

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Љиљана Б. Брашанац-Босанац

**ШУМСКИ ЕКОСИСТЕМИ СРБИЈЕ
У ФУНКЦИЈИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ
СРЕДИНЕ ОД НЕГАТИВНОГ УТИЦАЈА
КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА**

докторска дисертација

Београд, 2013

UNIVERSITY OF BELGRADE
FAKULTY OF GEOGRAPHY

Ljiljana B. Brašanac-Bosanac

**FOREST ECOSYSTEMS OF SERBIA
IN THE FUNCTION OF
ENVIRONMENTAL PROTECTION FROM
NEGATIVE CLIMATE CHANGES IMPACT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

Ментор:

Редовни професор, др Дејан Филиповић, Географски факултет, Београд.

Чланови комисије:

Редовни професор, др Владан Дуцић, Географски факултет, Београд.

Редовни професор, др Милован Пецељ, Географски факултет, Београд.

Научна саветница, др Драгана Дражић, Институт за шумарство, Београд.

Виши научни сарадник, др Милорад Веселиновић, Институт за шумарство, Београд.

Датум одбране:

*Мојим родитељима Милени и Бранимиру и
мојој деци Марији, Јани и Луки*

Имајући на уму латинску пословицу „Verba volant, scripta manent” (Речи лете, оно што је написано остаје), желим да се и на овај начин захвалим професорима, колегама и породици на подршци коју су ми пружили током израде дисертације.

Захваљујем се професорима Географског факултета Универзитета у Београду, ментору проф. др Дејану Филиповићу, проф. др Владану Дуцићу, проф. др Миловану Пецељу и проф. др Драгутину Тошићу, као и колегама из Одељења за заштиту и унапређење животне средине Института за шумарство у Београду, др Драгани Дражић и др Милораду Веселиновићу за одвојено време, савете и сугестије које су ми пружили при изради докторске дисертације.

Посебну захвалност дугујем мојој колегиници и пријатељици мр Татјани Ђирковић-Митровић из Института за шумарство, дипл. метеорологу Драгану Ђукићу из Републичког хидрометеоролошког завода Србије и дипл. инж. Предрагу Јовићу из Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије - Управа за шуме, који су ми несебично помогли.

Захваљујем се директору Института за шумарство у Београду, др Љубинку Ракоњицу, као и колегама др Мари Табаковић-Тошић, др Милошу Копривици, др Слободану Милановићу, мр Владану Поповићу, дипл. инж. Невени Чуле и дипл. инж. Илији Ђорђевићу.

Бескрајно хвала мојој сестри Бранислави, мом ослоњу и покретачкој снази кроз цело школовање. Велико хвала и мом супругу Влајку и зету Ивану Бошковићу за моралну подршку.

Знам да би најпоноснији на мене били моји драги родитељи Милена и Бранимир, који су ме васпитавали да будем часна, одговорна и вредна, али пре свега добар човек. Ова дисертација је на неки начин моја огромна захвалност њима за све што су учинили за мене.

На крају, све што радим и постигнем у животу има посебан смисао због моје ћерке Марије и мојих сестрића Јане и Луке. Њима посвећујем ову докторску дисертацију.

ШУМСКИ ЕКОСИСТЕМИ СРБИЈЕ У ФУНКЦИЈИ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ ОД НЕГАТИВНОГ УТИЦАЈА КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА

Резиме

Докторска дисертација под називом „Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног утицаја климатских промена“ има за циљ да теоријским истраживањима укаже на значај шумских екосистема у заштити животне средине, посебно са аспекта ублажавања утицаја негативних климатских промена и потребу примене тзв. прилагодљивог (адаптибилног) газдовања у шумарској пракси, а у циљу успостављања одрживог развоја шума и шумских екосистема у Србији.

Непосредни задаци истраживања били су:

- да се на основу елемената везаних за глобалне и регионалне промене климе вреднује њихов утицај на шумске екосистеме и животну средину;
- да се формирањем електронске базе климатолошких параметара за период 1949-2010. година за 32 метеоролошке станице у Србији и обрадом добијених података сагледају климатски елементи у Србији;
- да се на основу спроведених компаративних анализа дају смернице које би служиле при планирању радова на пошумљавању и гајењу шума, у циљу адаптације шумских екосистема на новонастале климатске услове и што бољег одабира отпорнијих врста и одговарајућих техника садње;
- да се дефинишу потенцијалне стратешке и операционе методе у циљу адаптације шумских екосистема на измењене климатске услове и реализације адаптибилног газдовања шумама у Србији заснованог на принципима одрживог развоја;
- сагледавање могућих промена у шумским екосистемима (према различитим сценаријима глобалних промена климе) и предлог дугорочних мера заштите и одрживог коришћења;
- утврђивање ефеката климатских промена на расположивост шумских и других екосистема и биодиверзитета у циљу планирања одрживог развоја и еколошки прихватљивих делатности на подручјима осетљивим на климатске промене.

У циљу рационалног коришћења, ефикасног очувања, заштите и унапређења стања шумских екосистема у Србији и њихове адаптације на негативне климатске промене, био је неопходан мултидисциплинаран приступ уз примену принципа интегралне заштите животне средине.

При изради докторске дисертације коришћене су следеће научне методе: прикупљање података, квантитативне, математичко-статистичке методе, компаративне анализе, метод вредновања, картографски метод, метод синтезе са елементима генерализације и систематизације података и индуктивно-дедуктивни метод.

Након извршених истраживања дошло се до следећих закључака:

- територија Србије представља једно од подручја у коме ће услед климатских промена бити доведено у питање одрживо коришћење природних ресурса, а самим тим и квалитет животне средине у будућности;
- шумски екосистеми су значајан фактор у заштити животне средине, а пошумљавањем одговарајућих, на климатске промене отпорнијих врста, као и унапређењем стања шума и применом одговарајућег адаптивбилног газдовања шумама могуће је значајно ублажити негативне ефекте климатских промена;
- неопходно је доношење секторских планова и програма мера за адаптацију на климатске промене и усаглашавање секторских стратегија са белом књигом ЕУ за адаптацију и релевантним директивама ЕУ, као и развијање одрживог система управљања ризиком климатских промена у Србији;
- смањење негативног утицаја климатских промена путем адаптивбилног газдовања један је од будућих приоритета у шумарству.

Кључне речи: шумски екосистеми, општекорисне функције шума, климатске промене, негативан утицај, заштита животне средине, адаптација, адаптивбилно газдовање, одрживи развој, Србија.

Научна област: просторно планирање

Ужа научна област: заштита животне средине

УДК 630*180+502.131(497.11)(043.3)

FOREST ECOSYSTEMS OF SERBIA IN THE FUNCTION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION FROM NEGATIVE CLIMATE CHANGES IMPACT

Abstract

Doctoral dissertation "Forest ecosystems of Serbia in the function of environmental protection from negative climate changes impact" with theoretical researches tends to indicate the importance of forest ecosystems in environmental protection, particularly in terms of mitigation of adverse effects of climate change, and the need to use so-called flexible (adaptive) management in forest practice, with the aim to establish a sustainable development of forests and forest ecosystems in Serbia.

The immediate objectives of the research were:

- to evaluate impact of elements related to global and regional climate change on forest ecosystems and the environment;
- to observe climate elements in Serbia by creating an electronic database of climatological parameters for the period 1949-2010 for 32 meteorological stations in Serbia and by processing of the obtained data;
- on the basis of conducted comparative analyses to provide guidelines for planning activities on afforestation and silviculture in order to adapt forest ecosystems to the new climate conditions and to make better selection of more resistant species and appropriate planting techniques;
- to define potential strategic and operational methods in order to adapt forest ecosystems to changed climate conditions and realization of adaptive forest management in Serbia based on the principles of sustainable development;
- to perceive possible changes in forest ecosystems (due to the different scenarios of global climate change) and propose a long-term protection measures and sustainable use of forest ecosystems;
- to determine the effects of climate change on the availability of forest and other ecosystems and biodiversity in order to plan sustainable development and environmentally friendly activities in areas vulnerable to climate change.

For the purpose of rational use, effective conservation, protection and improvement of forest ecosystems in Serbia and their adaptation to the negative climate changes impact, the multidisciplinary approach was required with the application of the principles of integrated environmental protection.

Following scientific methods were used in this doctoral dissertation: data collection, quantitative, mathematical-statistical methods, comparative analyses, evaluation method, cartographic method, synthesis method with elements of data generalization and systematization, and inductive-deductive method.

After completion of researches following conclusions were made:

- territory of Serbia is one of the areas in which due to climate change the sustainable use of natural resources will be called into question, and therefore the quality of the environment in the future;
- forest ecosystems are significant factor in environmental protection and with afforestation of adequate species that are resistant to climate change, as well as with the improvement of forest conditions and applying appropriate adaptive forest management it is possible to significantly reduce the negative effects of climate change;
- it is necessary to adopt sectoral plans and programs of *measures for adaptation to climate change* and to harmonize sectoral strategies with the EU White Paper on adaptation to climate change and relevant EU directives, and to develop a sustainable system of climate change risk management in Serbia;
- reducing of negative climate changes impacts through adaptive forest management is one of the future priorities in forestry.

Key words: forest ecosystems, general-usefully functions of forests (benefit functions), climate changes, negative impacts, environmental protection, adaptation, adaptive forest management, sustainable development, Serbia.

Scientific field (SF): Spatial planning

Scientific Discipline (SD): Environmental protection

UDK 630*180+502.131(497.11)(043.3)

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
1.1. Основне хипотезе	4
1.2. Досадашња истраживања	6
1.3. Међународно законодавство и правни оквир ЕУ.....	7
1.4. Законодавство и правни оквир у Србији	11
2. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЦИ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА	13
3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	15
3.1. Квантитативне, математичко-статистичке методе	17
3.2. Принцип интегралне заштите животне средине.....	20
3.3. Принципи заштите климе и управљања ризиком климатских промена ...	21
4. ПРИКАЗ СТАЊА ШУМА И ШУМСКИХ ЕКОСИСТЕМА У ПРОСТОРНО-ПЛАНСКОЈ И СТРАТЕШКОЈ ДОКУМЕНТАЦИЈИ У СРБИЈИ	23
4.1. Просторно-планска документација	23
4.2. Стратешка документа Републике Србије	31
5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	42
5.1. Појам и значај шумских екосистема	42
5.2. Општекорисне функције шума	47
5.2.1. Производња кисеоника и апсорпција угљен-диоксида	48
5.2.2. Климатска функција шума	51
5.2.3. Заштита земљишта и противерозиона функција шума	54
5.2.4. Хидролошка и водозаштитна функција шума	55
5.2.5. Шуме у функцији пречишћавања ваздуха и воде	55
5.2.6. Остале значајне општекорисне функције шума	57
5.3. Угроженост шумских екосистема	61
5.3.1. Нестајање шума	62
5.3.2. Деградација шума	63
5.3.3. Сушење шума	66
5.3.3.1. „Киселе кише“ као узрок сушења шума	68
5.3.3.2. Последице сушења шума	70

5.3.3.3. Сушење шума у Србији	71
5.3.3.4. Мере за сузбијање појаве сушења шума	74
5.4. Комплекси типова шума у Србији	76
5.5. Шумске површине у Србији	84
5.5.1. Стање шумских екосистема у Србији	88
5.6. Климатске промене – светски проблем	100
5.7. Главне одлике климе у Србији	109
5.7.1. Климатске области Србије	109
5.7.2. Климатски фактори у Србији у периоду 1949-2010. година	111
5.8. Негативан утицај климатских промена на шумске екосистеме	175
5.8.1. Негативан утицај климатских промена на шумске екосистеме у Србији	177
5.9. Адаптација шумских екосистема на измењене климатске услове	181
5.9.1. Потенцијалне стратешке методе и мере у циљу адаптације шумских екосистема на измењене климатске услове	182
6. ДИСКУСИЈА	188
7. ЗАКЉУЧЦИ	207
8. ЛИТЕРАТУРА	218
9. ПРИЛОЗИ	232
БИОГРАФИЈА	243

ЛИСТА АКРОНИМА И СКРАЋЕНИЦА

WMO (World Meteorological Organization)	Светска метеоролошка организација
UNEP (United Nations Environment Programme)	Програм Уједињених нација за животну средину
IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)	Међувладин панел за промену климе
UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)	Оквирна конвенција Уједињених нација о промени климе
GHG (Greenhouse Gases)	Гасови са ефектом стаклене баште
SRES (Special Report on Emissions Scenarios)	Специјални извештај о сценаријима емисија гасова са ефектом стаклене баште
РХМЗС	Републички хидрометеоролошки завод Србије
МС	Метеоролошка станица
ГМС	Главна метеоролошка станица
ОМС	Обична метеоролошка станица
ППРС	Просторни план Републике Србије
NFP (National Forest Programme)	Национални шумарски програм
FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)	Организација за храну и пољопривреду Уједињених нација
SEEVCCC (South East European Virtual Climate Change Centre)	Виртуелни центар за климатске промене за регион Југоисточне Европе
ICP Forests Programme (International Cooperative Programme on Forests Condition Monitoring)	Међународни кооперациони програм за праћење стања шума
CDM (Clean development mechanism)	Механизам чистог развоја

1. УВОД

Глобална клима, биолошки, геолошки и хемијски процеси и природни екосистеми међусобно су повезани, а промене у било којој од наведених компоненти животне средине могу утицати на човека и друга жива бића. Глобално окружење је под озбиљном претњом последица људских активности које воде ка исцрпљивању природних богатстава, свеобухватном загађењу вода и ваздуха, уништавању биљних и животињских врста и њихових станишта и растућој претњи глобалног загревања.

Већина научника у свету сматра да до нарушавања енергетског биланса атмосфере долази услед индустријализације и пораста антропогених емисија, што условљава глобално атмосферско загревање и могуће будуће промене климе. Услед повећане концентрације гасова угљен-диоксида, метана и оксида азота у земљиној атмосфери, формира се омотач који спречава да сунчева енергија напусти земљину атмосферу, па долази до тзв. ефекта стаклене баште.

Од стране Светске метеоролошке организације (WMO) и Програма Уједињених нација за животну средину (UNEP), 1988. године основан је Међувладин панел за промену климе (IPCC), како би се указало на могуће промене климе и пробудила свест и савест човечанства. Основни задатак IPCC-а је да се на основу резултата мониторинга и истраживања која се спроводе у оквиру Глобалног климатског осматрачког система и Светског климатског програма, а којима координира Светска метеоролошка организација, на објективан, отворен и транспарентан начин презентују усаглашене научне, техничке и друштвено-економске информације релевантне за разумевање ризика антропогених промена климе, потенцијалних утицаја тих промена и опција ублажавања климатских промена и адаптације на измењене климатске услове.

Подаци климатских осматрања у последњих 200 година показују да је глобална годишња температура ваздуха у току XX века порасла за 0,7°C, док у подручју изнад Европе тај раст износи 0,95°C (IPCC, 2009). Неспорно је да се клима мења и да ће се мењати и у будућности, међутим, брзина, утицаји и последице тих промена током XXI века веома су неизвесне, нарочито у регионалном смислу.

На „Самиту о планети Земљи” у Рио де Жанеиру, у Бразилу, 1992. године усвојена је Оквирна конвенција Уједињених нација о промени климе (UNFCCC), чији је основни циљ обезбеђивање стабилизације атмосферских концентрација гасова са ефектом стаклене баште на нивоу који би спречио штетне утицаје на климатски систем, односно смањивање брзине загревања атмосфере услед додатног ефекта стаклене баште узрокованог антропогеним емисијама GHG. На овај начин обезбедили би се услови природним екосистемима да се адаптирају на климатске промене, уз остваривање стабилног будућег економског развоја на међународном нивоу.

На Трећем заседању Конференције држава уговорница Конвенције, одржаном 1997. године у Кјоту, у Јапану, уз Оквирну конвенцију Уједињених нација о промени климе усвојен је међународни уговор тзв. Кјото протокол (Kyoto Protocol). Основни циљ Кјото протокола је смањење глобалних антропогених емисија гасова са ефектом стаклене баште за најмање 5% у односу на референтну 1990. годину и то у првом обавезујућем периоду од 2008. до 2012. године. Разлика између Кјото протокола и UNFCCC-а је што Конвенција подстиче индустријски развијене земље да смање емисије гасова са ефектом стаклене баште, док их Протокол на то обавезује.

Шумски екосистеми припадају оним природним системима за које се процењује да ће у скоро свим регионима света бити изложени негативним утицајима климатских промена, а бројне студије о глобалном загревању и потенцијалним променама температуре и влажности указују на врло широк спектар ефеката, како на шумске екосистеме у целини, тако и на појединачна стабла (Andrasko, K., 1990, Botkin, D.V. et al., 1992).

Иако климатски и други еколошки услови, а поготово они неповољни, најнепосредније делују на шумску вегетацију и њен састав, и сама шума може у великој мери да модификује те услове. Шумски екосистеми су највећи резервоари угљен-диоксида, који издвајају из атмосфере захваљујући процесу фотосинтезе, а затим га уграђују у дрвну биомасу. Глобално, они могу да ускладиште 20 до 100 пута веће количине угљен-диоксида по јединици површине у односу на пољопривредне површине и самим тим имају изузетно важну улогу у смањењу концентрације CO₂, једног од најзначајнијих гасова стаклене баште. Међутим,

услед неког поремећаја у самој шуми, било да је он изазван антропогеним деловањем (сечом шума), или неким природним циклусом (поремећај климатских услова, одумирање старих стабала, напад штеточина и болести и сл.), шумски екосистеми почињу да отпуштају ускладиштени CO₂ назад у атмосферу, што представља озбиљан проблем. Саме шуме никада неће моћи да стабилизују атмосферске концентрације гасова стаклене баште, или да уравнотеже укупну емисију CO₂.

Неповољни ефекти климатских промена на шумске екосистеме првенствено би се манифестовали кроз:

- редистрибуцију и миграцију или нестанак појединих шумских врста услед високих температура, смањења подземних вода и смањење броја дана са снегом и снежним покривачем;
- промену вертикалне и хоризонталне зоналности вегетације;
- повећан ризик нестанка бројних врста због синергетских ефеката климатских промена и фрагментације станишта;
- повећање фреквенције и интензитета бујичних поплава и клизишта;
- деградацију земљишта и интензивирање процеса десертификације услед повећане ерозије, салинизације земљишта, смањења органске материје у земљишту;
- повећање ризика од болести и штеточина;
- ширење ареала преносиоца болести;
- повећање ризика од шумских пожара и др.

Шумске екосистеме карактеришу, између осталог, висок степен природности, распрострањеност, специфична структура, изражена биолошка разноврсност, висока продукција биомасе, бројни ресурси и разноврсност њихове употребе, акумулација велике количине енергије без потрошње допунске, обновљивост, бројне функције и утицаји, па је њихова улога у заштити животне средине веома значајна.

У односу на производне функције, општекорисне функције шума много су бројније и значајније за човека и сва жива бића. Без неких се не би могао замислити опстанак живота на Земљи, а са аспекта заштите животне средине и ублажавања негативних климатских промена најзначајније су:

- **производња кисеоника и апсорпција угљен-диоксида;**
- **климатска функција** шума (која обухвата: утицај шума на температуру и количину падавина, утицај шума у борби против суше, заштиту комуникација од ветра и снега, заштиту чистоће ваздуха и стварање погодне микроклиме);
- **заштита земљишта од ерозије, одроњавања и лавина;**
- **хидролошка и водозаштитна функција.**

Шуме и сектор шумарства имају значајну и вишеструку улогу у остваривању циљева Оквирне конвенције Уједињених нација о промени климе и циљева Кјото Протокола. Унапређење и рационално коришћење шумских екосистема од стратешког су значаја за Републику Србију, а решавање проблема негативног утицаја климатских промена на природне ресурсе један је од приоритета Националне стратегије научног и технолошког развоја Србије и Програма развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године.

1.1. Основне хипотезе

Рад на изради докторске дисертације под називом „*Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног утицаја климатских промена*“, базирао се на следећим хипотезама:

- Шумски екосистеми су незаменљив чинилац у решавању проблема животне средине, не само у регионалним оквирима, већ и шире, јер својим општекорисним функцијама остварују глобално дејство и имају одговарајући биосферни значај.
- Глобално загревање и потенцијалне промене температуре и влажности имају широк спектар ефеката, како на шумске екосистеме у целини, тако и на појединачна стабла (Smith, J., Tirpak D., 1989, Andrasko, K., 1990, Botkin, D.B. et al., 1992).
- Глобално повећање температуре од 1,1°C до 6,4°C и влажности од 7,1% до 15,8% у току XXI века, може довести до озбиљних и брзих промена у шумским екосистемима. Ефекти глобалног загревања могли би да буду толико јаки у појединим регионима, да би изазвали промене у

продуктивности шума и састава биљних и животињских заједница у њима, па одржавање шумског покривача не би било могуће.

- Глобалне климатске промене представљају озбиљан стрес за већ угрожене природне ресурсе и заштићена подручја природе у Србији.
- У оквиру низа мера у борби против глобалног загревања и смањења штетних ефеката климатских промена пресудну улогу има повећање површина под шумама, унапређење постојећих шума и одрживо управљање шумама.
- Услед различитих приступа и методолошких поставки, приказ стања шума и њихових функција у досадашњим Просторним плановима Републике Србије је непотпун.
- Управљање шумским екосистемима у Србији треба да буде усаглашено са концептом одрживог развоја и да чини целовит систем, са јасно истакнутим елементима еколошког, економског и социјалног приступа.
- За реализацију одрживог газдовања шумама под измењеним климатским условима, неопходно је применити одговарајуће критеријуме и индикаторе који ће се примењивати приликом планирања газдовања шумама у циљу корекције и иновирања стандарда коришћења шумских екосистема, смањења штетних еколошких ефеката и опстанка шума за будуће генерације.
- Адаптибилно газдовање шумама представља систематски процес константног унапређења политике газдовања шумама, чијом применом је могуће постићи већи степен заштите животне средине (Innes, J.L. et al., 2009).

1.2. Досадашња истраживања

Истраживања, расправе и анализе о променама климе, њиховом утицају на шумске екосистеме и ефектима шума на ублажавање глобалних промена климе, почеле су током 1970-тих година. Добијени резултати публиковани су у бројним студијама, часописима и радовима, а посебно се могу издвојити радови: Reidel, С.Н. (1971), Peters, R., Darling, J. (1985), Andrasko, К. (1990), Graham, R.L. et al. (1990), Myers, N., Goreau, T.J. (1991): Botkin, D.B. et al. (1992), Parker, W.C. et al. (2000), Nakicenovic, N. et al. (2000), Пецељ, Р.М. (2000, 2002, 2003), Hannah, L. et al. (2002), Biringier, J. (2003), Кадовић, Р. (2007), Кадовић, Р., Медаревић, М. (2007), Радовановић, М., Pereira Gomes, J.F. (2008), Драгићевић, С., Филиповић, Д. (2009), Radovanović, М., Pecelj, М. (2012а, 2012б) и други.

Проучавањем шумских екосистема и њиховог значаја у животној средини бавили су се многи аутори, а проблем нестајања шума постао је брига Уједињених нација и Светске заједнице. Значај и функције шума, односе шумских екосистема и животне средине у свету у својим радовима, између осталих, проучавали су: Шафар, Ј. (1987), Plamondon, А.Р. et al. (1991), Koch, N.E., Kennedy, J.J. (1991), Kennedy, J. J., Thomas, J.W. (1995), Gitay, Н. et al. (2001), Innes, J.L. (2004), Kennedy, J.J., Koch, N.E. (2004), Kindermann, G.E. et al. (2008), Pan, Y. et al. (2011), Barredo, J.I. et al. (2012), а у Србији, између осталих: Панчић, Ј. (1871), Јанковић, М. (1988), Велашевић, В., Ђоровић, М. (1998), Вучићевић, С. (1999), Дражић, Д., Дражић, М. (2001), Дражић, Д. (2002), Брашанац, Љ. (2003, 2003а, 2007), Велашевић, В. (2004), Љешевић, М. (2005), Брашанац, Љ, Јовић, Ђ. (2006), Dražić, D. et al. (2006), Drazic, D. et al. (2007), Nevenić, R. et al. (2007), Jovic, Dj., Brasanac, Lj. (2007) и други.

Климатске карактеристике Србије, између осталих, проучавали су Ракићевић, Т. (1980), Радовановић, М., Дуцић, В. (2004), Дуцић, В., Радовановић, М. (2005), Поповић, Т. et al. (2005), Поповић, Т. (2007), Поповић, Т. et al. (2009), Дуцић, В. et al. (2010) и други.

Утицај климатских фактора на појаву и опстанак вегетације њено распрострањење и висинску диференцираност на подручју Србије проучавали су: Колић, Б., Гајић, М. (1975), Јовановић, Б., Колић, Б. (1980), Колић, Б. (1988), Крстић, М. (1998), Крстић, М. et al. (2001), Krstic, М., Cirkovic, Т. (2005), Белиј, С.

et al. (2007), Медаревић, М. et al. (2007), Брашанац-Босанац, Љ., Ћирковић-Митровић, Т. (2009, 2010), Ratknić, М. et al. (2010) Ratknić, М. et al. (2012) и други.

Могућности адаптације шумских екосистема и ублажавања негативних климатских промена проучавали су: Parker, W.C. et al. (2000), Rametsteiner, E. (2000), Watson, R.T. et al. (2000), Spittlehouse, D.L., Stewart, R.B. (2003), Agerup, M. (2004), Agerup, M. et al. (2004), Lim, B. & Spanger-Siegfried, E. (2005), Drever, C.R. et al. (2006), Ogden, A.E. (2007), Ogden, A.E., Innes, J.L. (2007), Кадовић, Р., Медаревић, М. (2007), Bernier, P., Schoene, D. (2009), Innes, J. et al. (2009), Roberts, G. et al. (2009), Mansourian, S. et al. (2009), Bernier, P., Schoene, D. (2009), Медаревић, М. (2009), Čule, N. et al. (2010), Dröge, S. (2010), Brasanac-Bosanac, Lj. et al. (2011), Brasanac-Bosanac, Lj. et al. (2012) и други.

1.3. Међународно законодавство и правни оквир ЕУ

Климатске промене представљају једну од кључних тема међународних односа у XXI веку. У суштини, оне више нису само питање заштите животне средине и еколошке свести, већ сам термин обухвата и главне теме овог века: одрживост, економски раст и енергетску безбедност. У циљу планирања одрживог развоја на подручјима осетљивим на климатске промене, а са друге стране смањења ефеката глобалног загревања и климатских промена на шумске екосистеме Србије, неопходно је доношење и примена нових стратегија и мера у очувању и заштити животне средине, поштујући усвојене међународне конвенције, декларације и стратегије и националну законску регулативу.

У даљем тексту дат је хронолошки преглед најзначајнијих међународних конвенција и декларација и стратегија из области заштите животне средине и шумарства, ратификованим од стране Републике Србије, са посебним акцентом на Оквирну конвенцију Уједињених нација о промени климе (UNFCCC) и Кјото протокол, као документе од изузетног значаја кад су у питању климатске промене:

- Стокхолмска декларација (1972);
- Светска повеља о природи (1982);
- Најробе декларација (1982);
- Резолуције Министарске конференције о заштити шума у Европи (1990, 1993, 1998, 2003);

- Рио декларација о животној средини и развоју (1992) - UNFCCC;
- Пан-Европска стратегија биолошке и предеоне разноврсности (1992);
- Стратегија шумарства EU (1998);
- Стратегија одрживог развоја EU (2002);
- Стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара EU (2005);
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment, Geneva, Switzerland;
- Kyoto Protocol (2008-2012);
- United Nations Climate Change Convention, Copenhagen (2009);
- Davos: Global Risk Forum (2010).

Оквирна конвенција УН о промени климе (UNFCCC) усвојена је на Конференцији УН о развоју и животној средини 1992. године у Рио де Жанеиру, када су је и потписали званични представници 166 држава. Основни циљ усвајања Конвенције био је обезбеђивање стабилизације атмосферских концентрација гасова са ефектом стаклене баште на нивоу који би спречио штетне утицаје на климатски систем, односно смањивање брзине загревања атмосфере услед додатног ефекта стаклене баште узрокованог антропогеним емисијама GHG. На тај начин природним екосистемима би се обезбедили услови за адаптацију на климатске промене, уз остваривање стабилног будућег економског развоја на међународном нивоу. Конвенција је ступила на снагу у марту 1994. године, а годину дана касније, у Берлину 1995. године, одржано је Прво заседање Конференције земаља уговорница Конвенције (192 земље) и од тада се годишња заседања редовно одржавају.

У члану 1. ове Конвенције, „*климатске промене*“ дефинисане су као „промене климе узроковане директно или индиректно људским активностима које мењају састав глобалне атмосфере“.

Кјото протокол - Протокол из Кјота уз Оквирну конвенцију Уједињених нација о промени климе је додатак међународном споразуму о климатским променама. Протокол је отворен за потписивање у јапанском граду Кјоту 11. децембара 1997. године. За његово ступање на снагу било је потребно да га

ратификује најмање 55 држава и да државе које су ратификовале протокол чине најмање 55% загађивача. Протокол је ступио на снагу 16. фебруара 2005. године, када га је ратификовала Русија. Државе које су га ратификовале чине 61% загађивача. Србија је прихватила Кјото протокол 24. септембра 2007. године, а до краја 2008. године, Кјото протокол су ратификовале 183 државе и једна регионална економска организација (ЕЕС). Сједињене Америчке Државе и неке мање државе одбиле су да ратификују Протокол из Кјота, а у децембру 2011. године из Кјото протокола иступила је Канада.

Основна разлика између Протокола и Конвенције је што Конвенција подстиче индустријски развијене земље да смање емисије гасова са ефектом стаклене баште, док их Протокол на то обавезује. Основни циљ Кјото протокола је смањење глобалних антропогених емисија гасова са ефектом стаклене баште за најмање 5% у односу на референтну 1990. годину, и то у првом обавезујућем периоду од 2008 до 2012. године.

У **Анексу А** Протокола наведено је шест гасова са ефектом стаклене баште: угљендиоксид (CO_2), метан (CH_4), азотсубоксид (N_2O), флуороугљоводоници (HFCs), перфлуороугљоводоници (PFCs) и сумпорхексафлуорид (SF_6). Протоколом се обавезује смањивање испуштања наведених гасова, јер су се у последњих неколико деценија повећале њихове концентрације у атмосфери, пре свега због коришћења фосилних горива у индустрији и саобраћају, што је допринело глобалном загревању и климатским променама.

Анекс Б садржи листу држава уговорница и квантификоване обавезе смањења емисија GHG изражене у процентима у односу на референту годину. Другим речима, квантификована обавеза смањења емисија GHG предвиђена је за 38 индустријски развијених земаља укључујући 11 земаља са економијом у транзицији Централне и Источне Европе. Протокол такође омогућава овим државама да саме одлуче које ће од наведених шест гасова укључити у своју националну стратегију смањивања емисија гасова.

Индустријализоване државе са квантификованим обавезама наведене у Анексу Б Кјото протокола, заправо су развијене земље наведене у Анексу I Оквирне конвенције Уједињених нација о промени климе. Државе уговорнице

које се не налазе на списку Анекс I држава уговорница називају се не-Анекс I државе уговорнице Конвенције и немају обавезу квантификованог смањења емисија гасова са ефектом стаклене баште у оквиру Кјото протокола, али имају обавезу испуњења општих обавеза предвиђених Конвенцијом и Протоколом.

Иако се од Конвенције из Копенхагена 2009. године много очекивало, сматра се неуспешном, јер је изостао најављени глобални споразум са обавезујућим дејством на државе потписнице, након што 2012. године истекне важност постојећег Споразума из Кјота. Државе учеснице су се обавезале на наставак преговора, а споразум су само „примиле на знање“.

Примена Кјото протокола у Србији може значајно да подстакне стране инвестиције, јер развијене земље, чије фирме улажу у чисте технологије, добијају веће квоте за емисију у својим земљама. Ако у Србији направе постројење које користи чисте технологије, њихова земља може имати користи од таквог партнерског односа, што је добар подстицај за инвестиције у Србији. Земље у развоју, међу којима је Србија, немају обавезу квантификованог смањења GHG емисија, али према Стратегији просторног развоја (2009), оне су преузеле опште обавезе у погледу:

- израде и периодичног достављања националног катастра емисија GHG органима Конвенције;
- сарадње у припреми мера за ублажавање последица;
- сарадње у трансферу технологија, истраживањима, систематским осматрањима и размени података;
- рационалног коришћења апсорбера и резервоара GHG;
- сарадње у припреми мера адаптације и заштити подручја изложених суши, поплавама, као и заштити водних ресурса;
- укључивању процене последица климатских промена у одговарајуће националне стратегије;
- сарадње у области образовања, обуке и јачања свести;
- имају право на финансијску подршку.

1.4. Законодавство и правни оквир у Србији

Устав Републике Србије (Службени гласник РС, бр. 98/2006) предвиђа право на здраву животну средину као једно од основних права и слобода сваког грађанина. У четвртом делу Устава (Надлежност Републике Србије), у члану 97. став 9., између осталог се каже да Република Србија уређује и обезбеђује одрживи развој, систем заштите и унапређења животне средине, заштиту и унапређивање биљног и животињског света и др.

