендореичним или егзореичним областима (области са $Is < 20$ - СУВЕ), изузев 2014. године која припада области егзореизма;
- издваја се 2012. година која на основу приказане вредности (*Is* од 5-10) у вегетационом периоду припада ендореичним областима које одражавају граничне пустињске области.

На основу предходно констатованог можемо утврдити предности овог истраживања. Континуираним праћењем (мониторингом) у дужем временском периоду могуће је констатовати тачан узрок сушења одређеног стабла и довести га у везу са одређеним стресним фактором (*Слика 23*). Ако се симптоми који су се јавили на издвојеним стаблима могу дијагностификовати и у ближем окружењу, онда је још лакше донети закључак о узроку. Предност овог истраживања у односу на друга истраживања, која се изводе тек након појаве сушења као крајњег узрока утицаја неког фактора, може се видети и у томе да када се констатује сушење појединачних стабала или већих површина шума на неком локалитету,

узрок је у том моменту јако тешко утврдити јер може бити инициран различитим факторима на које су се надовезали неки други фактори. Као једини недостатак овог истраживања може се навести непокривање већих површина шума тј. већег узорка појединих врста дрвећа, који би дао тачније резултате истраживања о узроцима стресних фактора локалног карактера. Утицаји стресних фактора који захватају велике површине као што је суша или нпр. градације губара могу се лако испратити и утврдити оваквим видом истраживања.



Слика 23. Сушење стабала јеле и букве на БИТ 415 (Чешљар Г. 2013, 2014)

5. ДИСКУСИЈА

Праћење стања шума укључује прикупљање података визуелном проценом у складу са валидном методологијом. Да би се утврдило право стање појединачних стабала и шумских заједница, неопходно је да процене буду крајње објективне, са што више јасних описа, са прецизним проценама симптома и идентификацијом проузроковача стреса. Што је временски период праћења појава и процеса дужи, грешке у процени се смањују. С обзиром да је стање шумских екосистема у тесној корелацији са факторима животне средине, резултати добијени са истраживаних локалитета упоређени су и са другим параметрима животне средине, пре свега са подацима о климатским карактеристикама Србије (РХМЗ) за исти истраживачки период од 2004. до 2014. године.

Посматрајући приказане резултате о штетама на дрвећу свих заступљених врста, може се приметити да је процентуално учешће стабала са штетом најзаступљеније 2006., 2010. и 2013. године док је у осталим годинама приближних вредности. Ова појава је утврђена првенствено на најзаступљенијим лишћарским врстама дрвећа у Србији. Код осталих лишћарских врста издваја се 2010. година, а код четинарских врста 2007-2008. и 2014. година. Када се ове штете сагледају појединачно по годинама истраживања и еколошким факторима (биотичким, абиотичким и антропогеним) који су их изазвали, примећује се да су далеко најзаступљеније биле штете које су проузроковали биотички фактори, првенствено инсекти. На неким најзаступљенијим врстама дрвећа је примећено да се штете од биотичких фактора, поготову оне које су изазване од стране инсеката, не поклапају у готово свим годинама јер као што је и констатовано, поједини инсекти су везани за одређену биљку хранитељку на којој су у појединим годинама направили штете локалног типа. Упоредјујући предходно поменуте резултате за исти период (2004-2014) са подацима групе аутора *Извештајно дијагнозно прогнозне службе* (ИДПС 2014), може се приметити да су дефолијатори, првенствено губар (*Lymantria dispar* L.), били најчешћи узрок штета, што је такође потврђено и резултатима на готово свим врстама лишћара, а нарочито на врстама из рода *Quercus* sp., које су њихов најчешћи избор приликом храћења. Ова група аутора напомиње да је губар врста која у многим деловима

свог ареала повремено ступа у пренамножавања (градације), када изазива глобрсте шума на великим површинама. У протеклих 60 година на подручју Србије губар је шест пута ступио у градацију, а чак два пута у току овог истраживања, и то од 2003. до 2006. године и од 2009. до 2014. године.

Предходно поменути подаци су констатовани и у радовима *Табакловић-Тошић М.* (2013) и *Табакловић-Тошић М. и сар.* (2014), а такође, инсекти су се показали и као најчешћи узрочници штета и у већини извештаја земаља учесница *ICP Forests* програма. У свеобухватним извештајима за Европу (*Technical report of ICP Forests*) више од половине штета узроковане инсектима приписује се дефолијаторима. Међутим, *Fischer R. et al.* (2012) напомињу да се симптоми изазвани инсектима не могу увек тумачити као штете, јер многе врсте инсеката живе и зависе од шумског дрвећа и стално су присутне у већем или мањем броју у шумским екосистемима, а тек њиховим пренамножавањем може доћи до појаве штета већих размера.

У периоду од 2003. до 2006. године када је констатована прва градација губара у оквиру истраживаног периода (2004-2014) на истраживаним локалитетима је током 2004. године установљен највећи број оштећених стабала након чега се тај број смањивао 2005. и 2006. године, с тим што је интензитет напада био јачи или слабији у зависности од појединачних стабала и локалитета. Ово се може видети и у **Прилогу 24** где је приказана упоредна анализа површина и интензитета напада губара у шумама централне Србије у периоду од 2004. до 2006. године (ИДПС 2014), као и у **Прилогу 26** где је приказан број стабала са штетом без обзира на интензитет напада. Такође, у **Прилогу 24** може се приметити и да је интензитет напада значајно варирао и да су највеће површине под врло јаким интензитетом напада, а да су мање површине под слабим, јаким, а потом и средњим интензитетом напада. Такође је приметан и пад интензитета напада губара 2005. године у односу на 2004. годину када његово присуство није регистровано на појединим површинама шума у Србији.

Поред градације губара на подручју централне Србије, забележен је и повишен ниво раних хрстових дефолијатора (*Tortricidae* и *Geometridae*) па је за поједина подручја констатовано да се ради о градацији мешовитог типа (ИДПС 2006). На основу ове констатације сви дефолијатори су и сврстани у исту групу

приликом оцене штета на стаблима. На истраживаним локалитетима није упоређен интезитет напада, већ су констатоване штете на укупном броју стабала у тој години. Међутим, на основу тог броја може се утврдити повећање или смањење интезитета напада. Осим проузрокованих штета констатована су и јајна легла губара.

У периоду друге градације губара (2009-2014) у оквиру истог периода истраживања, може се констатовати да је овај период трајао дуже од предходног и да је имао значајан раст од 2011. до 2013. године, што се може и видети у у *Прилогу 25* и *Прилогу 26*. Значајна карактеристика периода најјачег интезитета напада губара (2011-2013) је његово поклапање са периодом неповољних климатских услова када смо имали сушни период који је могао бити подстицајни узрок сушења шума и градације губара као примарног штетног инсекта који може бити доприносио узрок сушењу већ физиолошки ослабљених стабала. Ова констатација је потврђена и у додатним истраживањима (*Češljar и сар.* 2013) током којих је закључено да због градације губара у току 2012-2013. године када је констатован и утицај екстремно високих температура без падавина у дужем временском интервалу, на појединим локалитетима није могуће са сигурношћу утврдити примарни узрочник дефолијације и сушења појединачних стабала. Међутим, наведени аутори наглашавају и да ће се поменути фактори стреса, првенствено екстремне температуре праћене сушом, сигурно одразити на бржи процес сушења шума. Такође, ови аутори констатују да ни у једној години до сада стрес на биљкама није био јасније уочљив него што је то било у периоду од 2011. до 2013 године.

Услед малог узорка четинарских врста дрвећа у овом истраживању, на њима нису констатоване веће штете нити штетни фактори који би их изазвали. Међутим, поједини фактори су и на овако малом узорку указали на постојање штета и потенцијалног сушења. Битно је напоменути да најзначајније штете у четинарским шумама и културама причињавају инсекти који припадају фамилији поткорњака (*Scolytidae*). С обзиром да су поткорњаци секундарни штетни инсекти, за њихову масовну појаву неопходан је довољан број физиолошки ослабљених стабала. Физиолошку слабост могу изазвати разни негативни фактори као што је суша, пожари, ветроломи, оштећења од дефолијатора, фитопатогене

гљиве, неповољни станишни услови и слично. Такође, веома значајан фактор је и неспровођење мера неге и незавођење шумског реда после извршених сеча.

С обзиром на дуго и сушно лето током 2011. године, постојала је опасност од појаве напада поткорњака. Из извештаја *ИДПС* за 2011. годину, након постављања ловних стабала у четинарским шумама у оквиру ШГ Србијашума, НП Тара и НП Копаоник, нису регистровани јачи напади поткорњака. Утврђено је њихово присуство, али су напади тј. њихова бројност на ловним стаблима и у феромонским клопкама била слабог интензитета или их на појединим локацијама опште није било. Такође, током 2012. године настављено је праћење популације поткорњака, и у извештају *ИДПС* за 2012. годину се региструју појединачни или слаби напади на смрчи (*Ips typographus* и *Ptyiogenes calcographus*) и јели (*Ips curvidens*) и црном бору (*Blastophagus minor* и *Blastophagus piniperda*). На основу добијених резултата из 2011. и 2012. године током редовног мониторинга поткорњака у четинарским шумама у подручју централне Србије, ни наредне године се није очекивало њихово пренамножење и појава жаришта у већим комплексима шума.

Међутим, у извештају *ИДПС* већ током 2012. године су регистроване појаве сушења четинарских врста дрвећа. На већини достављеног анализираног материјала сувих делова стабала није утврђено присуство биљних болести и штеточина, док је код узорака на којима су и утврђени патогени или штетни инсекти, углавном констатовано да они не могу довести до овако интензивног сушења са тенденцијом даљег раста. Због тога се наводи да је највероватније на наведеним локалитетима дошло до истовременог дејстава и биотичких, и абиотичких фактора тј. њиховог уланчавања чији је резултат интензивно сушење. Наводи се да је процес сушења највероватније почео предходних година физиолошким слабљењем услед неповољних метеоролошких прилика (физиолошка суша, високе температуре ваздуха и обиље падавина у погодно време за развој патогених организама).

Из извештаја *ИДПС* који се односи на 2013. годину када је извршен мониторинг сушења култура четинара у оквиру државних шума којима газдује ЈП Србијашуме, и када су извршене анализе узоркованог материјала, констатовано је да је дошло до нових појава сушења. У извештају стоји да „иако је присуство

штетних биотичких фактора, фитопатогених гљива и штетних инсеката, констатовано на поједином узоркованом материјалу, они нису главни узрочници овако интензивног процеса сушења“, већ се у већини случајева напомиње да је узрочник физиолошко слабљење стабала након интензивне суше на која су деловале паразитске гљиве (*Heterobasidion annosum*, *Heterobasidion parviporum*, као и гљиве из рода *Armillaria*) и на која су насељени поткорњаки. У истом извештају из 2013. године долази се и до констатације да ће у појединим подручјима где је увелико примећено сушење појединачних и већих група стабала, у наредним годинама претити опасност од градације поткорњака, а као нарочито угрожено подручје се наводи НП Тара. Према резултатима из извештаја ИДПС из 2014. године ово подручје је и било далеко најугроженије градацијом поткорњака. Такође, из извештаја ИДПС из 2014. године, као потенцијално угрожено од поткорњака у будућности се може издвојити и подручје НП Копаоник.