Законски акти Републике Србије релевантни за проблематику докторске дисертација под називом „Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног утицаја климатских промена“ су:

- Закон о Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године (Службени гласник РС, бр. 88/10);
- Закон о шумама (Службени Гласник РС, бр. 30/10);
- Закон о дивљачи и ловству (Службени гласник РС, бр. 18/2010)
- Закон о заштити животне средине (Службени гласник РС, бр. 72/2009);
- Закон о процени утицаја на животну средину (Службени гласник РС, бр. 36/2009);
- Закон о планирању и изградњи (Службени гласник РС, бр.72/2009);
- Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (Службени гласник РС, бр. 135/2004);
- Закон о управљању отпадом (Службени гласник РС, бр. 36/2009);
- Закон о заштити ваздуха (Службени гласник РС, бр. 36/2009);
- Закон о Фонду за заштиту животне средине (Службени гласник РС, бр. 72/2009);
- Закон о ратификацији Кјото Протокола (Службени гласник РС, бр. 88/2007 и бр. 38/2009);

Како би се обезбедио савременији приступ газдовању шумама, адекватно и благовремено реаговало на проблем адаптације природних ресурса на негативне промене климе и успоставила успешнија сарадња са земљама Европске Уније неопходно је у законодавном смислу:

- ускладити Законску регулативу Србије са прописима Европске уније и постојећим, наведеним и ратификованим, међународним конвенцијама, споразумима и декларацијама;
- увести систем квалитета и Европских стандарда (сертификација и стандардизација) у области шумарства, ловства и заштиту природе у Србији;
- путем закона успоставити равнотежу између заштите животне средине и економског развоја, планирања и одржавања природних ресурса на одговарајућем нивоу;
- спровести мониторинг и контролу квалитета животне средине и спречити неповољне утицаје на природну средину и људе;
- успоставити нове односе и вредновања која ће у цену производа уклопити вредност шумских екосистема валоризовањем функција и значаја који имају у очувању, заштити и унапређењу животне средине.

2. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЦИ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања докторске дисертације под називом „Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног утицаја климатских промена“ су интеракције климатских промена, шумских екосистема и животне средине у Србији.

Досадашњи радови на пошумљавању, нези, гајењу и обнови шумских екосистема у Србији базирали су се на климатским параметрима из претходног дугогодишњег периода, не узимајући у обзир новонастале климатске промене и ефекте које оне могу проузроковати.

Резултати бројних истраживања указују да је у Србији у последње две деценије дошло до:

- пораста температуре ваздуха на већем делу територије (изузев у југоисточним деловима);
- смањења просечне количине падавина, уз истовремено повећање броја дана са екстремним падавинама;
- повећања еродибилности земљишта;
- погоршања физичких карактеристика земљишта;
- смањења заштитне улоге вегетационог покривача и
- сушења шумских култура и природних шума на већим површинама.

На основу ових чињеница, као и разматрања различитих сценарија промене климе (глобални, регионални), поставља се питање да ли територија Србије представља једно од подручја у коме је услед климатских промена угрожено одрживо коришћење природних ресурса.

Основни задатак докторске дисертације је теоријско истраживање које се односи на преиспитивање утицаја новонасталих климатских промена у Србији на шумске екосистеме и животну средину уопште. Имајући то у виду, непосредни задаци истраживања били су:

- да се на основу елемената везаних за глобалне и регионалне промене климе вреднује њихов утицај на шумске екосистеме и животну средину;
- да се на основу спроведених компаративних анализа дају смернице које би служиле при планирању радова на пошумљавању и гајењу шума, у циљу

адаптације шумских екосистема на новонастале климатске услове и што бољег одабира отпорнијих врста и одговарајућих техника садње;

- да се дефинишу потенцијалне стратешке и оперативне методе у циљу адаптације шумских екосистема на измењене климатске услове и реализације адаптибилног газдовања шумама у Србији заснованог на принципима одрживог развоја.

Основни циљ дисертације је да укаже на значај шумских екосистема у заштити животне средине, посебно са аспекта ублажавања утицаја негативних климатских промена и потребу примене тзв. прилагодљивог (адаптибилног) газдовања у шумарској пракси, а у циљу успостављања одрживог развоја шума и шумских екосистема.

Резултати истраживања спроведених за потребе овог доктората имају апликативни карактер и могу послужити као путоказ за предузимање различитих акција у оквиру државних шума и шума сопственика у Србији, како би се постигло оптимално вишефункционално коришћење станишних и састојинских потенцијала и интензивирао позитиван утицај шумских екосистема на климатске промене и животну средину уопште.

Научно-истраживачки поступак који је спроведен комплементаран је са основним одредбама Националне стратегије научног и технолошког развоја, а резултати истраживања биће приказани кроз научне радове у међународним и домаћим часописима и презентовани на конференцијама и скуповима у земљи и иностранству.

3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Шумски екосистеми и њихово функционисање не могу се посматрати као проблем за себе који се решава универзалним методама. У циљу рационалног коришћења, ефикасног очувања, заштите и унапређења стања шумских екосистема у Србији и њихове адаптације на негативне климатске промене, потребан је виши ниво сарадње и координације него при традиционалном, парцијалном управљању природним ресурсима, односно, неопходан је мултидисциплинаран и интердисциплинаран приступ уз примену принципа интегралне заштите животне средине.

Основна концепција на којој се ово истраживање базирало је да се аналитичко-синтезним методама питање значаја шумских екосистема у заштити животне средине од негативних климатских промена разложи на више сегмената, а сваки од њих у више нивоа како би се извршила „преклапања“ интереса и проблема и стекли увиди у постојеће и могуће конфликте, настале унутар просторних комплекса и шумских екосистема, из чега би произашла адекватна решења и предлози.

При изради докторске дисертације коришћене су следеће научне методе:

- **Прикупљање података:**
 - о елементима и факторима који утичу на функционисање шумских екосистема у Србији, њихову условљеност и повратни утицај, посебно на животну средину;
 - о тренутном стању државних шума и шума сопственика у Србији;
 - о климатским елементима у Србији у периоду 1949-2010. година, за 32 метеоролошке станице у Србији.
- **Квантитативне, математичко-статистичке методе** (осредњавање, нормализована одступања, линеарни тренд, клизни средњаци, стандардна девијација, коефицијент варијације) коришћене су при обради различитих нумеричких података о климатским факторима у Србији.
- **Аналитички метод** коришћен је у поступцима анализе:
 - општекорисних функција шума;
 - података о стању шума и шумских екосистема у Србији;

- просторно-планске документације и заступљености података о стању шумских екосистема у Србији;
 - добијених резултата о климатским параметрима за претходних 50 година;
 - резултата бројних научних радова, студија и пројеката који се баве овом проблематиком.
- **Вредновање** се вршило на основу параметара и индикатора који се користе за дијагностицирање стања шумских екосистема у Србији и обухватало је једноставне, изведене и сложене показатеље.
 - **Картографски метод** – као изузетно важан, коришћен је како би се анализом података са карата и интерпретацијом података на карте добила јаснија слика о распореду шума и климатским карактеристикама у Србији.
 - **Метод синтезе** са елементима генерализације и систематизација података.
 - **Компаративне анализе и индуктивно-дедуктивна метода** (узимајући у обзир постојећа теоријско-методолошка сазнања, међународне декларације, законску регулативу и прописе у Србији).

За потребе анализе климатских карактеристика и промене климе у Србији коришћени су климатолошки подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије за период 1949-2010. година, за 28 главних и 4 обичне метеоролошке станице у Србији.

На **главним** метеоролошким станицама, за потребе службе прогнозе времена, климатологије и агрометеорологије, у току 24 h обављају се мерења и осматрања метеоролошких елемената и појава у одређеним дневним терминима: 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 и 21:00 h. На њима раде професионални осматрачи, а део прикупљених података након контроле иде у међународну размену (WMO).

За разлику од главних, на **обичним** метеоролошким станицама мерења и осматрања метеоролошких елемената и појава обављају се за потребе климатологије и агрометеорологије, али не и за потребе прогнозе времена, у климатолошким терминима 07:00, 14:00 и 21:00 h по средњем локалном времену. На овим метеоролошким станицама раде аматери, који су прошли одговарајућу обуку.

Електронска база података добијена у РХМЗС односила се на период 1949-2005. година (уз недостатке вредности за поједине године и метеоролошке станице), па су за период 2006-2010. година (као и за допуну података за поједине метеоролошке станице, месечна мерења и поједине године које су недостајале у електронској бази података) коришћени подаци из штампаних верзија Метеоролошких годишњака Републичког Хидрометеоролошког завода Србије и некадашњег Савезног Хидрометеоролошког завода.

Процена промене климатских карактеристика у Србији приказана је по резултатима климатског моделирања по најчешће коришћеним сценаријима Међувладиног панела за промену климе (IPCC), тзв. сценарио SRES A1B и сценарио SRES A2.

Поред литературних података, коришћени су и резултати бројних истраживања, пројеката и студија чији је носилац био Институт за шумарство у Београду.

На основу добијених резултата дат је предлог мера за ублажавање негативног утицаја климатских промена и смањење штетних ефеката на шумске екосистеме у Србији и истакнут значај примене адаптивбилног газдовања шумама у будућности.

3.1. Квантитативне, математичко-статистичке методе

Вишедеценијски подаци добијени систематским метеоролошким мерењима једини пружају могућност валидног оцењивања садашњег стања и његовог поређења са претходним периодима. За потребе израде ове дисертације прикупљени су подаци о десет најзначајнијих климатолошких параметара (трајање сијања сунца, средње месечне температуре ваздуха, екстремно максималне и екстремно минималне месечне температуре ваздуха, број дана са мразем по месецима, средње месечне суме падавина, број дана под снегом по месецима, средња месечна релативна влажност, средња облачност по месецима и средње честине и брзине ветрова), за период 1949-2010. година, за 28 главних метеоролошких станица у Србији и 1 обичну метеоролошку станицу, за коју је постојао изворни низ потребних података за цео истраживани период.

При прелиминарној обради података, уочено је да се у појасу између 500 и 1.000 m надморске висине, који је са аспекта шумарства изузетно битан, не налази ниједна од главних метеоролошких станица, па су одабране још три обичне метеоролошке станице: Нови Пазар (545 m н.в.), Трговиште (600 m н.в.) и Рудник (700 m н.в.). Критеријум за њихов одабир био је, пре свега, континуитет у раду и доступност потребних података. За ове три станице прикупљени су и обрађивани подаци о средњим месечним и годишњим температурама ваздуха, екстремно максималним и екстремно минималним месечним температурама ваздуха, месечним и годишњим сумама падавина и честини и брзини ветрова.

Комплетне низове изворних података за истраживани период 1949-2010. година немају све метеоролошке станице. Тако нпр. за главне метеоролошке станице Копаоник и Банатски Карловац и обичну метеоролошку станицу Трговиште нема изворних података за поједине године и периоде. Међутим, изостављање ових станица из комплетне анализе дало би нереалну слику о климатским подацима у Србији, па су интерполацијом уз примену вишеструке линеарне регресије израчунате вредности које недостају. Интерполација је вршена на нивоу месечних вредности за станице које се налазе на истим или сличним географским ширинама и надморским висинама. Затим су на основу добијених података одређиване вредности за сезону, вегетациони период и годину у целини.

Подаци који су недостајали за главну метеоролошку станицу Копаоник (1949-1950; 1960-1966) су одређивани по функционалној вези између ове станице и метеоролошких станица Нови Пазар, Куршумлија, Краљево, Златибор и Сјеница. За ГМС Банатски Карловац (за период 1949-1984), подаци су одређивани по функционалној вези са МС Вршац и Сремска Митровица, а за ОМС станицу Трговиште (1949-1950; 1963-1965) подаци су одређивани по функционалној вези са метеоролошким станицама Врање, Прешево и Босилеград, за које су постојали подаци у штампаним верзијама Годишњака Савезног хидрометеоролошког завода.

За приказ анализе климатских елемената одређиване су средње вредности. Осредњавање је вршено одређивањем аритметичке средине прикупљених низова података по временском периоду што је подразумевало одређивање средњих вредности за годину као целину (јануар-децембар), за сезону (годишња доба) и

период вегетационе сезоне (од 01. априла до 30. септембра), за све истраживане метеоролошке станице. Због смањења степена грешке вршено је и осредњавање по надморским висинама, односно висинским појасевима у којима се налазе истраживане метеоролошке станице (појас до 200 m н.в., појас 200-500 m н.в., појас 500-1.000 m н.в. и појас преко 1.000 m н.в.).

За приказ одступања од нормалне вредности коришћена су нормализована одступања, која показују за колико стандардних девијација је појединачна вредност испод или изнад нормале. Када се у нормализована одступања крећу у интервалу -1 до 1 вредност је у границама нормале, а када нормализована одступања прелазе -3 или 3 ради се о екстремима.

За приказ тренда промена средње годишње температуре ваздуха, температуре ваздуха у вегетационом периоду и тренда промена годишњих количина падавина у Србији, поред сопствених резултата коришћени су и резултати истраживања Поповић, Т. (2007) за период 1951-2005. година.

Пре тумачења резултата било је неходно извршити проверу статистичке сигнификантности вредности линеарног тренда средње годишње температуре ваздуха и температуре ваздуха у вегетационом периоду, као и тренда средње годишње суме падавина и суме падавина у вегетационом периоду у Србији за период 1949-2010. година (низ од 62 године). Коришћен је тест независности два статистичка обележја (**t тест**) по формули:

$$t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}}$$

На основу коефицијента детерминације (R^2) и степена слободе одређена је стварна вредност t теста, а на основу степена слободе ($n-2$) и одговарајућег нивоа ризика 0,05 и 0,01 одређене су критичне вредности t теста. За степен слободе 60 ($n-2$ елемената), критичне вредности t теста су: $t_{(60; 0,05)} = 2,00$; $t_{(60; 0,01)} = 2,66$.

Поред енергетско-температурних услова, за живот и раст биљака изузетно је важна расположива количина воде, тзв. хидрични биланс. Количина воде, њена резерва у земљишту, вишак и мањак у земљишту током године, израчунат је по методи америчког климатолога Торнтвајта (Thornthwait, C. W., 1948), која се базира на подацима о температури ваздуха, количини падавина, интензитету и трајању сунчевог сјаја и њихове промене са географском ширином и надморском

висином подручја које се истражује. Израчунавање хидричног биланса урађено је за метеоролошке станице Неготин (због најниже надморске висине и највеће годишње температурне амплитуде), Копаоник (због највише надморске висине и најмање средње температуре ваздуха и годишње температурне амплитуде) и за метеоролошке станице са климатским параметрима најближим просеку за одговарајући висински појас у којем се налазе (Крушевац, Краљево, Нови Пазар и Златибор).

3.2. Принцип интегралне заштите животне средине

Принцип интегралне заштите животне средине заснован је на потреби очувања заштите животне средине и биосфере у целини. Под њим се подразумева комплексна примена скупа мултидисциплинарних и интердисциплинарних мера, метода и поступака и њихова уградња у секторске политике развоја ради омогућавања одрживог развоја и унапређивања квалитета животне средине. Концепт одрживог развоја проглашен је кључем политике развоја Европске Уније, а интегрални приступ - основом политике заштите животне средине и свих политика на локалном, регионалном и глобалном нивоу.

Према Радуловић, Ј. et al. (1997), интегралност у приступу заштити животне средине почива на:

- начелу научности (тј. на савременим достигнућима у научним дисциплинама које се баве животном средином);
- начелу хијерархије интереса и циљева (претпостављање општих интереса појединачним и дугорочних циљева краткорочним);
- начелу оперативности (подразумева решења које је могуће спровести);
- начелу континуитета и координације (ово начело полази од садашњег стања животне средине, постојеће законске регулативе и управног апарата и потребе усклађивања и усмеравања њиховог деловања) и
- начелу селективности (издвајање приоритетних питања заштите животне средине од интереса за целу земљу и стварања основа за регионалну развојну политику).

Решавање еколошке кризе, која се огледа у нарушавању озонског омотача, поремећајима климе, угрожавању и смањивању биодиверзитета, губитку обрадивог земљишта, уништавању шума, појави киселих киша и другим негативним процесима који деградирају и загађују животну средину, подразумева ангажовање свих актера на локалном, регионалном и глобалном нивоу. У циљу перманентне међународне размене података и информација, трансфера знања и технологија, неопходна је глобална интегрисаност и техничко-технолошка повезаност националних система и програма (нарочито климатских).

На усаглашености и интегрисању развојне политике и политике заштите животне средине посебно треба инсистирати у ситуацијама када се убрзано погоршава стање животне средине, када се услед примене неадекватних технологија и непримењивања адекватних норми, еколошких принципа и стандарда убрзано загађују и исцрпљују природни ресурси, као и код изостајања мера заштите и ревитализације.

3.3. Принципи заштите климе и управљања ризиком климатских промена

Поред принципа интегралности, за потребе овог доктората узети су у обзир и посебно издвојени Принципи заштите климе и управљања ризиком климатских промена, који су јасно дефинисани Просторним планом Републике Србије од 2010. до 2020 године (2010).

Принцип предострожности – како би се избегли иреверзибилни процеси у климатском систему, који би имали несагледиве последице по живи свет, морају се предузимати превентивне мере ублажавања климатских промена и адаптације на измењене климатске услове.

Принцип континуалности – активности у области праћења и истраживања климатских промена и њиховог утицаја морају бити тако конципиране да дугорочно обезбеђују: систематско, свеобухватно и непрекидно праћење и прогнозирање стања локалне и регионалне климе; пројекције климатских промена; ажурирање база података и информација за потребе планирања и пројектовања; развој и примену секторских стратегија и акционих планова адаптације и мера ублажавања.

Принцип мултидисциплинарности – адекватно реаговање на негативне климатске промене захтева мултидисциплинаран приступ и интегрално коришћење знања и информација при доношењу одлука.

Принцип информисања јавности – подаци и информације о стању и променама климе су јавни. У остваривању права на заштиту од климатских екстремних појава, атмосферских и хидролошких непогода и права коришћења повољних климатских услова, свако има право да буде благовремено обавештен о прошлом, актуелном и будућем стању климе, као и о потенцијалним опасностима неповољног утицаја климатских промена на стање и расположивост водних ресурса, производњу хране, енергије, здравље и друге делатности и системе.

Примена принципа интегралне заштите животне средине са једне стране и принципа заштите климе и управљања ризиком климатских промена са друге стране, доприноси јасном дефинисању циљева за очување и одрживо коришћење компоненти биодиверзитета, вреднујући их у друштвеном, културном и економском контексту, како би могли да на интегралан начин буду уграђени у секторске политике развоја.

4. ПРИКАЗ СТАЊА ШУМА И ШУМСКИХ ЕКОСИСТЕМА У ПРОСТОРНО-ПЛАНСКОЈ И СТРАТЕШКОЈ ДОКУМЕНТАЦИЈИ У СРБИЈИ

4.1. Просторно-планска документација

За анализу досадашњег начина приказа стања шума и шумског земљишта у просторно-планској документацији у Србији коришћена је следећа просторно-планска документација:

- Основе Просторног плана СР Србије (1979);
- Нацрт Просторног плана СР Србије (1982);
- Просторни план Републике Србије (1996);
- Стратегија просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020 (2009);
- Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године (2010) и
- Програм имплементације Просторног плана Републике Србије од 2010. до 2020. године, за период 2011-2015. година (2011).

У **Основама Просторног плана СР Србије из 1979. године** шумама и шумским екосистемима као природном ресурсу и њиховом значају није поклоњено довољно пажње. За шумске екосистеме у овом документу каже се да су то системи чијим се функционисањем на најбољи начин искоришћавају услови средине и да се они адекватним адаптацијама на најбољи начин могу супротставити неповољним спољашњим условима. При анализирању стања, уређења, унапређења и коришћења шума инсистирало се на **недељивости** функција шума на економске и заштитне, односно на производне и општекорисне, што је са данашње тачке гледишта превазиђено и штетно, посебно са аспекта заштите животне средине и валоризације функција шума и шумских екосистема са више аспеката. Дат је кратак преглед стања шумског фонда по површини, саставу, типу узгоја и стању фонда по дрвној маси, уз оцену да су шуме Србије знатних површина, али девастиране, деградиране и мале вредности. Осим пошумљавања као мере подизања степена шумовитости, од мера за унапређење постојећег стања и подизања квалитета шумских сортимената није наведено ништа конкретно. Од свих општекорисних функција шумских екосистема истакнута је само климатска, док се остале, као што су нпр. производња

кисеоника и апсорпција угљендиоксида, заштита земљишта и противерозиона функција, хидролошка, туристичко-рекреативна и др. само помињу, без наглашеног значаја које имају, нарочито у заштити животне средине. Лов и стање дивљачи уопште нису ни поменути.

Анализирајући **Нацрт Просторног плана СР Србије** из 1982. године, (у даљем тексту Нацрт), може се закључити да је у односу на Основе Просторног плана СР Србије из 1979. године направљен велики помак у погледу истицања значаја појединих функција шума и унапређења стања шума у Србији. Наглашено је да су шумско земљиште и шумски потенцијали други по важности природни ресурс (после пољопривредног земљишта) и да је стање шума као потенцијала значајно, посебно у еколошком смислу. Шумски екосистеми нису изостављени ни када је у питању утицај природних чинилаца на процес урбанизације. Предвиђа се да ће шуме самостално, или у комбинацији са водом, имати нове еколошке, енергетске, водопривредне и туристичко-рекреативне функције, које ће се значајно одразити на људске активности и преусмеравање процеса урбанизације на побрђа и висоравни.

Детаљније су разрађене производна, хидролошка, противерозиона, заштитна (заштита саобраћајница, заштита пољопривредних површина, имисионе шуме као заштитни појас од аерозагађења, заштита од климе) и рекреативна функција шуме. На основу еколошке вредности земљишта и тадашњег стања животне средине предложено је да се готово све површине VI, VII и VIII бонитетне класе препусте шумарству, јер се ради о земљиштима која су природно предодређена за травне и шумске површине, али је њихово најбоље и најрационалније искоришћавање под шумом.

Као и у Основама Просторног плана СР Србије (1979), констатовано је да је стање шума на подручју Србије неповољно и да захтева хитне мере за унапређење. „Стање великог дела шумског фонда је крајње незадовољавајуће (мали степен очуваности значајног дела високих шума, измењен примарни састав врста дрвећа, велико учешће изданачких шума и шикара, смањено коришћење производних потенцијала шумских земљишта и умањене остале друштвено потребне функције шуме“ (Нацрт Просторног плана СР Србије, 1982).

Нацртом су предложене потенцијалне површине намењене пошумљавању и наглашена потреба за утврђивањем минимума потребне и оптималне шумовитости у Србији. Иако степен шумовитости зависи од локалних услова климе, рељефа, карактеристика земљишта, изграђености, развијености индустрије, као и потреба за појединим функцијама шума, у овом документу се полази од становишта да степен шумовитости у Србији не сме бити испод 25%. Такође, утврђује се обавеза пошумљавања „форланда“ у минималној ширини од 50 m, ради заштите обала од обрушавања и насипа и наглашен је значај ових површина за рекреацију.

Интересантно је да је у овом просторно-планском документу издвојена посебна категорија заштитних шума, тзв. „климазаштитне шуме насеља“, које доприносе смањивању неповољних утицаја екстремних климатских фактора на насеља, а површине ових шума у целини приказане су у фонду будућих рекреативних шума. У зависности од процењеног повећања броја становника већих градова утврђене су минималне потребе подизања нових шума за рекреацију, а због повећања степена загађености услед развоја индустрије, односно у циљу заштите од извора загађивања и буке, предвиђено је подизање заштитних шума.

Када су у питању приоритети подизања шума, Нацртом се као први приоритет поставља обезбеђење заштитних функција шума (пошумљавање еродираних површина и клизишта, изворишта водоснабдевања, обала водотока и изворишта река, пољозаштитних шума, климазаштитних шума насеља, имисионих и заштитних шума саобраћајница), а као други приоритет подизање рекреативних и осталих шума.

Просторни план Републике Србије (1996) – Закон о Просторном плану Републике Србије усвојен је 19. 03. 1996. године ("Службени гласник РС", бр. 13/96), чиме је Србија, по први пут на националном нивоу, добила плански основ за организацију, уређење и коришћење своје територије. Општи циљ Просторног плана Републике Србије из 1996. године био је постизање рационалне организације и уређења простора, усклађивањем његовог коришћења са могућностима и ограничењима у располагању природним и створеним вредностима, као и усклађивањем са потребама дугорочног социјалног и

економског развоја. Стање шума и шумског земљишта детаљно је описано. Иако су многи коришћени подаци датирани из 1979. године (Попис шумског фонда, 1979), а актуелизовани 1992. и 1993. године, подаци о стању шума из овог Просторног плана послужили су као основ за многа каснија истраживања из области шумарства.

У Просторном плану Републике Србије из 1996. године наглашено је да би се уз остварење оптималне шумовитости омогућила реализација општекорисних функција шума, обезбедила продукција дрвета и других ресурса, омогућио максималан утицај шумских екосистема на пејсажне вредности предела, а што је најважније рационалније би се користио простор.

Након доношења Просторног плана Републике Србије 1996. године, требало је да се приступи изради већег броја регионалних просторних планова и просторних планова подручја посебне намене, који би представљали његову разраду на nižем и конкретнијем нивоу. Истовремено, његова реализација је требало да се одвија кроз израду различитих дугорочних и средњорочних планова развоја Србије, посебних програма који би се односили на организацију, уређење и заштиту простора и других. Међутим, дубоки друштвени и политички потреси, непостојање стратегије и опредељења на националном нивоу, санкције и немогућност обезбеђивања средстава за планирање, уређење и коришћење простора, као и бомбардовање Србије, оставили су последице на природу, привреду и друштво у целини и довели до тога да многи циљеви постављени Просторним планом нису остварени, а систем имплементације планских решења, није успостављен. Имајући у виду чињеницу да се Србија оријентисала ка Европској унији, наметнула се потреба доношења нове законодавне регулативе из области просторног планирања, што је условило и израду новог планског документа.

Просторни план Републике Србије замењен је **Стратегијом просторног развоја Србије 2009-2013-2020 (2009)**, у којој је посебна пажња посвећена спровођењу друштвених, системских, планских и организационих мера за унапређивање стања шумских екосистема у Србији и њихов одрживи развој. Све мере јасно су дефинисане. Тако нпр. друштвене мере подразумевају читав низ задатака, почев од упознавања јавности са значајем шума за животну средину,

обуке и предавања о чувању шума од пожара и других штетних утицаја, па све до укључивања шире друштвене заједнице у издвајање одговарајућих средстава за унапређивање стања шума. Наглашено је да сва питања у вези са унапређивањем стања шума треба да се уреде одговарајућим законским прописима, а да се при изради прописа којима се уређује коришћење простора (просторни планови, закони о шумама, водама, коришћењу земљишта, ловству, заштити животне средине и др.) морају узети у обзир међународно прихваћене обавезе које проистичу из усвојених декларација и конвенција и инсистирати на међусобној усаглашености. Дефинисане су и планске мере које подразумевају потпуно нов приступ планирању газдовања шумама. Наглашено је да све методе и модели планирања у шумарству треба да имају еколошку основу, а њихов циљ мора бити коришћење свих функција шума. Акцент је стављен и на оптимално коришћење шумских потенцијала, које захтева јединствену организацију, планирање и газдовање свим шумама у подручју без обзира на њихово власништво.

У Стратегији је наглашено да уколико друштво жели да се трајно обезбеди свим функцијама шума, а шуме доведу у најповољније (функционално) стање и у таквом стању трајно одрже, у Србији је неопходно:

- унапредити стање постојећих шума;
- унапредити семенарску и расадничку производњу;
- извршити пошумљавање голети;
- утврдити узроке сушења шума и предузети интензивније мере заштите;
- повећати обим осталих ресурса шуме и шумских екосистема.

Просторним планом Републике Србије од 2010. до 2020. године (2010) формулисана је дугорочна визија просторног развоја Републике Србије у којој се предвиђа да држава буде територијално утврђена и регионално уравнотежена, одрживог економског раста и конкурентна, социјално кохерентна и стабилна, инфраструктурно опремљена и саобраћајно приступачна, очуваног и заштићеног природног и културног наслеђа, квалитетне животне средине и функционално интегрисана у окружење. Као један од пет основних циљева просторног развоја дефинисаних овим Просторним планом издвојено је *одрживо коришћење природних ресурса и заштићена и унапређена животна средина*. Према ППРС од 2010. до 2020. године (2010), унапређење животне средине биће засновано, између

осталог, на рационалном коришћењу природних ресурса, повећању енергетске ефикасности уз коришћење обновљивих извора енергије и увођење чистијих технолошких решења, знатном смањењу негативних утицаја у урбаном и руралном окружењу, развојем зелених површина у градовима, пошумљавањем и уређењем предела и другим мерама које ће обезбедити здравији и удобнији живот, у складу са вишим стандардима у Европи.

У овом просторно-планском документу, у односу на стање шума и шумарства данас, конкретно и јасно су дефинисани врста и оптималан обим радова који је неопходно извршити, уважавајући истовремено еколошку, економску и друштвену димензију значаја шума и односа према шумама. Дате су смернице и предлог мера за унапређење постојећег стања: (1) пошумљавање, подршка обезбеђивању шумског репродуктивног материјала, (2) нега новоподигнутих засада, (3) подизање заштитних појасева, (4) обнова високих шума, (5) нега шума, (6) санација угрожених шума, (7) индиректна и директна конверзија изданаčkih састојина и реконструкција високих деградираних шума, (8) унапређивање здравственог стања шума, (9) подршка приватним шумовласницима, (10) развој информационог система, (11) мере за очување биодиверзитета шума, (12) заштита и очување шумског тла од ерозије и заштита вода, (13) консолидација шумског поседа, (14) развој образовања и истраживања у шумарству, (15) међусекторска и међународна сарадња и комуникација и (16) промоција шумарског сектора.

ППРС (2010) је методолошки заснован на усклађеном еколошком, економском, социјалном и институционалном развоју, што подразумева да се у свим областима и секторима дугорочно на бољи и одржив начин искористе сви потенцијали и компаративне предности Републике Србије.

Програм имплементације Просторног плана РС од 2010. до 2020. године, за период од 2011. до 2015. године (2011) – Усвајањем Закона о Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године (Службени гласник РС, број 88/10) правно је оснажена одредба члана 58. Закона о планирању и изградњи (Службени гласник РС, бр. 72/09, 81/09–исправка, 64/10-УС и 24/11) о обавези израде Програма имплементације Просторног плана Републике Србије у року од једне године од дана ступања на снагу плана. На овај начин се по први

пут у Републици Србији одговорно приступило имплементацији најзначајнијег стратешко-развојног документа какав је Просторни план, односно трајном праћењу и оцењивању реализације стратешких приоритета и пројеката усвојених ППРС, у после-планској фази. Програм имплементације ППРС-а утврђује мере и активности за спровођење ППРС-а за раздобље од пет година, чиме се контролишу планска решења и преиспитује њихова оправданост.

Програм имплементације ППРС (2011) садржи 1) приоритетне пројекте за остваривање просторног уређења; 2) динамику за уређење појединих просторних целина и приоритетних пројеката; 3) износе и изворе средстава за финансирање пројеката; 4) рок извршења пројеката; 5) одговорност за извршење пројеката; 6) показатеље за праћење промена стања у простору.

У поглављу Стратешки приоритети Просторног плана Републике Србије – део природа, еколошки развој и заштита, за одељак *шуме и шумско земљиште* издвојена су два стратешка приоритета:

- Имплементација стратегије развоја шумарства и
- Доношење стратегије управљања дивљачима и ловством.

Дефинисане су институције одговорне за њихово извршење: Министарство, пољопривреде, шумарства и водопривреде, Министарство животне средине, рударства и просторног планирања и друга министарства, научне институције, јавна предузећа, јединице локалне самоуправе и др. Оријентациони износ Имплементације стратегије развоја шумарства процењен је на 9.200.000.000 дин. годишње, а као могући извори финансирања наведени су Министарство, пољопривреде, шумарства и водопривреде и страни капитал (нпр. фондови трговине угљеником). Што се тиче рока извршења предвиђено је да се Имплементација стратегије развоја шумарства спроводи у континуитету почев од 2010. године. Оријентациони износ реализације Доношења стратегије управљања дивљачима и ловством износи 15.000.000 годишње, а као могући извори финансирања наведени су Министарство, пољопривреде, шумарства и водопривреде и Ловачки савез Србије. Рок извршења је 2013. година. У међувремену, 2011. године сачињен је Стручни основ за израду Стратегије развоја ловства Републике Србије.

Са аспекта шумарства и адаптације шума на климатске промене важна су још два стратешка приоритета, издвојена у оквиру одељка *климатске промене*, а то су:

- Спровођење програма мултидисциплинарних истраживања локалних промена климе и утицаја климатских промена на пољопривреду, шумарство, водопривреду, енергетику, биодиверзитет и екосистеме, инфраструктуру и здравље становништва и израда секторских планова и програма адаптације и ублажавања климатских промена (институције одговорне за извршење су РХМЗС, Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, Министарство, пољопривреде, шумарства и водопривреде, Министарство инфраструктуре и енергетике и др., оријентациони износ реализације је 300.000.000 дин., могући извори финансирања: Фонд за заштиту животне средине Републике Србије, Буџетски фонд за шуме Републике Србије, Буџетски фонд за воде Републике Србије, Буџет Републике Србије, а рок извршења 2012-2016. година у 3 фазе);
- Развој климатског мониторинг система и база просторних података и информација о локалним и регионалним променама климе, укључујући информације о климатским екстремним појавама и непогодама, рањивости појединих подручја, ради њиховог коришћења у стратешком планирању и планирању просторног развоја (институције одговорне за извршење су Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, Министарство, пољопривреде, шумарства и водопривреде и др., оријентациони износ реализације је 1.000.000.000 дин., могући извори финансирања: Фонд за заштиту животне средине Републике Србије, Буџетски фонд за шуме Републике Србије, Буџетски фонд за воде Републике Србије, Буџет Републике Србије, а рок извршења 2011-2015. година, континуирано).

Резимирано, Програмом имплементације Просторног плана РС од 2010. до 2020. године (2011) указано је на стратешки значај шума и шумских екосистема као природног ресурса и као важне карике у заштити животне средине у Србији, посебно са аспекта климатских промена.

4.2. Стратешка документа Републике Србије

За анализу приказа стања шума и шумског земљишта у стратешким државним документима коришћене су:

- Национална стратегија одрживог развоја Републике Србије (2008);
- Акциони план за спровођење Националне стратегије одрживог развоја од 2011. до 2017. године (2011);
- Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период 2011-2018. година (2011);
- Национални програм заштите животне средине (2011);
- Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара (2012);
- Стратегија развоја шумарства Републике Србије (2006) и
- Програм развоја шумарства на територији Републике Србије за период 2011. до 2020. година – Нацрт (2011).

Национална стратегија одрживог развоја Републике Србије (2008) – Према овом документу, један од националних приоритета за достизање одрживог развоја у Републици Србији односи се на заштиту и унапређење животне средине и рационално коришћење природних ресурса тако да остану расположиви за будуће генерације. Да би се се дефинисани приоритети остварили, неопходно је предвиђене мере и акције уградити у програмска документа свих ресора, а посебно пољопривреде, шумарства, водопривреде, енергетике, рударства и других, чије је функционисање и развој директно повезано са експлоатацијом природних ресурса. Неопходно је спроводити и имплементирати специјализоване програме и мере, који ће омогућити активнију улогу појединих ресорних министарстава у одрживом развоју области за коју су надлежни и укупном развоју Србије.

Питањима очувања природних ресурса и заштите животне средине у Републици Србији, као и утицајима економског развоја на животну средину посебна пажња посвећена је у петом делу овог документа. Када је у питању стање шума констатовани су следећи проблеми: недовољна шумовитост, бесправне сече, неадекватно праћење здравственог стања шума, шумски пожари итд. Приоритетне

активности односе се на примену Стратегије развоја шумарства Републике Србије, смањење ризика од прекомерног коришћења шума и постојећих фактора који угрожавају шумске екосистеме, образовање и развијање јавне свести о значају шума за очување и квалитет животне средине.

Стратешки циљеви уређења и коришћења шума и шумских земљишта обухватају:

- усклађивање националних прописа из области одрживог управљања шумама са законодавством ЕУ;
- унапређивање стања шума: превођењем изданачких шума у високе, мелиорацијом деградираних шума и изданачких шума лошег квалитета, подржавањем природног обнављања и заштите шума;
- унапређење одрживог газдовања шумама и заштићеним природним добрима;
- повећање површина под шумом.

Према Националној стратегији одрживог развоја, остваривање основних опредељења Стратегије развоја шумарства Републике Србије захтева утврђивање најбољег облика управљања шумама, без обзира на власништво, као и посебних мера економске политике. Потребно је обезбедити законске и институционалне оквире за подршку заштитним функцијама шума тако што ће се регулисати досадашња пракса газдовања шумама. При изради националних, регионалних и локалних просторних планских докумената потребно је обезбедити модел међусекторске сарадње који ће уважавати и све функције шума. Пореским подстицајима треба поспешити активности на проширењу територије под шумама, као и подстаћи улагање приватног капитала у шумарство и прераду дрвета, стимулисати пошумљавање деградираних земљишта и оснивање енергетских плантажа повезивањем с постојећим тржиштима горива од дрвне биомасе (нпр. пелете, брикете и сл.). У сектору шумарства потребно је организовати шумарски Савет. Влада ће подржавати и штитити спровођење одрживог газдовања шумским ресурсима које подразумева њихово рационално коришћење, повећање, унапређење и заштиту уз поштовање принципа вишефункционалности уз одржавање еколошке равнотеже.

Акциони план за спровођење Националне стратегије одрживог развоја од 2011. до 2017. године (2011) – Овим стратешким документом, утврђени су:

- приоритети у реализацији Акционог плана;
- специфичне мере/активности за спровођење Националне стратегије одрживог развоја;
- надлежне институције и партнери за спровођење мера/активности;
- рокови за спровођење мера/активности;
- трошкови спровођења мера/активности и извори финансирања и
- показатељи за праћење спровођења мера/активности.

Детаљан план активности који се односе на шуме и шумарство дат је у трећем поглављу овог документа. Са аспекта стања шума као природног ресурса, издвојени су следећи циљеви:

- усклађивање домаћег законодавства са законодавством ЕУ из области одрживог управљања шумама;
- унапређивање стања шума превођењем изданачких шума у високе шуме, мелиорацијом деградираних шума и изданачких шума лошег квалитета, подржавањем природног обнављања и заштите шума;
- унапређење одрживог газдовања шумама и заштићеним природним добрима.

Са аспекта утицаја шумарства, ловства и риболова на животну средину (подпоглавље 3.3.5) извојени су, између осталог, следећи циљеви:

- реорганизација јавног сектора шумарства и подршка приватном сектору;
- одрживо газдовање шумама и унапређење шумарства уз истовремено одрживо управљање популацијама дивљачи;
- повећање економских ефектата који се могу остварити искоришћавањем шумских, ловних и риболовних ресурса.

За сваки наведени циљ Акционим планом за спровођење Националне стратегије одрживог развоја (2011), прецизно су дефинисане активности за њихово спровођење, надлежне институције, рокови за примену, укупни трошкови и индикатори.

Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период 2011-2018. година (2011) – Законски основ за доношење Стратегије биолошке разноврсности Републике Србије за период од 2011. до 2018. године, је члан 45. став 1. Закона о Влади, а у вези са Законом о потврђивању Конвенције о биолошкој разноврсности. Стратегија се доноси на период од седам година (2011-2018.), а активности су дефинисане краткорочно са периодом имплементације од 1-3 године, средњорочно 3-5 година, дугорочно 5-7 година и континуирано.

Сачињена је од следећих целина:

- *Одељак 1*, који даје кратак преглед биодиверзитета Републике Србије кроз специјски, екосистемски, генетички биодиверзитет и описује систем заштите и заштићених подручја у Републици Србији (детаљно описујући и шумске екосистеме, наводећи ендемичне и ретке врсте дрвећа);
- *Одељак 2*, који описује правни, институционални и финансијски оквир заштите биодиверзитета;
- *Одељак 3*, који кроз модел фактора угрожавања и њихових узрока даје преглед утицаја на биодиверзитет Републике Србије;
- *Одељак 4*, у коме су дефинисане стратешке области, циљеви и активности заштите биодиверзитета;
- *Одељак 5*, у коме је представљен акциони план са детаљима о одговорним институцијама, динамиком извршења и потенцијалним изворима финансирања;
- *Прилози*, који пружају додатне информације релевантне за овај документ.

Циљеви и проблеми у сектору шумарства у Србији, приказани по одељцима Стратегије:

Одељак 1 – Посебно је истакнут негативни утицај шумарства на биодиверзитет услед успостављања плантажа са монокултуром топола (тренутно око 39.000 ha) и плантажа бора (100.000 ha под белим бором), јер шумске састојине монокултура смањују укупни биодиверзитет и деградирају квалитет станишта за многе врсте.

Одељак 2 – Што се тиче управљача заштићеним подручјима, наведено је да поред јавних предузећа за газдовање шумама и националним парковима која управљају највећим делом заштићених подручја, постоји преко 30 других, а

разноврсност институција које управљају заштићеним подручјима представља изазов за координацију и комуникацију.

Одељак 3 – Када је у питању утицај климатских промена, наводи се да не постоји систематско праћење утицаја климатских промена на биодиверзитет у Републици Србији. Актуелно истраживање и планирање засновано је првенствено на глобалним истраживањима, искуствима и препорукама других земаља. Међутим, постоје подаци о шумама, где се прати промена нивоа подземних вода и њихов утицај на сушење шума, као и утицај и на састав шумских састојина (праћене су врсте јасена и храста).

Одељак 4 – дефинисана су два стратешка циља из области шумарства и активности заштите биодиверзитета:

1. Промовисати очување шумског биодиверзитета, укључујући генетичку разноврсност, кроз развој програма за сертификацију шума и најбољих пракси за одрживо шумарство засновано на екосистемском приступу;
2. Развити мере за управљање шумама и смернице за спречавање негативних утицаја генетски модификованих врста дрвећа, алохтоних и инвазивних врста на шуме и биодиверзитет уопште.

Одељак 5 – у оквиру Акционог плана за спровођење наведених стратешких циљева из одељка 4, као одговорна институција наведено је Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, динамика извршења спада у средњорочне (3-5 година), а потенцијални извори финансирања су: Републички буџет, Фондови ЕУ и Међународни фондови.

Национални програм заштите животне средине (2011) – Заштита и унапређење животне средине и рационално коришћење природних ресурса у Србији подразумева интеграцију и усаглашавање циљева и мера свих секторских политика, хармонизацију националних прописа са законодавством ЕУ и њихову пуну примену, па имплементација овог стратешког документа има велики значај.

Постојеће стање шума у Србији, притисак на шуме и узроци проблема разматрани су у поглављу *Постојеће стање животне средине*.

Као посебни проблеми издвојени су:

- недовољна шумовитост у појединим деловима Републике Србије (посебно на територији Војводине);
- бесправна сеча, претварање шума и шумског земљишта у друге намене;
- процес глобалног сушења шума;
- неадекватно управљање шумама;
- притисак других сектора на шумски простор;
- пожари и друге елементарне непогоде (водене бујице, суша, ветроизвале, снегоизвале).

Као главни узроци проблема наведени су:

- нерационално коришћење и прекомерна експлоатација шумама;
- прекомерно коришћење дрвета за огрев;
- неадекватан мониторинг над шумама;
- крчење шума за потребе других сектора: пољопривреде, индустрије, инфраструктуре, урбанизације и сл.

У оквиру поглавља *Привредни сектори и њихов утицај на животну средину* детаљно су обрађени проблеми у сектору шумарства, ловства и рибарства у Србији. Истакнуто је да шуме представљају значајан еколошки, привредни и социјални потенцијал Републике Србије и да с обзиром да врше апсорпцију загађујућих материја из ваздуха, односно гасова са ефектом стаклене баште, повећање пошумљености може обезбедити значајно смањење концентрација ових гасова.

У поглављу *Циљеви заштите животне средине*, заштита природе, биодиверзитета и шума, наведен је као један од приоритетних.

Од краткорочних циљева (период 2010-2014) издвојени су:

- усклађени национални прописи у области заштите природе, биодиверзитета и шума, са законодавством ЕУ и међународним конвенцијама;
- израђени планови пошумљавања за подручја са ниском пошумљености;
- израђен попис биодиверзитета, посебно пописа угрожених екосистема и станишта ретких и ендемичних врста;

- успостављен мониторинг компоненти биодиверзитета;
- спровођење ефективних мера за контролу уношења генетски модификованих организама;
- унапређена заштита и одрживо коришћење дивљих биљних и животињских врста и гљива;
- успостављена заштита и очување миграторних врста;
- успостављен интензивнији мониторинга у природи.

Од континуираних циљева (период 2010-2019) издвојени су:

- израда и имплементација националног акционог плана за очување и одрживо коришћење влажних станишта;
- очување, унапређење и проширење постојећих шума (повећање површина под шумама и унапређење структуре шума);
- унапређење система управљања заштићеним подручјима од националног и међународног значаја;
- успоставити мониторинг утицаја климатских промена на биодиверзитет и у заштићеним подручјима;
- заштита, очување, унапређење и одрживо коришћење дивљих биљних и животињских врста и гљива;
- заштита и очување миграторних врста;
- успостављање интензивнијег мониторинга у природи и др.

Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара (2012) представља интерсекторски стратешки документ који се реализује путем планова, програма и основа за сваки појединачни природни ресурс или добро. У оквиру другог поглавља *Обновљиви ресурси* истакнут је значај шума и шумских екосистема. Наведено је да шумски екосистеми спадају у најзначајније биоэколошке ресурсе и да су најсвестранији чинилац обновљивих природних ресурса који, поред социо-економског значаја (кроз продукцију биомасе као основне сировине механичке и хемијске прераде дрвета), истовремено представљају најстабилније екосистеме од непроцењивог значаја у заштити природе и квалитету животне средине. Детаљно су обрађена питања постојећег, стратешког, правног и институционалног оквира за одрживо коришћење шума и

шумских ресурса. Такође, приказани су изазови и општи и специфични циљеви за одрживо коришћење ресурса и екосистемских услуга (функција) шума. На крају, дефинисане су оквирне активности за спровођење наведених циљева одрживог коришћења шумских ресурса, институционална одговорност за њихово спровођење и спровођење мера праћења и оцењивања остварености циљева коришћењем следећих индикатора:

- одржавање виталних еколошких услуга шума и очување биодиверзитета;
- одрживо коришћење ресурса;
- економски раст у области послова везаних за шуме и шумарство;
- повећање стандарда руралног и урбаног становништва које зависи од шума;
- видљива примена преузетих међународних обавеза;
- организовано и развијено приватно шумарство;
- модернизација сектора државних шума.

Сви програми инвестирања у сектор шумарства садржаће планове праћења и оцене успешности сектора и развити посебне индикаторе који указују на напредовање и утицај сектора. Резултати овог секторског праћења и оцене успешности биће објављивани сваке друге године у виду извештаја о стању сектора шумарства.

Стратегија развоја шумарства Републике Србије (2006) – У протеклој декади у сектору шумарства посебна пажња поклоњена је развоју свеобухватног модела за унапређење одрживог управљања шумама који се заснива на усаглашености са политикама осталих сектора који интерес проналазе у шумском простору и на принципима:

- мултифункционалности (уважавајући све функције шума, а не искључиво привредне, односно производне функције);
- поштовања и примене прихваћених међународних обавеза;
- повећању површине под шумама и њихове производности;
- очувања здравственог стања шума;
- спречавања деградације и процене утицаја на животну средину;
- опоравка руралних подручја;

- доступности јавности информација о шумама и шумарству;
- учешћа интересних група у процесима одлучивања и унапређеног истраживања и образовања.

У изради Стратегије развоја шумарства пошло се од горућих проблема у шумама и шумарству Републике Србије, а то су, пре свега, чињенице да шуме Републике Србије заузимају 2,25 милиона ha (што чини 29,1% укупне територије Републике Србије) и да је опште стање шума незадовољавајуће. Ипак, узимајући у обзир значај општекорисних функција шума које нису везане за производњу дрвета као главног производа, као и богатство шумских екосистема Републике Србије биодиверзитетом дивље флоре и фауне, мора се нагласити да шуме и шумски екосистеми Србије представљају основ здраве животне средине и да су кључни фактор њеног очувања и унапређења.

С друге стране, шумарство Републике Србије, као привредна грана са дугом традицијом, развијеном структуром, кадровским и другим потенцијалима, стеченим научним и стручним знањима, представља значајан сегмент одрживог развоја руралних подручја и Републике Србије у целини. Међутим, постојећи ниво производно-технолошког процеса у шумарству, услед техничко-технолошке и организационе застарелости и недовољно развијене мреже шумских путева утиче на отежано газдовање шумама.

Посебно се истичу проблеми газдовања шумама у шумама сопственика које се простиру на нешто мање од половине укупне површине шума, а које карактерише лоше стање и уситњеност поседа, нерешени својински односи, што отежава газдовање, затим појава „нових” власника већег поседа (црква, задруге, велики земљопоседници), али и заинтересованост државе да учествује у подстицању развоја приватног сектора, ради остварења циљева одрживог развоја.

У другој фази реформског процеса било је потребно на одговарајући начин преточити стратешка усмерења у обимније документе који покривају све кључне развојне сегменте и омогућавају спровођење циљева Стратегије развоја шумарства. Ти документи обухватају законску материју у области шумарства и ловства, као и акционо шумарско програмирање садржано у **Програму развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године** (Нацрт, 2011.) и низу студија које су послужиле као подршка изради овог

програма. Законодавно-регулаторни инструменти нису обезбеђивали на одговарајући начин заштиту и унапређење постојећих шумских ресурса као уставне категорије природног богатства и онемогућавају имплементацију преузетих међународних обавеза. Намена земљишта је и даље отворено питање, значајне површине земљишта нерационално се користе, а неопходно разграничење шумског и пољопривредног земљишта, као важног предуслова унапређења стања шума је изостало.

Јавна предузећа за газдовање шумама у државној својини налазе се у незадовољавајућем стању и тек започетом процесу реструктуирања, а дрвно-прерађивачка индустрија још увек није способна да учествује на одговарајући начин у развоју шумарског сектора.

Наглашено је уколико се жели постизање одрживог развоја шума и шумарства за добробит становништва на локалном, националном и глобалном нивоу, неопходно је обезбедити стабилан и сталан извор финансирања активности на унапређењу и заштити шума, као ресурса од непроцењиве важности.

Ради испуњења циљева постављених на националном, регионалном и глобалном нивоу (Министарска конференција о заштити шума у Европи, Форум о шумама Уједињених нација, као најважнији процеси) у шумарству Републике Србије покренуте су реформе кроз процес Националног шумарског програма (NFP). Резултат овог континуираног процеса у протеклих неколико година као главне резултате, који представљају основ за спровођење реформи, обухвата Стратегију развоја шумарства, Закон о шумама (Службени гласник РС, бр. 30/10), Закон о дивљачи и ловству („Службени гласник РС”, број 18/10), као и Студију организације шумарског сектора, Студију финансирања шума, Студију вредновања шума, Студију изградње информационог система у шумарству, Стратегију развоја људских ресурса и подстудије које се односе на еколошке и социјалне функције шума, привредне функције шума, планирање у шумарству и образовање и истраживање, које су послужиле као стручна подлога за израду Програма развоја шумарства. У наредном краћем периоду треба довршити и процес реструктуирања јавних предузећа за газдовање шумама, као и доношење Стратегије развоја ловства Републике Србије и планског документа којим се уређује развој дрвне индустрије.

У циљу ефикасније борбе против климатских промена Програм развоја шумарства предвидео је одређене квантитативне мере за повећање површина под шумама, као и за оптимално коришћење производних потенцијала станишта. Како би се обезбедио савременији приступ газдовању шумама, адекватно и благовремено реаговало на проблем адаптације природних ресурса на негативне промене климе и успоставила успешнија сарадња са земљама Европске Уније неопходно је:

- благовремено открити значајније промене у функционисању шумског екосистема, дефинисати њихове карактеристике и извршити анализе последица које настају;
- онемогућити и спречити деловање које условљава слабљење и оштећење шума;
- формирати јединствен информациони систем за шуме Србије који треба, поред података о шумама, да садржи и податке о ловству и заштићеним природним добрима;
- успоставити интензивнију и квалитетнију сарадњу са европским земљама на пољу заштите шума и одрживог газдовања путем размене информација и искустава и подржавањем рада одговарајућих међународних организација;
- унапредити начине размене информација са шумарским и другим стручњацима, менаџерима и политичарима из земаља, које су напредовале у примени шумарске политике;
- објавити и јавности представити тренутно стање и потребна финансијска и материјална средства за постизање дуготрајније заштите и одрживог газдовања шумама;
- укључити локално становништво у конципирање и реализацију шумарске политике.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

5.1. Појам и значај шумских екосистема

Шумски екосистеми спадају у најприродније, најизразитије и најсложеније екосистеме на Земљи. Према Љешевић, М. (2005), од укупне масе живе материје планете 99% припада зеленим биљкама, а највећа количина биљне масе концентрисана је управо у шумама, иако оне заузимају мање од 40% копна.

Шуме су утицале на укупан развој човека и цивилизације и представљале значајан фактор његовог опстанка и развоја. Са сталним порастом потрошње дрвета у свету растао је и њихов економски значај. Међутим, претерано коришћење и константно смањивање површина под шумом довело је до деградације животне средине.

Крајем XIX века, Јосиф Панчић (1871) је писао: *„Од колике су важности добро по земљи распоређене и брижљиво сачуване шуме, од каквог су оне благотворног утицаја на живот људи, њихово здравље, њихово морално и материјално развиће, то се, на жалост, истом онда потпуно увиђа тамо где је шума нестало или пошто су се преко мере разредиле. Оскудица у гориву и грађи, дуготрајне суше или пак кише и жестоки ветрови са свима оним невољама, којих допадају крајеви шума лишени, ласно подсећају свет што у таквим крајевима живи, да ту нешто добро није и да томе ваља лека потражити. Таковоме се злу врло споро лек справља, јер ако зашта то важи за шуме оно правило да је лакше што сачувано него стечено“.*

Дефинисање појма шуме било је предмет разних струка (еколога, биолога, шумара, економиста и др.) и еволуирало је са развојем цивилизације и променом односа човек – шума. До XX века о шуми се најчешће говорило као природном добру које располаже бројним ресурсима које човек може користити у измењеном и неизмењеном стању. Оваквим схватањем шуме занемаривала се њена биолошка и еколошка функцију, а у први план стављао њен економски значај. Са друге стране, поједини аутори, на пример Sukačev, V. N. (1972), фаворизовали су биолошки аспект, занемарујући значај шуме у заштити животне средине. Временом, јавила се потреба за свеобухватном дефиницијом која ће садржати економски, еколошки и друштвени, односно социјални аспект шуме.

Једном од свеобухватнијих дефиниција шуме сматра се дефиниција Јанковић, М. (1988), која се заснива на биогеоценолошком схватању појава у живој природи и општекорисним функцијама шума, а резимирано гласи: „*Шума је сложени екосистем (биогеоценоза) биљног и животињског света и неживог дела (станишта) који делују једни на друге као и на остале компоненте животне средине било да се ради о природној, природно-измењеној или антропогеној средини, као и на човека као централно биће*“.

Значај и функције шумских екосистема у својим радовима проучавали су између осталих и Шафар, Ј. (1987), Plamondon, A.P. et al. (1991), Koch, N.E., Kennedy, J.J. (1991), Kennedy, J.J., Thomas, J.W. (1995), Gitay, H. et al. (2001), Innes, J.L. (2004), Kennedy, J.J., Koch, N.E. (2004) и други. Ови и други аутори сматрају да шумске екосистеме карактерише, пре свега висока продукција биомасе, бројност и разноврсност ресурса, њихова употреба, функције и утицај на животну средину. Узимајући у обзир распрострањење, димензије шумског дрвећа, разгранатост стабала и друге параметре, изводи се закључак да шумски екосистеми представљају један велики живи организам између литосфере и атмосфере који обавља кључне функције у животној средини.

У односу на простор шумски екосистеми имају тројако дејство: глобално (универзално), регионално и локално. Као пример глобалног дејства може се навести значај и утицај шумских екосистема за одржавање биланса кисеоника и угљен-диоксида у атмосфери и спречавање промене климе. Деловање шуме на режим вода или пејсаж спада у дејства регионалног карактера, а заштита од ерозије, хидролошка и водозаштитна функција, заштита од имисија и друге, спадају у локална дејства шуме и не могу се преносити на друга подручја.

Данас, када су и природа и човек у великој мери угрожени, шуму треба штитити, унапређивати, а њене ресурсе рационално користити.

Шумски екосистеми имају своје карактеристике које их издвајају од осталих екосистема. Неке од важнијих карактеристика су:

- распрострањеност;
- висок степен природности;
- специфична структура;
- изражена биолошка разноврсност;

- висока продукција биомасе;
- разноврсност употребе великог броја ресурса;
- враћање хранљивих материја земљишту;
- акумулација велике количине енергије без потрошње допунске;
- бројност функција и утицаја на животну средину;
- дугорочност дејства;
- обновљивост шумских ресурса.

Посебан значај шума и њених ресурса огледа се у чињеници да су они обновљиви, што их сврстава у ресурсе будућности који ће уз помоћ науке и технологије постати замена за бројне природне ресурсе који су исцрпљени, а њихов нестанак са планете питање је дана.

Шуме и шумске екосистеме и њихов значај треба сагледати са више аспеката, а не само са аспекта непосредних користи. Данашња сазнања о значају шума узроковаће и промену односа према њима, а значај шумских екосистема може се поделити на: биосферни, еколошки, економски и друштвени.

а) Биосферни значај шумских екосистема

Биосферна улога шума огледа се у њеном утицају на кружење кисеоника, угљеника и воде. Шума везивањем угљен-диоксида и ослобађањем кисеоника обезбеђује одржавање равнотеже гасова у атмосфери. При процесима везивања угљен-диоксида и ослобађања кисеоника помоћу сунчеве енергије, хлорофила и минералних материја из земљишта путем фотосинтезе, дрвеће, жбунасте и травне биљке емитују посебна хемијска једињења која имају значајну улогу.

Веома је важан удео шума и у годишњем балансу азота. Лишће, четине, комади коре и грана одумиру попуњавајући органском материјом горњи слој земљишта, а даље се та органска материја помоћу бактерија претвара у хумус, односно органско ђубриво.

Имајући у виду чињеницу да су шуме исцрпљив обновљив ресурс, од развоја енергетског биланса шумских екосистема зависи енергетски потенцијал биосфере. Процене примарне продукције на целој земљи крећу се између 120-160 милијарди тона суве органске материје годишње. Пољопривредне културе формирају око 5%, шуме и шумовити предели 45%, а остала вегетација 13%, док преосталих 27% фиксира фитопланктон. Шумски екосистеми су најзначајнији

произвођач биомасе и имају кључну улогу у глобалном кружењу угљеника (Pan, Y. et al., 2011, Barredo, J. et al., 2012,).

б) Еколошки значај шумских екосистема

На почетку новог миленијума, еколошки значај шума превазилази њихов економски значај и има даљи тренд раста. Распрострањеност шумских екосистема у свету, вертикални распоред, сложеност и бројност врста биљака и животиња којима су шуме станиште, чини их основом биолошке разноврсности на Земљи и значајним фактором очувања биодиверзитета у сваком пределу.

Познато је да шуме позитивно утичу на ваздух, воду, земљиште, климу, биљни и животињски свет и простор у целини. Ублажавају климатске екстреме, регулишу влажност ваздуха и температурни режим предела. Кореновим системом везују земљиште и утичу на стабилност терена, нарочито у планинским теренима, где штите земљиште од спирања и разарања, смањујући услове за настанак лавина, штите насеља од ерозије, бујица, поплава, одрона и сл. Шуме су значајан пречистач прашине и других загађујућих честица у атмосфери, смањују буку и радиоактивно зрачење, штите од претеране инсолације и ветра, а рекреативно-здравствене функције шума у последње време имају све већи значај.

в) Економски значај шумских екосистема

Економски значај шума огледа се кроз валоризацију дрвета и осталих производа шума, али са друге стране тешко је прецизно измерити економску вредност функција и утицаја шума у производњи кисеоника, утицај на климу, воду, земљиште и др. Економске користи могу се остварити прикупљањем, дорадом, прерадом и пласманом недрвних шумских производа као што су шумски плодови, лековито, ароматично и зачинско биље, јестиве гљиве и друго. Такође, економску добит могуће је остварити пласманом и продајом смола, етарских уља, танина и сл., као и производњом и пласманом тзв. дрвених пелета, који представљају веома ефикасно гориво, добијено посебним технолошким поступком млевења, сушења и пресовања разних био-материјала. Као сировина за његову производњу може да послужи дрво из шумског отпада, огревно дрво, пиљевина и остали отпад из прераде дрвета. Последњих година горива која се производе из биомасе све више добијају на значају.

Високи приходи, уз одговарајућа улагања, могу се остварити кроз унапређење и развој планинског и ловног туризма, пружањем пансионских услуга ловцима који посећују ловна подручја, као и наплатом боравка у шуми, наплатом трофејног одстрела дивљачи и продајом меса дивљачи.

Значајни посредни економски ефекти остварују се и кроз заштиту пољопривредног земљишта, заштиту насеља, објеката и саобраћајница, спречавање ерозије, спречавање загађења ваздуха, воде и др.

Иако се веровало да ће развој цивилизације допринети смањењу употребе дрвета и да ће га заменити пластика, метал или неки други материјал, његова потрошња и употребна вредност стално расту. Трошење дрвета за добијање топлотне енергије крајње је нерационално, а ипак оно се и данас у ту сврху троши у значајним количинама. Осим као енергент, дрво се данас користи у дрвној и хемијској индустрији, грађевинарству, саобраћају, бродоградњи, рударству, занатству, пољопривреди, домаћинству итд., а реализацијом дрвних сортимената постижу се високи финансијски ефекти и омогућава запошљавање великог броја људи.

Развој друштва, велике потребе становништва и угроженост животне средине намећу потребу економске процене еколошких и друштвених користи од шума, како би се форсирала нова улагања у шуме и тако добио неки вид гаранције да ће и будуће генерације моћи да уживају у њеним благодетима.

г) Друштвени значај шумских екосистема

Друштвени значај шумских екосистема се огледа кроз укупан утицај на развој човека, друштва и цивилизације у целини и мењао се током развоја цивилизације до данас. Доказано је да шуме имају здравствено-санитарно значење и да позитивно утичу на здравље и расположење људи, а нарочито оних чији је организам под одређеним притисцима (стрес, бука, светлосна и кисеоничка глад, некретање и др.). Богатство и разноврсност шумских ресурса на одређеним локалитетима представљају, између осталог, добар основ за развој малих предузећа која се баве откупом и прерадом лековитог биља, шумских плодова и печурака, у којима је могуће запослити локално становништво.

5.2. Општекорисне функције шума

Користи од шума најједноставније је истаћи кроз производне и општекорисне функције шуме. Свака од ових функција поседује бројне компоненте, које независно једна од друге пружају корист човеку и свим другим живим бићима у животном окружењу. Општекорисне функције шума су бројније и много значајније за човека и сва жива бића у односу на њене производне функције (производња дрвета и споредних шумских производа), а без неких се не би се могао замислити опстанак живота на Земљи. Означавају низ разноврсних користи од шума које су последица спонтаног утицаја шума на животну средину, или су резултат интеракције човека и природе.

Сам термин општекорисне функције шума или социјалне функције шумарства, варира према времену, ауторима, природним и друштвено-економским условима. На пример, „W. Biterlich (1961) све функције шума сврстава у пет група: 1. производња дрвета, 2. споредни шумски производи, 3. регулација водног режима, 4. заштитне функције и 5. остале директне и индиректне користи, уз напомену да се листа мора проширити. F. Papenek (1972) проширује Biterlich-ову листу и наводи укупно 45 функција шума, од чега 30 спада у категорију општекорисних, а 15 у производне функције" (Велашевић, В., Ђоровић, М., 1998). Међутим, ни овако детаљна класификација као што је Папанекова није потпуна, јер нису обухваћене друге значајне општекорисне функције, као што су нпр. екистичка, естетска и духовна.

Према Закону о шумама Републике Србије (Сл. Гл. РС 30/10), члан 6., став 2. у општекорисне функције шума спадају:

- општа заштита и унапређивање животне средине постојањем шумских екосистема;
- очување биодиверзитета;
- очување генофонда шумског дрвећа и осталих врста у оквиру шумске заједнице;
- ублажавање штетног дејства „ефекта стаклене баште” везивањем угљеника, производњом кисеоника и биомасе;
- пречишћавање загађеног ваздуха;
- спречавање бујица и поплавних таласа;

- прочишћавање воде, снабдевање и заштита подземних токова и изворишта пијаће воде;
- заштита земљишта, насеља и инфраструктуре од ерозије и клизишта;
- стварање повољних услова за здравље људи;
- повољни утицај на климу и пољопривредну делатност;
- естетска функција;
- обезбеђивање простора за одмор и рекреацију;
- развој ловног, сеоског и еко-туризма;
- заштита од буке и др.

Са аспекта заштите животне средине и ублажавања негативних климатских промена, најзначајније општекорисне функције шума су:

- производња кисеоника и апсорпција угљен-диоксида;
- климатска функција шума (утицај шуме на одржавање глобалне климе и утицај шума на микроклиму);
- заштита земљишта и противерозиона функција;
- хидролошка и водозащитна функција и
- функција пречишћавања ваздуха и вода.

Осим наведених, у даљем тексту укратко ће бити разрађене и остале функције шумских екосистема које су од посебног значаја са аспекта заштите животне средине.

5.2.1. Производња кисеоника и апсорпција угљен-диоксида

Биљке приликом процеса фотосинтезе производе органску материју, при чему везују угљен-диоксид, а ослобађају кисеоник. Имајући у виду чињеницу да су продукција кисеоника и везивање угљен-диоксида пропорционални производњи органске материје, шумским екосистемима, као највећим произвођачима биомасе на копну, припада најважнија улога у процесу производње кисеоника и везивању угљен-диоксида. Овај процес није само основа за равнотежу елемената ваздуха, већ је и стабилизирајући климатски фактор, јер је доказано да повећање количине угљен-диоксида утиче на промену климе и изазива низ поремећаја у природи.

Шумски екосистеми су највећи резервоари угљен-диоксида, који издвајају из атмосфере захваљујући процесу фотосинтезе, а затим га уграђују у дрвну биомасу. Глобално, они могу да ускладиште 20 до 100 пута веће количине угљен-диоксида по јединици површине у односу на пољопривредне површине и самим тим имају изузетно важну улогу у смањењу угљен-диоксида, једног од најзначајнијих гасова стаклене баште.

Према бројним истраживањима, количине угљен-диоксида и кисеоника које при производњи биомасе вежу, односно ослободе поједини типови вегетације, зависе од врсте дрвета, типа шуме и других фактора, па се различито и процењују. Тропске шуме покривају око 20 милиона km² или 4% површине Земље и на њих отпада најмање 25% глобалног везаног угљеника.