Међутим, и поред малог броја четинарских врста у узорку овог истраживања, поткорњаки јесу забележени. Може се издвојити 2007. и 2008. година (смрча), као и 2013. и 2014. година (смрча и јела). У поменуте прве две године климатске карактеристике су одступале од уобичајених и сигурно су утицале на повећање бројности овог секундарног инсекта који првенствено напада ослабљена стабла, док је у последње две године овог истраживања констатован након низа година неповољних климатских услова (екстремно високе температуре без падавина у дужем временском интервалу од 2011. до 2013. године). Ова констатација се може потврдити и истраживањем Табаковић-Тошић М. Невенић Р. и Чешљар Г. (2014) на парцели за интензиван мониторинг (Ниво II) која је 2010. године формирана на планини Копаоник у чистој састојини смрче на површини од пола хектара. Од самог почетка, на појединачним стаблима ове парцеле регистроване су две најдоминантније врсте поткорњака: осмозуби смрчин поткорњак (*Ips typographus*) и шестозуби смрчин поткорњак (*Pityogenes chalcographus*). У периоду од 2010-2012. године напад је био слабог интензитета и спорадичан, да би 2013. године ушао у кулминациону фазу у појединим деловима састојине. Од укупног броја издвојених стабала (195) њих 26 или 13,4% је нападнуто од стране ове две најзначајније врсте поткорњака смрче, при чему се

потпуно осушило 19 стабала или 73,1% од укупног броја нападнутих стабала (*Прилог 27*). Спроведена истраживања су указала на различите могуће факторе који су довели до овог пренамножавања поткорњака. Међутим, недвосмислено је доказано да су промене у количини падавина и дневних температура ваздуха чија се одступања од вишедеценијског просека већ више година редовно дешавају, старост састојине, те изостанак санитарних сеча и успостављања шумског реда, значајно утицали на слабљење виталности домаћина, па самим тим и повећале њихову предиспозицију за увећање бројности поткорњака који су ту већ били присутни. Такође, и истраживања која су се бавила узроцима сушења првенствено четинарских врста дрвећа (смрче и јеле) последњих година (*Матовић и сар. 2016; Група аутора 2014*) као доминантан фактор стреса и подстицаја сушења стабала наводе на првом месту неповољне временске прилике у вегетационом периоду у току три узастопне године (2011-2013) на које су се надовезали биотички фактори (инсекти и гљиве) што је довело до њиховог потпуног пропадања.

Поред инсеката као најзаступљенијих узрочника штета, веома су значајни и утицаји осталих биотичких фактора (првенствено лишајева) који могу на стаблима проузроковати штете мањег интезитета, али могу бити и показатељи стања животне средине. Њихово присуство је варирано током година истраживања, а на највећем броју врста примећена је већа заступљеност током прве половине периода истраживања да би касније био запажен константан пад, па и нестанак на појединим истраживаним локалитетима. Према *Nimis P.L. et al. (2002), Insarov G. and Schroeter B. (2002)*, лишајеви спадају међу најосетљивије организме на промене у животној средини. Неки од највећих покретача глобалних промена, као што су климатске промене и загађење ваздуха, представљају факторе на које лишајеви реагују у само неколико година, те њиховим праћењем можемо добити корисне информације о стању животне средине. Њихов раст је веома променљив и зависи од доступности воде и температуре околине. Јављају се у гушћим формацијама на шумском дрвећу најчешће у вишим планинским регионима на местима са високом релативном влагом ваздуха и обилним падавинама.

Током истраживања издвојене су и штете непознатог порекла (штете чији узрок није било могуће са сигурношћу утврдити приликом процене) које су имале

значајан пораст у периоду од 2011. до 2014 године. Најчешће регистровани симптоми који су сврстани у штете непознатог узрока су сушење целих стабала, делова стабла или појединачних грана. Појава ових симптома регистрована је у на свим врстама дрвећа, а првенствено на најзаступљенијим лишћарима, и може се повезати са климатским приликама које су по многим параметрима одступале од нормалних вредности у односу на прву половину периода истраживања. Посматрајући ове симптоме у годинама када су значајно одступили од уобичајених (2011-2014) може се приметити да је 2011. године проценат стабала свих врста дрвећа са штетом непознатог узрока износио 4,8%, 2012. године 5,6 % (највиши), 2013. године 4,6% и 2014. године 4,4%. Процентуална заступљеност ових штета у поменутом периоду је била знатно већа и од утицаја антропогених фактора, као и од фактора абиотичке природе које је у моменту оцене било јако тешко и утврдити па су исти најчешће и приписивани непознатом узроку. Ова констатација може бити потврђена и на основу укупног броја осушених стабала током периода истраживања где су сува стабла сврстана у три групе (I, II и III) на основу кретања дефолијације током година и сушења као крајњег исхода (*Табела 15*). Период највећег броја регистрованих сувих стабала трајао је од 2011. до 2014 године.

Што се тиче дефолијације која се према *ICP Forests* сматра главним показатељем стања у коме се налазе шуме, веома је компликовано утврдити утицај појединачних фактора на њену појаву јер понекад исти фактор може деловати као предиспозициони, подстицајни или доприносићи. На пример, киселе кише могу бити пример за предиспозициони узрок, суша за подстицајни, а штетни инсекти за доприносићи. Често је тешко дефинисати утицај само једног фактора, јер ефекат сваког узрока сам по себи обично није јасно изражен. Такође, према добијеним резултатима сасвим је евидентно да различите врсте дрвећа имају и различиту отпорност на промене у животној средини, што значи да ако желимо да откријемо утицај различитих фактора на појаву дефолијације, морамо пре свега, раздвојити стабла по врстама.

Оштећења настала на лишћу или четинама услед абиотичких фактора обично су мања у односу на она која су изазвана болестима и инсектима. Већина болести и штета изазваних инсектима везана је за одређене конкретне врсте

дрвећа, док абиотички фактори утичу на све врсте дрвећа у некој области која је захваћена тим утицајем. Међутим, и абиотички фактори различито утичу на различите врсте дрвећа јер су поједине од њих отпорније или издржљивије. Ако узмемо у обзир да се дефолијација преко 25% сматра прагом за штету, тј. дрвеће које спада у класу 2,3 и 4 се сматра оштећеним (*ICP Forest Manual*), а да је највећи број штета током истраживачког периода констатован од стране биотичких фактора, на првом месту инсеката (дефолијатора), може се компарацијом резултата ових штета са резултатима дефолијације приметити да се у највећем броју случајева оне не подударају, и да дефолијација није искључиво изазвана биотичким факторима који су констатовани као најдоминантнији узрочници штета на дрвећу. На пример, код букве су биотички фактори тј. штете које су они причинили били најизраженији током 2006. и 2010. године, док је највећи проценат дефолијације у класама 2, 3 и 4 забележен 2013. године. Цер је такође највећи број штета биотичке природе имао 2006., 2010. и 2013. године, док је дефолијација класе 2 била најизраженија 2007. године, а у класама 3 и 4, 2013. године. Код китњака је највећи број штета биотичке природе забележен 2006. и 2012. године, а дефолијација класе 2 у 2005. години, класе 3 у 2013. години а класе 4 у 2011. години. Сладун је највећи број штета биотичке природе имао у периоду од 2004. до 2006. године, а дефолијација је била најизраженија у оквиру класе 2 у 2005. години, класе 3 у 2013. години и у класи 4 током 2014. године. Код граба су штете од биотичких фактора били значајно доминантне у периоду од 2008. до 2010. године и 2013. године, а дефолијација класе 2 2009. године, класе 3 2013. године, а класе 4 2014. године. Може се приметити код предходно описних лишћарских врста (најзаступљенијих лишћара у Србији) да је дефолијација класе 3 (јака >60<100 %) најинтезивнија била током 2013. године, а класе 4 (осушено 100%) у периоду од 2011-2014. године.

Резултати истраживања најзаступљенијих четинарских врста такође показују да се дефолијација по класама 2, 3 и 4 у појединим годинама у потпуности не поклапа са штетама биотичке природе које су и код четинарских врста биле најизраженије. Чак и код белог бора који се показао као најотпорнија врста, највећи проценат јаке дефолијације (класа 3) је констатован 2013. године,

што одговара и резултатима добијеним за смрчу, док је код црног бора и јеле то била 2014. година.

Такође, када се сагледају и резултати просечних дефолијација по годинама, примећује се да је код највећег броја врста просечна дефолијација најизраженија током 2007. и 2013. године. Ово нам може указати да је дрвеће по питању дефолијације највише реаговало на утицај абиотичког стресног фактора, у овом случају високих температура и изостанка падавина што је поменутих година било јако изражено.

Како би се сагледао утицај пораста температуре ваздуха на шумске екосистеме и животну средину уопште, потребан је дужи временски период од 11. година, колико је износило ово истраживање (2004-2014). За озбиљну тврдњу у климатологији, тренд од 11. година није довољан, јер се статистички значајним сматра тренд од минимум 30 година. За сагледавање температуре у дужем временском периоду користи се стандардни климатолошки референтни период од 1961-1990. године. Пошто је потреба ажурирања 30-годишње климатске статистике већ очигледна, коришћен је најновији стандардни климатолошки период од 1981-2010. године. У последњој деценији прошлог века, *Andrasko K. (1990)* и *Botkin B. et al. (1992)* проценили су да ће шумски екосистеми у будућности све више бити изложени негативним утицајима климатских промена кроз повећање средњих годишњих температура и смањења количине падавина и учесталости екстремних догађаја попут суше у скоро свим регионима света. Према подацима *Поповић Т. (2007)* у последњих тридесет година, температура ваздуха на подручју целе Србије се повећала, и има тенденцију даљег раста. Показало се да краћи периоди имају веће позитивне вредности, што значи да се повећање температуре ваздуха интензивирало последњих деценија. Такође, исти аутор наглашава (*Popović et al. 2009*) да позитивни трендови указују на раст температуре у Србији на годишњем нивоу од 1981. године који и даље траје, што потврђују и резултати *Брашанац-Босанац Љ. (2013)*. Апсолутни максимум температуре за период 1981–2010. године забележен је 2007. године (44,9 °C у Смедеревској Паланци) када је на две трећине главних метеоролошких станица превазиђен дотадашњи историјски апсолутни максимум температуре ваздуха. Регистровање нових температурних рекорда у појединим месецима настављено је

и 2008. године (Лозница - фебруар 25,6, Зајечар - мај 35°C, Бечеј – септембар 38,3°C), а већ 2011. године у току лета се бележе периоди без падавина у дужем временском периоду које ту годину сврставају у једну од најсушнијих на целој територији Србије од када постоје мерења. Међутим, наредна 2012. година се показала као још топлија тј. најтоплија и најсушнија од када постоје мерења у Србији, при чему је превазиђен и дотадашњи апсолутни максимум броја тропских дана и ноћи. Када се у обзир узме и зима 2012. године у којој је у последњој деценији забележен и апсолутни минимуми температуре ваздуха, а након тога уследи и 2013. година која се такође категорише као екстремно топла, мора се очекивати сценарио који се и догодио те године када је дошло до појаве сушења шума на целој територији Србије. У поменутих годинама овог истраживања индекс суше (*Is*) по *de Martonne*-у у току вегетационог периода, када су падавине заједно са температуром ваздуха неопходан услов за несметан раст и развој биљака, био у категорији суве и полу суве климе, на шта нам указују и добијени резултати *Lang*-ове биоклиматске класификације на основу (*Kf*) кишног фактора, када је у истом периоду констатован климатски тип полупустиња, па чак и пустињски тип климе. То значи да након дуготрајног утицаја стресног фактора (високог интензитета), у овом случају екстремно високих температура (нарочито у вегетационом периоду када биљке током интензивног пораста захтевају велике количине влаге) у низу од неколико година, уз смањену количину падавина, поједино дрвеће губи способност одупирања тако снажном и континуираном стресу и не успева да опстане. На предходну констатацију указују и истраживања домаћих и страних аутора: *Поповић Т. и сар.* (2005), *Кадовић Р. и Медаревић М.* (2007), *Seidling W.* (2007), *Поповић Т. и сар.* (2008), *Stanković Z. et al.* (2010), *Carnicer J. et al.* (2011), *Брашанац-Босанац Љ.* (2013), *De la Cruz A. et al.* (2014), што се потврђује и у извештају *IPCC*-а (Intergovernmental Panel on Climate Change 2014) у коме се између осталог напомиње да су утицаји екстрема климатских промена, као што су топлотни таласи и суше, значајно допринели изложености и рањивости појединих екосистема. Број хладних дана и ноћи је смањен, док је број топлих дана и ноћи повећан на глобалном нивоу, што је утицало на учесталост топлотних таласа у великим деловима Европе, Азије и Аустралије. Као главни

кривац за учесталост повећања интензитета екстремних температура од средине 20-ог века се наводи антропогени утицај.

Такође, на предходно поменути фактор климатских промена указују и резултати истраживања *Djurđević V. (2010), Djurđević V. u Rajkovic B. (2010), Djurđević u sar. (2015)* о предикцији промена температуре и режима падавина у Србији које у скоријој или даљој будућности могу још снажније утицати на шумске екосистеме и целу животну средину.