Према Љешевић, М. (2005) количина угљен-диоксида која може бити „неутралисана“ зависи од заступљености биљног покривача. При смањеном обиму биљног покривача на Земљи биће смањена и апсорпција угљен-диоксида.

Према Велашевић, В. и Ђоровић, М. (1998) биљке на Земљиној површини у процесу фотосинтезе излуче око 430 милијарди тона кисеоника и акумулирају око 590 милијарди тона угљен-диоксида, при чему хектар растиња апсорбује око 8 kg угљен-диоксида у току једног сата, односно апсорбује количину коју за исто време ослободи 200 људи. Са друге стране, хектар шуме у току године апсорбује 15 t угљен-диоксида, а ослободи 11 t кисеоника (бели бор 2,75-10,92 t, смрча 4,7-10,99, храст 11,5-13,98 t).

Према Вучићевић, С. (1999), у процесу стварања биомасе, шума веже 9-16 t угљен-диоксида по 1 ha годишње, а ослободи 8-13 t кисеоника. Према Љешевић, М. (2005), 1 ha шуме може да апсорбује 5-10 t угљен-диоксида и емитује 10-20 t кисеоника. Према Банковић, С. et al. (2009), у односу на укупну површину под шумом, резерве угљеника у Србији износе 53,38 t·ha⁻¹.

Ако се за просек узме 12 t угљен-диоксида по 1 ha и 10 t кисеоника по 1 ha, онда се може закључити да шуме Србије вежу годишње око 28,2 милиона t угљен-диоксида и ослободе 23,5 милиона t кисеоника.

У табели 1 приказане су резерве угљеника у дрвној запремини шума Републике Србије у односу на порекло шума, а на основу података из Националне инвентуре шума (Банковић, С. et al., 2009a).

Табела 1: Резерве угљеника у односу на порекло шума

Порекло шума	P	V	C
	ha	m ³	t
Високе природне састојине	621.200,0	157.511.262,8	50.411.688,6
Изданачке састојине	1.456.400,0	181.188.914,2	63.733.764,2
Вештачки подигнуте састојине	174.800,0	23.787.240,6	6.091.897,6
УКУПНО	2.252.400,0	362.487.417,6	120.237.350,4

Извор: (Банковић, С. et al., 2009)

Количина угљеника која се задржи у шумским екосистемима условљена је бројним факторима међу којима су најважнији временски екстреми, промене услова земљишта, напад патогених гљива, шумски пожари итд.

Резерве угљеника у дрвној запремини најзаступљенијих врста дрвећа у Србији приказане су у табели 2.

Табела 2: Резерве угљеника у односу на најзаступљеније врсте дрвећа у Србији

Врста дрвећа	V	C
	m ³	t
Буква	146.850.828	50.663.535,6
Лужњак	9.242.373	2.865.135,6
Китњак	21.542.890	7.109.153,7
Граб	15.157.240	5.982
Цер	46.980.446	18.322.373,9
Сладун	20.986.465	7.030.465,8
Сребрна липа	1.779.096	435.755,5
Багрем	11.243.944	4.160.259,1
ЕУ топола	6.137.862	1.288.951,1
Смрча	18.810.547	4.015.583,1
Јела	8.304.924	1.702.509,3
Бели и црни бор	16.434.457	4.765.992,4
УКУПНО	323.471.072	108.342.360,2

Извор: (Банковић, С. et al., 2009)

Услед неког поремећаја у самој шуми, било да је он изазван антропогеним деловањем (сечом шума и сл.), или неким природним циклусом (поремећај климатских услова, одумирање старих стабала, напад штеточина и болести и сл.), шумски екосистеми ће почети да отпуштају ускладиштени CO₂ назад у атмосферу. Саме шуме никада неће моћи да стабилизују атмосферске концентрације гасова стаклене баште, или да уравнотеже укупну емисију CO₂.

5.2.2. Климатска функција шума

Истраживања о утицајима вегетације на климу новијег су датума. С обзиром да је шума најразвијенији тип вегетације, њен утицај је највећи и може бити двојак - утицај шуме на глобалну климу и утицај шуме на микроклиму.

Утицај шуме на глобалну климу – За разлику од кисеоника и азота, као главних компоненти атмосфере, гасови: угљен-диоксид, метан, азот-субоксид, водена пара и озон пропуштају краткоталасно сунчево зрачење и апсорбују дуготаласно инфрацрвено зрачење земљишта, задржавајући тако сунчеву енергију која се одбија од тла (слично процесу чувању топлоте у баштенском стакленику). Због тога се ово делимично спречавање губитка топлотног зрачења Земље у космос и назива природним ефектом стаклене баште. Према уџбеничкој литератури на коју се с правом позива Кадовић, Р. (2007) и други аутори који се баве овим научним питањем, захваљујући овом природном ефекту, средња глобална температура ваздуха у приземном слоју атмосфере креће се око 15°C, а у одсуству гасова са „ефектом стаклене баште“ била би -18°C, а планета Земља пуста, залеђена и без живота.

Шумски екосистеми представљају најзначајнији тип вегетације у погледу везивања и акумулирања угљеника на земљишном простору. Количина угљеника која се задржи у шумским екосистемима условљена је бројним факторима, међу којима су најважнији они који утичу на прираст биомасе. Према Вучићевић, С. (1999), шуме током године вежу 490 Gt угљен-диоксида, док количина угљен-диоксида која се ослободи сагоревањем вегетације износи 1-2 Gt годишње и у сталном је порасту, највише због угрожености тропских шума које представљају последње природне шумске оазе и сматрају се најбогатијим, најстаријим и најсложенијим екосистемима на Земљи.

Због своје дрвне масе, тропске шуме могу да апсорбују велике количине угљен-диоксида из атмосфере, а да у замену емитују кисеоник. Из тог разлога имају пресудну улогу у климатском систему планете, као својеврстан биљни регулатор глобалне температуре. На жалост, њихово уништавање због неконтролисане сече, спаљивања и крчења смањило им је површину и знатно угрозило њихову улогу у климатским процесима, па је могуће да „плућа планете“ у будућности убрзавају ефекат стаклене баште и процес глобалног отопљавања.

Утицај шуме на микроклиму – Огледа се кроз стабилизацију климатских елемената, првенствено кроз смањење дневних и сезонских температурних колебања и смањење њихових екстремних вредности (ублажавају јаке мразеве, смирују ветрове и летњу јару), што утиче на стварање угодније микроклиме, умањење појаве касних пролећних и раних јесењих мразева, а повећање средњих вредност падавина. Микроклиматски утицај шумских екосистема зависи од популационог састава, врсте дрвећа, биоценоза, али и од зонално-климатских услова локалитета.

Шума је регулатор температуре ваздуха на одређеном простору. Шуме смањују директну инсолацију, а густе крошње дрвећа упијају и задржавају сунчеве зраке на својој површини, чиме се смањује количина доспевања топлоте на површину земље. Земљиште под вегетацијом се спорије загрева и спорије хлади, а истовремено спречава испаравање влаге из тла, па је температура у шуми (у сенци дрвећа) у врелом летњем дану нижа за 7-8 C°, док је у зимским месецима стање обрнуто, температура је већа у односу на отворени простор. У високим шумама краће је трајање мразних дана (Јешевећ, М., 2005).

Шуме повећавају влажност ваздуха. Шума осетно побољшава микроклиматске услове одржавајући земљиште влажним, смањује испаравање влаге, а то значи да се постиже већа кохезиона моћ у горњим слојевима земљишта. Шумски екосистеми акумулирају влагу у себи, чувају је и ослобађају онда када је биљкама најпотребније. Крунама дрвећа заклањају се сунчеви зраци, чиме се успорава темпо топљења снега. С пролећа, када обешумљене површине и голети брзо губе највећи део воде настале топљењем снега, у шуми се снег лагано топи, а топљење се завршава 25-30 дана касније у односу на отворени простор. Смањено је површинско отицање, а увећана инфилтрација воде настале топљењем снега и кишом, а самим тим повећано је снабдевање подземних вода и водоснабдевање земљишта и биљака. Оборена стабла, жбуње и стеља лишћа такође задржавају отичућу воду, разбијајући је на мање млазеве, смањују брзину токова помажући земљишту да боље апсорбује површинске воде. Посебна вредност ускладиштене снежне влаге је у томе што је она доступна биљкама у критичном моменту њиховог раста, у време ницања, када слаб коренов систем још није у стању да преузима влагу из дубљих хоризоната земљишта. Лети, шума не

само да штити поља од исушивања, него им одаје влагу нагомилану током зиме и пролећа кроз подземне воде и унутарземљишно отицање.

Пошто биљке, са једне стране, у себи садрже знатну количину воде коју су апсорбовале преко кореновог система из земљишта, а са друге стране, задржавају одређену количину воде на површини лишћа, под вишим дневним температурама исту ослобађају транспирацијом у атмосферу, чиме се ствара већа влажност ваздуха на том простору.

Влажнији ваздух у шуми и повећана влажност настала услед транспирације воде из биљака **битно утичу на повећање количине падавина**. Различитим испитивањима доказано је да се на простору под шумама количина воденог талоба знатно повећава. Према Велашевић, В. (1989), у шумовитим областима, под истим орографским условима, има 10% више падавина. Вучићевић, С. (1999) указује да уколико се пошумљеност простора повећа за 1%, количина падавина се повећава за 0,8 mm, а уколико је пошумљеност већа за 25%, количина падавина се повећава за 40 mm.

Процењено је да се на крошњама дрвећа задржи око 20-30% падавина, а процесом транспирације утроши око 28-36% падавина. Испаравање воде из земљишта (евапорација) у шуми је мање за 50% него са земљишта које није покривено шумом (Вучићевић, С., 1999).

Шумски екосистеми имају ветрозащитну улогу – Према Љешевић, М. (2005), у оквиру зеленила брзина ветра се снижава за 40-50%, а у широкој зони шуме са густим дрвећем ветар може да буде у потпуности умирен. Ако се у појасу широком 40 m налази дрвеће високо око 30-35 m, у потпуности се од ветра може заштитити следећих 350 m растојања. Чак и заштитни шумски појас који је широк свега 20 m може сломити снагу ветра на половину почетка брзине. Најбоље од ветра штите мешовите састојине дрвећа, жбуња и травњака, а ширина може бити различита, али не мања од 50 m.

5.2.3. Заштита земљишта и противерозиона функција шума

Шуме имају веома важну улогу у *заштити земљишта* од ерозије, дефлације, одроњавања, лавина, заштити обала водених токова и вештачких језера.

Кише и нерегулисани речни токови спирају земљиште и деградирају његову употребну, еколошку и естетску вредност. Овај процес је посебно уочљив на стрмим обешумљеним теренима, када се вегетација уклања и земљиште оставља незаштићено. Атмосферске падавине руинирају педолошки слој који вода односи и таложи на заравњеном терену. Наноси попуњавају корита река и изазивају плављење околног пољопривредног земљишта или других објеката, чиме се умањује њихова акумулациона способност и смањује век трајања.

Шумска вегетација је најефикаснији биљни покривач, који зауставља ерозију, поседује способност упијања воде, спречава њено нагло отицање, а тиме и настанак ерозије, бујица и клизишта. Имајући ово у виду мора се строго водити рачуна да се на стрмим теренима после извршене чисте сече стабала одмах засаде нове врсте дрвећа, зависно од структуре станишта, како не би дошло до појаве ерозије. Садњом дрвећа или другог растиња на тим осетљивим просторима јача кохезија тог земљишта, јер коренов систем биљака спречава кретање тла.

Шуме спречавају еолску ерозију земљишта. Под утицајем спољних чинилаца и човека оголело земљиште брзо губи своју кохезиону способност и постаје растресито па се површински слој под дејством ветра покреће и премешта. Еолска ерозија нарочито је изражена у пешчарама – пустињама (у Србији Делиблатска и Суботичко-хоргошка пешчара), при чему настаје двострука штета: одношење плодног тла и засипање пољопривредног земљишта и култура, саобраћајних комуникација и других објеката. Добру заштиту од еолске ерозије представљају шумски пољозащитни појасеви, чије се подизање у равничарским пределима може вршити на различите начине. Важно је да се они поставе управно на правац владајућих ветрова, како би се ослабила снага ветра и ефикасно спречила еолска ерозија. Појасеви могу бити састављени од различитих врста дрвећа (храст лужњак, топола, јасен и дуд) и жбуња (глог, јавор, зова, дрен итд.).

5.2.4. Хидролошка и водозаштитна функција шума

Хидролошка и водозаштитна функција шума подразумева утицај шуме на регулисање режима вода, повећање отицања воде из слива, заштиту вештачких језера, извора питке воде, извора подземних вода и лековитих вода. Шуме доприносе очувању водних резерви подручја, њиховом економичном трошењу и равномерном распоређивању током читаве године.

Захваљујући шумској простирци и посебним особинама шумског земљишта (више пора), шума упије знатне количине воде и задржи и тако чува дуже или краће време, чиме се продужује могућност коришћења воде и повећава издашност извора на подручјима под шумом. Ако у шумама Србије има просечно 35 t шумске простирке по ha, шуме задрже 87,5 m³ или 8,8 mm талога, што за простор Србије под шумом износи 205 милиона m³ воде (Вучићевић, С., 2001). За време лета, шума чува подлогу од брзог и претераног загревања, чиме се спречава исушивање земљишта.

Шуме се користе за *исушивање терена и мелиорацију земљишта*, зато што узимају велику количину воде из земљишта, а исту испуштају процесом транспирације у атмосферу. Доказано је да годишње хектар шуме транспирацијом ослободи 150-750 mm воде. Транспирација је већа код лишћарских врста у односу на четинарске.

5.2.5. Шуме у функцији пречишћавања ваздуха и воде

Шуме имају функцију филтера, односно пречишћавају ваздух и имају могућност да активно прерађују бројне загађујуће материје у ваздуху, нарочито гасове. Према Љешевић, М. (2005), у ваздуху шума је установљено преко 300 различитих једињења. Један ha листопадних шума емитује око 2 kg, а четинарских око 5 kg хемијских материја. Највећа оксидациона својства поседују четинарске врсте, а од лишћарских неке сорте липе, врбе и брезе.

У ваздуху се налазе и велике количине прашине и ситних честице, које настају при разним процесима у цементној индустрији, индустрији креча, каменоломима, угљеним басенима, при депоновањању пепела и низу других процеса. У структури наталожених честица прашине налазе се минералне материје које биљке користе, али и штетне материје које (растворене у води)

биљке узимају посредством кореновог система. Од штетних материја нарочито је изражена чађ, која успорава развој асимилационих органа биљака.

Шумске састојине у зависности од врсте дрвећа, структуре и старости састојине, располажу великом лисном површином која ефикасно задржава честице праха. Ефективност филтрације ваздуха од стране појединих биљака и фитоценоза условљена је површином лисног апарата и обимом накупљених токсичних материја на њима. За разлику од приземне флоре, која такође има значајну лисну површину, предност шумског дрвећа је у достизању релативно великих висина (до 30 m). Шума и остали шумски засади (паркови, дрвореди, шумски појасеви) могу апсорбовати поједине честице праха и смањити могућност њиховог ширења на шира прострaнства. Падавине спирају прах са дрвећа које онда постаје способно да прими нове количине. Стално спирање честица праха омогућава да дрвеће непрекидно обавља ову заштитну функцију. Према Велашевић, В., Ђоровић, М. (1998), хектар шуме у вегетационом периоду филтрира 59-70 t честица прашице (буква на пример 68 t).

Док је позитиван утицај шума на спречавање загађења од чврстих честица несумњив, позитивно дејство на заштиту од штетних гасова је ограничено. Шуме делују као механичка препрека за ширење гасова, а при израженијим ветровима усмеравају кретања ваздушних маса у вертикалном правцу уз појачану турбулентност. На тај начин долази до заштите приземног слоја атмосфере до висине одређене шуме или шумског заштитног појаса. Према Велашевић, В., Ђоровић, М. (1998), један хектар зелених површина може да пречисти 18 милиона m³ ваздуха, што значи да на сваког становника на Земљи отпада сса 2,5 милиона t ваздуха, од чега је пола милиона кисеоник. Доказано је да је за обнову кисеоника у ваздуху који потроши један човек потребно сса 2,5 m² зеленог простора.

У областима са много фитотоксичних имисија неопходно је да постојеће шуме или шумске засаде одржавати и заштитити. Уколико се подижу нове површине, најважнији је избор релативно отпорних врста, клонова или јединки. На основу досадашњих искустава препоручују се следеће врсте:

- од лишћара: лужњак, китњак, црвени храст, буква, горски јавор, млеч, пољски и планински брест, бели јасен, трешња, црвена јова и различите тополе;

- од четинара: црни бор, јапански ариш, хибридни ариш, за загађене зоне (ивичне области) сем поменутих и ситнолисна липа, циновска туја, јапанска јела и оморика (Велашевић, В., Ђоровић, М., 1998).

Дрвеће је способно да неутралише мирисе у ваздуху који настају од разних извора загађења (индустријски објекти, саобраћајнице, смеће и пратећи отпад у близини енергетских објеката), па се препоручује подизање шумских појасева непосредно поред тих објеката. Већи значај имају четинарске врсте, које поседују способност чишћења ваздуха од патогених и других бактерија. Према Велашевић, В., Ђоровић, М. (1998) појас шума поред прометних саобраћајница задржава из ваздуха олово (400 gr/l сагорелог горива), угљоводоник, кадмијум и азот-оксид, који настају сагоревањем горива у моторима аутомобила.

Шуме поседују способност за *пречишћавање воде* од разних штетних материја. Највећу улогу у томе има шумска простирка. Према Велашевић, В., Ђоровић, М. (1998) вода која прође кроз шумску простирку је пречишћенија и хемијски чистија од воде која би се добила лабораторијским пречишћавањем. Такође је доказано да приликом проласка воде шумска простирка на дубини од првих 30 cm разграђује из ње фосфор и елиминише до 95% детерџената и азотних једињења.

5.2.6. Остале значајне општекорисне функције шума

Шума утиче на *смањење буке и вибрација*, које настају у насељима и непосредно поред прометних саобраћајница и индустријских комплекса. Бука узрокује физичке, физиолошке и психолошке поремећаје код човека, а интензитет већи од 90 dB штетан је по здравље људи и разара нервни систем. Одговарајућим одабиром и распоредом биљних и шумских врста могуће је значајно редуковати јачину звука апсорпцијом, скретањем, преламањем или одбијањем звучних таласа. Научно је доказано да пошумљени простор ширине 200 m умањује буку за 35-45 dB и да је у урбаним срединама бука пет пута већа у односу на слободан простор (Велашевић, В., Ђоровић, М., 1998). За мањи интензитет буке у насељима подижу се зелени појасеви од дрвећа и жбуња ширине 20-30 m на 15-20 m од извора буке или осе пута, а за умерени интензитет саобраћајне буке појас ширине

8-16 m на 5-15 m од осе пута. Садња се мора вршити што ближе извору буке у густом распореду без празнина, како би читав појас био што компактнији.

Здравствена функција шума. Шуме су веома значајне и позитивно утичу на физиолошке функције човека. Пре свега, снижавају сунчеву радијацију, а боравком у шуми пулс срца се смањује за 4-8 откуцаја у минути, а температура коже снижава за 1-1,3°C. Шума ублажава екстремне температуре ваздуха, смањује жаришта клица и ствара повољне услове за рекреацију човека. Емитује фитонциде, материје чије је дејство бактерицидно, инсектицидно и фунгицидно. Утврђено је да ваздух изнад шуме има седам пута мање бактерија у односу на слободан простор (посебно урбани простор), што је јако битно за здравље. Количинско ослобађање фитонцида је различито и зависи од врсте дрвећа (четинари, нарочито бели бор, ослобађају више фитонцида од лишћара). У одговарајућим дозама фитонциди благотворно утичу на нервни систем човека, побољшавају размену материја и стимулишу рад срца. Према Љешевић, М. (2005), активни емитери фитонцида су бели багрем, ива, бреза, зимзелени и црвени храст, јела, топола и др. Научно је доказано да зелено лишће, украсна гама цветница, мириси и умирујући шум лишћа стварају код човека осећај мира и спокојства, побољшавају расположење и смањују нервну напетост.

У шуми се налазе бројне врсте **шумских плодова, лековитог биља и корисних гљива**, а станиште су и разних врста **дивљачи** и другог живог света. Од шумских плодова у домаћинству се користе: купина, малина, боровница, јагода, дивља трешња, дивља јабука, оскоруша, лешник, дрен, шипурак, тњина, глог, клека и други плодови. Скоро половина лекова, које производи фармацеутска индустрија, биљног је порекла. Највише се користе лист, цвет, кора и корен разних трава као што су ива, спориш, мајчина душица, нана, линцура, коприва, враниловка и бројне друге врсте.

Утврђено је да у Србији има око 40.000 врста гљива, од чега 800 врста спада у јестиве. Прерада шумских плодова, лековитог биља и гљива представља потенцијал за развој одређеног подручја уколико се ради о значајнијим количинама и уколико је локално становништво заинтересовано за организовано прикупљање и прераду.

У *туристичко-рекреативне функције* спадају: приградска рекреација у природи, еко-туризам, здравствено-рекреативни утицај бањских лечилишта, климатских бања и области тишине. Очувано природно богатство и разноврсност и бројност дивљачи у Србији представља добру предиспозицију за развој рекреативног и ловног туризма.

Екистичка функција шума. Под екистичком функцијом подразумева се однос између шуме и вештачких делова животне средине. Код нас се више користи израз урбанистичка функција шуме (латински „urbanus“ - градски, варошки), што је ужи појам од предложеног назива који се односи на све људске насеобине. Обухвата грађевинско-заштитне и изолационе функције које се заснивају на коришћењу шумских компоненти (дрвећа и жбуња) за заштиту насељених простора од штетних фактора (ветар, зрачење, бука, непријатни мириси и сл.).

Главна функција шуме у насељима и њиховој околини је *оприродњавање* или *ренатурализација*. Заснива се на обнављању природних елемената у изграђеном делу неког предела (пејсажа), где су услови средине, више или мање, измењени под антропогеним утицајем. Од преосталих облика природних шума и дрвећа, уз одговарајуће шумске засаде, очекује се да одржавају и стварају погодније микроклиматске услове (ублажавање температурних колебања, смањење влажности ваздуха и снаге ветра и др.), заштиту земљишта од ерозије и осталих разорних деловања изазваних природним силама или људском делатношћу. Шумско дрвеће погодно је за визуелну изолацију градских депонија смећа и других објеката. Корисне функције могу да употпуњују и птице које у овим засадима налазе станишта, смањују број ситних глодара, инсеката и др. Уз обогаћивање простора новим биљкама и другим врстама организама, повећава се и биолошка вредност ових насеобина и отклањају или ублажавају различити неповољни утицаји.

Пошумљавањем истакнутих рубова индустријских и грађевинских зона, назначених места или природних заклона, ефикасније би се искористиле слободне површине у сврху еколошког унапређења подручја, створиле природне границе и одржавало квалитетно стање животне средине.

Из прегледа наведених функција шума јасно је да њихов значај не може и не сме бити сведен у оквир производње дрвета, ни у оквире ужег региона, општине или сличне границе. У шумском простору преплићу се многи фактори, између осталих и они који делују између шуме и ваншумског простора. Међусобни односи нису статични и нису ауторегулативни и потребно је предузимати низ мера да би их усмеравали у правцу који ће обезбеђивати оптималне друштвене потребе. Чак и унутар шумског простора постоје веома озбиљне противречности између појединих функција шума које се морају решавати са ширег друштвеног становишта, а не само са становишта шумарства као привредне гране.

5.3. Угроженост шумских екосистема

На почетку људске цивилизације, копно је било у великој мери покривено шумама. На то указују различити литературни извори и научна открића. Европа, Азија, Северна и Јужна Америка, Африка и Аустралија су, у копненом делу, биле покривене шумом 70-90%. Данас је ситуација сасвим другачија, површина светских шума пала је на испод 30% од укупне површине.

Развој цивилизације, нарочито у XX веку, интензивно коришћење природних ресурса и пораст броја становника изазвао је значајне промене у животnoj средини. Зелени покривач планете константно се смањује, а шуме се секу у већем обиму него што је њихов годишњи прираст, па неминовно долази до појачане ерозије земљишта, појаве бујичних токова, лавина, поплава погоршања климе и других нежељених последица. Уништене су и угрожене велике површине шума и плодног земљишта.

Под угрожавањем шума подразумевају се разни облици дејства на шумске екосистеме који узрокују њихово нестајање, деградацију и умањење њихових функција. У природне узроке убрајају се елементарне непогоде: олује, тајфуни, земљотреси, пожари и епидемије и болести, а у антропогене: прекомерна сеча и крчење шуме у корист пољопривреде и испаше стоке, шумски пожари, потискивање шума са природних ареала изградњом великих привредних система, путне и друге инфраструктуре, експлоатација минералних сировина, угрожавање шумских екосистема од стране тзв. „прљаве“ индустрије и друго.

Кроз историјски развој људске цивилизације издиференцирала су се три основна вида угрожавања шума: нестајање (уништавање), деградација и сушење шума. Иако се разликују по времену дешавања, начину човековог утицаја на шуму и последицама које остављају на шуму и животну средину у целини, њихов крајњи исход је исти – уништавање и угрожавање шума, смањење њиховог утицаја на равнотежу у биосфери, смањење обима њихове продукције биомасе и угрожавање животне средине.

Доказано је да уништавање шумских екосистема и смањење површина под шумом на већим пространима доводи до наглог мењања природних услова, укључујући флору, фауну, земљиште, климу и хидролошки режим.

5.3.1. Нестајање шума

Под нестајањем шума најчешће се подразумева уклањање шумских екосистема са њиховог станишта крчењем или неким другим видом сече у циљу коришћења простора за друге намене, или ради коришћења шумских ресурса. Нестајање шума је било различито током цивилизације, како по интензитету, тако и по узроцима нестанка, али је увек резултирало негативним утицајем на равнотежу у биосфери. Сматра се да је на почетку неолита 90% копна било под шумом. Према Ђукановић, М. (1996), почетком XIX века шумовитост је износила око 50%, почетком XX века око 33%, а крајем XX око 28%. Најјачи интензитет нестајања шума био је током XX века, када је посечена половина светског фонда шума. Најновији подаци говоре да се данас годишње у свету уништи око 11 милиона ха шума, што значи да сваког дана са Земље нестане 30.137 ха шума.



Фото: С. Милановић (2003)

Слика 1: *Шума после сече*

О шумама Србије има мало историјских података. У средњовековној српској држави шуме су крчене, али је процес крчења био спор. Највећу шумовитост Србија је имала крајем XVIII века, када су најмање две трећине површине биле под шумом. Србија је највеће површине својих шума изгубила крајем XIX и почетком XX века, услед интензивног насељавања. Основни узроци нестајања шума у Србији били су ратови, потрошња дрвета у домаћинству и индустрији, урбанизација, развој пољоприведе и рударства.

5.3.2. Деградација шума

Под деградацијом шума подразумева се негативно деловање човека на шуму, чиме се погоршава њен примарни састав и ремети функционалност шумских екосистема, што резултира мањом продукцијом биомасе и умањењем утицаја и функција шума у животној средини. Поред већ наведених узрока нестајања и дестабилизације шума, до деградације шума долази услед:

- претварања високих шума (семеног порекла) у изданачке;
- уношења алохтоних врста, које својом виталношћу и плодношћу потискују аутохтоне врсте;
- коришћења појединих споредних шумских производа попут смоле, сокова из дрвета, коре дрвета и друго, чиме се оштећују стабла и изазива њихов деформитет и стварају шикаре;
- претхвата на квалитет (у кризним периодима човек најчешће сече квалитетније врсте дрвета) и
- шумских пожара, који или потпуно униште вегетацију, или доводе до њеног делимичног угрожавања, јер стабла оболе, закржљају и на крају се осуше (најчешћи узрок пожара је људски фактор и немар).

Последице деградације шума су бројне. У високом степену угрожава се биодиверзитет, смањује се број биљних и животињских врста и генетски потенцијал. Адекватно смањеној продукцији биомасе, смањује се производња кисеоника и апсорпција угљендиоксида, што се негативно одражава на климу. Долази до појаве ерозије различитог интензитета на већим површинама, а погоршава се и режим вода. Деградиране шуме, нарочито у нашим условима, деградирају предео и доводе до општег сиромаштва подручја где се налазе, а врло често такви услови живота приморавају локално становништво да се сели на нове просторе.

Промене које доводе до деградације и дестабилизације шумских екосистема су у највећој мери реверзибилне. Адекватним методама елиминисања узрока који доводе до деградације шума, мерама подмлађивања, заштите и неге могу се реконструисати и тиме стабилизovati аутохтоне шуме, како би се остварила оптимална продукција биомасе и дошле до изражаја општекорисне функције шумских екосистема.

Проблем шумских пожара - према службеним подацима FAO-а, које наводе Радовановић, М. Пецељ, М. (2012), у односу на укупан број пожара у Европи удео шумских пожара непознатог узрока је око 43%. Штете настале услед ових пожара варирају из године у годину, а основни проблем представља немогућност предвиђања места и времена настанка.



Извор: <http://worldculturepictorial.com>

Слика 2: Шумски пожар

Бројни, међусобно супротстављени резултати говоре о томе колико су ограничена наша сазнања у погледу климатских промена и спрези метеоролошких тј. климатских елемената и шумских пожара за које нису утврђени узрочници. На основу расположиве литературе, Радовановић, М., Pereira Gomes, J.F. (2008) издвајају две претпоставке о узроцима настанка шумских пожара. Прва је да су шумски пожари у највећој мери последица намерне или ненамерне активности човека. Под тим се мисли и на посредан утицај ефекта стаклене баште (глобалног отопљавања) на развој временских стања, као и на случајно или намерно изазвана паљења. Друга претпоставка је да су у субполарним областима громови најчешћи узрок појаве шумских пожара. Сагледавајући савремене податке, ови аутори закључују да се релативно чести шумски пожари, који уз то готово једновремено захватају области у више држава, не могу једноставно објаснити намерним или ненамерним антропогеним узроком. Показало се логичним да би узроке требало тражити у климатским променама. Узимајући у обзир резултате бројних истраживања, а полазећи од званичних података на основу којих се могло видети

да за око 43% шумских пожара није утврђен узрочник, у својим истраживањима Радовановић, М., Pereira Gomes, J.F. (2008) предочавају хипотетичку могућност да одређени процеси на Сунцу могу представљати објашњење.

Цитирајући резултате истраживања аутора Dale, H.V. et al. (2001), који сматрају да „...Учесталост, величина, интензитет, периодичност и врста пожара зависи од времена и климе уз структуру и састав шума. Почетак пожара и ширење зависе од количине и фреквенције падавина, присуства запаљивих агенаса и услова (нпр. громава, доступност и дистрибуција горивог материјала, топографија, температура, релативна влажност и брзина ветра)...”, Радовановић, М., Pereira Gomes, J.F. (2008) истичу да дуге суше, високе температуре, вегетацијски састав, конфигурација терена, појава громава и слично највероватније могу у одређеним условима проузроковати и диктирати услове развоја шумских пожара. „...Резултати истраживања Gedalof, Z. et al. (2005) указују да нарочито на сувим локацијама, летњи блокирајући догађаји могу довести до повећања запаљених области чак и у одсуству претходне суше. Посебно на влажној локацији, летњи циклони такође, могу довести до пораста површина под пожарима, вероватно због сувих грмљавинских олуја које доносе паљење и јаке ветрове, али мало падавина...” (Радовановић, М., Pereira Gomes, J.F., 2008).

На основу добијених резултата ови аутори су, између осталог, закључили да су у свим случајевима за које су прикупљени подаци, шумским пожарима у Европи до неколико дана раније, претходиле коронарне рупе и енергетски региони у геоефективној позицији на Сунцу. У свакој конкретној ситуацији пожарима је претходило емитовање снажне електромагнетне и термалне корпускуларне енергије из ових извора.

Уверење које се намеће као извесно, на основу досадашњег проучавања, је да ватрене стихије, које из године у годину пустоше вегетацију широм света, не престају да угрожавају и човеков животни простор. Уз сва достигнућа савременог доба, као и мере које су до сада (на општем нивоу) предузимане, може се констатовати да се друштвена заједница, по правилу, налази затечена појавом пожара. У таквим околностима „кривица” се приписује намерном или ненамерном паљењу од стране човека или електричним пражњењима из атмосфере.

Неспорно је да у циљу спречавања настанка шумских пожара у наредном периоду већу пажњу треба посветити превенцији, едукацији, креирању и подизању еколошке свести и обезбеђивању финансијских средстава за подизање тзв. шумских против-пожарних пруга. Шуме се уз помоћ ових пруга „отварају“ на оним локалитетима који се сматрају „црним тачкама“, а који су регистровани као потенцијална пожаришта сваке године, нарочито у летњем периоду (када су изузетно високе температуре ваздуха, а ниска количина падавина).

5.3.3. Сушење шума

Сушење шума спада у новије, врло тешке облике угрожености шума. У исто време то је један од најприсутнијих ограничавајућих фактора реалног планирања газдовања шумама. Представља процес изумирања појединих стабала одређене врсте, или њихово масовније пропадање, које води ка потпуном уништењу делова или комплекса шума.

Основна разлика између „класичних“ облика деградације шума и деградације узроковане сушењем је у томе што човек класичним видовима деградације може да управља и да их контролише (било да је у питању проблем прекомерне сече, паше и сл.) и углавном су то локални и регионални утицаји и разлози. Међутим, деградације изазване масовним сушењем шума човек не може, или их врло тешко контролише. Разлоге за то треба тражити у чињеници да узрочника сушења шума има много и да неки још увек нису познати.

На проблеме сушења шума на великим површинама први пут је указано на Светској конференцији о заштити човекове околине у Стокхолму 1972. године, а о овом феномену, који је од стране неких аутора означен као предзнак еколошке катастрофе, расправљано је на нивоима влада и парламената многих развијених европских земаља. С обзиром на значај шума као окоснице стабилности читавог екосистема и животне средине уопште, а имајући у виду опасност од ове појаве и њених последица (како еколошких и друштвених, тако и економских), научници разних профила у сталном су трагању за узрочницима сушења, као и за најефикаснијим мерама за њихово спречавање и заштиту шума.

Зашто долази до сушења шума? Познато је да шумски екосистеми настају сукцесивним насељавањем биљака и животиња на одређеном животном простору. Најпре се стварају незасићене, мање више лабилне заједнице, које током развоја постају све сложеније, док се не засите. Тада се стање стабилизује, промене су минималне, а створени еколошки систем стиче способност да се одржи веома дуго. То стање привидног мировања, познато је под називом „климакс“. Кад шумски екосистем достигне ову фазу, у њему влада стање еколошке хомеостазе – еколошког баланса у коме снажно делују сви ауторегулациони механизми, обезбеђујући тако несметано функционисање неорганског станишта и његовог живог насеља. Живи свет шуме, у коме доминира шумско дрвеће, у фази климакса је многобројан и разноврстан, међусобно повезан ланцима исхране и другим односима.

У нормалним, здравим шумама, непрекидно се одвијају динамични процеси нестајања и обнове. Када достигну границу физиолошке старости, стабла изумиру. Расточена инсектима и иструлела деловањем епиксилних гљива, падају на земљу, а после дужег или краћег времена, иако хемијски врло отпорно, дрво се претвара у прашну масу и улази у састав земљишта. Истовремено се буди успавано семе, па нове биљке попуњавају насталу празнину. У природним шумама, климакс се одржава све док се не поремети један од три основна стуба стабилности и опстанка шумске заједнице: шумска клима, шумско земљиште или шумска биоценоза.

Појава сушења шума у великој мери условљена је високим температурама и количином падавина. Поред количине падавина и њиховог распореда током вегетационог периода, на процес сушења шума велики утицај има и мањак влаге у земљишту. Борећи се против јаке суше, шумско дрвеће успорава транспирацију, самим тим усваја мање хранљивих материја из земљишта и успорава све остале физиолошке процесе. У таквим условима, уколико суша потраје дуже време, дрвеће физиолошки слаби и постаје мање отпорно на остале антропогене, абиотичке и биотичке узрочнике сушења шума.

5.3.3.1. „Киселе кише“ као узрок сушења шума

Посебно негативан утицај на шуме има аерозагађење, које преко сувих и влажних депозиција (киселих падавина) контаминира биљне организме и слаби њихову биолошку отпорност. Извори аерозагађивања су најчешће индустрија, саобраћај и домаћинства која као извор енергије користе фосилна горива, а у атмосферу се излучују и вулкански гасови и прашина итд. Сви полутанти се ослобађају у виду гасова или чврстих честица, а у контакту са ваздухом се мењају стварајући друга једињења, најчешће киселине.

Познато је да киша и снег имају природну киселост, али загађивањем атмосфере њихова киселост може да се повећа и до хиљаду пута. Кишне капи се углавном формирају кондензацијом водене паре око ситних честица прашине, које могу бити различитог порекла. Када кишне капи пролазе кроз ваздух незагађен полутантима, падавине могу бити слабо киселе (реаговањем воде са угљен-диоксидом ствара се блага угљоводонична киселина). Када кишне капи падају кроз ваздух који садржи гасовите оксиде сумпора и азота, оне реагују и стварају киселине. Киселине које настају од сумпора, азота и хлора много су јаче од угљоводоничне киселине и њихово присуство у падавинама узрокује киселе кише. Полутанти могу деловати у примарном или у измењеном, секундарном стању (често су секундарне супстанце токсичније од примарних). У биљке продиру као гасови, течност (киселине), или као чврсте честице и проузрокују промену боје листова и појаву специфичних симптома дефолијације.

„Киселе кише“ су широко коришћен појам, али прецизнији термин може да буде кисела депозиција, која има два облика: *сува и влажна*.

Сува депозиција се односи на киселе гасове и честице и углавном је локалног карактера, јер се најчешће појављује у близини извора полутаната. Око половине киселости у атмосфери пада на земљу у виду суве депозиције. Суво депоновани гасови и честице могу бити спрани кишом, чинећи воду још киселијом.

Влажна депозиција се односи на киселу кишу, маглу и снег, а настаје када се полутанти преносе ваздушним струјањима на велике удаљености и доспевају на земљиште путем кише или снега далеко од извора полутаната. Све ове киселе падавине споља и кроз земљу утичу на биљке и животиње. Јачина тог утицаја

зависи од низа фактора, од степена киселости воде, хемијског и прихватног капацитета земљишта и типа дрвећа и других организама.

И сува и влажна депозиција изазивају директне и индиректне штете.

Директни негативни ефекти на шумама се огледају кроз оштећења корена, четина и лишћа (уништавање заштитног премаза од воска, оштећења стома, оштећења лисних мембрана), изазивајући губитак хранљивих материја и ремећење водног биланса. Оштећења која настају на корену шумског дрвећа највише се испољавају на кореновим длачицама, које се деформишу, губе своју функцију и изумиру, чиме се драстично смањује и способност исхране целог дрвета.

Индиректни ефекти на шуме огледају се кроз ацидификацију воде и земљишта. При ацидификацији земљишта снижава се рН вредност (повећањем киселости земљишта смањује се број бактерија и глиста, а тиме успорава процес разлагања органских материја и ослобађа све мање хранљивих материја); појачава се испирање којим се губе хранљиве материје калијум, калцијум и магнезијум и повећавају концентрације алуминијума и осталих тешких метала у земљишној води. Услед повећања киселости земљишта и редукције основних хранљивих елемената слаби виталност шумских екосистема.



Извор: <http://www.environment.nationalgeographic.com> (photo: D. Wodfall)

Слика 3: Шуме јеле оштећене киселим кишама

Токсичност алуминијумских јона је експериментално доказана, чак постоји хипотеза по којој разградња хранљивих материја у земљишту и нагомилавање

токсичних Al-јона под дејством киселих киша представљају главни узрок сушења шума. Спорно је, међутим, да ли су Al-јони примарни узрок сушења шума и да ли је акутни ток сушења шума исти или сличан на различитим стаништима.

Негативно дејство киселих киша на земљиште ће се појачати уколико томе погодују и климатски услови. Наиме, дрвеће под јаким стресом услед недостатка воде и хранљивих материја тешко ће преживети 1-2 године суше и јаке зиме. Када опадне виталност стабала, она постају подложна болестима и нападима штеточина, због чега се веома често, али погрешно, они и наводе као основни узрок сушења шума.

5.3.3.2. Последице сушења шума

Појава сушења шума данас представља један од веома актуелних проблема, који има дугорочне еколошке, друштвене и економске последице. **Еколошке** и **друштвене** последице су немерљиве у односу на економске, јер обухватају смањење продукције биомасе (производња кисеоника и везивање угљен-диоксида), смањење могућности остваривања климатских, хидролошких, противерозионих, туристичко-рекреативних, здравствених и других општекорисних функција шума. Сушење прети нестајању појединих врста биљака, а са нестајањем шума угрожене су и животињске врсте. Дивљач губи свој животни простор, храни се биљкама које због ацидификације земљишта садрже све више тешких метала, уносе их у себе и преносе их даље у општем ланцу исхране све до човека. Предела у којима је дошло до сушења шума губе своје пејзажне и естетске вредности. **Економске последице** огледају се у губљењу велике количине дрвета, смањењу прираста и продукције других продуката, смањењу квалитета и употребљивости дрвне масе, смањењу могућности за развој туризма итд. Овоме треба додати и непосредне трошкове за санирање и обнову угрожених и осушених шума.

Према Медаревић, М. et al. (2009), јачи интензитет сушења шума, са планског аспекта, узрокује: губитке у производњи, разбијање склопа и стабилности састојина, несигурност у остваривању циљева газдовања шумама, немогућност реалног утврђивања и поштовања прописаних мера за остваривање циљева, угрожавање реалности планова газдовања, а тиме у целини угрожена је одрживост управљања потенцијалима шумских екосистема.

5.3.3.3. Сушење шума у Србији

Појава сушења шума присутна је и у Србији и представља изражен проблем не само у сектору шумарства, већ проблем шире друштвене заједнице. Акутно сушење храста китњака први пут је забележено 1982. године у околини Мајданпека и Доњег Милановца. Био је то почетак епидемије широких размера. Следећих година откривена су нова аутохтона жаришта са динамиком сушења која је превазилазила текући запремински прираст. Истраживања појаве и узрока сушења шума (нарочито храстових) и изналажење мера за одржавање, обнову и очување започета су још у току 1986. године, када је закључено да је стање у Србији алармантно и да се масовно суше четинарске културе, а у појединим регионима и економске шуме јеле, смрче и букве.

Сушење храстових и борових, а и других шума обухватило је како вештачки подигнуте тако и природно настале шумске екосистеме. У почетку, појаве сушења су биле углавном локалног карактера и одигравале су се, по правилу, у вештачки подигнутим културама четинара. У природним шумама запажене су групе осушених стабала, или само појединачне изумрле биљке.

Према Маринковић, П. (1987), Јовић, Д. et al. (1995), Лазарев, В. (2000), Медаревић, М. et al. (2009) најугроженије врсте дрвећа у Србији су, од четинара: црни бор, смрча, бели бор и јела, а од лишћара: храст китњак, сладун и буква. Када је у питању угроженост шумских врста дрвећа, према наведеним ауторима, четинарске врсте више су угрожене у односу на лишћарске.

Према Лазарев, В. (2000), црни бор, бели бор и јела су најугроженије на подручју Златибора, док је смрча највише угрожена на подручју Копаоника. Од лишћарских врста китњак је најугроженији на подручју Лознице, Краљева, Рашке, Врања и Кучева. Остале врсте храста угрожене су на подручју Горњег Милановца, Крушевца и Краљева. Буква је најугроженија на подручју Врања. Храст китњак је најугроженији у источној Србији (посебно на подручју Кучева и Зајечара), као и на подручју Новог Пазара. Сладун је најугроженији на подручју Краљева.

Према истом аутору, до 2000. године угроженост укупно лишћара и четинара била је највећа на подручју Горњег Милановца, Пријепоља и Ужица. Најмања угроженост, забележена је на подручјима Пирота, Тутина, Бајине Баште и Ниша. Општа угроженост само четинарских врста била је највећа на подручју

Ужица, Пријепоља, Лознице и Крушевца. Лишћарске врсте највише су биле угрожене на подручју Горњег Милановца, Пријепоља и Лесковца, а најмање на подручју Пирота, Тутина, Ниша, Београда и Бајине Баште.

Последњих десет година Србију је захватио нови талас сушења шума. Преко надлежних општинских и републичких органа управе предузимане су одговарајуће мере у циљу сузбијања даљег ширења биљних болести и штеточина, односно узрочника сушења шума. Међутим, и поред тих мера, епидемија сушења шума смањила се само у боровим културама и шумама на одређеној локацији, али у храстовим и на појединим локацијама јеловим шумама, сушење показује тенденцију даље експанзије. Тако је на простору централне и источне Србије (на више мањих изолованих површина) забележена даља ескалација хроничног сушења изданачких шума цера и китњака.



Фото: С. Милановић

Слика 4: Сушење шума на Старој планини

Велика угроженост китњака последњих година примећена је и у појединим деловима Фрушке Горе. Епидемијским сушењем захваћене су најважније врсте шумског дрвећа у Србији: храст, бор, јела, смрча, буква и оморика. Посебно се издваја проблем сушења храстових шума на подручју Националног парка „Ђердап“.

Према Медаревић, М. et al. (2009) уочена појава сушења шума својим обимом представља озбиљан проблем и на подручју Војводине, а посебно у

шумском газдинству „Сремска Митровица“, где је забележено значајније сушење шума лужњака.

Према подацима Института за шумарство, достављеним Министарству пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије у виду Извештаја о обављеним пословима од јавног интереса у области дијагностике штетних организама и заштите здравља шумског биља на територији Републике Србије (без територије АП Војводине) у 2012. години, са прогнозом за 2013. годину, здравствено стање стабала узорака на биоиндикацијским тачкама у Србији стално се погоршава, а стабилност шумских екосистема постепено се умањује.

У наведеном Извештају се на основу Мониторинга сушења култура четинара и резултата лабораторијских анализа узоркованог материјала констатује да је у појединим газдинским јединицама и одељењима у оквиру шумских газдинства „Београд“ - Београд, „Јужни Кучај“ - Деспотовац, „Тимочке шуме“ - Бољевац, „Северни Кучај“ - Кучево, „Столови - Краљево“, као саставним деловима Јавног предузећа „Србијашуме“, као и у ЈП „Борјак“ - Врњачка Бања, констатован веома интензиван процес сушења црног, али и белог бора. У оквиру ШГ „Ниш“, дошло је до појаве сушења четина углавном стабала смрче и у мањем обиму црног бора, а ово сушење је највећим делом присутно на подручју шумске управе Алексинац. На подручју ШГ „Јужни Кучај“ - Деспотовац, у току 2011. године констатовано је пропадање стабала букве, услед присуства „болести коре букве“. Када је ова појава у питању, неопходно је вршити стални мониторинг и чим се примете први симптоми болести таква стабла се одмах дозначују за сечу. Уколико се одмах не реагује, веома брзо се јављају трулежнице и губе се највреднији делови стабла.

Иако је присуство штетних биотичких фактора, фитопатогених гљива и штетних инсеката, констатовано по узоркованом материјалу, према наведеном Извештају, они нису узрочници овако израженог степена процеса сушења. Претпоставка је да је дошло до уланчавања штетног дејства абиотичких и биотичких фактора, а процес је највероватније почео протеклих година физиолошким слабљењем услед неповољних метеоролошких прилика (физиолошка суша, високе температуре ваздуха и обилне падавине у погодно време за развој патогених организама). Претпоставља се да су овако ослабела

стабла напале инвазивне врсте нематода (које живе у дрвету и хране се хифама гљива) и довеле до брзог сушења читавих стабала. Такође, поред нематода, узрочник може бити и нека трулежница, али да би се тачно утврдио узрок, треба што пре извршити узорковање појединих делова грана, дебла и корена и спровести детаљну теренску и лабораторијску експертизу. Без ње, може се само нагађати и претпостављати који је стварни, примарни узрочник овако интензивне појаве сушења шума на појединим локалитетима у Србији.

Због разноликости климе, орографских прилика, типова станишта, угрожености од дефолијатора, врста дрвећа и шумских екосистема, као и неуједначености у степену предузетих мера и акција на очувању животне средине, решавање проблема појаве сушења шума у Србији има низ специфичности.

5.3.3.4. Мере за сузбијање појаве сушења шума

Сушење шума може довести до разградње не само шумских, већ и бројних екосистема у окружењу, као и биосфере у целини, што доводи у питање и опстанак самог човека. Да би се зауставио овај разарајући процес, неопходна су комплексна и детаљна мултидисциплинарна истраживања и спровођење одговарајућих мера за сузбијање ове појаве.

За сузбијање појаве и санирање последица сушења шума најважније је одредити узроке, њихов редослед у сукцесији и идентификовати најслабију тачку у том ланцу. Интервенција мора да буде усмерена на карику коју је најлакше елиминисати и тако прекинути ланац штетних фактора.

Решавање проблема аерозагађења и дејства киселих киша специфично је за појединачне регионе или подручја и засновано на разумевању локалних интереса и потреба. Основно решење се, у суштини, налази у смањивању, или евентуално, елиминисању извора аерозагађења, што није једноставно реализовати, посебно у индустријским регионима. Посебан проблем је што ни тимови истраживача, који се баве тражењем узрока и последица киселих киша, најчешће нису спремни да та истраживања обаве објективно. Неопходно је за свако подручје егзактно утврдити стварни ниво имисије и депозиције полутаната на коме су констатоване појаве сушења и пропадања шума. Локалитети који су угрожени треба да се унесу у одређене газдинске карте, ради посебног третмана.

У новије време све је већи број чинилаца и компоненти које показују да се бројни облици индивидуалне и групне врста дрвећа, генетски мање или веће отпорности, могу довести у корелациону везу са неким типичним узрочницима сушења шума. То потврђује могућност примене селекције и других метода оплемењивања шумског дрвећа путем стварања резистентних генотипова, чијим се коришћењем у природним популацијама, или њиховим коришћењем као извора репродуктивног материјала за оснивање, односно подизање, стабилних шума могу постићи ефекти у циљу спречавања или бар успоравања процеса сушења шума и шумског дрвећа (Исајев, В., Туцовић, А., 1990).

Од класичних шумарских мера за сузбијање појаве сушења шума, издваја се одговарајуће газдовање, чији је циљ продукција максимално биолошки активне шуме.

Како појава сушења шума прелази границе уско стручног шумарског питања и представља један од значајнијих друштвених проблема неопходно је:

- мултидисциплинарним приступом открити узроке сушења;
- одредити и спровести мере за санацију и предложити мере заштите и очувања;
- организованим и координираним генетским истраживањима и оплемењивањем природних популација дрвећа створити нове селекције и културне заједнице које би биле отпорне на појединачне или комплекс агенаса који узрокују сушење шума;
- инсистирати на мултидисциплинарном научно-истраживачком пројекту који би био поред шумарских укључио и друге институције као што су Биолошки институт, Природно-математички факултет, Републички хидрометеоролошки завод, Завод за заштиту природе и др.).

5.4. Комплекси типова шума у Србији

Током еволуције, биљке су се прилагођавале условима спољашње средине и променама на свом станишту и на тај начин реализовале одређене фенотипске, морфолошке и физиолошко-биохемијске карактеристике. С обзиром на свој фитогеографски положај (на тремеђи мезијске, илирске и шумо-степске провинције, уз приметан утицај субмедитерана), као и због врло разноврсних орографских, климатских и едафских прилика, Србија је у погледу вегетације врло разноврсна и сложена. Флорно-географски посматрано, Србија се налази под утицајем три велике регије: евро-сибирске, северноамеричке, медитеранске и ирано-турске. Биљно-географске особености Србије детаљно је обрадио Гајић, М. (1984), који је истакао да посебна обележја Србији даје преко 3.000 флорних врста.

Познавање шумских врста и њихове осетљивости на климатске факторе (сијање сунца, температура, атмосферске падавине, влажност ваздуха и ветар), изузетно је важно не само са аспекта планирања газдовања шумама, гајења, подизања и заштите шума, већ и са аспекта могуће адаптације постојећих шума на новонастале климатске промене и адекватног избора врста за пошумљавање.

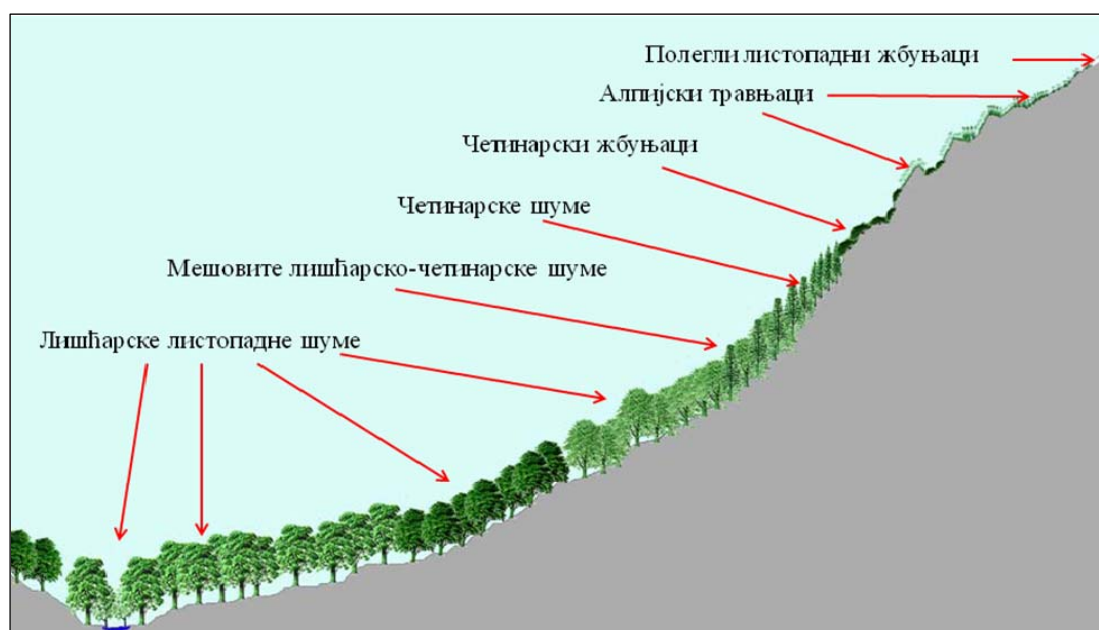
Различити типови шумских биогеоценоза јављају се као последица непосредних разлика у температури, влажности ваздуха и надморској висини. Према Јовић, Н. et al. (1996), сви типови шума у Србији, у првом степену систематизације, могу се сврстати у одређене крупне јединице – комплексе, који су издиференцирани, пре свега, под утицајем температуре и влажности ваздуха, али и надморске висине, јер промене у надморској висини утичу на промене у основним карактеристикама климе. Други степен систематизације узима у обзир сазнања о вегетацији и земљишту у свакој од ценоколошких група типова шума. Трећим степеном систематизације издвајају се групе еколошких јединица које су међусобно мање-више идентичне по саставу главне или главних врста дрвећа, али различите по земљишту. Други и трећи степен систематизације у овом докторату неће се детаљније разрађивати.

Значај и *утицај сијања Сунца* на биљни свет примаран је, пре свега, због хлорофилне асимилације. Већа или мања количина видљивог дела сунчевог спектра у једном географском рејону непосредно утиче и на остале климатске

факторе: температуру, влажност ваздуха и количину падавина. Познато је да се у односу на потребе за светлошћу биљне врсте деле на:

- хелиофилне (траже пуну дневну светлост, тј. прилагођене су интензивној светлости);
- сциофилне (потребне су им знатно мање количине светлости у односу на хелиофилне врсте, а у раној младости могу да живе у засени материнске састојине, често се називају и биљке сеновитих станишта) и
- полусциофилне (ове биљне врсте налазе се на прелазу између хелиофилних и сциофилних врста).

Као последица различитог односа појединих врста према светлости у једној шуми често се јавља више спратова: спрат дрвећа, спрат жбуња и спрат приземне флоре.



Извор: Лакушић, Д. (2009)

Слика 5: Вертикално зонирање шумских екосистема

Према Јовић, Н. et al. (1996), у првом, највишем спрату, увек се налазе врсте које имају веће захтеве за светлошћу. У доњем, или подстојном спрату налазе се врсте сенке и полусенке. Познавање односа и реаговања шумских заједница на режим осветљавања изузетно је важно, јер на овај еколошки фактор човек може у шуми непосредно и брзо да делује.

Температура ваздуха у непосредној је зависности од степена осунчавања, а заједно са другим еколошким чиниоцима има утицај на појаву и распоред различитих типова вегетације. У односу на температурне прилике шумски екосистеми се могу груписати у три групе:

- екосистеми термофилних шума (у медитеранским и субмедитеранским крајевима, као и у унутрашњости на топлијим стаништима и експозицијама, јавља се климатогена шума сладуна и цера);
- мезотермне шуме (на стаништима где су умерени температурни услови, јављају се шуме храста китњака и обичног граба, китњака и питомог кестена, брдске букове шуме);
- микротермне шуме (шуме хладнијих крајева, где је годишња температура ниска, јављају се шуме смрче, смрче и белог бора, субалпијске букве, бора кривуља и сл.) (Јовић, Н. et al. ,1996).

За раст и развој биљака посебно је значајно познавање кретања минималних температура у вегетационом периоду. Нарочито су важне појаве попут позних пролећних и раних јесењих мразева. У Србији се, према Јовић, Н. et al. (1996), на тзв. „мразиштима“ крај низинских река планинских и брдских потока и у долинама (за које је карактеристична појава инверзије температуре) јављају шуме врба, топола, јове и смрче, док се на топлим стаништима, јужно и западно орјентисаним, на кречњачкој геолошкој подлози, јављају термофилне шуме храста медунца и црног граба. У непосредној близини претходно наведених, али на северним експозицијама, јављају се шуме храста китњака и обичног граба.

У односу на **влажност** и доступност воде на станишту, према морфолошком изгледу шумски екосистеми се могу поделити на:

- ксерофилне (карактеристичне су за сушне области, са добро развијеним кореновим системом, кратким стаблом, ситним и тврдим листовима; нпр медитеранске и субмедитеранске шуме.);
- мезофилне (карактеристичне за умерено влажна станишта, са слабије развијеним кореновим системом; нпр. букове, китњаково-грабове шуме) и
- хигрофилне (карактеристичне за веома влажна станишта, са најслабије развијеним кореном, нпр. шуме врба, топола, лужњака и др.).

Снижавањем температуре, мањом укупном количином топлоте и скраћивањем вегетационог периода, са порастом надморске висине мењају се и врсте дрвећа, које граде одговарајуће заједнице. Бројна истраживања су потврдила да су због поштрених климатских и других животних услова на већим висинама шуме састављене од мањег броја стабала, да су стабла нижа, склоп је ређи, а укупна продукција дрвне масе смањена. Интересантно је да се недостатак одговарајућих климатолошких података на вишим надморским висинама, често може надоместити на основу података о климатогеним заједницама, посебно уколико се ради о заједницама за које у другим планинским областима постоје детаљнија мерења. За просторе изнад горње шумске границе недостатак климатских података надокнађује се детаљним проучавањем савремених периглацијалних процеса и њихових облика рељефа као директних климатско-геоморфолошких показатеља високопланинске периглацијалне климе.

Према Јовановић, Б., Јовић, Н. (1981), шумска вегетација Србије најбоље се може представити преко климатогених и ороклиматогених (климарегионалних) заједница, које у највећој мери одговарају клими најнижег и свих осталих висинских појасева вегетације. Захваљујући разноликости климе и земљишта, најнижи појас Србије карактерише већи број шумских заједница. На ниским планинама северне Србије, који су изложени панонском басену и северозападним ваздушним струјањима, са извесном маритимношћу климе, као ороклиматогена, јавља се шума китњака и граба. У североисточној Србији, у подручју са климатогеном шумом сивог лужњака као ороклиматогена шума јавља се шума сладуна. Као следећи појас, на целом подручју Србије јављају се шуме китњака, а затим појас мезофилних шума мезијске букве. Изнад појаса букве, јављају се буково-јелове шуме, које су у Србији углавном спорадичне. Знатно су чешће тродоминантне шуме букве, јеле и смрче (на Копаонику, Тари, Старој планини). После ових комплекса шума, на високим планинама, јављају се заједнице субалпијске свезе букве, које одликује умањена виталност букве, одсуство јеле и местимична појава смрче и планинског јавора. Следећи појас обухвата ацидофилна смрчева шума на највишим планинама (Златар, Голија, Стара планина, Копаоник, Проклетије). Климатогене шуме сладуна и цера и

ороклиматогени појас смрчевих шума, указује на континенталну (контрасну) климу Србије.

Узимајући у обзир климатске, орографске, геолошке, едафске и биотичке факторе, Јовић, Н., Томић, З. и Јовић, Д. (1996) извршили су основно рашчлањивање шумског фонда Србије на седам комплекса:

- комплекс алувијално-хигрофилних типова шума;
- комплекс ксеротермофилних сладуново-церових и других типова шуме;
- комплекс ксеромезофилних китњакових, церових и грабових типова шума;
- комплекс мезофилних букових и буково-четинарских типова шума;
- комплекс термофилних борових типова шума;
- комплекс фригорифилних четинарских типова шума и
- комплекс субалпијских жбунастих четинара и лишћара.

I – Комплекс алувијално-хигрофилних типова шума

Комплекс ових шума скромно је заступљен у шумском фонду Србије, а одликује га велики степен измењености и присуство у виду уског појаса на обалама река. Алувијално-хигрофилне шуме, уопштено гледано, представљају екосистеме који имају изузетан значај за живот околних слатководних станишта. Некада су заузимале релативно велике површине дуж речних долина, а данас су мање-више искрчене. Коришћење њихове дрвне масе не доноси велике ефекте због лошег квалитета, мада су у недостатку квалитетнијег дрвета, у прошлости биле изложене сечи. У њега спадају мочварне шуме јове, шуме врба и топола, шуме лужњака и јове. Све ове шуме су мање-више веома антропогено измењене. Пружају се у виду уског појаса дуж водотокова, а често се ради о само једном реду дрвећа непосредно уз водоток. Оне су скоро једини вид поплавних шума у кањонима и клисурама. Највише су присутне у у равничарским подручјима, пре свега у Војводини, а од посебног значаја су шуме у алувијалним равнима великих река: Саве, Дунава, Тисе и Велике Мораве.

Поред економског значаја имају заштитну улогу, јер штите обале река од обрушавања и клижења, утичу на климу и врше заштиту пољопривредних површина. У најнижим рељефним деловима спречавају замочваривање. Посебан значај имају због свог генетског фонда, а очуване састојине ових шума једина су преостала гнездилишта птица мочварица.

Битно је истаћи да без допунског влажења у климатским условима Србије ове хигрофилне шуме не би могле да се образују.

II – Комплекс ксеротермофилних сладуново-церових типова шума

Овај комплекс чине шуме најнижег, најтоплијег и најсувљег равничарског, брежуљкастог и брдског појаса, које су без утицаја подземних и плавних вода. Обухвата климатогену шуму сладуна–цера највећег дела Србије, која се у зависности од климатских услова Србије диференцира у више варијанти. Ове шуме се готово редовно јављају на јачим нагибима, па су изложене јаким летњим сушама. Њихово крчење или девастација доводи до појачане ерозије и појаве клизишта, а тешко се обнављају. Овај комплекс шума највише је угрожен од стране човека и у високом степену је измењен. На месту искрчених шума простиру се сиромашни и ксеротермни пашњаци, који имају малу заштитну улогу и лако прелазе у голети, па их је неопходно пошумити одговарајућом шумском вегетацијом. Према Јовић, Н. et al. (1996), ксеротермне шуме треба заштитити и обнављати коришћењем репродукционог материјала очуваних састојина.

III – Комплекс ксеромезофилних китњакових, церових и грабових типова шума

Обухвата шуме горњег брдског и ниског планинског појаса, на надморским висинама 400-800 m. Осим китњаково-грабових шума, у овом комплексу заступљене су и монодоминантне шуме китњака, шуме китњака и цера и шуме чистог цера. У целини посматрано, овај комплекс карактеришу веће количине падавина и мање екстремне температуре, односно повољнији су услови за развој шуме у односу на претходни комплекс.

У овом комплексу се преклапају земљишта намењена претежно за пољопривреду са земљиштима повољнијим за шумарство. Крчење шума на већим нагибима у овом појасу доводи до интензивних процеса ерозије и клижења тла и до настајања голети.

IV – Комплекс мезофилних букових, буково-четинарских и термофилних борових шума

Овај комплекс типова шума обухвата врло широк појас, од мозаичних састојина брдске букве, које су орографско-едафски условљене да се налазе у зони сладуна-цера на надморским висинама од 100-300 m, до шуме букве-планинског

јавора, букве-јеле-смрче и субалпијске букве у високопланинском региону, на надморским висинама од 800-1.200 m, које дају печат целом комплексу. Уз сциофилну и мезофилну букву (*Fagetum toesiaca*), која је доминантна за цео комплекс, у овом појасу јављају се још и неке лишћарске и ређе четинарске дрвенасте врсте, еколошки сличне, као што су: јела, горски јавор, млеч, планински јавор, бели јасен, крупнолисна липа, брдски брест, дивља трешња и многе друге. Букове шуме су најраспрострањеније шуме у Србији (у укупној површини учествују са 29,0%, запремини 40,5%, а у запреминском прирасту са 30,6%, Банковић et al., 2009) и представљају значајан ресурс како у дрвној индустрији, тако и у еколошком погледу. Највеће површине под овим шумама су изданачког типа, а површине под семенским буковим шумама се све више смањују. Најочуваније шумске састојине налазе се у оквиру националних паркова и резервата природе. Велика изданачка моћ букве омогућава релативно брзу обнову састојине из пањева, али само у случајевима када се ради о селективној, контролисаној сечи. У последње време учестала је појава голосеча букових шума, која узрокује бројне негативне ефекте, као што су ерозија и појава клизишта, док је сама обнова ових шума из пања успорена и ослабљена. Уништене шуме на кречњацима и серпентинитима представљају најугроженије површине које у целини морају бити пошумљене.

V – Комплекс термофилних борових типова шума

У Србији је овај комплекс најчешће представљен монодоминантним шумама црног бора, а у осталим шумама овог комплекса јављају се још неке четинарске и лишћарске врсте попут: белог бора, оморице, црног граба, мечје леске, китњака и балканског китњака. Распрострањење аутохтоних шума црног бора углавном је ограничено на кањоне и клисуре, а у мањој мери на ниже кречњачке површи. Њихово искоришћавање мора бити контролисано и сведено искључиво на оне кречњачке површине на којима је узрасна структура и стање популације црног бора стабилно.