На основу два *IPCC* сценарија А1В и А2, који су иначе и најчешће проучавани сценарији (**Табела 19**) *Djurđević V. u Rajkovic B. (2010)* извршили су предикцију промене температуре, а *Djurđević u sar. (2015)* предикцију промене режима падавина за Србију. Ови сценарији се односе на увећање гасова стаклене баште који се сматрају и најодговорнијим за климатске промене, где је А1В сценарио окарактерисан као „средњи“, а А2 као „високи“ сценарио. Тренутна осмотрена вредност концентрације CO₂ као једног од главних гасова изазивача ефекта стаклене баште је 387 ppm (parts-per-million). За сценарио А1В се предвиђа приближно 2 пута већа (690 ppm) вредност до краја двадесет првог века, а за сценарио А2 и до 2,2 пута већа (850 ppm) (*Djurđević 2010*).

Табела 19. Пројекција климе на основу два *IPCC* сценарија. *Izvor: seevccc.rs*

Експеримент	период
20с3т (референтни период)	1961-1990
А1В	2001-2030
А1В	2071-2100
А2	2071-2100

Пројекције климе за Србију урађене су регионалним климатским моделом EBU-ROM за период од 2001–2100 године и два SRES сценарија А1В и А2. Према сценарију А1В очекивани пораст температуре на територији Србије у односу на стандардни климатолошки референтни период 1961-1990 износи 0,5 - 0,9 °С, за период 2011-2040 ова промена износи 1,8 – 2,4 °С, док је за период 2071-2100 промена према сценарију А1В 3,2 – 3,6°С, а према сценарију А2 3,6–4,2°С (*Djurđević u sar. 2015*). Промене у годишњем циклусу температуре су највеће за летње месеце, док су најмање за пролећну сезону. Детаљнији приказ дат је у **Табели 20.**

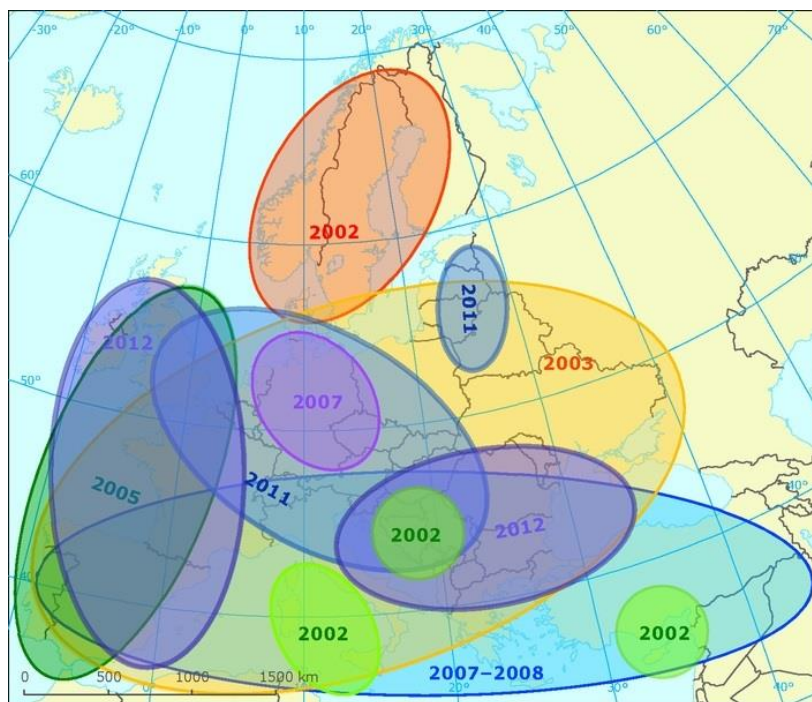
Пројекције режима падавина за Србију, урађене су такође, за исте периоде и сценарија као и у сличају температуре (*Djurđjević и сар.* 2015). Према оба сценарија промена падавина је позитивна током периода 2011-2040. на већем делу територије. За касније периоде ова позитивна аномалија се смањује и постаје негативна изнад највећег дела Србије до краја века. Према сценарију А1В, за период 2071-2100., промена падавина на територији Србије је од +5%, у мањој области североистока земље, до -20% до на југозападу. Према А2 сценарију дефицит у периоду 2071-2100., износи од 0% до -20%, у зависности од дела територије. У периодима после 2041., дефицит је највише изражен током летње сезоне, док пролеће и зима углавном имају позитивне аномалије. Детаљнији приказ дат је у **Табели 20.**

Такође, *Djurđjević и сар.* (2015) наводе и могућност појаве учесталости екстремних климатских догађаја при чему је анализа у променама екстремних догађаја урађена на основу резултата истог модела и истих сценарија, пратећи промене неколико индекса екстрема. Према сценаријима, промене у индексима екстрема: број мразних дана (FD), број летњих дана (SU) и број тропских ноћи (TR) прате позитивне трендове пораста температуре. Индекс летњих дана показује повећање ~30 дана до краја века према сценарију А1В и преко 30 дана по А2 сценарију. Индекс тропских ноћи показује повећање веће од 30 дана до краја века. Према оба сценарија промене FD указују да се појава мраза може сматрати веома ретким догађајем у последњим декадама XXI века. Индекс узастопно сувих дана (CDD) зависи од падавина па је за очекивати да његова промена прати тренд као у промени падавина, тако да је до краја века промена овог индекса позитивна на целој територији а у појединим деловима аномалија у односу на период 1961-1990., је већа од 30 дана.

Табела 20. Предикција температуре и падавина за Србију. Извор: *Djurđjević и сар.*, 2015.

	A1B 2011-2040	A1B 2041-2070	A1B 2071-2100	A2 2011-2040	A2 2041-2070	A2 2071-2100
	Промена средње температуре (°C) у односу на 1961-1990.					
ANN	0.5 – 0.9	1.8 – 2.4	3.2 – 3.6	0.3 – 0.9	1.6 – 2.2	3.6 – 4.2
DJF	0.5 – 0.9	1.6 – 2.0	3.2 – 4.0	0.3 – 1.1	1.8 – 2.2	3.2 – 4.0
JJA	0.9 – 1.3	2.2 – 2.8	3.8 – 4.4	0.5 – 0.9	1.6 – 2.2	4.2 – >4.6
	Промена падавина (%) у односу на 1961-1990.					
ANN	-5 – 5	-20 – 10	-20 – 5	5 – 20	-10 – 10	-20 – 0
DJF	-5 – 10	-10 – 20	-30 – 20	-5 – 30	-10 – 20	-30 – 20
JJA	-10 – 20	-5 – -30	-10 – <-30	-5 – 30	-30 – 10	-10 – <-30

Као добар показатељ константности сушног периода у последњој деценији може послужити податак на *Слици 24* где су приказани периоди суше као и површине које су захваћене на нивоу целе Европе. Република Србија је чак 6 пута у току овог периода била изложена периодом без падавина праћеним високим температурама тј. сушом.



Слика 24. Сушни периоди у Европи током последње деценије. Извор: ЕЕА – European Environment Agency

Због чињенице да земљиште веома споро еволуира, промене су тешко приметне, нарочито у краћим временским периодима (*Антић и сар. 2007*) као што је случај са овим истраживањем. Неке изражене разлике у динамици педогенетских промена на истраживаним локалитетима, за ово релативно кратко време нису уочене, што значи да земљишни ресурси не спадају у групу критичних фактора који нарушавају еколошку равнотежу шумских екосистема на проученим локалитетима.

6. ЗАКЉУЧАК

Фактори стреса у шумским екосистемима подразумевају неповољне услове или супстанце који ремете или блокирају метаболизам, раст и развој шумског дрвећа. По пореклу ови фактори могу бити абиотички, биотички и антропогени. Међутим, без обзира ког су порекла, мора се направити разлика између периодичних и континуираних тј. стално присутних фактора стреса, као и између стресних догађаја ниског и високог интензитета. Такође се мора направити разлика и у томе да ли се стрес испољава постепено повећавајући свој утицај, или долази као изненадни тј. нагли догађај. Узрочници који га изазивају могу се поделити на оне које праве мале или велике штете, на оне који се јављају повремено или често, и на оне који се јављају на малим или на великим површинама.

Биотички фактори стреса у 130 истражених шумских екосистемима Србије у периоду од 2004. до 2014. године, констатовани су као стално присутни фактори који су се најчешће испољавали као штете проузроковане инсектима и фитопатогеним гљивама. Највећи утицај имали су инсекти дефолијатори. Њихово премнамножавање у појединим годинама истраживања регистровано је на великим површинама, што је утицало на готово све врсте дрвећа. Утицај ових инсеката испољавао се као постепена појава која се повећавала са њиховим пренамножавањем и смањивала са опадањем њихове бројности. Такође, последњих година истраживања примећено је смањење присуства лишајева услед интензивирања утицаја појединих фактора абиотичке природе, првенствено услед повећања температуре и јачања услова суше.

Абиотички фактори стреса који су причинили велике штете у периоду истраживања, наступали су углавном постепено, били су периодично присутни и веома високог интензитета. Такође, поједини абиотички фактори стреса су се на мањим површинама манифестовали и као изненадни догађаји (снеголоми, ветроломи, ледоломи). Као најдоминантнији абиотички стресни утицај издваја се утицај високих температура праћен сушним периодом који је захватао готово целу територију Србије. Штете проузроковане овим фактором стреса су се испољиле након неколико узастопних година његовог деловања. У првом моменту ове штете су бележене као штете изазване непознатим узроком да би се

компарацијом са дефолијацијом, бројем сувих и скоро сувих стабала и климатским карактеристикама истраживаног периода, дошло до закључка о стварним узроцима. Услед оваквих екстремних временских прилика, код појединих најосетљивијих врста дрвећа је превазиђен праг толеранције што је доводило до њиховог постепеног пропадања.

Директни антропогени фактори стреса су забележени током свих година истраживања као стално присутни фактори који су углавном били ниског интензитета, а најчешће су се испољавали као механичке озледе. С друге стране, индиректни антропогени фактори стреса последњих деценија значајно доприносе убрзаној промени појединих абиотичких фактора, нарочито температуре и режима падавина у процесу глобалног загревања услед јачања ефекта стаклене баште.

Резултати истраживања утицаја различитих фактора стреса на шумске екосистеме у Србији упућују на следеће закључке:

- најчешћи узрочници штета су биотичког порекла (инсекти и фитопатогене гљиве), док су највеће негативне утицаје на шумске екосистеме изазвали абиотички фактори (високе температуре ваздуха праћене изостанком падавина у дужем временском периоду);
- најчешће регистроване штете су забележене на асимилационим органима (лишћу и четинама);
- код свих лишћарских врста дрвећа најзаступљенији узрочници штета су били инсекти, док су код четинарских врста преовлађивале штете проузроковане гљивама;
- највиши проценти просечне дефолијације код највећег броја врста дрвећа регистровани су 2007. и 2013. године што указује да је дрвеће по питању дефолијације највише реаговало на утицај абиотичког фактора стреса, у овом случају високих температура и изражених суша које су поменутих година биле јако изражене;
- највиши проценат дефолијације који се сматра прагом за штету (>25%), регистрован је у периоду од 2011. до 2014. године када су забележени и

екстремни климатски догађаји не само у последњој деценији, него и од почетка мерења климатских фактора у Србији;

- највећи број стабала са дефолијацијом 99% и 100% (а која није била проузрокована инсектима дефолијаторима), односно, највећи број осушених стабала констатован је у периоду од 2011. до 2014. године;
- највиши проценат штета током периода истраживања код лишћарских врста забележен је на китњаку, док је код четинарских врста то био црни бор. Код свих врста дрвећа (изузев црног бора) констатован је пораст штета непознатог порекла у периоду од 2011. до 2014. године, што јасно указује на утицај абиотичких фактора у поменутом периоду;
- присуство лишајева је варијало, и на највећем броју врста дрвећа примећена је њихова већа заступљеност током прве половине периода истраживања, док је касније запажено њихово повлачење, па и нестајање на појединим локалитетима, што додатно наводи на закључак о доминацији утицаја абиотичких фактора стреса, превасходно високих температура и суше;
- изражене разлике у динамици педогенетских промена на истраживаним локалитетима нису уочене, што значи да земљишни ресурси у кратком временском периоду не спадају у групу критичних фактора који нарушавају еколошку равнотежу шумских екосистема.