Еколошко-производни потенцијал станишта је минималан, али су ове шуме језгро за ширење црног бора и имају заједничку заштитну улогу.

VI – Комплекс фригоририлних четинарских типова шума

Ово је најхладнији, еколошки најсиромашнији шумски појас високих планина, распрострањен на надморским висинама између 1.300-1.400 и 1.800-1.900 m. У највећем делу Србије у овом појасу се као климарегионална вегетација јављају шуме смрче, које су монодоминантног карактера и густог склопа, а највише су заступљене на Копаонику, Голији, Златару и Старој планини. Налазе се на крајњој јужној граници ареала бореалне четинарске вегетације, па је њихова осетљивост на све промене изазване антропогеним деловањем значајно увећана. На малим површинама заступљене су и ендемичне и реликтне високопланинске шуме мунике и молике. Четинарски екосистеми ових врста представљају један од најважнијих вегетацијских појасева на високим планинама Србије. Посебна вредност је у томе што су они ендеми Балканског полуострва, а неке популације представљају једне од реликтно најочуванијих и поседују својства својеврсних генетичких ресурса. Њихово коришћење мора бити крајње рестриктивно, јер значај који имају превазилази економске добити.

Очувани остаци шума овог комплекса представљају један од најважнијих заштитних појасева у спречавању нивалне и флувијалне ерозије.

VII – Комплекс субалпијских жбунастих четинара и лишћара

Изнад 1.800 m надморске висине, као последњи високопланински појас дрвенастих врста, налази се ниска жбунаста вегетација. Према истраживањима која наводи Јовић, Н. et al. (1996), у Србији су жбунасте заједнице бора кривуља регистроване само на кречњацима Суве планине, док су на већини других високих планина образоване ниске жбунасте заједнице клечице и боровнице на киселим хумусно-силикатним земљиштима. Ове заједнице најбоље су проучене на Копаонику, где представљају деградациони стадијум високопланинских шума смрче.

Еколошка класификација шумских станишта (Јовић, Н. et al., 1996) омогућава избор појединих врста дрвећа одговарајућих био-еколошких особина које ће најбоље искористити потенцијал станишта и „увођење“ или замену другом врстом (при пошумљавању), која би се прилагодила постојећим и евентуалним новонасталим променама на станишту.

5.5. Шумске површине у Србији

Србија се сматра средње шумовитом земљом. Од укупне површине територије Србије, која (без АП Косово и Метохија) износи 7.748.400 ха, под шумом је 29,1% (2.252.400 ха), од чега је у Војводини 7,1%, а у Централној Србији 37,6%. Остало шумско земљиште, којем по међународној дефиницији припадају и шикаре и шибљаци, обухвата 4,9% територије (табела 3).

Табела 3: Структура површина у Србији, према врсти (начину коришћења) земљишта

Врста (начин коришћења) земљишта	Површина	
	ха	%
Шума	2.252.400,0	29,1
Остало шумско земљиште	382.400,0	4,9
Неплодно земљиште	92.000,0	1,2
Пољопривредно земљиште	3.594.800,0	46,4
Ливаде и пашњаци	1.029.600,0	13,3
Урбано земљиште	312.000,0	4,0
Водене површине	85.200,0	1,1
УКУПНО	7.748.400,0	100,0

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

Нерационалност у структури искоришћавања земљишног простора у Србији манифестује се, пре свега, високим учешћем обрадивих површина упркос неповољним геоморфолошким и педолошким карактеристикама земљишта, малим учешћем површина под шумом и високим процентом угрожености земљишта водном и еолском ерозијом.

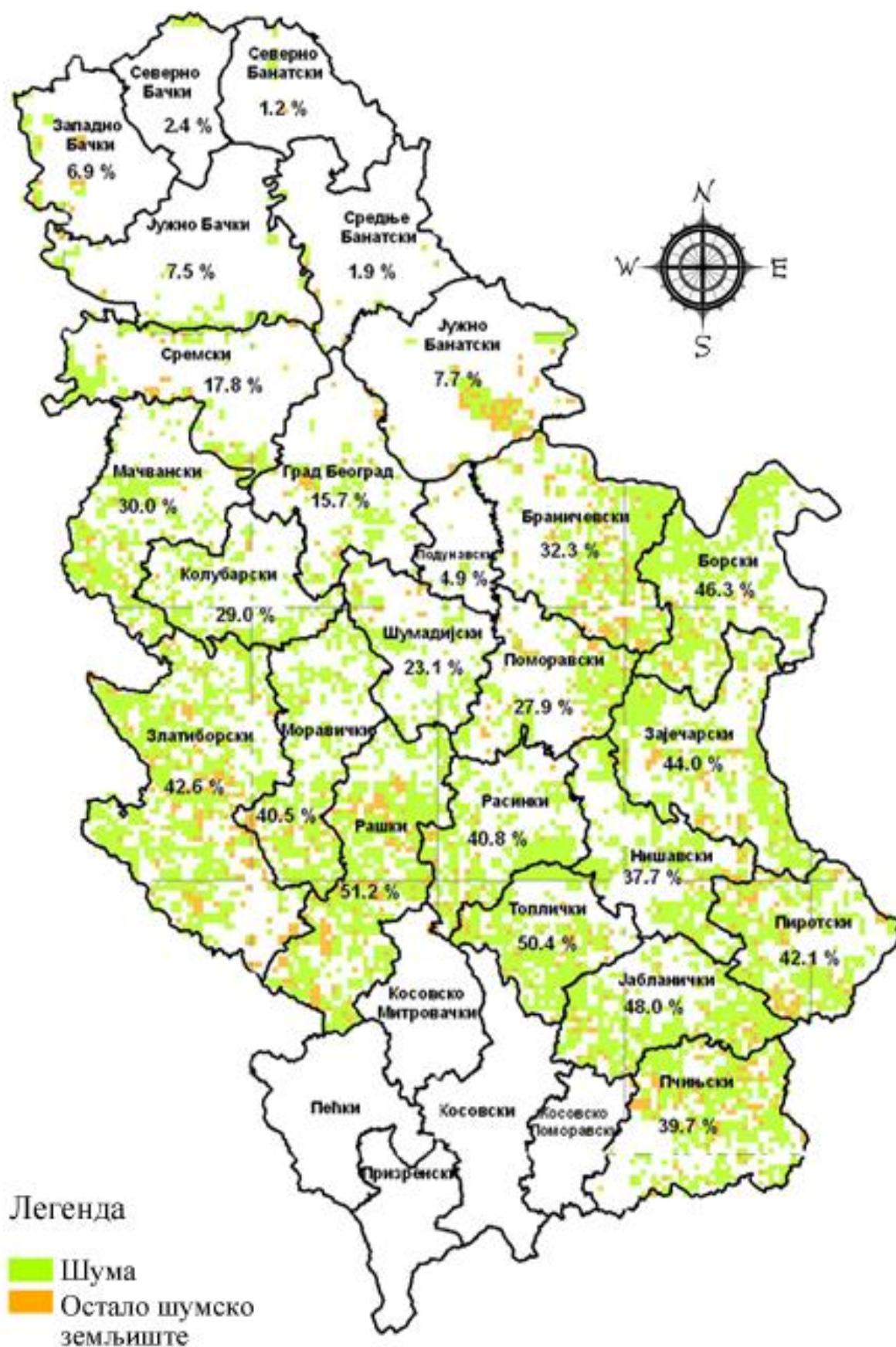
Просторна заступљеност компактних шумских састојина углавном се везује за брдско-планинска подручја. У табели 4 приказана је тренутна, оптимална и будућа шумовитост у Србији по окрузима. За разлику од тренутне шумовитости, као приказа стања, оптимална шумовитост представља такав распоред шумских екосистема којим се омогућава одржавање оптималног стања природних ресурса и најрационалније коришћење простора, а истовремено врше све друге функције у очувању и унапређењу животне средине, уз максималну продукцију сопствених добара.

Табела 4: Садашња, оптимална и будућа шумовитост Србије

Подручје/Округ	Површина округа	Површина шума	Тренутна шумовитост	Оптимална шумовитост	Површина шума (2020)
	(ha)	(ha)	(%)	(%)	(ha)
Северно-бачки	180.400,0	4.400,0	2,4	10,1	10.800,0
Средње-банатски	334.000,0	6.400,0	1,9	13,1	12.800,0
Северно банатски	228.800,0	2.800,0	1,2	10,1	8.200,0
Јужно-банатски	427.200,0	32.800,0	7,7	17,9	40.800,0
Западно-бачки	250.800,0	17.200,0	6,9	10,1	19.700,0
Јужно-бачки	391.200,0	29.200,0	7,5	12,2	33.200,0
Сремски	344.000,0	61.200,0	17,8	19,8	64.700,0
Војводина	2.150.600,0	154.000,0	7,1	14,3	190.200,0
Град Београд	322.800,0	50.800,0	15,7	27,3	56.560,0
Мачвански	326.800,0	98.000,0	30,0	37,0	98.200,0
Колубарски	250.800,0	72.800,0	29,0	34,0	79.141,0
Подунавски	121.600,0	6.000,0	4,9	15,5	6.218,0
Браничевски	390.400,0	126.000,0	32,3	35,5	127.500,0
Поморавски	256.400,0	71.600,0	27,9	37,5	73.956,0
Шумадијски	236.000,0	54.400,0	23,1	30,0	55.000
Моравички	308.000,0	124.800,0	40,5	40,5	126.800
Златиборски	607.600,0	258.800,0	42,6	70,5	265.800
Рашки	389.600,0	199.600,0	51,2	60,2	203.952,0
Расински	298.800,0	122.000,0	40,8	42,7	124.100,0
Зајечарски	370.000,0	162.800,0	44,0	51,0	164.200,0
Борски	352.000,0	162.800,0	46,3	60,0	165.674,0
Нишавски	242.000,0	91.200,0	37,7	45,4	93.644,0
Топлички	216.800,0	109.200,0	50,4	50,1	111.505,0
Пиротски	274.800,0	115.600,0	42,1	53,2	119.050,0
Јабланички	276.000,0	132.400,0	48,0	66,4	136.174,0
Пчињски	351.600,0	139.600,0	39,7	66,4	144.726,0
Централна Србија	5.596.800,0	2.098.400,0	37,5	49,8	2.152.200,0
СРБИЈА (без КиМ)	7.747.400,0	2.252.400,0	29,1	41,4	2.342.400,0

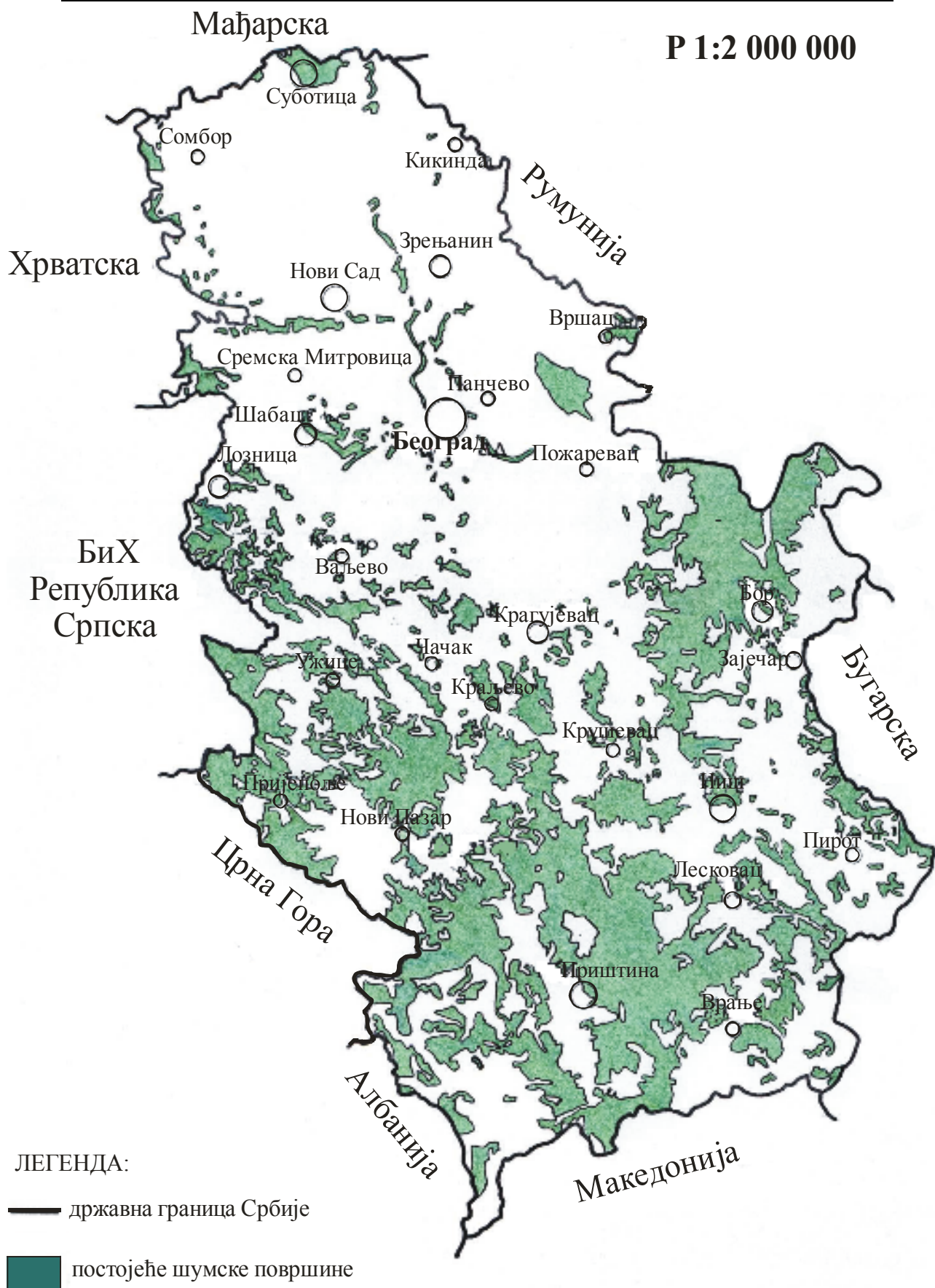
Извор: Стратегија просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020 (2009)

Увећање шумовитости у односу на референтну 1979. годину износи 5,2%, што је имало позитиван утицај на стање и квалитет животне средине у целини (Банковић, С. et al., 2009a). До увећања шумовитости дошло је пре свега због пошумљавања, али и због смањења броја становника у руралним срединама, посебно у брдско-планинским подручјима. Највећу тренутну шумовитост имају Рашки и Топлички, а најмању Северно-банатски и Средње-банатски округ. Интересантно је да Топлички округ карактерише степен шумовитости, који је за 0,3% већи од оптималне.



Извор: Стратегија просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020 (2009)

Слика 6: Шумовитост Републике Србије (без АП КиМ) по окрузима (у %)



Извор: Spatial Plan of the Republic of Serbia (1997), модификовано

Карта 1: Постојеће шумске површине у Србији

5.5.1. Стање шумских екосистема у Србији

Могућност и рационалност коришћења појединих функција шума као и интензитет остваривања циљева газдовања шумама зависи од затеченог стања шума, посебно у односу на функционални оптимум утврђен за поједине приоритетне намене. Доказано је да шума обезбеђује ефикасно снижавање штетних дејстава човека и може помоћи ублажавању поремећаја који настају у природи само у случајевима када неповољна дејства нису прешла одређене границе и када је опште стање шума на одговарајућем нивоу.

Према Националној инвентури Србије (Банковић, С. et al., 2009а) и Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године (2010), опште стање шума у Србији последњих деценија окарактерисано је као незадовољавајуће, пре свега због недовољне обраслости и шумовитости, неповољне старосне структуре и састојинског стања и лошег здравственог стања. У табелама 5-13 приказано је стање државних и приватних шума по: власништву, пореклу, очуваности, мешовитости и састојинској припадности.

Од укупне површине шума (2,25 милиона ha), у државном власништву налази се 1,2 милиона ha (53%), а у приватном 1,05 милиона ha (47% укупно обрасле површине) (табела 5). Шумама и шумским земљиштем у државној својини газдују државна или јавна предузећа. Највећим делом површина под шумом и шумским земљиштем у државном власништву газдује ЈП „Србијашуме“ (905.651 ha), док ЈП „Војводинашуме“ газдује са око 114.266 ha. Од 2002. године у надлежности ЈП „Србијашуме“ налази се седамнаест, а у надлежности ЈП „Војводинашуме“ четири шумска газдинства. У остале државне шуме и шумско земљиште спадају национални паркови укупне површине 119.534 ha (НП Ђердап 63.000 ha, НП Копаоник 11.809 ha, НП Тара 19.200 ha и НП Фрушка Гора 25.525 ha), заштитне и парк шуме којима газдују различита јавна предузећа (ЈП „Србијаводе“ – Београд, ЈКП „Градско зеленило“ – Београд, ЈП „Борјак“ – Врњачка Бања и др.). Треба напоменути да Европска унија не условљава ни једну државу како ће да организује своје шумарство, да ли ће то да буде једно или више предузећа, али условљава да законска регулатива буде у складу са принципима који се у европским земљама поштују (принцип одрживог развоја, еколошки принципи, Пан-европски критеријуми и индикатори и др.).

Табела 5: Стање шума по власништву

Власништво	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком. \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ ·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Државно	1.194.000,0	53,0	1.044.832.365	49,4	875	221.417.935,9	61,1	185,4	5.395.093,0	59,4	4,5	2,4
Приватно	1.058.400,0	47,0	1.069.803.488	50,6	1.011	141.069.481,7	38,9	133,3	3.684.680,0	40,6	3,5	2,6
УКУПНО	2.252.400,0	100,0	2.114.635.853	100,0	939	362.487.417,6	100,0	160,9	9.079.773,0	100,0	4,0	2,5

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

Табела 6: Стање шума у државном власништву по пореклу

Порекло састојине	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком. \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ ·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Високе природне састојине	442.400,0	37,1	254.859.003	24,4	576	117.875.059,2	53,3	266,4	2.481.287,4	46,0	5,6	2,1
Изданачке природне састојине	616.000,0	51,5	674.417.439	64,5	1.095	84.001.965,5	37,9	136,4	1.918.476,0	35,6	3,1	2,3
Вештачки подигнуте састојине	135.600,0	11,4	115.555.923	11,1	852	19.540.911,2	8,8	144,1	995.329,6	18,4	7,3	5,1
УКУПНО	1.194.000,0	100,0	1.044.832.365	100,0	875	221.417.935,9	100,0	185,4	5.395.093,0	100,0	4,5	2,4

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

Табела 7: Стање шума у приватном власништву по пореклу

Порекло састојине	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком. \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ ·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Високе природне састојине	178.800,0	16,9	115.566.877	10,8	646	39.636.203,6	28,1	221,7	906.672,2	24,6	5,1	2,3
Изданачке природне састојине	840.400,0	79,4	913.188.352	85,4	1.087	97.186.948,6	68,9	115,6	2.539.717,0	68,9	3,0	2,6
Вештачки подигнуте састојине	39.200,0	3,7	41.048.260	3,8	1.047	4.246.329,4	3,0	108,3	238.291,1	6,5	6,1	5,6
УКУПНО	1.058.400,0	100,0	1.069.803.488	100,0	1.011	141.069.481,7	100,0	133,3	3.684.680,0	100,0	3,5	2,6

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

Просечна густина шума у Србији је 939 стабала по ha (табела 5).

Иако је опште стање шума у Србији окарактерисано као незадовољавајуће, Банковић, С. и аутори (2009а), истичу да је стање државних шума задовољавајуће, поткрепљујући ту констатацију чињеницом да је просечна запремина у овим шумама $185 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, а текући запремински прираст $4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Што се тиче стања шума у приватном власништву, према истим ауторима, оне су у квантитативном смислу лошије, са просечном запремином од $133 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ и текућим запреминским прирастом од $3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Процент прираста у овим шумама нешто је већи у односу на државне шуме и износи 2,6%, а разлози су доминатно изданачко порекло и старосна структура. Густина шума, изражена бројем стабала по ha, знатно је већа у приватним шумама и износи $1.011 \text{ kom} \cdot \text{ha}^{-1}$ у односу на $875 \text{ kom} \cdot \text{ha}^{-1}$ колико је забележено у државним шумама. Узрок већег броја стабала по хектару у приватним шумама објашњава се њиховом неповољнијом старосном структуром (млађе шуме), доминантним изданачким пореклом и, услед тога, доминантном једнодобном структуром састојина.

Порекло шума представља један од атрибута који најближе одређују шумовитост у квалитативном смислу (табеле 6 и 7). У односу на укупну обрадљиву површину у шумском фонду Србије доминирају изданачке природне састојине са 64,7%, природне састојине високог порекла покривају 27,5%, а вештачки подигнуте састојине са културама 7,8%. Изданачке шуме у Србији не користе у потпуности производни потенцијал станишта, што потврђују досадашња бројна истраживања (Стојановић, Љ., 1991, Крстић, М., Стојановић, Љ., 1998-1999, 2004, Стојановић, Љ., Крстић, М., 2003). Шуме вегетативног порекла имају краћи животни век, слабије здравствено стање и скромније димензије, па их је потребно превести у висок узгојни облик. Ипак, и у оваквом стању, ове шуме имају велики значај на стрмим теренима у спречавању и ублажавању ерозије земљишта (Ћирковић, Т., Брашанац, Љ., 2007, 2007а).

Табела 8: Стање шума у државном власништву по очуваности

Очуваност састојине	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком. \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Очуване	802.800,0	67,3	945.246.862	90,5	1.177	145.512.031,4	65,7	181,3	4.047.774,0	75,0	5,0	2,8
Разређене	357.600,0	29,9	97.085.102	9,3	271	72.450.935,6	32,7	202,6	1.285.259,0	23,8	3,6	1,8
Девастиране	33.600,0	2,8	2.500.401	0,2	74	3.454.968,8	1,6	102,8	62.060,3	1,2	1,8	1,8
УКУПНО	1.194.000,0	100,0	1.044.832.365	100,0	875	221.417.935,9	100,0	185,4	5.395.093,0	100,0	4,5	2,4

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

Табела 9: Стање шума у приватном власништву по очуваности

Очуваност састојине	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком. \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Очуване	786.400,0	74,3	996.981.905	93,2	1.268	107.136.950,0	75,9	136,2	3.073.561,0	83,5	3,9	2,9
Разређене	250.400,0	23,7	71.244.020	6,7	285	32.993.258,9	23,4	131,8	594.654,3	16,1	2,4	1,8
Девастиране	21.600,0	2,0	1.577.563	0,1	73	939.272,8	0,7	43,5	16.464,6	0,4	0,8	1,8
УКУПНО	1.058.400,0	100,0	1.069.803.488	100,0	1.011	141.069.481,7	100,0	133,3	3.684.680,0	100,0	3,5	2,6

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

Када је у питању стање шума по очуваности (табеле 8 и 9), може се закључити да је укупна површина очуваних шума у Србији 70,6%, а густина знатна и износи 1.222 стабла по ha. У укупној запремини очуване шуме учествују са 69,7%, а у запреминском прирасту 78,4%.

Укупна површина разређених шума у Србији износи 608.000 ha или 27% од укупно обрасле површине. Просечан број стабала у овим шумама далеко је испод просека претходне категорије шума и износи $277 \text{ kom} \cdot \text{ha}^{-1}$. Учешће ове категорије шума у укупној запремини је 29,1%, а у укупном запреминском прирасту је знатно ниже и износи 20,7%.

У шумама Србије присутне су и категорије девастираних шума и то на површини од 55.200 ha или 2,4% укупно обрасле површине. Просечан број стабала у овим шумама далеко је испод вредности у очуваним и разређеним категоријама шума и износи 74 стабла по ha. Учешће ове категорије шума у укупној запремини и прирасту је скромно и износи 1,2% у односу на запремину и 0,9% у односу на укупан запремински прираст. У односу на очуване састојинске категорије у овој категорији шума производни потенцијал се користи са око 30% од могућег, при чему се не смеју заборавити остали пропратни негативни ефекти деградационог карактера у односу на станиште и на састојине на њима.

Према Банковић, С. et. al (2009a), један од основних проблема шума Србије је осредњи ниво очуваности, пре свега исказан у односу на степен обраслости састојина. Високе очуване састојине покривају 54,3% укупно обрасле површине, високе разређене 43,1% а девастиране састојинске категорије обухватају 2,6% или 16.400 ha. Тренутна густина састојина различита је по наведеним категоријама и у високим очуваним састојинама износи 889 стабала по ha, у високим разређеним шумама $259 \text{ kom} \cdot \text{ha}^{-1}$ и у девастираним састојинским категоријама $74 \text{ kom} \cdot \text{ha}^{-1}$

Учешће разређених и девастираних састојина указује да је скоро трећина површине под шумом у Србији покривена шумама лошег квалитета, па је неопходно поправити постојеће стање реконструкцијом девастираних и деградираних шума и попуњавањем разређених састојина.

Табела 10: Стање шума у државном власништву по мешовитости

Мешовитост	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком. \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ ·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Чисте састојине лишћара	718.000,0	60,2	553.102.097	52,9	770	141.873.458,3	64,1	197,6	3.080.150,0	57,1	4,3	2,2
Мешовите састојине лишћара	274.800,0	23,0	312.748.747	29,9	1.138	39.088.303,8	17,7	142,2	881.924,5	16,3	3,2	2,3
Мешовите састојине лишћара и четинара	43.200,0	3,6	42.862.553	4,1	992	10.044.557,7	4,5	232,5	262.731,8	4,9	6,1	2,6
Мешовите састојине четинара	11.200,0	0,9	8.994.645	0,9	803	3.539.188,3	1,6	316,0	104.162,3	1,9	9,3	2,9
Чисте састојине четинара	146.800,0	12,3	127.124.323	12,2	866	26.872.427,8	12,1	183,1	1.066.125,0	19,8	7,3	4,0
УКУПНО	1.194.000,0	100,0	1.044.832.365	100,0	875	221.417.935,9	100,0	185,4	5.395.093,0	100,0	4,5	2,4

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

Табела 11: Стање шума у приватном власништву по мешовитости

Мешовитост	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком. \cdot ha ⁻¹	m ³	%	m ³ ·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Чисте састојине лишћара	610.000,0	57,6	580.489.915	54,3	952	85.200.890,0	60,4	139,7	2.077.575,0	56,4	3,4	2,4
Мешовите састојине лишћара	386.000,0	36,5	431.994.294	40,4	1.119	45.438.937,2	32,2	117,7	1.164.152,0	31,6	3,0	2,6
Мешовите састојине лишћара и четинара	10.800,0	1,0	9.799.485	0,9	907	1.648.515,7	1,2	152,6	47.116,6	1,3	4,4	2,9
Мешовите састојине четинара	2.800,0	0,3	3.508.230	0,3	1.253	488.377,5	0,3	174,4	23.577,2	0,6	8,4	4,8
Чисте састојине четинара	48.800,0	4,6	44.011.564	4,1	902	8.292.761,3	5,9	169,9	372.258,8	10,1	7,6	4,5
УКУПНО	1.058.400,0	100,0	1.069.803.488	100,0	1.011	141.069.481,7	100,0	133,3	3.684.680,0	100,0	3,5	2,6

Извор: Банковић, С. et al. (2009а)

У односу на критеријум мешовитости, све шуме у Србији обухваћене су са пет категорија, при чему су најзаступљеније чисте састојине лишћара са 59,0%, затим мешовите састојине лишћара са 29,3%, чисте састојине четинара са 8,7%, мешовите састојине лишћара и четинара са 2,4% и мешовите састојине четинара, чије је учешће скромно и износи 0,6% у укупно обраслој површини (табеле 10 и 11). Густина састојина у односу на индикатор мешовитости је подједнака по појединим категоријама и креће се од 854 стабла по ha у чистим састојинама лишћара, па до $1.127 \text{ ком} \cdot ha^{-1}$ у мешовитим састојинама лишћара.

У односу на укупан шумски фонд по запремини, учешће лишћара износи 87,7%, а четинара 12,3%. Овај однос у неким европским земљама је следећи: Аустрија 18,1:81,9, Босна и Херцеговина 44,1:55,9, Бугарска 59,5:40,5, Хрватска 86,3:13,7, Француска 64,2:35,8, Словенија 50,2:49,8 и Пољска 20,8:79,2 (Банковић, С. et al, 2009а).

Табела 12: Стање шума у државном власништву по састојинској припадности

Састојинска припадност	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком.·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ ·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Шуме букве	444.800,0	37,3	308.063.363	29,5	693	109.900.924,1	49,7	247,1	2.049.600,0	38,0	4,6	1,9
Шуме цера	116.000,0	9,7	119.827.303	11,5	1.033	17.764.345,4	8,1	153,1	396.743,9	7,3	3,4	2,2
Шуме китњака	89.600,0	7,5	78.699.658	7,5	878	12.156.204,9	5,5	135,7	294.339,2	5,5	3,3	2,4
Шуме борова	88.800,0	7,4	86.516.113	8,3	974	11.501.681,4	5,2	129,5	608.049,4	11,3	6,8	5,3
Шуме смрче	68.800,0	5,8	54.268.513	5,2	789	15.122.648,3	6,8	219,8	489.979,7	9,1	7,1	3,2
Шуме брезе, јасике и багрема	59.200,0	5,0	59.533.274	5,7	1.006	3.758.654,7	1,7	63,5	172.221,1	3,2	2,9	4,6
Шуме граба	58.800,0	4,9	92.238.248	8,8	1.569	6.821.852,5	3,1	116,0	148.652,1	2,8	2,5	2,2
Шуме грабића, црног граба и црног јасена	54.000,0	4,5	79.377.930	7,6	1.470	2.844.687,0	1,3	52,7	77.103,4	1,4	1,4	2,7
Шуме сладуна	42.400,0	3,6	47.557.258	4,6	1.122	5.796.742,7	2,6	136,7	142.681,5	2,6	3,4	2,5
Шуме топола	40.000,0	3,4	13.476.350	1,3	337	6.672.787,0	3,0	166,8	362.982,2	6,7	9,1	5,4
Шуме ост. лишћара	23.600,0	2,0	28.678.427	2,7	1.215	1.386.154,4	0,6	58,7	45.774,6	0,8	1,9	3,3
Шуме јеле	22.400,0	1,9	15.665.043	1,5	699	8.819.227,2	4,0	393,7	199.860,2	3,7	8,9	2,3
Шуме лужњака	20.800,0	1,7	8.026.099	0,8	386	7.091.693,7	3,2	340,9	116.409,8	2,2	5,6	1,6
Шуме липе	17.600,0	1,5	12.595.351	1,2	716	4.355.405,3	2,0	247,5	78.046,0	1,4	4,4	1,8
Шуме врба	13.200,0	1,1	5.723.923	0,5	434	1.226.742,2	0,6	92,9	31.709,9	0,6	2,4	2,6
Шуме пољског јасена	10.000,0	0,8	8.327.351	0,8	833	2.937.823,5	1,3	293,8	78.799,1	1,5	7,9	2,7
Шуме медунца	8.000,0	0,7	9.871.143	0,9	1.234	763.575,4	0,3	95,4	22.764,2	0,4	2,8	3,0
Шуме јасена и јавора	8.000,0	0,7	8.976.164	0,9	1.122	1.214.021,6	0,5	151,8	31.190,3	0,6	3,9	2,6
Шуме ост. четинара	4.800,0	0,4	5.240.088	0,5	1.092	995.912,9	0,4	207,5	39.176,1	0,7	8,2	3,9
Шуме јова	3.200,0	0,3	2.170.764	0,2	678	286.851,9	0,1	89,6	9.011,6	0,2	2,8	3,1
УКУПНО	1.194.000,0	100,0	1.044.832.365	100,0	875	221.417.935,9	100,0	185,4	5.395.093,0	100,0	4,5	2,4

Извор: Банковић, С. et al. (2009a)

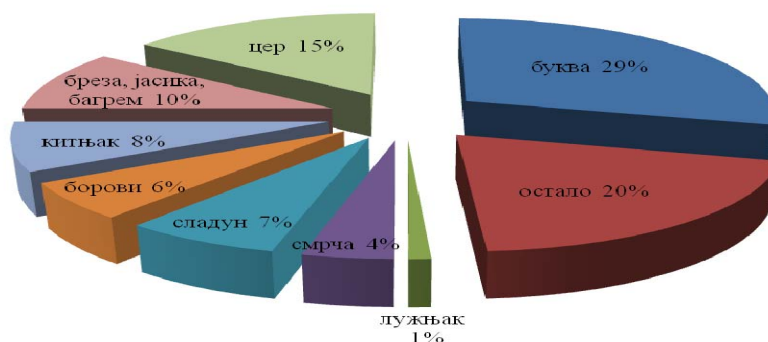
Табела 13: Стање шума у приватном власништву по састојинској припадности

Састојинска припадност	Површина		Број стабала			Запремина			Запремински прираст			
	ha	%	ком.	%	ком.·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ ·ha ⁻¹	m ³	%	m ³ /ha ⁻¹	Piv
Шуме цера	229.200,0	21,6	223.118.258	20,9	973	31.800.580,6	22,6	138,7	764.903,4	20,7	3,3	2,4
Шуме букве	215.600,0	20,4	172.730.323	16,1	801	43.935.746,0	31,1	203,8	879.238,4	23,9	4,1	2,0
Шуме брезе јасике и багрема	164.000,0	15,5	185.081.696	17,3	1.129	9.643.473,4	6,8	58,8	444.966,2	12,1	2,7	4,6
Шуме сладуна	117.200,0	11,1	130.565.067	12,2	1.114	15.289.912,0	10,8	130,5	390.378,4	10,5	3,3	2,6
Шуме китњака	83.600,0	7,9	84.695.996	7,9	1.013	9.439.851,0	6,7	112,9	247.483,3	6,7	3,0	2,6
Шуме граба	60.000,0	5,7	83.210.994	7,8	1.387	6.444.724,4	4,6	107,4	149.095,7	4,0	2,5	2,3
Шуме борова	37.200,0	3,5	36.155.956	3,4	972	4.949.120,3	3,5	133,0	279.591,2	7,6	7,5	5,6
Шуме грабића, црног граба и црног јасена	33.200,0	3,1	50.583.513	4,7	1.524	1.950.245,8	1,4	58,7	56.025,1	1,5	1,7	2,9
Шуме ост. лишћара	30.000,0	2,8	28.576.503	2,7	953	1.897.399,1	1,3	63,2	56.278,5	1,5	1,9	3,0
Шуме смрче	17.600,0	1,7	12.266.688	1,1	697	3.803.387,8	2,7	216,1	117.082,2	3,2	6,7	3,1
Шуме пољскогјасена	15.200,0	1,4	15.200.339	1,4	1.000	3.040.991,2	2,2	200,1	83.718,5	2,3	5,5	2,8
Шуме липе	12.800,0	1,2	17.960.650	1,7	1.403	1.778.158,9	1,3	138,9	42.651,8	1,2	3,3	2,4
Шуме лужњака	11.600,0	1,1	8.333.842	0,8	718	3.027.070,4	2,1	261,0	61.444,6	1,7	5,3	2,0
Шуме врба	9.200,0	0,9	3.991.062	0,4	434	948.049,8	0,7	103,0	20.659,0	0,6	2,2	2,2
Шуме топола	8.000,0	0,8	3.172.315	0,3	397	1.143.689,1	0,8	143,0	35.286,7	1,0	4,4	3,1
Шуме јасена и јавора	4.800,0	0,5	5.760.427	0,5	1.200	369.254,2	0,3	76,9	11.921,1	0,3	2,5	3,2
Шуме јова	3.200,0	0,3	2.657.682	0,2	831	386.137,4	0,3	120,7	10.474,4	0,3	3,3	2,7
Шуме јеле	3.200,0	0,3	2.324.370	0,2	726	1.019.635,4	0,7	318,6	25.655,3	0,7	8,0	2,5
Шуме медунца	2.400,0	0,2	2.683.273	0,3	1.118	143.636,8	0,1	59,8	4.767,3	0,1	2,0	3,3
Шуме ост. четинара	400,0	0,0	734.537	0,1	1.836	58.418,0	0,0	146,0	3.058,6	0,1	7,6	5,2
УКУПНО	1.194.000,0	100,0	1.044.832.365	100,0	875	221.417.935,9	100,0	185,4	5.395.093,0	100,0	4,5	2,4

Извор: Банковић, С. et al. (2009a)

Националном инвентуром шума Србије (Банковић, С. et al., 2009а) констатовано је 40 лишћарских и 9 четинарских врста дрвећа (у табелама 12 и 13 приказана је заступљеност 20 најзаступљенијих врста дрвећа у Србији). Присуство евидентираних врста дрвећа у укупном шумском фонду је неравномерно. Према детаљнијој анализи, приликом пописа дебљинских састојина регистровано је 78 врста дрвећа, а број најчешће коришћених врста креће се од 10 до 14.