Резултати обрађених климатских параметара јасно указују да је њихов утицај на шумске екосистеме био најизраженији, а нарочито у периоду од 2011. до 2013. године:

- највише средње годишње температуре ваздуха (°C) у вегетационом периоду на главним метеоролошким станицама у Србији забележене су у периоду од 2011. до 2013. године;
- апсолутни максимуми температуре ваздуха на главним метеоролошким станицама у Србији у периоду од 2004. до 2014. године забележени су 2007. и 2012. године, а и уопште од када постоје мерења на територији Србије;

- апсолутни минимуми температуре ваздуха у Србији на главним метеоролошким станицама у периоду од 2004. до 2014. године забележени су 2012. године;
- најниже суме падавина на годишњем нивоу на главним метеоролошким станицама у Србији од 2004. до 2014. године забележени су у периоду од 2011. до 2013. године;
- најниже средње годишње суме падавина (mm) у вегетационом периоду (април-септембар) у Србији од 2004. до 2014. године забележене су у периоду од 2011. до 2013. године;
- анализом приказаних вредности *Lang*-ове биоклиматске класификације, 2011. и 2012. година се на већини главних метеоролошких станица региструје са *Kf* 20-40 (полупустиња) што је нарочито изражено у 2011. години када се на неким станицама може констатовати и климатски тип пустиња (0-20);
- индекс суше по *de Martonne*-у показује да се период од 2011. до 2013. године карактерише изразито ниским индексом суше, што је нарочито било изражено у вегетационом периоду када је биљкама за несметан раст и развој преко потребна вода.

Резултати овог истраживања јасно указују да се услед неповољних климатских услова, превасходно смањења падавина у вегетационом периоду (појаве суше) и виших температура ваздуха од уобичајних, могу очекивати дугорочне последице на шумске екосистеме. Сушни периоди су све чешћи, дужи и стреснији. Стрес проузрокован сушом чини дрвеће осетљивијим на напад штеточина и патогена услед чега долази до повећања морталитета стабала, дестабилизације шумских екосистема и опадања потенцијала њихових екосистемских услуга што се између осталог, манифестује и кроз смањење квалитета дрвета. Због тога поједине врсте дрвећа у будућности можда неће бити одрживе за комерцијалну употребу у шумарству. Услед пораста температура долази до ранијег развоја вегетације што има за последицу рањивост стабала на изненадну појаву мрза. Такође, у оваквим условима ксеротермизације климе

штеточине лакше и масовније преживљавају зиму, а самим тим повећава се и могућност њиховог ширења.

Након вишегодишњих истраживања утицаја стресних фактора на шуме Србије можемо увидети многе предности методе континуираног мониторинга на великом броју биоиндикацијских тачака јер праћење појава и процеса у дужем временском периоду и на већем броју узорака омогућује прецизније утврђивање правих узрочника сушења шума. Ако се симптоми који су се јавили на издвојеним стаблима могу дијагностификовати и у ближем окружењу, онда је још лакше донети закључак о квалитету и квантитету фактора стреса.

Такође, предност ове методологије истраживања у односу на слична истраживања која се спроводе са истим циљем, али тек након појаве сушења као крајње манифестације утицаја неког фактора, може се сагледати и у могућности превентивног деловања. Наиме, када се на неком локалитету констатује сушење појединачних стабала или већих површина шума, узрок је у том моменту јако тешко утврдити јер може бити инициран различитим директним и индиректним пратећим факторима, што представља главни проблем приликом доношења закључка о примарном узроку сушења.

Може се констатовати и да процена заступљености присутних и обрађених врста дрвећа у овом истраживању потврђује процену дату у *Националној инвентури шума (Банковић и сар. 2008)*. То се нарочито односи на лишћарске врсте. Међутим, када је реч о четинарским врстама, неопходно је у будућим истраживањима повећати број локалитета и узорака како би се добили репрезентативнији подаци о утицају стресних фактора на поменуте врсте. Такође, добијеним резултатима о штетама непознатог порекла (штете чији узрок није било могуће са сигурношћу утврдити у моменту процене) које су констатоване на скоро свим врстама дрвећа, у наредном периоду се мора посветити знатно више пажње како би се утврдило њихово порекло с обзиром да оне утичу на не тако мале површине шума. Свакако, и штете изазване инсектима које су констатоване као најзаступљеније, не могу се увек тумачити као штете, јер многе врсте

инсеката живе на шумском дрвећу и зависе од њега, тако да су стално присутне у већем или мањем броју у шумским екосистемима. Тек њиховим пренамножавањем може доћи до појаве штета већих размера које значајније могу утицати на стање шума.

Резултати ових истраживања пружају додатне информације о специфичностима деловања појединачних фактора стреса. Због тога би их требало користити као показатеље утицаја најдоминантнијих фактора стреса у шумским екосистемима, као и за предвиђање могућих штета на одређеним врстама дрвећа, што је од значаја за правовремено предузимање мера њихове заштите.

Будућа истраживања потребно је усмерити и на праћење климатских фактора који су се показали као најутицајнији на стање шума. На првом местум потребно је посебну пажњу посветити фенолошким осматрањима која представљају проучавање утицаја климе на време почетка одређених фенофаза као што су листање или цветање. Ови догађаји у великој мери зависе од промена режима температуре и падавина, те могу бити прецизни биоиндикатори климатских промена и њиховог утицаја на шумску вегетацију.

ЛИТЕРАТУРА

1. Andrasko K. (1990): Global Warming and Forests: An overview of current knowledge. *Unasylva*. No. 163. *Forestry and Environment*. Vol. 41. 1990/4. p.3-11.
2. Andrasko, K. (1990): Global warming and forests: An overview of current knowledge. *Unasylva* - No. 163 - *Forestry and environment*, Vol. 41 - 1990/4, p.3-11.
3. Антић М., Јовић Н., Авдаловић В. (2007): Педологија. Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд.
4. Banković S., Medarević M., Pantić D., Petrović N. (2008): National Forest Inventory of the Republic of Serbia. *Journal Forestry, Belgrade*. p 1-16
5. Bassi S., Kattunen M. (2008): Forest fires: causes and contributing factors in Europe. Policy Department of Economic and Scientific Policy, IP/A/ENVI/ST/2007-15, 2008. p.1–49.
6. Bernier, P., Schoene, D. (2009): Adapting forests and their management to climate change: an overview, *Unasylva* 231/232, Vol. 60, FAO, p. 5-11.
7. Botkin B., Nisbet A., Simpson G. (1992): Forests and Global Climate Change. *Global Climate Change: Implications, Challenges and Mitigation Measures*. Pennsylvania Academy of Sciences, Philadelphia. Chapter 19. p. 274-290.
8. Bradley, R.S., Diaz, H.F., Eischeid, J.K., Jones, P.D., Kelley, P.M., Goodess, C.M. (1987): Precipitation fluctuations over Northern Hemisphere land areas since mid 19th century. *Science* No. 237, p. 171-175.
9. Брашанац-Босанац Љ. (2013): Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног утицаја климатских промена. Докторска дисертација. Универзитет у Београду, географски факултет. Београд 2013.
10. Carnicer J., Coll M., Ninyerola M., Pons X., Sanchez G., Penuelas J. (2011): Widespread crown condition decline, food web disruption, and amplified tree mortality with increased climate change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Science of USA (PNAS)* 108, p 1474-1478.
11. Češljarić G., Nevenić R., Bilibajkić S., Stefanović T., Gagić Serdar R., Đorđević I., Poduška Z. (2013): Viability of Trees on Bio-indication plots Level I in Republic of Serbia in 2013. *Sustainable forestry, Collection 67-68*, Institute of Forestry, Belgrade. ISSN 1821-1046. UDK 630, P.69-78.
12. Češljarić G., Gagić Serdar R., Đorđević I., Poduška Z., Stefanović T., Bilibajkić S., Nevenić R. (2014): Analysis of types of damages at the sample plots of level

- 1 in 2013 at the territory of the Republic of Serbia. Sustainable forestry, Collection 69-70, Institute of Forestry, Belgrade. ISSN 1821-1046. UDK 630, P.63-71.
13. Češljarić G., Stevović S. (2015): Small reservoirs and their sustainable role in fires protection of forest resources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 47 (2015) p. 496-503.
 14. Ciesla W.M., Donaubauer E. (1994): Decline and dieback of trees and forests. A global overview. FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations. P 1-90. ISBN 92-5-103502-4
 15. Cristina-Maria Vâlcu (2007): Proteome changes following biotic and abiotic stress in forest trees. PhD thesis.
 16. Cristina-Maria Valcu (2007): Proteome changes following biotic and abiotic stress in forest trees. Phd Disertation. Technischen Universität München, Fachgebiet Forstgenetik 2007.
 17. De la Cruz A., Gil P.M., Fernandez-Cancio A., Minaya M., Navaro-Cerrillo R.M., Sanchez-Salguero R., Grau J.M., (2014): Defoliation triggered by climate induced effects in Spanish ICP Forests monitoring plots. *Forests Ecology and Management*. 331, p. 245-255.
 18. De Martonne E. (1926): Aréisme et indice aridite. *Comptes Rendus de L'Acad Sci, Paris*, 182, 1395–1398.
 19. Dragan S., Danijela A. (2008): Štete na šumama prouzrokovane aktivnostima čoveka. *Proceedings Ecological Truth*. Sokobanja 1-4 jun 2008. ISBN 978-86-80987-57-6
 20. Dekanić I. (1975): Utjecaj visine i oscilacija nivoa podzemnih voda na sušenje hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). *Šumarski list, Zagreb*. br. 7-10. str. 267-280.
 21. Djurdjević V., Vuković A., Vujadinović Mandić M., (2015): Climate change scenarios – impacts and adaptation. *Proceedings: Planska i normativna zaštita prostora i životne sredine*, 16-18 April 2015, Subotica, Srbija, pp. 29-35, ISBN 978-86-6283-023-4
 22. Djurdjević V., Rajković B., (2010): Development of the EBU-POM coupled regional climate model and results from climate change experiments, In: *Advances in Environmental Modeling and Measurements*, Editors: T. D. Mihajlović and Lalić B., Nova Publishers.
 23. Djurdjević V. (2010): Simulacija klime i klimatskih promena u jugoistočnoj Evropi korišćenjem regionalnog klimatskog modela. Univerzitet u Beogradu, Fizički fakultet, institut za meteorologiju. Doktorska disertacija. Beograd 2010.

24. EEA – European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/>
25. FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/home/en/>
26. Fischer R, Lorenz M (eds.). (2012): Forest Condition in Europe, 2012 Technical Report of ICP Forests. Work Report of the Thünen Institute for World Forestry 2012/1. ICP Forests, Hamburg, 2012, 165pp.
27. Fischer R, Waldner P., Carnicer J., Coll M., Dobbertin M., Ferretti M., Hansen K., Kindermann G., Lasch-Bor P., Lorenz M., Marchetto A., Meining S., Nieminen T., Peñuelas J., Rautio P., Reyer C., Roskams P., Sánchez G. (2012): The Condition of Forests in Europe-Executive Report. p. 4-17. Germany. ISSN 1020-587X
28. Гачић Д., Даниловић М. (2009): Штете од јелене (*Cervus elaphus*) и дивље свиње (*Sus scrofa*) у шумским ловиштима Србије. Гласник шумарског факултета, Београд, 2009, бр. 99, стр. 15-32.
29. Гачић Д., Крстић М., Лакетић М. (2006): Утицај крупне дивљачи на шуме храста китњака у националном парку „Ђердап“. Шумарство, бр.1-2, Београд, стр. 21-33
30. Gibbs, J. N.; Greig, B. J., 1997: Biotic and abiotic factors affecting the dying back of pedunculate oak *Quercus robur* L. *Forestry* 70, 399–406.
31. Група аутора (2014): Пројекат: „Истраживање узрока сушења шума са прогнозом кретања појаве и начинима санације са аспекта заштите и планирања газдовања шумама“. Институт за шумарство, Београд; Шумарски факултет, Београд. Министарство пољопривреде и заштите животне средине, Управа за шуме.
32. Houston D.R. (1992): A host-stress-saprogen model for forest dieback-decline diseases. in Manion P.D. and D. Lachance, *Forest Decline Concepts*. APS Press, St. Paul, MN, pp 3-25.
33. ICP Forests Manual (1998): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Edited in May 1998 by the Programme Coordinate Centre, Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Hamburg, Germany.
34. ICP Forests Manual (2010): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Current Manual versions (mostly 2010). Institute for World Forestry. Hamburg, Germany. <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