Најзаступљенија лишћарска врста у Србији је буква, која спада у мезотермне врсте, адаптиране на умерене температуре и количине влаге и на услове сенке (скиофите). У укупној површини шума, буква учествује са 29,0%, запремини 40,5%, а у запреминском прирасту са 30,6%. Затим следи цер са 15,0% учешћа у површини, 13,0% у запремини и 11,4% у запреминском прирасту. За разлику од букве, већина хрстова у Србији су ксеротермне (на сувим и топлим стаништима) и светлољубиве (хелиофите) врсте. Од четинарских врста најзаступљенији по површини су бели и црни бор (6,0%). Борови учествују у укупној запремини са 4,5%, а у запреминском прирасту са 9,8%. Смрча је заступљена са 4,0% у укупној површини шума, њено учешће у запремини износи 5,2%, а у запреминском прирасту 6,7%. Борови су врсте светлости, прилагодљиви на еколошке услове температуре, влаге и земљишта, док смрча и јела спадају у сциофилне, односно врсте сенке.



Графикон 1: Учешће појединих врста дрвећа у укупној површини шума у Србији

На основу наведених података може се закључити да је стање шума у Србији неповољно. Основни проблеми везани за стање шума у шумским подручјима су:

- недовољна шумовитост у односу на оптималну од 41%;
- неповољна структура састојина по пореклу, коју одликује доминација шума изданачког порекла (посебно у шумама сопственика);
- неповољна старосна структура једнодобних шума у односу на принцип одрживости и
- делимична измењеност природног састава у односу на потенцијал.

Због уситњености и фрагментираност поседа посебно је лоше стање у шумама сопственика. Према Алексић, П., Јанчић, Г. (2012), просечна запремина, квалитет и стање ових шума далеко је испод потенцијалног (оптималног), а досадашње газдовање окарактерисано је као незадовољавајуће и неодговорно.

Према евиденцији ЈП „Србијашуме“ од 2000. до 2012. године у Србији је у шумским пожарима уништено 16.500 ha шума, од којих су неке биле старе и до 120 година. У периоду јануар–јул 2012. године, шумским пожарима у централној Србији уништено је 1.666 ha државних и приватних шума. Најкритичније је било на Тари где се запалило више од 300 ha четинарске шуме, а пожарима су биле захваћене и шуме на локацији Чигота на Златибору и на више локација у Врању, Чачку, у околини Прокупља, Зворника и Љубовије. Треба напоменути да су у 95% случајева пожари били изазвани паљењем биљних остатака на њивама и ливадама, што се брзо ширило на шуме.

Од шумских пожара у Србији у периоду 1990–2004. године, према Кадовић, Р. et al. (2005), емитовано је чак 148.420 t CO₂, 380 t CH₄, 3.500 t CO и 60 t NO_x, а анализе о емисији штетних гасова изазваних шумским пожарима у августу 2012. године, тек ће бити спроведене.

Према Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020 године (2010), захтеви одрживог управљања шумским екосистемима могу се испунити ако се реализују следећи оперативни циљеви:

- повећање површина под шумом (пошумљавањем);

- заштита и унапређење стања постојећих шума кроз санацију и мелиорацију девастираних шума, уз интензивну негу и заштиту постојећих шума у свим фазама развоја;
- задовољавање одговарајућих еколошких, економских и социјалних функција шума.

Наведене оперативне циљеви могуће је релизовати следећим годишњим активностима: (1) нега новоподигнутих засада (19.000 ha), (2) подизање заштитних појасева око већих пољопривредних површина (300 ha), (3) сеча шума (4.700.000,0 m³), (4) обнова и нега високих шума (103.946,0 ha), (5) унапређивање здравственог стања шума (2.252.400,0 ha), (6) изградња шумских саобраћајница (1.571,0 km), (7) подршка развоју приватних шумовласника, (8) развој информационог система и планирање у шумарству (стратешки и оперативни планови), (9) мере за очување природне вредности и биодиверзитета шума, (10) заштита и очување шумског тла од ерозије и заштита вода (25.215,0 ha), (11) мере за унапређивање и очување социјалних функција шума, (12) консолидација шумског поседа и др. У складу са глобалном рејонизацијом и категоризацијом простора пошумљавање до 2014. године обухватило би 45.000,0 ha (Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године).

Досадашњи планови пошумљавања, неге, гајења и обнове шумских екосистема базирали су се на климатским параметрима из претходног дугогодишњег периода и нису узимали у обзир могуће негативне климатске промене. Због тога се дешавало да неправилним избором врста технолошких поступака пошумљавања дође до пропадања младих шумских засада и до велике економске и еколошке штете. У циљу избегавања сушења шумских култура у Србији, неходно је при избору садног материјала водити рачуна о подврстама и провенијенцијама и вршити одабир оних врста које су отпорне на промењене климатске услове.

5.6. Климатске промене – светски проблем

Историја планете окарактерисана је променама климе до којих долази под утицајем природних и антропогених фактора.

Постоји велики број хипотеза о утицајима природних фактора на промену климе у прошлости, а према Драгићевић, С. и Филиповић, Д. (2009) могу се сврстати у неколико група: смањена количина енергије коју Сунце емитује, неједнака расподела честица космичке прашине у простору, промена концентрације угљен-диоксида у атмосфери, учестале и снажне вулканске ерупције и вертикална кретања Земљине коре.

Постоји и астрономска хипотеза по којој се промене климе објашњавају изменама елемената Земљине путање око Сунца и премештањем Земљине осе ротације. Према Драгићевић, С., Филиповић Д., (2009), основу ове хипотезе поставили су (на основу мерења ексцентрицитета еклиптике Јохана Кеплера), најпре Жозеф Алфонс Адемар, а затим Џејмс Крол и наш Милутин Миланковић, који је математички дошао до поузданих података да осунчаност Земље у основи зависи од три елемента: ексцентрицитета еклиптике (периодично се мења током 100.000 година), процесионог кретања (мења се за 22.000 година) и промене нагиба Земљине осе ротације (мења се за 41.000 година).

Када је у питању утицај антропогеног фактора на промену климатских услова на Земљи, познато је да је од индустријске револуције овај фактор постао један од најзначајнијих. Као последица сталног повећања броја становника на нашој планети, дошло је до повећања, производње и пораста емисије угљен-диоксида и других штетних гасова, што је довело до континуалног пораста средње температуре на Земљи, односно до глобалног отопљавања (Драгићевић, С., Филиповић, Д., 2009).

Према Извештају IPCC-а (2009), највећи део посматраног загревања током последњих 50 година узрокован је антропогеним активностима, које су довеле до повећања атмосферске концентрације гасова изазивајући тако ефекат стаклене баште, као и промене у употреби земљишта, укључујући и пораст глобалних атмосферских температура. Сеча и уништавање тропских тзв. „кишних“ шума представља индиректни антропогени фактор услед којег долази до климатских промена (Myers, N., Goreau, T. J., 1991).



Извор: <http://environment.nationalgeographic.com> (photo: Timoti G. Laman)

Слика 7: Тропске кишне шуме

Према подацима Светског института за природне ресурсе, до данас је уништено више од 80% природних прашума на Земљи, а према истраживању енглеског биолога Нормана Мајерса, на Земљи сваке секунде нестане један ха тропске шуме, 86.000 ха за дан, или 31 милион ха за годину дана, што је једнако површини Пољске.



Извор: <http://environment.nationalgeographic.com> (photo: Joel Sartore)

Слика 8: Чиста сеча у тропским кишним шумама

Од 1900. године нестало је скоро 90% шуме у западној Африци, док је у Бразилу и Индонезији, земљама с највећим областима под кишним шумама,

ситуација забрињавајућа – од некадашњих 4 милиона ha прашуме до сада је уништено 2,3 милиона, а сваке године се у овим регионима искрчи око 62.000 ha цунгле, што је еквивалентно величини једног милионског града.

Крчење тропских шума изазива трајно нарушавање природне равнотеже, губитак животног простора и геноцидно смањивање броја живих врста, што је само по себи застрашујући еколошки проблем. Ове шуме заузимају мање од 2% површине планете, али у њима живи готово половина свих познатих облика живота – око 30 милиона различитих врста биљака и животиња. Њиховим уништавањем, за годину дана нестане око 50.000 разних живих врста. Статистика показује да због нестанка свог животног станишта, свакога дана изумре или се истреби 137 различитих животних облика, од којих већина није чак ни класификована. Овакав темпо изумирања живота, изазван неконтролисаним сечом, никада није виђен у еволуцији и упоредив је само са изумирањем диносауруса, а ако се уништавање тропских шума настави овом брзином, научници процењују да ће сви тропски екосистеми бити уништени до 2030. године.

Упоредо с уништавањем тропских шума, присуство угљен-диоксида у атмосфери увећало се за 25% током индустријске ере, највише као последица сагоревања фосилних горива (угаљ, нафта и природни гас), због чега је дошло до већег загревања атмосфере и подизања глобалне температуре. На основу континуираних мерења концентрације угљен-диоксида, забележено је повећање од 280 ppm у преиндустријској ери (1850. године), до 364 ppm у 1997. години. Током последње деценије, у просеку, комбиновано емитовање угљен-диоксида у атмосферу изазвало је пораст атмосферских концентрација од 1,9 ppm годишње, с тим што се тренд експоненцијално повећава (Кадовић, Р. 2007).

Сличан раст доживели су и други гасови стаклене баште, као што су метан, нитрат-оксид и хлорофлуорокарбонати. Сви ови гасови, доспели у атмосферу деловањем људског фактора доприносе повећању глобалне температуре.

Према Кадовић, Р. (2007) атмосферске концентрације гасова са ефектом стаклене баште антропогеног порекла непрекидно су расле током XX-тог века. Према истом аутору, до повећања концентрација угљен-диоксида дошло је услед вулканских ерупција, сагоревања фосилних горива за стварање енергије и

промена начина коришћења земљишног простора (крчење шума), док су концентрације метана и азот-субоксида повећане услед активности у пољопривреди. Као главни извори угљен-диоксида наводе се термоелектране (које на светском нивоу чине 1/3 укупне количине угљен-диоксида која се емитује у атмосферу) и све веће коришћење фосилних горива у саобраћају. Уништавањем шума током 80-тих година прошлог века објашњава се 1/4 укупних антропогених емисија угљеника.



Извор: <http://environment.nationalgeographic.com> (photo: Peter Essick)

Слика 9: Фактори настанка ефекта стаклене баште

Према истраживањима Smith, J., Tirpak, D. (1989), Nakicenovic, N., et al. (2000), Parker, W.C., et al. (2000), током последњих 150 година дошло је до подизања средње годишње температуре за $0,45 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$, уз одређену варијабилност током година. Реконструкција показује да је овај, на први поглед мали пораст температуре, условило неуобичајено загревање, јер се десио само током XX века, а иначе је било потребно 1.200-1.500 година у нормалним условима, уз напомену да се раст и даље наставља.

Према Извештају IPCC-а (2009), просечна температура Земљине површине је порасла за $0,74^{\circ}\text{C}$ у поређењу са крајем XIX века и предвиђа се да ће порастати за још $1,1-6,4^{\circ}\text{C}$ до 2099. године. Ово повећање је највеће за један век током последњих хиљаду година. Према проценама приказаним у овом Извештају, уколико до 2040. године, ниво угљен-диоксида буде удвостручен, температура ће достићи повећање од $2,8 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$. Овако пројектована температура неће бити

равномерно распоређена на целој планети – на половима ће бити два или три пута виша него на екватору и виша на Арктику него на Антарктику. Ако би се пораст угљен-диоксида наставио и у другој половину XXI века, глобална температура могла би да пређе 50°C, са свим последицама које произилазе из тога. „При порасту угљен-диоксида на 660 ppm, глобална температура би требала да се повећа од 1,5 до 3°C (1,8-6,3°F). Логична су размишљања да би тада дошло до отапања великог дела многих поларних ледника. Када би се отопио само лед на Гренланду, ниво мора би порастао за седам метара. Уследило би повећање нивоа мора и интензитет испаравања. То би повећало облачност и падавине, а смањило Сунчеву радијацију. Поставља се питање, како би се понашали природни системи када би се те нагле промене догодиле у таквим условима“ (Пецељ, Р.М., 2000).

Драстична промена температуре изазвала би више секундарних климатских ефеката:

- повећање средње глобалне брзине испаравања;
- измене фреквентности падавина;
- промене учесталости и интензитета екстремних догађаја попут суша, пожара, обилних падавина, поплава, олуја, тропских циклона;
- повећање учесталости топлих епизода феномена El Niño;
- повећање нивоа мора (узроковано повлачењем глечера, топљењем леда и топлотним ширењем морске воде, као одговор на више температуре) са озбиљном угроженошћу приобалних подручја и острва;
- пораст нивоа угљен-диоксида у атмосфери и океанима, који би узроковао повећану ацидификацију мора;
- велике промене у биосфери и
- нестанак прелазних годишњих доба на средњим географским ширинама.

Светску еколошку јавност посебно забрињава подизање нивоа мора. Због загревања планете долази до ширења топле океанске воде, отапања ледника и поларних капа, услед чега се ниво мора подиже. За последњих 100 година тај се ниво у просеку подигао за 12,5 cm, што је далеко изнад очекиваног и наставља да расте брзином од 1,2 до 5,5 mm годишње. Током овог века ниво мора ће се подићи за 70 cm, да би у следећем дошло до коначног отапања леда у западном Атлантику и подизања нивоа за 5-6 m. У међувремену, истраживања показују да се на

Гренланду дебљина леденог слоја смањује брзином од 0,6 cm годишње изнад висине од 2.000 m, док на нижим висинама та брзина износи и до 1 m годишње.



Извор: <http://ngonatura2000.com> (photo: Steve Morello)

Слика 10: *Топљење глечера Monaco, Spitsbergen, Норвешка*

Према Драгићевић, С., Филиповић Д. (2009) уколико би глобална температура порасла за 1°C, дошло би до отапања арктичког леда, промене путање кретања морских струја, регионалне и опште циркулације атмосфере, што би за последицу имало и повећање аридних области на Земљи. Према различитим проценама, критично повишење температуре износи 2°C, а уколико се отопљавање настави и клима промени за 3°C, јавиће се пораст суперолуја и све неизвесније последице укупних промена, јер би били нарушени основни принципи функционисања живота. Овакво повишење температуре условило би отапање ледника на Хималајима, што би довело до издизања нивоа Светског мора и плављења великих делти. Уколико би глобална температура порасла за 4°C, ниво Светског мора би се подигао за 1 m, што би довело до плављења великих површина данашњих континената, потапања приобаља Холандије, па чак и великих градова попут Њујорка, што би имало огромне последице по становништво. Према Пецељ, Р.М. (2000), уколико би се ниво мора повећао за само 1 m, под водом би се нашло чак 80% Мауро Атола у Маршалским острвима, 17,5% Бангладеша, 6% Холандије и 1% Египта.

Нестаће области умерене климе и с њима огромне обрадиве површине, тропска и пустињска зона ће се проширити, измениће се циклус годишњих доба,

изумреће велик део живог света, а поремећени систем монсуна и других ветрова изазваће незамисливу серију катастрофалних непогода. Живот на копну ће постати неподношљив, али ће глобално загревање знатно нарушити и морске екосистеме. Већ у данашњим условима океани годишње апсорбују 2.340 милиона тона угљен-диоксида из атмосфере, што подиже рН вредност морске површине и убија планктон, без кога нема живота у мору. Несумњиво је да ће се у таквим условима битно изменити и слика људске цивилизације.

Очекивани друштвени проблеми, као пратећи феномени климатске катастрофе, за сада су тешко предвидљиви, али су у изгледу масовне сеобе, промена аграрних и индустријских рејона, нових здравствених проблема изазваних разним врстама инсеката и микроорганизама праћених епидемијама, глад и тешки сукоби око мало преосталог земљишта. Реално је очекивати и велике промене и економске штете у области пољопривреде, рибарства и шумарства. Пецељ, Р.М. (2000) наводи да су аналитичари установили да су у периоду од 1988. до 1999. године, несносне врућине праћене топлотним ударима проузроковале 5.000-10.000 жртава и штету од 40 милијарди долара.

Широм света развија се више сценарија који, на основу актуелних параметара глобалног загревања, за другу половину века предвиђају више различитих апокалиптичних ефеката.

Према Пецељ Р.М. (2000), када би се ниво мора повећао за око 100 m, како се у најгорим претпоставкама предвиђа ако се настави овим интензитетом емисије гасова са ефектом стаклене баште до 2100. године, онда би последице биле катастрофалне. Многи велики градови, као што су: Рим, Лондон, Атина, Лисабон, Барселона, Санкт Петербург и други били би потопљени. Слична судбина би задесила бројне градове на Атлантској страни Америке. Бројне, економски веома значајне приморске низије, биле би под водом, а 3/4 становништва које живи на обали мора нашло би се у озбиљним неприликама. Повећање нивоа мора изменило би циркулацију атмосфере, број и интензитет олуја би се повећао, при чему би и њихова интензивност била разорнија. Прошириле би се области под маларијом. Повећањем температуре за 3,5°C, област под маларијом би се повећала са 40 на 60% људске популације.

„...По моделу када би се температура повећала за 5°C, а количина падавина за 10%, промене би се манифестовале тако што би бореалне шумске области Скандинавије, наследиле листопадне шуме, а зону листопадних шума прекрила би медитеранска вегетација. Када би се удвостручила концентрација CO₂ за око 90 година, миграциони правци би се морали кретати брзином 3,5 km годишње. То је за дрвенасту вегетацију кратак временски период за миграциону динамику. Висинска граница појасности би се променила и повећала за скоро 500 m. Појасно зоналне структуре би се измениле. Тамо где су тундре, дошле би тајге, тамо где су степе дошле би саване итд...“ (Пецељ Р.М., 2000).

Познато је да је биосфера кроз геолошку историју Земље претрпела разна искуства. Током плиоцена концентрација CO₂ достигала је и десет пута већу вредност од данашње, али је планета опстала. Међутим, тада су регулациони механизми имали времена за адаптацију. Пошто нам овако брза промена у хемијској структури атмосфере није позната, питање је да ли еколошка еластичност и адаптивност може пратити тако брзе промене.

Према Пецељ, Р.М. (2000), мере које се користе против глобалног загревања могу се поделити на превентивне или антиципативне (редукција GHG) и адаптивне или ретроактивне мере (изградња насипа и брана, селекција отпорних биљних врста, дислокација насеља и индустријских зона итд. у циљу умањења климатских промена). Исти аутор наводи да су техно-економске мере, или мере које не захтевају посебне индивидуалне и друштвене нето трошкове (тзв. „no regret policies“) кооперативне уколико не постоји проблем глобалног зрачења и подразумевају ефикаснију употребу енергије у индустрији, саобраћају и домаћинствима. Пошумљавање девастираних простора, пошумљавање на земљиштима мале плодности, спречавање паљења шума, ефикаснија употреба ђубрива, рационалније газдовање иригационим системима, добро организован систем рециклаже и уклањања органског отпада, широка употреба биомасе и др., свеукупно знатно смањују емисију GHG и повећавају економски ниво ефикасности.

Пецељ, Р.М. (2000) наводи, као веома занимљиво, размишљање експерта за климатологију Шукуро Монабе, који сматра да ће, уколико се настави тренд повећања емисије гасова који директно утичу на ефекат "стаклене баште" и

глобално отољавање, крајем XXI-ог века наступити ново ледено доба. Повезаност климатских промена и опадања кретања океанских струја Монабе даје на основу анализе података о леденом добу од пре 13.000 година и сматра да ће глобално отопљавање утицати на циркулисање океанских струја, а тиме и на климу на Земљи. Монабе анализира океанске струје откривене на дубини већој од хиљаду метара на северу Атлантског океана, одакле се крећу на југ према Антарктику, а потом на исток преко Индијског океана према Пацифику, враћајући се поново у Атлантук. Процењујући да ће се услед отопљавања у другој половини XXI-ог века повећати облачност, која ће драстично повећати количину падавина, измениће се и водотоци који се уливају у Атлантук. Због већег дотока речне воде, опашће специфична тежина, а тиме и промена у количини и кретању морских струја, што може по мишљењу Монабе довести до глобалног замрзавања.

Имајући у виду да је досадашње глобално загревање атмосфере од око 1°C условило значајне глобалне, регионалне и локалне промене климе, и узимајући у обзир пројекције и ефекте климатских промена, регион Јужне Европе се у Четвртог научном извештају IPCC (IPCC, 2007, AR4) сврстава у регионе света који су веома рањиви на климатске промене. IPCC тврди како би услед доминације антропогеног отопљавања у нашим крајевима требало очекивати повећање честине екстремних догађаја, повећање варијабилности и опште смањење количине падавина. Међутим, према Дуцић, В., et al. (2011) многи научници се не слажу са овим ставовима IPCC-а. Овај аутор, наводи као пример истраживања Kiktev, D., и сарадника (2007), који су упоређивали резултате израчунатих трендова за екстремне годишње температуре ваздуха и падавинске суме из опсервационих података и резултата кључних модела из Четвртог извештаја IPCC-а за симулирање трендова у другој половини XX века и закључили да модели показују умерене способности када је реч о показатељима екстремних температурних догађаја, а слабе способности или њихово потпуно одсуство за падавинске екстреме. Наводећи резултате бројних истраживања, Дуцић, В., Радовановић, М. (2005) констатују и да се не може са сигурношћу говорити какве промене падавинских прилика би требало очекивати под утицајем евентуалног антропогеног ефекта стаклене баште.

5.7. Главне одлике климе Републике Србије

Република Србија је континентална земља, површине 88.361 km². Налази се у јужном делу умереног географског појаса између 41°46' и 46°11' северне географске ширине и 18°49' и 23°00' источне географске дужине. Око 80% територије припада региону југоисточне Европе, а северни делови земље, региону средње Европе. Клима највећег дела Републике Србије је умерено-континентална.

5.7.1. Климатске области Србије

Једину познату климатску рејонизацију на нивоу Србије дао је Ракићевић, Т. (1980), који је на територији Србије издвојио три климатске области: континенталну, умерено-континенталну и измењено-средоземну. У склопу сваке климатске области, издвојене су посебне јединице нижег ранга, односно подобласти (слика 11).

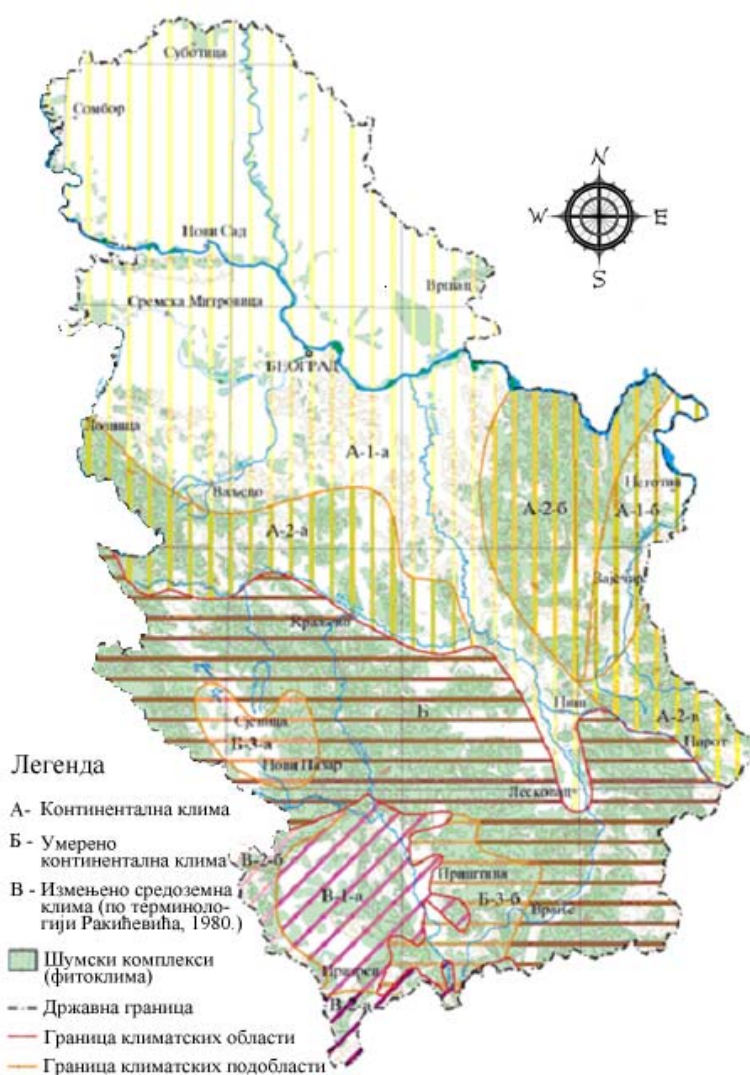
Прва климатска област означена као А, обухвата Војводину и Перипанонски обод, Поморавље и источну Србију до Нишаве. Ова област, углавном, има одлике континенталне климе. Највећи део подобласти А-1-а, обухвата терене Војводине и Перипанонског обода (са ниским острвским планинама и побрђем), као и део тока Јужне Мораве, односно лесковачку котлину. Климатска подобласт А-1-б, обухвата долину Тимока од Књажевца до Неготина и Кладова.

Климатска подобласт А-2-а обухвата планине јужно од Ваљева (Соколске планине, Повлен, Маљен, Суворор) и планине јужног дела Шумадије (Рудник, Котленик и Гледићке планине). Климатска подобласт А2-б обухвата зону млађих веначних планина, почев од Ђердапа на северу до Нишке котлине на југу, док климатска подобласт А-2-в обухвата Сврљишке планине и Стару планину. Према Т. Ракићевићу (1980) просечно трајање снежног покривача у високим деловима овог рејона износи преко 200 дана.

Друга климатска област, означена као Б, обухвата простор од границе са Македонијом и Бугарском на истоку и југоистоку до границе са Босном и Херцеговином и Црном Гором на западу. На северу је ограничена долином Западне Мораве и Нишаве, а на југозападу са климатском области В. Планински масиви, најчешће покривени густом шумом, рашчлањени су многобројним

речним долинама и котлинама, тако да се релативно често смењују различити видови климата. Ради се о целинама које обухватају десетине и стотине квадратних километара, па као такве представљају значајан фактор формирања климатских обележја. Највећи део области Б припада умерено-континенталној клими. У склопу ове области, као подобласти посебно су издвојени Пештерска висораван (Б-3-а) и Косово (Б-3-б).

Трећа климатска област В, приближно се поклапа са регионално-географском границом између Косова и Метохије. У овој области посебно је издвојена Метохијска котлина (В-1-а), док су као посебне територијалне јединице означене планина Шара (В-2-а) и Проклетије (В-2-б).



Извор: Стратегија просторног развоја 2009-2013-2020 (модификовано Ракићевић, Т., 1980)

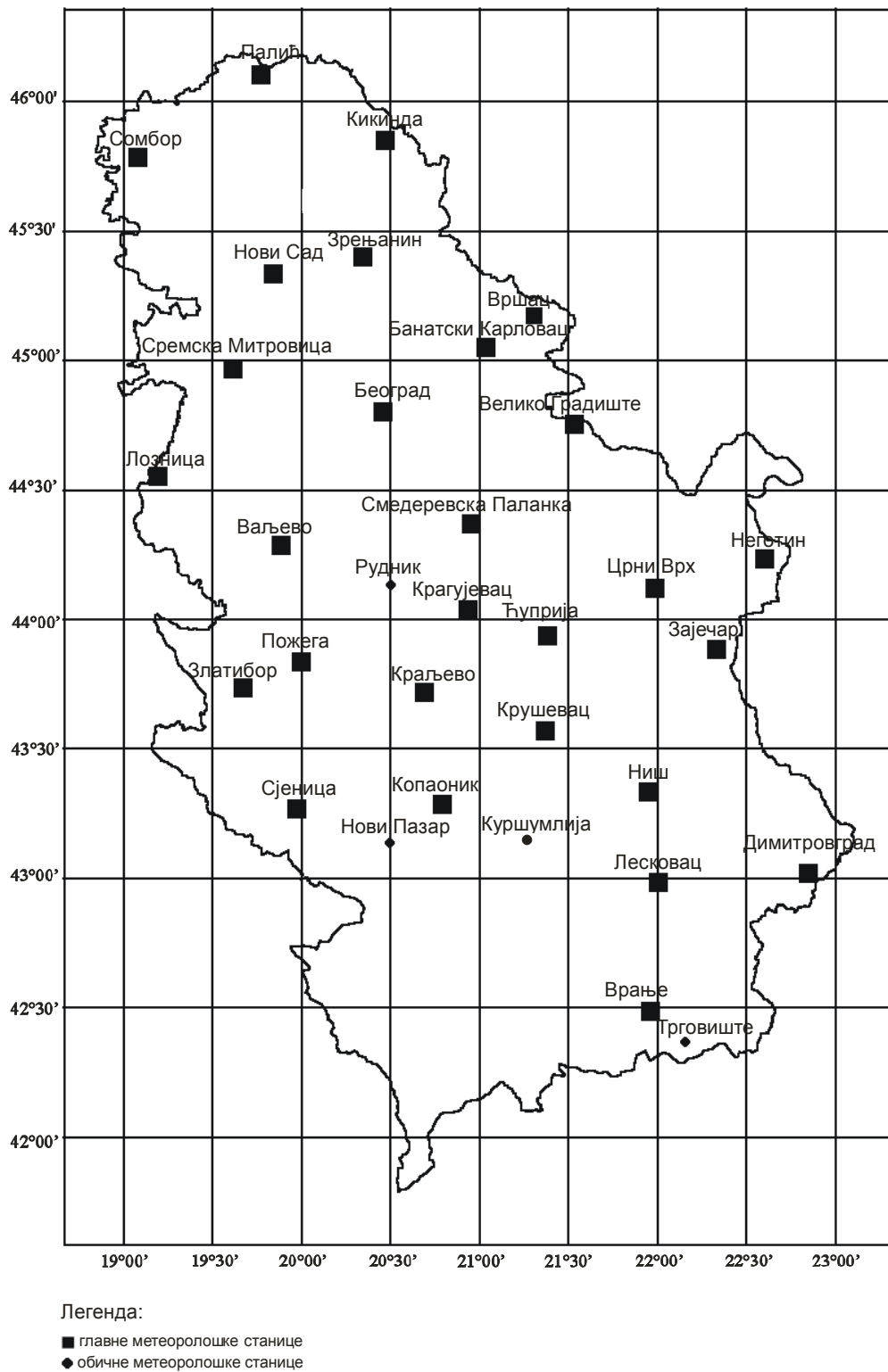
Слика 11: Климатске области Србије

5.7.2. Климатски фактори у Србији у периоду 1949-2010. година

За анализу основних климатских фактора у Србији у периоду 1949-2010. година, коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије за 28 главних и 4 обичне метеоролошке станице (табела 14, слика 12). Анализиране метеоролошке станице груписане су по надморским висинама. Поједине метеоролошке станице почеле су са радом касније у односу на 1949. годину, па је уз надморску висину и опис положаја станице наведен и податак о почетку рада сваке станице понаособ.