35. ICP Forests: International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. <http://icp-forests.net/>
36. Insarov G., Schroeter B. (2002): Lichen Monitoring and Climate Change. Monitoring with lichens – Monitoring lichens. Proceedings of NATO Advanced Research Workshop on Lichen Monitoring, Wales, United Kingdom. Section 2. Monitoring Lichen Diversity and Ecosystem Function. p. 183-201. ISBN 978-1-4020-0430-8.
37. Исајев В., Иветић В., Вукин М. (2005): Вештачко обнављање шума храста китњака. Шумарство бр. 3, стр. 37-51.
38. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2014, Sintesis Report, Summary for Policymakers.
39. Јанковић В. (2015): Ледоломи и ледоизвале у источној Србији. Ревија „Шуме“, бр. 124, Београд стр. 6-9. ISSN 0354-298X
40. Jennifer A. Moore, John G. Bartlett, Johnny L. Boggs, Michael J. Gavazzi, Linda S. Heath, and Steven G. McNulty (2002): Abiotic Factors. Southern forest resource assessment. Gen. Tech. Rep. SRS-53. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 635 p. Chapter 18 p. 429-453.
41. Jerry F. Franklin, H. H. Shugart, and Mark E. Harmon (1987): Tree Death as an Ecological Process. The causes, consequences, and variability of tree mortality. BioScience, Vol. 37, No. 8, Published by: American Institute of Biological Sciences (Sep., 1987), pp. 550-556
42. Johnson, D.A. (1980): Improvement of perennial herbaceous plants for drought-stressed western rangelands, p. 419433. In: N.C. Turner and P.J. Kramer (ed.), Adaptation of plants to water and high temperature stress. John Wiley and Sons, N.Y.
43. Јовић, Д., Банковић, С., Медаревић, М. (1995): Угроженост шумских екосистема сушењем, Дрварски гласник бр. 12-14, Београд, стр. 23-28.
44. Јовић, Н., Томић, З., Јовић Д. (1996): Типологија шума, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд.
45. Кадовић Р., Медаревић М. (2007): Шуме и промене климе. Зборник радова, посебно издање. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, управа за шуме. Шумарски факултет, Универзитета у Београду. Београд.
46. Карацић Д. (2007): Климатске промене и њихов потенцијални утицај на проузроковаче болести шумског дрвећа и жбуња, Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 153-164.

47. Карацић Д. (2011): Најчешће паразитске и спрофитске гљиве на грабу (*Carpinus betulus* L.) у Србији и њихова улога у пропадању стабала. Шумарство, бр.1-2, Београд, стр. 1-11.
48. Карацић Д., Матијашевић Т. (1992): Прилог проучавању паразитске сапрофитске микрофлоре на храстовима у Србији. У публикацији: Врсте рода храста (*Quercus* L.) У Србији. Институт за шумарство, Београд. Стр. 59-64.
49. Кнежевић М. (2003): Земљишта у буковим шумама Србије. Шумарство бр.1-2, стр. 97-106.
50. Кнежевић М., Кошанин О. (2007): Практикум из педологије. Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд.
51. Лазарев, В. (2000): Извештај о здравственом стању (кондицији) шума на биоиндикацијским тачкама у СРЈ за период 1990-2000. године, ЈП „Србијашуме“ – Институт за шумарство, Београд.
52. Лакушић Р. (1989): Екологија биљака. I део – идиокологија. Сарајево. Књига стр. 5-248.
53. Legge A., Krupa S., (1986): Air Pollutants and Their Effects on the Terrestrial Ecosystem. Wiley Series in Advances in Environmental Science and Technology. New York. Vol. 18, pp.171-216.
54. Levitt, J., 1980. Responses of Plants to environmental stresses. Vol. 1, Acad. Press, 496.
55. Lorenz M., Fischer R., Becher G., Mues V., Granke O., Braslavskaya T., Bobrinsky A., Clarke N., Lachmanova Z., Lukina N., Schimming C. (2009): Work Report, Institute for World Forestry. Forest Condition in Europe. Technical Report of ICP Forests.
56. Lichtenthaler H. K. (1996): Vegetation Stress: an Introduction to the Stress Concept in Plants. Journal of Plant Physiology. Vol. 148. pp. 4-14 (1996)
57. Lichtenthaler, H.K. 1988. In vivo chlorophyll fluorescence as a tool for stress detection in plants. In: Applications of chlorophyll fluorescence, Eds. H. Lichtenthaler, Kluwer Acad. Publ., 129–142.
58. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Part IV. Hamburg, Germany.
59. Маринковић, П. (1987): Узроци, симптоми и значај сушења и пропадања шума, Часопис „Шумарство“, бр. 5, Београд, стр. 7-31.

60. Маринковић, П., Поповић, Ј., Караџић, Д (1990): Узроци епидемијског сушења храста, значај и могућности санирања жаришта заразе. Часопис „Шумарство“, бр 2-3. стр. 7-16
61. Матаруга М., Исајев В., Илић Б., Цвјетковић Б., (2010): Значај генетичких мелиорација у сјеменским састојинама храста китњака (*Quercus petraea* / Matt / Liebl) у свијетлу климатских промјена
62. Матовић Б., Орловић С., Галић З., Марковић М., Пољаковић-Појник Л., Папа П., Дрекић М., Пилиповић П., Стојнић С., Стојановић Д., Кеберт м., Трудих Б. (2016): Мултидисциплинарна истраживања процеса сушења шума. Министарства пољопривреде и заштите животне средине, Управа за шуме. Уговор број: 401-00-1423/2015-10.
63. Медаревић М., Банковић С., Пантић Д. (2006): Шуме китњака у Србији. Шумарство бр.(3), стр. 1-11
64. Медаревић М., Банковић С., Цветковић, Ђ., Абјановић, З. (2009): Проблем сушења шума у Горњем Срему, Шумарство, бр.3-4, Београд, стр. 61-73.
65. Михајиловић Љ. (1992): Штетни инсекти у хростова у Србији. У публикацији: Врсте рода храста (*Quercus* L.) У Србији. Институт за шумарство, Београд. Стр.65-71.
66. Михајловић Љ. (2003): Штеточине у буковим шумама Србије. Часопис „Шумарство“, бр 1-2. стр. 73-84.
67. Mihajlović, Lj. (2008): Šumarska entomologija. Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet. Beograd.
68. Mladenović T. (1984): Visinska struktura reljefa zemljišta u SFR Jugoslaviji. Vojnogeografski institut, Beograd. Zbornik radova. str. 67-75.
69. Milad M., Schaich H., Bürgi M., Konold W. (2010): Climate change and nature conservation in Central European forests: A review of consequences, concepts and challenges. Forest Ecology and Management 261, 829–843.
70. Neuman W.L. (2006): Social research methods: Qualitative and Quantitative Approaches (6th Edition), Pearson Inc.
71. Nevenić, R., Tabaković-Tošić M., Rajković S., Rakonjac Lj., Miletić Z., Marković M., Bilibajkić S., Stefanović T., Stajić S., Čokeša V., Radulović Z., Poduška Z., Gagić-Serdar R., Đorđević I., Češljarić G., (2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014): Procena i praćenje efekata-uticaja

vazдушnih zagađenja na šumske ekosisteme u Republici Srbiji. Nivo I i Nivo II.
ISBN 978-86-80439-35-8

72. Nikolaus A., Klaus A., Sacha B., Nina B., Markus G., Felix K., Christian K., Enrico M., Lutz M., Christine M., Melanie P., Bernhard S. (2012): Plant Response To Stress. Zurich-Basel Plant Sciences Center PSC, Switzerland. p. 8-153
73. Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley A.P. (2002): Monitoring with lichenes – Monitoring lichens. Proceedings of NATO Advanced Research Workshop on Lichen Monitoring, Wales, United Kingdom. p. 1-4. ISBN 978-1-4020-0430-8.
74. Pintarić K. (2002): Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća. Sarajevo: Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine, str. 221.
75. Popovic T., Djurdjevic V., Zivkovic M., Jovic B., Jovanovic M. (2009): Climate change in Serbia and expected impact, EnE09 – The Fifth Regional Conference, Environment for Europe, Conference Proceedings, Belgrade, p. 6-11.
76. Postel S. (1984): Air pollution, Acid Rain and the Future of Forests. Worldwach Institute, Washington, D.C. ISBN 0-916468-57-7
77. Поповић Т. (2007): Тренд промена температуре ваздуха и количине падавина на подручју Републике Србије, Зборник радова, Шуме и промена климе, Шумарски факултет, Београд. стр. 81-123
78. Поповић Т., Живковић М., Радуловић Е. (2008): Србија и глобално отопљавање. Конференција, Одрживи развој и климатске промене, Ниш. јун 2008. стр. 47-54.
79. Поповић Т., Радуловић Е., Јовановић М. (2005): “Колико нам се мења клима, каква ће бити наша будућа клима?“, EnE05 – Конференција, Животна средина ка Европи, Београд, 2005. стр. 212-218
80. Просторни план Републике Србије:
<http://www.urbanizam.co.rs/prostplan.html>
81. Prpić B., Seletković Z., Tikvić I. (1997): O utjecaju kanala Dunav – Sava na šumske ekosisteme. Šumarski list. br. 11-12. str. 579-592.
82. Radovanović M, Milovanović B, Gomes J. (2009): Endangerment of undeveloped areas of Serbia by forest fires. J Geogr Inst Jovan Cvijić 2009; 59(2):17–35.
83. Radulović Z., Karadžić D., Milenković I., Lučić A., Rakonjac Lj., Miletić Z., Pižurica R. (2014). Declining of forests - biotic and abiotic stress. Bulletin of the Faculty of Forestry: 71-88. UDK: 630*416.16:630*42/*46(497.11)

84. Ракићевић Т. (1980): Климатско рејонирање СР Србије, Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“, САНУ, Књига 27, стр. 29-42.
85. Rose L., Leuchner C., Köckemann B., Buschmann H. (2009): Are marginal beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances a source for drought tolerant ecotypes. *European Journal of Forest Research* 128 (4), 335-343.
86. РХМЗ - Републички Хидрометеоролошки Завод Србије: Значајни климатски догађаји на подручју Србије у 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 и 2014. години. Климатске карактеристике на територији Србије за годину. http://www.hidmet.gov.rs/latin/meteorologija/klimatologija_produkti.php
87. РХМЗ - Републички Хидрометеоролошки Завод Србије: Климатолошки подаци 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 и 2014. године. Метеоролошки годишњак, Републички Хидрометеоролошки Завод Србије, Београд. http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteo_godisnjaci/
88. SEEVCCC - South East European Virtual Climate Change Center. <http://www.seevccc.rs/>
89. Scholz F. (1981): Genecological aspects of air pollution effects on northern forests. *Silva Fennica*. Vol. 15, No. 4: 384-391
90. Schowalter, T. D., Filip, G .M. (1993): Beetle-Pathogen Interactions in Conifer Forests. Academic Press, p. 252, San Diego.
91. Schulze E.-D., Beck E., Muller-Hohenstein K. (2005): *Plant Ecology*. Publisher Springer. Berlin, Heidelberg. ISBN 3-540-20833-X. pp 1-703.
92. Schütt P., Ellis B. C. (1985): Weldesterben, a general decline of forests in central Europe: Symptoms, development and possible causes. *Plant Disease* 69:548-55
93. Seidling W. (2007): Signals of summer drought in crown condition data from the German Level I network. *European Journal of Forests Research*. 126, p. 529-544.
94. Selye H. (1936): Thymus and Adrenals in the Response of the Organism to Injuries and Intoxications. *British Journal of Experimental Pathology* 17: 234-248
95. Škorić A., Filipovski G., Ćirić M. (1985): *Klasifikacija zemljišta Jugoslavije*. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine. Posebna izdanja, knjiga LXXVIII, Odeljenje prirodnih i matematičkih nauka, knjiga 13. Sarajevo.

96. Spanos K., Gaitanis D. (2010): The beech forests in Greece – an overview. Proceedings of the Workshop and MC Meeting of the COST Action E52 "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry", Thessaloniki, May 5-7, 2009. p. 6-20.
97. Standovar T., Kenderes K. (2003): A review on natural stand dynamics in beechwoods of East Central Europe. Applied Ecology and Environmental Research 1 (1-2), 19-46.
98. Stanković Z., Govedar Z., Kapović M., Hrkić Z., (2010): Climate change impact on forest vegetation in Republic of Srpska. International Scientific Conference „Forest Ecosystems and Climate Changes“ March 9-10. 2010. Belgrade, Serbia. Proceedings, Volume 1. p. 21-25. ISBN 978-86-80439-21-1
99. Стојановић Љ. (1981): Еколошко производне карактеристике смрчевих шума и начин природног обнављања на подручју Копачица и Голије, Докторска дисертација. Шумарски факултет, Београд. стр. 1-192.
100. Стојановић Љ., Исајев В., Караџић Д., Бајић В., Шошкић Б., Крстић М., Медаревић М., Ранковић Н., Цвјетићанин Р. (2005): Буква у Србији. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије и Шумарски факултет Универзитета у Београду.
101. Стојановић Љ., Исајев В., Караџић Д., Крстић М., Бајић В., Медаревић М., Шошкић Б., Цвјетићанин Р., Ранковић Н. (2007): Храст китњак (*Quercus petraea* agg. Ehrendorfer 1967) у Србији. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије и Шумарски факултет Универзитета у Београду
102. Tabaković-Tošić M., (2013): Gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) outbreak in the Central part of the Republic of Serbia in the period 2010-2013. Sustainable forestry, Collection 67-68, Institute of Forestry, Belgrade. ISSN 1821-1046. UDK 630, P.141-150.
103. Tabaković-Tošić M., Milosavljević M., Simović N. (2014): The outbreaks of the gypsy moth in the forests of national park Đerdap from 1996 to 2014. Sustainable forestry, Collection 67-68, Institute of Forestry, Belgrade. ISSN 1821-1046. UDK 630, P.73-84.
104. Табаковић-Тошић М., Ракоњац Љ., Рајковић С., Марковић М., Радуловић З., Младеновић К., Еремија С., Јовић Ђ., Миленковић И., Милосављевић М., Чокеша В., Пижурица Р., Чешљар Г., Домузин Р. (2004 - 2015): Извештај у области дијагностике штетних организама и заштите здравља шумског биља на територији Републике Србије, без територије аутономне покрајне Војводине, од 2004 - 2015. године. Институт за шумарство, Београд.
105. Tabaković-Tošić M., Nevenić R., Češljар G. (2014): Bark beetle outbreak in spruce communities within a sample plot (Level II) in the mountain Kopaonik in

the period 2010-2013. 3rd ICP Forests Scientific Conference “Impact of nitrogen deposition and ozone on the climate change mitigation potential and sustainability of European forests”. Athens, Greece. Book of abstract p. 28.

106. Thomas F.M., Blank R., Hartmann G. (2002): Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *For. Path.* 32 (2002) 277–307. ISSN 1437–4781.
107. Tomlinson, G. (1983): Air pollutants and forest decline. *Environ. Sci. Tech.*, 17, 246-256
108. Ulrich, B. (1980): Chemical changes due to acid precipitation in loess derived soil in Central Europe. *Soil Sci.* 130. p 193-199.
109. Ulrich, B., Pankrath, J. (1983): Effects of Accumulation of Air Pollutants in Forest Ecosystems. D. Reidel, Dordrecht, Holland.
110. Вукин М., Бјелановић И. (2009): Значај култура бора у функцији унапређења стања животне средине. Шумарство, бр. 1-2, Београд, стр.127-141.
111. Вукићевић Е. (1996): Декоративна дендрологија. Шумарски факултет, Београд. стр. 5-581.
112. Walter H., Harnickell E., Mueller-dombois D. (1975). Climate-diagram maps of the individual continents and the ecological climatic regions of the earth. Berlin, Springer-Verlag.
113. Westerman L. (1981): Monitoring of coniferous forest ecosystems in Sweden. *Silva Fennica*. Vol. 15, No. 4: 426-434.
114. Willmott, C.J., Legates, D.R. (1991): Rising estimates of terrestrial and global precipitation. *Climate Research* 1, p. 179-186.
115. WRB: World reference base for soil resources 2014: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World soil Resources Reports No.106. Rome, 2014.

ПРИЛОЗИ

Године	Укупан број стабала свих врста по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	3031	1115	1916
2005	2992	1078	1914
2006	2935	1335	1600
2007	2860	1049	1811
2008	2789	1010	1779
2009	2765	947	1818
2010	2786	1121	1665
2011	2743	992	1751
2012	2786	909	1877
2013	2794	1084	1710
2014	2943	751	2192

Прилог 1. Укупан број стабала свих врста по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала букве по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	913	275	638
2005	914	291	623
2006	906	431	475
2007	869	332	537
2008	849	258	591
2009	841	279	562
2010	833	357	476
2011	798	297	501
2012	830	258	572
2013	833	373	460
2014	841	218	623

Прилог 2. Укупан број стабала букве по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала цера по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	541	155	386
2005	542	115	427
2006	521	202	319
2007	517	112	405
2008	512	125	387
2009	505	104	401
2010	514	183	331
2011	520	149	371
2012	510	163	347
2013	516	213	303
2014	543	95	448

Прилог 3. Укупан број стабала цера по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала сладуна по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	404	178	226
2005	403	155	248
2006	389	189	200
2007	388	97	291
2008	377	95	282
2009	362	87	275
2010	372	92	280
2011	367	121	246
2012	371	90	281
2013	368	124	244
2014	382	57	325

Прилог 4. Укупан број стабала сладуна по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала китњака по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	192	97	95
2005	191	108	83
2006	191	153	38
2007	191	108	83
2008	167	133	34
2009	168	99	69
2010	167	106	61
2011	168	88	80
2012	160	135	25
2013	161	93	68
2014	186	82	104

Прилог 5. Укупан број стабала китњака по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала граба по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	117	24	93
2005	117	6	111
2006	116	15	101
2007	117	14	103
2008	114	34	80
2009	112	38	74
2010	117	39	78
2011	109	28	81
2012	117	16	101
2013	117	32	85
2014	114	14	100

Прилог 6. Укупан број стабала граба по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала смрче по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	146	31	115
2005	146	52	94
2006	146	41	105
2007	146	70	76
2008	144	66	78
2009	143	36	107
2010	141	44	97
2011	140	53	87
2012	145	29	116
2013	146	45	101
2014	145	68	77

Прилог 7. Укупан број стабала смрче по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала црног бора по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	68	46	22
2005	67	45	22
2006	67	46	21
2007	68	51	17
2008	68	51	17
2009	69	50	19
2010	68	45	23
2011	67	47	20
2012	67	29	38
2013	67	34	33
2014	67	10	57

Прилог 8. Укупан број стабала црног бора по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала белог бора по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	80	60	20
2005	56	34	22
2006	56	38	18
2007	56	22	34
2008	56	43	13
2009	56	23	33
2010	56	16	40
2011	56	9	47
2012	56	15	41
2013	56	4	52
2014	56	17	39

Прилог 9. Укупан број стабала белог бора по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала јеле по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	69	24	45
2005	69	45	24
2006	69	29	40
2007	69	36	33
2008	63	20	43
2009	63	30	33
2010	63	13	50
2011	70	7	63
2012	69	2	67
2013	69	15	54
2014	68	38	30

Прилог 10. Укупан број стабала јеле по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Укупан број стабала осталих лишћара по години	Број стабала са штетом	Број стабала без штете
2004	501	225	276
2005	487	227	260
2006	474	191	283
2007	439	207	232
2008	439	186	253
2009	446	201	245
2010	455	227	228
2011	448	193	255
2012	461	172	289
2013	461	151	310
2014	541	152	389

Прилог 11. Укупан број стабала осталих лишћара по години истраживања, на којима су констатоване штете као и број стабала без штете

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	913	71	21,3	7,7		
2005	914	67,3	25,7	7		
2006	906	76,6	18,4	5		
2007	869	72,2	22,1	4,8	0,9	
2008	849	79,7	14	5,2	1,1	
2009	841	86,7	10,1	2,2	0,8	0,2
2010	833	83,4	12,5	3,1	0,9	
2011	798	85,7	12	1,6	0,3	0,4
2012	830	88,9	8,8	1,6	0,5	0,2
2013	833	69	18,9	8,6	2,9	0,6
2014	841	81,6	12,6	3,2	2,4	0,2

Прилог 12. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за букву

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	541	57,5	30,8	11,7		
2005	542	44,6	38,5	16,9		
2006	521	59,7	30,7	9,4		0,2
2007	517	42,6	39,6	17,4	0,2	0,2
2008	512	51,2	36,1	12,1	0,4	0,2
2009	505	64,2	28,1	7,5	0,2	
2010	514	59,8	29,6	10,7	0,2	0,2
2011	520	61,3	34,4	4,1	0,2	
2012	510	61,6	25,1	9,4	3,5	0,4
2013	516	56	29,2	10,5	3,7	0,6
2014	543	64,6	21,7	10,3	2,8	0,6

Прилог 13. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за цер

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	192	41,8	40,4	17,3	0,5	
2005	191	22,7	42	33,8	1,5	
2006	191	34	38,2	27,2	0,5	
2007	191	29,9	48,2	20,4	1	0,5
2008	167	33,5	51,5	14,4		0,6
2009	168	39,3	35,7	24,4		0,6
2010	167	41,3	32,9	22,8	1,2	1,8
2011	168	36,3	44	17,9		1,8
2012	160	50	33,8	15	0,6	0,6
2013	161	50,9	31,7	13,7	3,1	1,2
2014	186	48,9	33,9	16,2	0,5	0,5

Прилог 14. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за китњак

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	404	43,5	33,5	20,2	2,8	
2005	403	34,4	39,7	25,2	0,8	
2006	389	51,9	27,5	20,6		
2007	388	42,5	33,5	23,5	0,5	
2008	377	53,8	34,2	11,4	0,3	0,3
2009	362	60,2	27,1	10,8	1,1	0,8
2010	372	60,2	29,6	8,3	1,1	0,8
2011	367	66,2	26,7	6,5	0,3	0,3
2012	371	74,7	16,7	7,3	0,8	0,5
2013	368	73,1	14,1	8,4	4,1	0,3
2014	382	69,6	19,1	7,3	3,2	0,8

Прилог 15. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за сладун

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	117	80,9	16,5	2,6		
2005	117	67	30,4	2,6		
2006	116	78,5	19,8	1,7		
2007	117	72,6	21,4	6		
2008	114	71	20,2	7,9	0,9	
2009	112	65,2	18,7	14,3	0,9	0,9
2010	117	78,6	11,1	7,7	1,7	0,9
2011	109	84,4	8,3	4,6	1,8	0,9
2012	117	76,9	12	8,5	0,9	1,7
2013	117	74,4	8,5	7,7	8,5	0,9
2014	114	74,5	14,9	5,3	5,3	

Прилог 16. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за граб

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	146	60,1	26	13		
2005	146	62,3	26	11,6		
2006	146	83,5	14,4	1,4	0,7	
2007	146	87	12,3			0,7
2008	144	82,6	17,4			
2009	143	83,3	15,3	1,4		
2010	141	80,9	17,7	1,4		
2011	140	87,2	11,4	1,4		
2012	145	86,9	11	1,4		0,7
2013	146	90,4	6,2	2	1,4	
2014	145	80	14,5	4,8	0,7	

Прилог 17. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за смрчу

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	68	27,9	25	42,6	4,4	
2005	67	23,9	28,3	41,8	6	
2006	56	34,3	16,4	44,8	4,5	
2007	56	35,3	16,2	39,7	8,8	
2008	56	36,7	10,3	41,2	11,8	
2009	56	30,4	17,4	42	10,2	
2010	56	32,4	14,7	39,7	13,2	
2011	56	34,3	17,9	35,8	12	
2012	56	38,8	14,9	35,8	10,5	
2013	56	35,8	17,9	34,3	10,5	1,5
2014	56	34,3	20,9	29,9	13,4	5,4

Прилог 18. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за црни бор

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	80	51,2	31,3	16,2	1,3	
2005	56	35,7	37,5	26,8		
2006	69	48,1	42,9	8,9		
2007	69	57,2	33,9	7,1	1,8	
2008	63	58,9	33,9	5,4	1,8	
2009	63	57,1	35,7	5,4	1,8	
2010	63	76,8	23,2			
2011	70	89,3	8,9		1,8	
2012	69	83,9	14,3		1,8	
2013	69	83,9	8,9		7,2	
2014	68	87,4	5,4	1,8	5,4	

Прилог 19. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за бели бор

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	69	56,5	33,3	10,1		
2005	69	42	46,4	11,6		
2006	69	68,1	24,6	4,4	1,5	1,4
2007	69	66,7	24,6	2,9		5,8
2008	63	52,4	42,8	3,2	1,6	
2009	63	66,7	33,3			
2010	63	81	17,5	1,6		
2011	70	92,9	4,3		2,8	
2012	69	94,2	2,9		2,9	
2013	69	92,8	1,4	4,4	1,4	
2014	68	89,7	33,3	1,5	7,3	1,5

Прилог 20. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за јелу

Година	Бр. стабала	Нема 0-10%	Слаба >10-25%	Умерена >25-60%	Јака >60<100%	Осушено 100%
2004	501	55,2	25,3	16,9	2,6	
2005	487	50,5	32,2	14,6	2,7	
2006	474	61,2	26,9	9,9	1,5	0,4
2007	439	44,8	30,2	18,8	5,5	0,7
2008	439	50,2	26,3	18	4,1	1,4
2009	446	58,3	26	13	0,9	1,8
2010	455	56,5	26,4	12,5	1,8	2,9
2011	448	57,1	28,4	11,4	1,8	1,3
2012	461	51,2	28,8	13,9	3,9	2,2
2013	461	58,1	21,7	13	4,8	2,4
2014	541	58,4	21,8	14,2	3,2	2,4

Прилог 21. Тренд дефолијације у истраживаном периоду за остале лишћаре

Година	Буква	Цер	Китњак	Сладун	Граб	Смрча	Црни бор	Бели бор	Јела	Остали лишћари	Све врсте	Сви лишћари	Сви чегинари
2004	9,1	13,5	19,1	18,9	6,4	13,4	26,8	14,3	12,9	15,6	13,6	13,3	16
2005	9,8	16,7	23	21,2	8,8	12,2	29,9	19,5	15,3	16,1	15,3	15	17,6
2006	8,6	13,9	19,8	17	7,9	6,6	27,1	14,5	11,9	13,7	12,7	12,6	13
2007	10,6	17,4	20,4	18,7	11,1	6,7	28,6	13,8	16,7	20,7	15,6	15,7	14,3
2008	8,7	15,4	18,8	15	12	7,9	29,5	11,7	12,9	18	13,6	13,5	13,9
2009	7,5	12,5	19,3	14,6	13,5	8,4	29,8	11,6	10,3	16,3	12,5	12,2	13,6
2010	7,4	13,9	20,5	14,1	9,9	7,2	30,6	7,5	5,9	16,7	12,4	12,5	11,9
2011	6,8	11,5	18,6	11,9	9,9	6,4	28,4	6,5	4,2	15	11	11,1	10,4
2012	6,2	15,1	17,5	11,1	11,3	6,1	26,9	8,9	4,5	18,6	11,9	12,1	10,4
2013	13,1	16,6	18,6	12,7	15,5	6	30,2	7	4,9	17,9	14,6	15,1	10,7
2014	9,3	14,8	16,3	13,6	12	8	28,4	10	10,1	17,1	13,3	13,3	12,8

Прилог 22. Просечна дефолијација 2004-2014

БИТ број	Локалитет	Геолошка подлога	Национална класификација (ЈДПЗ, 1985)	WRB класификација	Састојина
1	Вранић (Степојевац)	Некарбонатни глиновити нанос	Оглејено еутрично смеђе земљиште	Gleyic Cambisol	Багрем, сладун, клен
2	Барајево	Некарбонатни глиновити нанос	Оглејено илимеризовано земљиште	Gleyic Luvisol	Сладун, цер
3	Бачевци	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Chromic Cambisol	Гарб, буква, мечја леска, цер
4	Штавица	Пешчари	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Сладун, буква
5	Крупањ	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Calcaric Cambisol	Бели бор
6	Ваљевска Каменица	Кречњак	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Цер, багремом, црни граб
7	Ваљево	Терцијерни седименти	Псеудоглеј	Dystric Planosol	Сладун, цер
8	Уб	Некарбонатни глиновити нанос	Псеудоглеј	Dystric Planosol	Сладун, цер
9	Зајача Исток	Кречњак	Рендзина	Rendzic Leptosol	Буква, цер, млеч
10	Миличница	Терцијерни седименти	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Сладун, цер
11	Липнички шор	Карбонатан глиновит алувијалан нанос	Псеудоглеј	Eutric Planosol	Тополе, јасен
12	Бањани	Терцијерни седименти	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Цер, клен, граб сладун, багрем
13	Повлен	Серпентинит	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква
14	Цер – север	Глинасти алувијални нанос	Мочварно глејно –хипоглеј	Dystric Gleysol	Граб, клен
15	Струганик	Лапорац	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Цер, јасен,
16	Памбуковица	Терцијерни седименти	Псеудоглеј	Dystric Planosol	Буква, сладун
17	Срезојевићи (Беришићи)	Рожнац	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Сладун, цер
18	Спомен парк Крагујевац	Некарбонатни глиновити нанос	Некарбонатна смоница	Eutric Vertisol	Сладун

БИТ број	Локалитет	Геолошка подлога	Национална класификација (ЈДПЗ, 1985)	WRB класификација	Састојина
19	Страганик	Дијабаз	Илимеризовано земљиште	Vertic Luvisol	Цер
20	Тометино поље	Рожнац	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Сладун, цер, бреза, јасика, трешња
21	Крагујевац (Грошница)	Пешчари	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Цер, сладун, граб, липа, бреза, јасика
23	Турија	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Chromic Cambisol	Граб, црни јасен, цер, клен
24	Орешковац	Алувијални нанос	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Багрем
26	Рановац (Петровац на Млави)	Пешчар	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Сладун, цер
27	Осаница	Микашист	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Китњак, буква
28	Потај Чука	Кречњак	Рендзина	Rendzic Leptosol	Буква
29	Рудна Глава	Трахит	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Цер, сладун
30	Кучево	Гнајс	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Сладун, цер, багрем
31	Ујевац (Мајданпек)	Андезит	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква, граб, јасен
32	Северни Кучај (Јастребово)	Амфиболитски шкриљци	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква, граб, клен, горски јасен, брекиња
33	Букова Глава	Андезит	Еутрични ранкер	Eutric Leptosol	Китњак
34	Болевац	Кречњак	Црница на кречњаку (калкомеланосол)	Humic Leptosol	Цер
35	Јабуковац	Карбонатни пешчар	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Цер, сладун
36	Кладово (Велики Бељан)	Карбонатни пешчар	Еутрично смеђе земљиште	Calcaric Cambisol	Китњак, цер
37	Вратарница	Конгломерати	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Сладун, цер
38	Бачевица	Некарбонатни глиновити нанос	Некарбонатна смоница	Eutric Vertisol	Сладун, цер
39	Штубик	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Calcaric Cambisol	Цер, сладун, клен
40	Светозарево	Гнајс	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква
41	Рековац (Ратковац)	Парагнајс	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Сладун, багрем, црни бор
42	Деспотовац	Кречњак	Илимеризовано земљиште на кречњаку	Chromic Luvisol	Сладун, цер, црни јасен, китњак, клен, трешња
43	Бељаница	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Chromic Cambisol	Буква
44	Ариље	Кречњак	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква, цер, граб
45	Партизанске воде	Серпентинит	Еутрични ранкер	Eutric Leptosol	Бели бор
46	Ужице I (Севојно)	Конгломерати	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Китњак
47	Косјерић	Конгломерати	Еутрично смеђе земљиште	Calcaric Cambisol	Сладун, цер, трешња, јабука
48	Ужице II (Пожега)	Шкриљци	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Буква, граб, бреза, трешња
49	Ужице III (Биоска)	Дијабаз – рожњачке формације	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Цер
50	Брезова	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква
51	Средња река	Глинци	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква
52	Кладница	Кристаласти шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква
53	Сјеница запад	Дијабаз – рожњачке формације	Псеудоглеј	Eutric Planosol	Бели бор, бреза
54	Заочани	Глине	Некарбонатна смоница	Eutric Vertisol	Пољски јасен, лужњак, вез, клен
55	Будожеља	Кристаласти шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква граб, цер
56	Лазац	Језерски седименти	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Сладун, цер, клен, буква
57	Горачићи	Конгломерати	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Буква, липа, клен
58	Богутовачка Бања (Савово)	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква, јавор

БИТ број	Локалитет	Геолошка подлога	Национална класификација (ЈДПЗ, 1985)	WRB класификација	Састојина
59	Краљева Каменица (Церје)	Серпентинит	Еутрични ранкер	Eutric Leptosol	Бели бор, китњак, црни јасен, трешња
60	Врњачка Бања	Пешчари	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Сладун, цер
61	Гоч	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква, китњак
62	Плеш	Шкриљци	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква
63	Лепенац	Пешчари	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква, цер, китњак
64	Мозгово	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква, китњак, јасика
65	Крушевац Брзећа	Флиш	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Црни бор, црни јасен
66	Велика Ђулица	Гнајс	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Сладун, китњак
67	Макрешане	Алувијални нанос	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Сладун, цер
68	Брус	Флиш	Еутрични ранкер	Eutric Leptosol	Цер, сладун, багрем
69	Бела Паланка	Кречњак	Редзина	Rendzic Leptosol	Буква
70	Луково	Туф	Еутрични ранкер	Eutric Leptosol	Сладун, цер
71	Врћеновица	Кречњачки пешчар	Рендзина	Rendzic Leptosol	Цер
72	Раденковац	Пешчар	Кисело смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква
73	Пријеполје И (побијеник)	Кречњак	Редзина	Redzic Leptosol	Смрча, јела
74	Нова Варош (Божетић)	Корнити	Хумусно кисело смеђе	Humic Cambisol	Смрча
75	Пријеполје ИИ	Кварцни пешчар	Илимеризовано земљиште	Gleyic Luvisol	Китњак, цер
76	Рит Трнава (Голија запад)	Дацити – андезити	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква, смрча
77	Рашковићев забран (Рашка исток)	Андезитско-дацитски туф са примесом серпентинита	Еутрични ранкер	Calcaric Regosol	Цер, сладун, граб, медунац
78	Голоја Осредак (Голија исток)	Серпентинит	Колувијални ранкер	Eutric Regosol	Китњак
79	Пролом	Дацит	Дистрични ранкер	Dystric Leptosol	Буква
80	Бељолин (Блаце)	Шљунковити нанос	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Сладун, цер
81	Куршумлија	Парагнајс	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Цер, сладун
82	Житорађа	Пегматит	Илимеризовано земљиште	Chromic Luvisol	Цер, сладун, китњак, клен, граб
83	Куршумлијска бања	Пешчар	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Сладун, цер
85	Веља Глава	Контактни серпентинит	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква граб, клен
86	Лапотнице	Шљунковити алувијално-делувијални нанос	Дистричан колумијум оглејен	Dystric Regosol	Лужњак, јасен, цер, клен
87	Црна Трава	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква
88	Бојник	Гнајс	Илимеризовано земљиште	Albic Luvisol	Сладун, цер
89	Цеп	Шкриљци	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Граб, буква, китњак, сладун
90	Горња Љубата	Филити	Дистрични ранкер	Dystric Leptosol	Буква
91	Власинско језеро	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Бреза
92	Височка Ржана	Крупнозрни пешчар	Кисело смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Медунац, цер, грабић, граб
93	Велика Лукања	Једар кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Calcaric Cambisol	Медунац, цер
94	Поганово (Бојник)	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Chromic Cambisol	Сладун, цер, граб, јасен
95	Топли Дол	Пешчар	Еутрични ранкер	Eutric Leptosol	Буква, цер
96	Муховац	Гнајс	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква, питоми кестен

БИТ број	Локалитет	Геолошка подлога	Национална класификација (ЈДПЗ, 1985)	WRB класификација	Састојина
97	Владичин Хан	Шкриљци	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Сладун, цер
98	Коћура	Шкриљци – Гнајс	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Цер, китњак, граб
99	Врањска Бања	Шкриљци	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква
100	Големо Село	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Сладун, цер
101	Делиблатски песак	Еолски песак	Еолски песак	Calcaric Arenosol	Црни бор
102	Плавна	Карбонатни алувијални песак	Алувијално карбонатно земљиште	Calcaric Fluvisol	Топола
103	Одаци	Иловасто –глиновит алувијум	Флувијално ливадско земљиште	Mollic Fluvisol	Лужњак, јасен, цер
104	Моровић	Језерски седименти	Алувијално – карбонатно оглејено са фосилним земљиштем	Eutric Fluvisol	Топола
105	Чортановачка шума	Лес	Рендзина	Mollic Leptosol	Китњак, липа, црни јасен, рашељка
106	Поповица	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Китњак
401	Тара I	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Chromic Cambisol	Јела, смрча, буква
402	Тара II	Кречњак	Црница	Mollic Leptosols	Смрча, буква, јела, јавор
403	Пекаре	Шкриљци	Смеђе подзоласто земљиште	Albeluvisols	Буква
404	Бунатовац	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква
405	Велика Лопарда	Андезит	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква
406	Јамњаци	Хлоритско серицитски шкриљци	Смеђе подзоласто земљиште	Albeluvisols	Смрча, буква
407	Каралићи	Шкриљци	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Смрча, буква
408	Велики Јастребац	Гранит	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква, јавор
409	Мали Јастребац	Гнајс	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква
410	Штрбачко корито	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Eutric Cambisol	Буква, бели граб
411	Бабин зуб (Књажевац)	Пешчари	Дистрични ранкер	Dystric Leptosol	Буква
412	Тисовац	Пешчари	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква
413	Јасенова глава	Кречњак	Црница	Rendzic Leptosol	Буква, јавор
414	Рудник I	Пешчари	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Буква
415	Маљен I	Андезит	Еутрично смеђе земљиште	Eutric Cambisol	Буква, јела
416	Петковица	Терцијерни седименти	Кисело смеђе земљиште	Dystric Cambisol	Сладун
417	Златар	Кречњак	Смеђе земљиште на кречњаку	Chromic Cambisol	Смрча
418	Мургеница	Кречњак	Црница	Lithic Leptosols	Јела, смрча
419	Барска Река	Гранодиорит	Смеђе подзоласто земљиште	Albeluvisols	Смрча
420	Гобељска река	Гранодиорит	Смеђе подзоласто земљиште	Albeluvisols	Јела, смрча
421	Вршачки брег	Микашист	Дистрични ранкер	Dystric Leptosol	Китњак, црни јасен
422	Суботичке шуме	Песак	Неразвијено земљиште на песку	Calcaric Arenosols	Црни бор
423	Колут-Козара	Преталожени лес	Илимеризовано земљиште (luvisol)	Albic Luvizols	Лужњак, цер
424	Сремска Каменица	Пешчари	Илимеризовано земљиште (luvisol)	Albic Luvizols	Цер, брест, китњак, бели граб
425	Расковица, Смогвица	Преталожени лес	Чернозем излужено оглејни	Glossic Chernozems	Бели граб, лужњак, пољски јасен
426	Грабовачко Витонајевачко острво	Глиновити алувијални нанос	Хипоглеј (мочварно глејно земљиште)	Galcic Gleysols	Пољски јасен, лужњак
427	Купинске греде	Иловасто-глиновити алувијум	Хипоглеј (мочварно глејно земљиште)	Galcic Gleysols	Пољски јасен, лужњак

Прилог 23. Типови земљишта на истраживаним локалитетима (Биоиндикацијским тачкама-БИТ)

Шумско газдинство	Власништво	Година	Површина под нападом губара (ha)				Укупно
			Интензитет напада				
			слаб	средњи	јак	врло јак	
ЈП СРБИЈАШУМЕ	државне	2004	35.747	28.245	23.737	45.119	132.849
		2005	13.390	2.077	784	11.905	28.156
		2006	9.924	0,00	0,00	0,00	9.924
	сопственика	2004	29.941	27.971	38.158	102.667	198.382
		2005	3.762	3.936	5.287	4.488	17.473
		2006	0,00	42,00	0,00	0,00	42,00
	укупно	2004	65.388	56.162	61.895	147.786	331.231
		2005	17.152	6.013	6.072	16.392	45.628
		2006	9.924	42,00	0,00	0,00	9.966
НП „БЕРДАП“	државне	2004	6.950	1.290	186	900	9.327
		2005	958	1.161	2.966	8.503	13.589
		2006	?	?	?	?	?
	сопственика	2004	649	17	0,00	0,00	666
		2005	10	763	1.105	1.300	3.178
		2006	?	?	?	?	?
	укупно	2004	7.599	1.307	186	900	9.993
		2005	969	1.924	4.071	9.803	16.767
		2006	?	?	?	?	?
ЈП „БОРЈАК“	државне	2004	0,00	320	2.287	1.946	4.553
		2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2006	?	?	?	?	?
	сопственика	2004	0,00	190	200	3.150	3.540
		2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2006	?	?	?	?	?
	укупно	2004	0,00	510	2.487	5.096	8.093
		2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2006	?	?	?	?	?
НП „ТАРА“	укупно	2004	није регистрована појава губара				
		2005					
		2006					

Прилог 24. Упоредна анализа површина и интензитета напада губара у шумама централне Србије у периоду 2004-2006 године. Извор: Извештај ИДПС - Прогнозно- извештајни послови у области заштите биља – Заштите шума за 2005. и 2006. годину.

Шумско газдинство	Власништво	Година	Површина под нападом губара (ha)				укупно
			слаб	средњи	јак	врло јак	
ЈП СРБИЈАШУМЕ	државне	2011	8.275,59	4.257,48	1.610,74	156,55	14.300,36
		2012	20.220,78	17.258,03	6.417,93	17.611,62	61.508,36
		2013	12.750,35	22.312,34	43.970,93	58.624,63	137.658,25
		2014	415,67	0,00	112,20	0,00	527,87
	сопственика	2011	9.833,50	6.062,00	144,00	40,00	16.079,50
		2012	19.948,60	21.622,31	4.729,50	22.502,50	68.802,91
		2013	16.949,52	18.613,65	32.852,03	84.073,32	152.488,52
		2014	5.630,40	195,00	700,00	0,00	6.525,40
	укупно	2011	18.109,09	10.319,48	1.754,74	196,55	30.379,86
		2012	40.169,38	38.880,34	11.147,43	40.114,12	130.311,27
		2013	29.699,87	40.925,99	76.822,96	142.697,95	290.146,77
		2014	6.046,07	195,00	812,20	0,00	7.053,27
НП „БЕРДАП“	државне	2011	?	?	?	?	?
		2012	3.783,00	11.339,00	9.179,00	12.590,00	36.891,00
		2013	0,00	3.237,63	8.202,84	25.169,81	36.610,28
		2014		није регистрована појава губара			
	сопственика	2011	?	?	?	?	?
		2012	0,00	2.227,00	60,00	4.586,00	6.873,00
		2013	0,00	1.450,00	2.635,81	2.777,68	6.863,49
		2014		није регистрована појава губара			
	укупно	2011	?	?	?	?	?
		2012	3.783,00	13.566,00	9.239,00	17.176,00	43.764,00
		2013	0,00	4.687,63	10.838,65	27.947,49	43.473,77
		2014		није регистрована појава губара			
ЈП „БОРЈАК“ ВРЊАЧКА БАЊА	државне	2011	?	?	?	?	?
		2012	?	?	?	?	?
		2013	0,00	513,68	271,88	24,97	810,53
		2014		није регистрована појава губара			
	сопственика	2011	?	?	?	?	?
		2012	?	?	?	?	?
		2013	0,00	457,00	33,00	0,00	490,00
		2014		није регистрована појава губара			
	укупно	2011	?	?	?	?	?
		2012	6.720	1.350	150	150	8.370
		2013	0,00	970,68	304,88	24,97	1.300,53
		2014		није регистрована појава губара			

ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ	укупно	2011	?	?	?	?	?
		2012	?	?	?	?	2.000,00
		2013	300,00	400,00	900,00	400,00	2.000,00
		2014	није регистрована појава губара				
СПЦ	укупно	2011	?	?	?	?	?
		2012	?	?	?	?	?
		2013	48,87	1.064,93	1.518,39	435,64	3.067,83
		2014	није регистрована појава губара				

Прилог 25. Упоредна анализа површина и интензитета напада губара у шумама централне Србије у периоду 2011-2014. године. Извор: Извештај о пословима од јавног интереса у области дијагностике штетних организама и заштите здравља шумског биља на територији Републике Србије, без територије Аутономне Покрајине Војводине, 2013 и 2014 године.

Година	Све врсте	Најзаступљеније врсте	Буква	Цер	Китњак	Сладун	Граб	Смрча	Ц.бор	Б.бор	Јела	Остали лишћари
2004	609	511	147	96	81	149	10	/	1	6	21	98
2005	523	374	92	78	84	111	6	/	/	3	/	149
2006	505	441	99	104	102	119	7	/	/	10	/	64
2007	176	103	24	16	34	23	4	/	/	2	/	73
2008	262	146	35	16	65	17	13	/	/	/	/	116
2009	380	239	22	58	66	51	26	/	3	13	/	141
2010	440	267	7	120	80	44	16	/	/	/	/	173
2011	266	143	11	53	45	28	6	/	/	/	/	123
2012	388	309	93	81	80	37	6	/	/	12	/	79
2013	549	465	131	157	70	78	28	1	/	/	/	84
2014	150	93	29	18	33	9	4	/	/	/	/	57

Прилог 26. Број стабала на којима су констатоване штета од дефолијатора и јајна легла без обзира на интензитет напада.



Прилог 27. Сушење групе стабала смрче на БИТ Ниво II Копаноник услед градације подкорњака (Чешљар Г. 2014)



Прилог 28. Сушење стабла букве (1N) на БИТ 403 (Чешљар Г. 2012, 2013)



Прилог 28. Сушење стабла граба (4N-2014. године) на БИТ 23 и приказ женки губара које полажу јаја на истим стаблима 2013. године (Чешиљар Г. 2013, 2014)



Прилог 29. Сушење групе стабала четинара 2013. године у непосредној близини БИТ 403 (Чешиљар Г. 2013)



Прилог 30. Градација губара (врло јак напад) околина Неготина (Чешиљар Г. 2012)



Прилог 31. Сушење стабала букве на БИТ 13 и џера на БИТ 29 (Чеиљар Г. 2013)



Прилог 32. Сушење стабала букве БИТ 13 (Чеиљар Г. 2014)



Прилог 33. Сушење стабала џера на БИТ 15 (Чеиљар Г. 2014)

БИОГРАФИЈА

Горан Чешљар је рођен 29. августа 1979. године у Београду, Србија. Основну и средњу школу завршио је у Београду.

Основне студије на Шумарском факултету, Универзитета у Београду, одсек пејзажна архитектура завршио је новембра 2008. године и стекао звање инжењера шумарства за пејзажну архитектуру. Дипломирао је на предмету физиологије биљака.

Током целог трајања основних студија био стално запослен и стекао је искуство организације посла и тимског рада.

Као стручни сарадник запослио се новембра 2010. године на Институту за шумарство у Београду, у одељењу за уређење простора, ГИС и шумарску политику где и тренутно ради.

Школске 2011/12. године уписао је докторске студије на факултету за екологију и заштиту животне средине, Универзитета „Унион-Никола Тесла“ у Београду.

Одлуком Научног већа Института за шумарство у Београду марта 2012. године стекао је звање истраживача сарадника.

У досадашњем раду учествовао је на више домаћих и страних програма и пројеката, и као аутор или коаутор објавио више научних радова у научним часописима и међународним научним скуповима.

Живи и ради у Београду. Ожењен је и има ћерке Уну и Сару.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Горан Чешљар

број уговора са датумом потписивања _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Процена утицаја фактора стреса и њихових ефеката на шуме са циљем заштите
животне средине у Србији

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Чешљар Г.

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Горан Чешљар

Број уговора са датумом потписивања _____

Студијски програм Заштита животне средине

Наслов рада Процена утицаја фактора стреса и њихових ефеката на шуме са
циљем заштите животне средине у Србији

Ментор Проф. др Лидија Амићић

Потписани Горан Чешљар

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла Универзитетској библиотеци Универзитета „Унион-Никола Тесла“ у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета „Унион- Никола Тесла“ у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Чешљар Г.

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку Универзитет „Унион-Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Процена утицаја фактора стреса и њихових ефеката на шуме са циљем заштите животне средине у Србији

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета „Унион-Никола Тесла“ могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанта

У Београду, _____

Томислав Ј.