Табела 14: Основни подаци о метеоролошким станицама

Р.б.	СТАНИЦА	Н.В. (m)	Географ. ширина	Географ. дужина	Статус станице	Почетак рада
0-200 m н.в.						
1.	Неготин	42	44° 14'	22° 33'	главна	1947.
2.	Зрењанин	80	45° 24'	20° 23'	главна	1945.
3.	Велико Градиште	80	44° 45'	21° 31'	главна	1945.
4.	Кикинда	81	45° 51'	20° 28'	главна	1948.
5.	Сремска Митровица	82	45° 01'	19° 33'	главна	1946.
6.	Вршац	84	45° 09'	21° 19'	главна	1946.
7.	Нови Сад – Римски Шанчеви	86	45° 20'	19° 51'	главна	1948.
8.	Сомбор	87	45° 46'	19° 09'	главна	1949.
9.	Банатски Карловац	89	45° 03'	21° 02'	главна	1985.
10.	Палић	102	46° 06'	19° 46'	главна	1945.
11.	Лозница	121	43° 33'	19° 14'	главна	1901.
12.	Смедеревска Паланка	121	44° 22'	20° 57'	главна	1948.
13.	Ђуприја	123	43° 56'	21° 23'	главна	1946.
14.	Београд	132	44° 48'	20° 28'	главна	1887.
15.	Зајечар	144	43° 53'	22° 17'	главна	1946.
16.	Крушевац	166	43° 34'	21° 21'	главна	1946.
17.	Ваљево	176	44° 17'	19° 55'	главна	1946.
18.	Крагујевац	185	44° 02'	20° 56'	главна	1945.
200-500 m н.в.						
19.	Ниш	204	43° 20'	21° 54'	главна	1947.
20.	Краљево	215	43° 43'	20° 42'	главна	1945.
21.	Лесковац	230	42° 59'	21° 57'	главна	1948.
22.	Пожега	310	43° 50'	20° 02'	главна	1952.
23.	Куршумлија	383	43° 08'	21° 16'	обична	1951.
24.	Врање	432	42° 33'	21° 55'	главна	1945.
25.	Димитровград	450	43° 01'	22° 45'	главна	1947.
500-1.000 m н.в.						
26.	Нови Пазар	545	43° 08'	23° 31'	обична	1951.
27.	Трговиште	600	42° 22'	22° 05'	обична	1969.
28.	Рудник	700	44° 08'	20° 31'	обична	1951.
Изнад 1.000 m н.в.						
29.	Златибор	1.028	43° 44'	19° 43'	главна	1950.
30.	Црни Врх	1.037	44° 07'	21° 57'	главна	1966.
31.	Сјеница	1.038	43° 16'	20° 00'	главна	1946.
32.	Копаоник	1.711	43° 17'	20° 48'	главна	1949.



Извор: Метеоролошки годишњак РХМЗС (модификовано)

Слика 12: Распоред метеоролошких станица у Србији

За метеоролошке станице Палић, Сомбор, Кикинда, Зрењанин, Нови Сад – Римски Шанчеви, Вршац, Банатски Карловац, Сремска Митровица, Београд, Велико Градиште, Лозница, Ваљево, Смедеревска Паланка, Црни Врх, Неготин, Крагујевац, Ћуприја, Пожега, Зајечар, Златибор, Краљево, Крушевац, Сјеница, Копаоник, Ниш, Куршумлија, Димитровград, Лесковац и Врање, прикупљени су и обрађивани следећи климатски параметри:

1. трајање сијања Сунца;
2. средње месечне температуре ваздуха;
3. екстремно максималне месечне температуре ваздуха;
4. екстремно минималне месечне температуре ваздуха;
5. број дана са мразем по месецима;
6. средње месечне суме падавина;
7. број дана под снегом по месецима;
8. средња месечна релативна влажност;
9. средња облачност по месецима и
10. просечне честине и брзине ветрова.

На основу добијених резултата, одређене су вредности наведених климатских параметара, по годишњим добима и у вегетационом периоду.

За метеоролошке станице Нови Пазар, Трговиште и Рудник, које се налазе у појасу 500-1.000 m надморске висине, прикупљени су и обрађивани следећи климатски параметри:

1. средње месечне температуре ваздуха;
2. екстремно максималне месечне температуре ваздуха;
3. екстремно минималне месечне температуре ваздуха;
4. средње месечне суме падавина и
5. просечна учесталост праваца и брзина ветра.

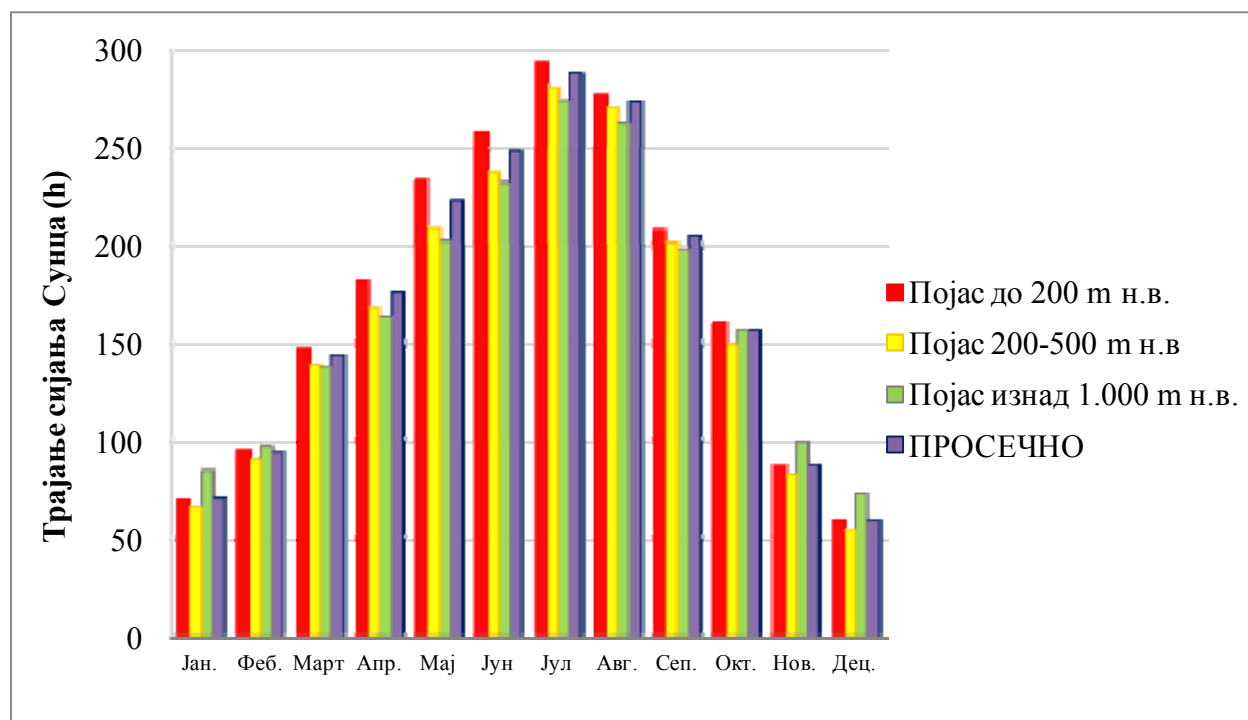
За остале климатске параметре није постојао изворни низ потребних података за цео истраживани период.

Трајање сијања Сунца - Светска метеоролошка организација дефинише трајање сијање Сунца као период у којем је интензитет сунчевог зрачења већи од 120 W/m^2 . Мери се и приказује у часовима.

Табела 15: Просечно месечно и годишње трајање сунчевог сјаја у Србији (1949-2010. година)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Трајање сијања Сунца (h)												
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Неготин	42	73,4	90,7	136,1	182,1	234,7	271,1	308,7	285,0	210,3	145,2	76,4	63,9	2.077,6
Зрењанин	80	70,2	97,6	152,1	182,7	236,4	257,4	289,9	275,7	210,9	167,6	85,3	56,8	2.082,6
Велико Градиште	80	70,4	92,8	148,1	181,6	231,1	254,3	290,3	277,8	209,3	161,2	87,9	59,4	2.064,3
Кикинда	81	69,2	97,8	151,7	192,2	247,7	269,9	304,1	283,9	214,7	169,6	86,7	58,6	2.145,9
Сремска Митровица	82	65,6	93,4	147,3	181,2	231,1	252,0	288,7	274,4	203,6	158,5	83,1	54,9	2.033,7
Вршац	84	68,5	91,4	150,8	180,8	235,0	259,9	293,6	272,3	208,6	166,5	89,4	57,7	2.074,3
Нови Сад	84	68,1	96,8	151,9	185,1	240,6	262,7	296,4	281,5	210,9	166,8	85,8	58,2	2.104,9
Сомбор	87	66,0	94,9	149,3	188,3	238,1	259,1	292,7	275,8	206,5	159,3	77,5	54,7	2.062,3
Банатски Карловац	89	68,6	105,7	160,3	194,7	257,4	274,0	302,1	287,9	199,8	162,4	94,0	56,9	2.163,6
Палић	102	70,0	100,9	150,4	190,5	243,3	260,9	295,8	280,5	212,3	166,2	85,2	58,4	2.114,3
Лозница	121	65,7	91,0	141,2	176,3	223,7	246,5	289,9	271,8	201,8	149,8	80,7	54,3	1.992,7
Смедеревска Паланка	121	79,4	102,1	153,2	186,7	234,6	259,5	295,0	278,9	211,0	168,6	98,9	69,2	2.137,0
Ђуприја	123	70,3	92,4	146,5	180,0	227,3	253,8	293,8	281,0	210,5	159,8	89,9	59,5	2.064,8
Београд	132	72,8	96,7	149,3	184,6	232,6	255,8	288,6	270,7	207,2	166,0	91,7	63,9	2.079,9
Зајечар	144	70,8	90,4	134,4	174,2	226,2	257,8	298,1	279,2	205,7	142,7	78,1	63,0	2.020,5
Крушевац	166	56,7	81,2	132,6	162,0	204,8	225,0	270,6	262,6	196,4	144,5	78,5	46,3	1.861,1
Ваљево	174	70,3	92,7	140,7	169,1	214,2	239,0	279,4	263,3	199,9	154,9	90,3	61,4	1.975,0
Крагујевац	185	72,0	92,5	143,7	179,3	225,7	250,7	288,7	273,6	205,1	157,7	92,2	63,2	2.044,3
Појас до 200 m н.в.		69,3	94,5	146,6	181,7	232,5	256,1	292,6	276,4	206,9	159,3	86,2	58,9	2.061,0
Ниш	204	66,5	90,7	144,6	175,5	218,3	249,1	290,4	278,4	210,9	157,1	86,4	53,0	2.020,9
Краљево	215	61,2	88,4	138,3	165,9	205,7	226,0	265,1	258,3	190,4	144,1	79,6	50,0	1.873,0
Лесковац	230	67,7	91,2	141,2	173,3	217,3	248,9	295,3	286,8	214,3	156,9	86,2	56,1	2.035,1
Пожега	310	50,3	76,0	122,4	150,1	181,0	199,6	236,8	226,2	160,9	112,4	64,8	40,5	1.621,0
Куршумлија	383	63,5	86,0	130,3	156,2	191,2	212,2	261,4	256,8	192,4	144,9	82,3	51,6	1.828,7
Врање	433	70,7	99,5	145,6	176,5	219,6	260,2	309,6	294,3	218,0	161,7	87,7	60,2	2.103,5
Димитровград	450	76,5	97,2	142,9	171,7	220,5	256,7	301,3	286,8	220,9	163,2	91,1	64,7	2.093,4
Појас 200-500 m н.в.		65,2	89,9	137,9	167,0	207,7	236,1	280,0	269,7	201,1	148,6	82,6	53,7	1.939,4
Златибор	1.028	84,4	100,9	139,6	163,7	202,5	229,0	270,0	259,1	199,4	158,0	102,2	73,7	1.982,6
Црни Врх	1.037	74,6	88,5	135,8	173,5	221,2	251,9	290,7	276,8	205,9	151,8	85,2	62,8	2.018,9

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Трајање сијања Сунца (h)												
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Сјеница	1.038	82,1	101,2	145,3	166,6	202,5	225,8	262,6	249,0	186,4	149,7	95,6	71,6	1.938,4
Копаоник	1.711	99,8	100,2	132,0	150,9	189,0	218,5	268,6	259,9	197,1	164,9	112,2	81,5	1.974,6
Изнад 1.000 m н.в.		85,2	97,7	138,2	163,7	203,8	231,3	273,0	261,2	197,2	156,1	98,8	72,4	1.978,6
ПРОСЕЧНО		70,3	93,7	143,3	175,6	222,4	247,7	286,8	272,7	204,2	156,1	86,9	59,3	2.019,0



Графикон 2: Просечно месечне трајање сијања Сунца (h) по висинским појасевима за период 1949-2010. година

Просечна годишња вредност трајања сунчевог сјаја за подручје Србије (период 1949-2010. година) износи 2.019 часова, при чему је просечни годишњи максимум у Банатском Карловцу (2.163,6 h), а минимум у Пожеги (1.621 h).

Најдуже трајање сунчевог сјаја у Србији је у јулу месецу, када су дани дуги и облачност најмања, а најкраће у децембру, када су дани кратки и облачност највећа. Просечни месечни максимум трајања сунчевог сјаја је у Врању у јулу (309,6 h), а просечни минимум у Пожеги, у децембру (40,5 h). Апсолутно максимално месечно трајање сијања Сунца (400,2 h) регистровано је у јулу 2007. године у Врању.

На графикону 2, приказан је упоредни тренд кретања годишњег тока трајања сунчевог сјаја у Србији према просечним месечним вредностима у периоду 1949-2010. године по висинским појасевима.

Максимум просечног годишњег зрачења има висински појас до 200 m н.в., затим појас изнад 1.000 m н.в., па висински појас од 200-500 m н.в. Месечно посматрано, сви појасеви имају максимуме зрачења у јулу, а минимуме у децембру, са напоменом да појас изнад 1.000 m н.в. има у односу на друге појасеве максимум трајања сунчевог сјаја у зимским месецима.

У табели 16 приказано је просечно сезонско и трајање сунчевог сјаја у вегетационом периоду у Србији за период 1949-2010. година.

Табела 16: Просечно сезонско и трајање сунчевог сјаја у вегетационом периоду у Србији (1949-2010. година)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Сезонско сијање Сунца (h)				В.П. (h)	В.П./Г (%)
		П	Л	Ј	З		
Неготин	42	552,9	864,8	432,0	228,0	1.491,9	71,8
Зрењанин	80	571,1	823,0	463,9	224,6	1.452,9	69,8
Велико Градиште	80	560,9	822,4	458,4	222,5	1.444,5	70,0
Кикинда	81	591,6	857,8	470,9	225,6	1.512,3	70,5
Сремска Митровица	82	559,6	815,1	445,2	213,9	1.430,9	70,4
Вршац	84	566,6	825,7	464,5	217,5	1.450,1	69,9
Нови Сад	84	577,6	840,7	463,5	223,1	1.477,2	70,2
Сомбор	87	575,7	827,6	443,4	215,6	1.460,5	70,8
Банатски Карловац	89	612,4	864,0	456,2	231,1	1.515,8	70,1
Палић	102	584,1	837,2	463,7	229,2	1.483,3	70,2
Лозница	121	541,2	808,1	432,3	211,1	1.410,0	70,8
Смедеревска Паланка	121	574,5	833,4	478,4	250,7	1.465,7	68,6
Ђуприја	123	553,8	828,6	460,2	222,1	1.446,5	70,1
Београд	132	566,6	815,1	465,0	233,3	1.439,6	69,2
Зајечар	144	534,8	835,0	426,5	224,2	1.441,1	71,3
Крушевац	166	499,3	758,1	419,5	184,1	1.321,3	71,0
Ваљево	174	524,0	781,7	445,1	224,3	1.364,8	69,1
Крагујевац	185	548,8	812,9	455,0	227,6	1.423,1	69,6
Појас до 200 m н.в.		560,9	825,1	452,4	222,7	1.446,2	70,2
Ниш	204	538,4	818,0	454,4	210,2	1.422,7	70,4
Краљево	215	509,9	749,4	414,2	199,5	1.311,4	70,0
Лесковац	230	531,8	831,0	457,4	215,0	1.436,0	70,6
Пожега	310	453,4	662,6	338,0	166,9	1.154,6	71,2
Куршумлија	383	477,7	730,4	419,5	201,0	1.270,2	69,5
Врање	433	541,6	864,1	467,4	230,4	1.478,2	70,3
Димитровград	450	535,0	844,9	475,2	238,4	1.457,9	69,6
Појас 200-500 m н.в.		512,5	785,8	432,3	208,8	1.361,6	70,2
Златибор	1.028	505,8	758,2	459,6	259,0	1.323,8	66,8
Црни Врх	1.037	530,6	819,5	442,9	225,9	1.420,2	70,3
Сјеница	1.038	514,4	737,4	431,7	254,9	1.292,9	66,7
Копоник	1.711	471,9	747,0	474,3	281,4	1.284,0	65,0
Изнад 1.000 m н.в.		505,7	765,5	452,1	253,3	1.330,2	67,2
ПРОСЕЧНО		541,3	807,2	447,2	223,3	1.409,0	69,8

Сезонски посматрано, лето је период са највише (просечно у Србији 807 h), а зима са најмање сунчаних сати (просечно у Србији 223 h). На истраживаним метеоролошким станицама, у вегетационом периоду (01. април – 30. септембар), забележено је 69,8% просечног годишњег трајања сунчевог сјаја, односно 1.409 часова, што је веома је повољно за физиолошке процесе биљака.

Температура ваздуха, односно њен годишњи ток, првенствено је условљена сунчевом радијацијом, положајем и рељефом.

Климатолошки подаци, укључујући и податке о температури ваздуха, обухватају мерења и осматрања у терминима 07, 14 и 21 h по локалном времену, а најкраћи израз за приказ топлотног стања неког места представља средња годишња температура ваздуха. Ова вредност, међутим, није довољна за општу категоризацију термичких услова, јер температура ваздуха подлеже колебању у току године, па је неопходно узимати у обзир средње дневне и месечне температуре ваздуха.

Аргументовани докази бројних истраживања потврђују претпоставку да у колебању температура ваздуха у Србији пресудну улогу имају промене у доминантним типовима атмосферске циркулације (Радовановић, М., Дуцић, В., 2004).

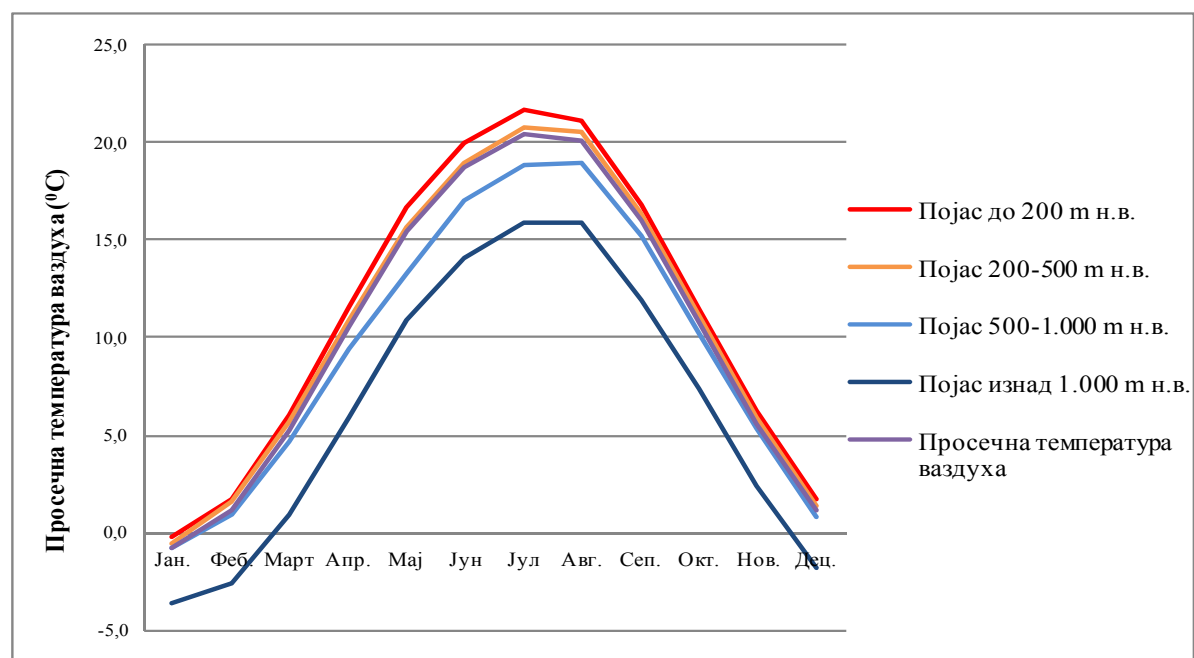
У табели 17, приказане су средње месечне и годишње температуре ваздуха у Србији и амплитуда средње годишње температуре ваздуха (А), за период 1949-2010. година.

Табела 17: Средње месечне и годишње температуре ваздуха у Србији (°C) у периоду 1949-2010. година

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	А
		(°C)													
Неготин	42	-0,6	1,4	5,8	12,0	17,3	20,9	22,8	22,1	17,4	11,3	5,8	1,3	11,5	23,4
Зрењанин	80	-0,5	1,5	6,1	11,6	17,0	20,1	21,8	21,3	17,0	11,6	6,0	1,5	11,2	22,3
Велико Градиште	80	-0,3	1,5	5,9	11,7	16,7	19,8	21,5	21,1	16,9	11,6	6,3	1,6	11,2	21,8
Кикинда	81	-0,8	1,2	5,9	11,6	16,9	20,1	21,8	21,2	16,8	11,4	5,9	1,3	11,1	22,6
Сремска Митровица	82	-0,4	1,6	6,1	11,6	16,7	19,8	21,3	20,7	16,5	11,4	6,0	1,5	11,1	21,6
Вршац	84	0,2	2,0	6,4	12,0	17,0	20,0	21,7	21,5	17,3	12,1	6,9	2,2	11,6	21,5
Нови Сад	84	-0,5	1,5	6,0	11,6	16,8	19,9	21,6	21,2	16,9	11,5	6,1	1,6	11,2	22,1
Сомбор	87	-0,7	1,3	5,8	11,4	16,6	19,9	21,4	20,7	16,4	11,0	5,7	1,2	10,9	22,1
Банатски Карловац	89	0,0	1,8	6,1	11,7	16,8	20,0	21,6	21,1	16,9	11,6	6,4	1,8	11,3	21,6
Палић	102	-0,9	1,1	5,6	11,4	16,6	20,0	21,7	21,0	16,6	11,1	5,6	1,0	10,9	22,6
Лозница	121	0,3	2,3	6,5	11,5	16,3	19,7	21,2	20,7	16,5	11,5	6,5	2,1	11,3	21,0
Смедеревска Паланка	121	0,1	2,0	6,2	11,6	16,6	19,9	21,6	21,1	16,8	11,5	6,5	2,0	11,3	21,5
Ћуприја	123	-0,2	1,7	5,9	11,5	16,4	19,6	21,2	20,9	16,6	11,3	6,2	1,8	11,1	21,5
Београд	132	0,9	2,8	7,1	12,5	17,5	20,6	22,4	22,1	17,8	12,6	7,2	2,7	12,2	21,6
Зајечар	144	-0,9	1,0	5,2	11,2	16,4	19,9	21,8	21,1	16,5	10,6	5,2	1,1	10,8	22,7
Крушевац	166	-0,3	1,9	6,1	11,6	16,4	19,7	21,4	21,1	16,8	11,4	6,3	1,7	11,2	21,7
Ваљево	174	0,1	2,1	6,2	11,3	16,2	19,6	21,3	20,8	16,6	11,4	6,3	1,9	11,2	21,3
Крагујевац	185	0,4	2,2	6,2	11,5	16,3	19,7	21,4	21,0	16,8	11,6	6,7	2,2	11,3	21,1
Појас до 200 m н.в.		-0,2	1,7	6,1	11,6	16,7	19,9	21,6	21,2	16,8	11,5	6,2	1,7	11,2	21,9
Ниш	204	0,3	2,4	6,6	12,0	16,8	20,1	22,0	21,9	17,4	12,1	6,8	2,2	11,7	21,8
Краљево	215	-0,1	2,2	6,4	11,7	16,3	19,6	21,4	21,1	16,9	11,6	6,4	1,8	11,3	21,5
Лесковац	230	-0,3	1,9	6,1	11,4	16,2	19,5	21,4	21,0	16,6	11,3	6,2	1,6	11,1	21,7
Пожега	310	-2,1	0,4	4,8	9,9	14,6	17,9	19,5	19,1	15,1	9,9	4,5	-0,2	9,5	21,6
Куршумлија	383	-0,4	1,4	5,3	10,5	15,0	18,3	20,1	19,8	15,7	10,7	5,9	1,5	10,3	20,5
Врање	433	-0,3	1,9	6,0	11,1	15,8	19,2	21,3	21,3	17,0	11,7	6,1	1,5	11,0	21,6
Димитровград	450	-0,9	0,8	4,8	10,1	14,8	18,0	19,9	19,6	15,5	10,5	5,5	1,1	10,0	20,8
Појас 200-500 m н.в.		-0,5	1,6	5,7	10,9	15,7	19,0	20,8	20,5	16,3	11,1	5,9	1,4	10,7	21,3
Нови Пазар	545	-1,4	0,8	4,9	9,7	14,3	17,2	19,0	19,1	15,1	10,1	5,0	0,3	9,5	20,5
Трговиште	600	-0,4	1,3	4,8	9,6	12,2	17,4	19,2	19,2	15,2	10,4	5,7	1,5	9,7	19,6

5. Резултати истраживања

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	А
		(°C)													
Рудник	700	-0,6	0,7	4,4	9,0	13,4	16,5	18,5	18,5	15,3	10,4	5,2	0,7	9,3	19,1
Појас 500-1.000 m н.в.		-0,8	0,9	4,7	9,4	13,3	17,0	18,9	18,9	15,2	10,3	5,3	0,8	9,5	19,7
Златибор	1.028	-2,7	-1,5	2,0	6,9	11,8	15,1	17,0	17,0	13,2	8,5	3,5	-1,1	7,5	19,8
Црни Врх	1.037	-2,4	-1,0	2,9	8,7	13,8	17,1	19,0	18,7	14,3	9,0	3,8	-0,5	8,6	21,4
Сјеница	1.038	-4,4	-2,8	1,3	6,3	11,2	14,3	15,9	15,7	11,9	7,3	2,6	-2,1	6,4	20,3
Копаоник	1.711	-4,9	-5,1	-2,6	1,7	7,0	10,1	11,7	12,3	8,4	4,6	0,1	-3,6	3,3	17,4
Појас изнад 1.000 m н.в.		-3,6	-2,6	0,9	5,9	10,9	14,1	15,9	15,9	11,9	7,4	2,5	-1,8	6,5	19,5
Просечна температура ваздуха		-0,7	1,1	5,2	10,6	15,4	18,7	20,5	20,2	16,0	10,8	5,6	1,1	10,4	21,2

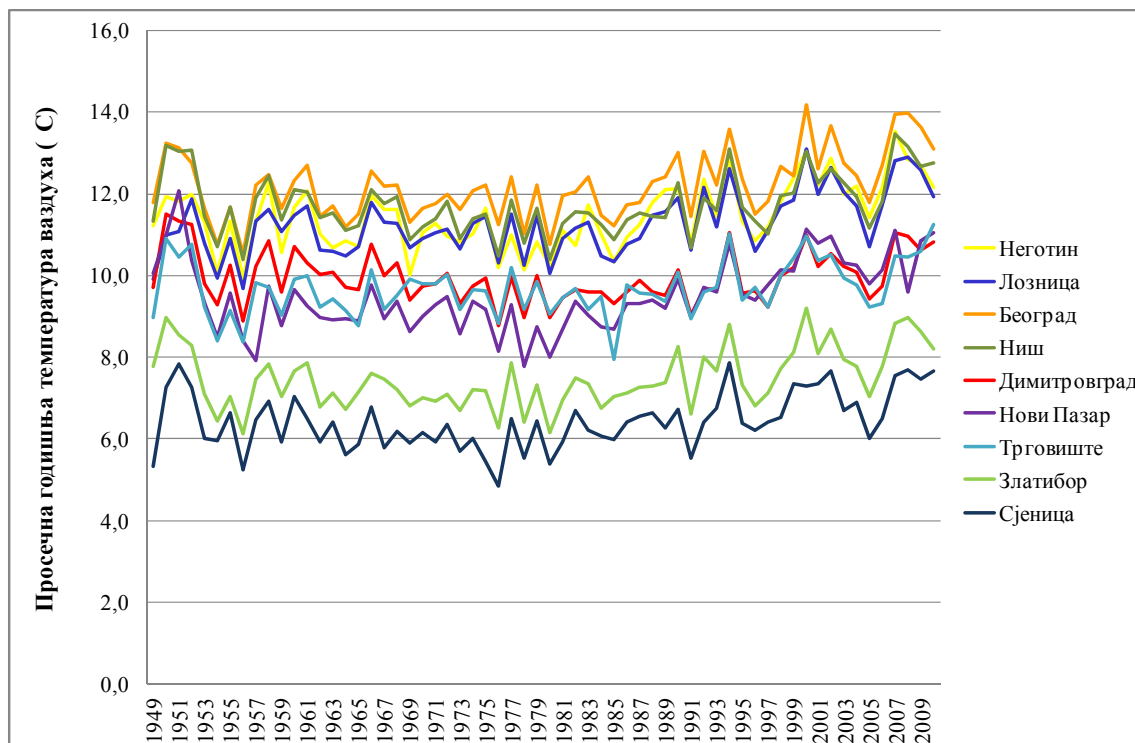


Графикон 3: Просечне месечне температуре ваздуха у Србији по висинским појасевима за период 1949-2010. година

Средње годишње температуре ваздуха у Србији крећу у границама од 3°C у највишим планинским областима (3,3°C на Копаонику, на надморској висини 1.711 m) до 12°C у равничарским областима (у Новом Саду 11,2°C, Нишу 11,7°C, Београду 12,2°C). Најхладнији месец је јануар, са просечном температуром -0,7°C (у појасу до 200 m н.в. -0,2°C, у појасу 200-500 m н.в. -0,5°C, у појасу 500-1.000 m н.в. -0,8°C, док у појасу изнад 1.000 m н.в. износи -3,6°C). Најтоплији месец је јул, са просечном температуром од 20,5°C (у појасу до 200 m н.в. 21,6°C, у појасу 200-500 m н.в. 20,8°C, у појасу 500-1.000 m н.в. 18,9°C, а појасу изнад 1.000 m н.в. 15,9°C). Просечно годишње колебање температуре (разлика између најхладнијег и најтоплијег месеца) у Србији износи око 22°C и веће је на северу него на југозападу.

Посматрано по висинским појасевима (графикон 3) може се закључити да се са порастом надморске висине просечна месечна температура ваздуха смањује, па је најнижа на горњој граници вегетације.

На графикону 4 приказано је кретање средњих годишњих температура за поједине метеоролошке станице у периоду 1949-2010. година.



Графикон 4: Кретање просечне годишње температуре ваздуха у појединим МС у периоду 1949-2010. година

Из појаса до 200 m н.в. приказане су МС Неготин, као станица са најнижом надморском висином и највећом просечном годишњом амплитудом, МС Лозница, са типичном средњом просечном годишњом температуром за тај висински појас и МС Београд, са највишом средњом просечном годишњом температуром и као екстрем због урбаног острва топлоте. Из појаса 200-500 m н.в. приказане су МС Ниш, као најнижа и МС Димитровград, као највиша у том појасу. Из појаса 500-1.000 m н.в. приказане су МС Нови Пазар и Трговиште, а из појаса изнад 1.000 m н.в. МС Златибор, Црни Врх и Сјеница. Копаоник, као екстреман, није приказан. Иако постоје разлике у температурним вредностима по висинским појасевима, годишње средње температуре на приказаним метеоролошком станицама имају узлазну путању, односно указују на пораст годишњих средњих температура.

Ради проучавање променљивости средње месечне температуре и анализе одступања средњих месечних температура од просека, израчунате су и вредности стандардне девијације средњих месечних температура (табела 18). Анализирајући табелу 18 може се закључити да се вредности стандардне девијације крећу у границама од 1,1 (Трговиште-јун; Пожега-јул) до 3,7 (Црни Врх-фебруар) и да су температуре у топлијем делу године стабилније него у хладнијем. Већа променљивост температуре у зимским месецима последица је продирања хладних и топлих ваздушних маса у појединим годинама. Када су јачи утицаји западних ваздушних маса, зиме су релативно топле, а када доминира утицај северних и североисточних поларних маса, зиме су веома хладне. Највећу променљивост средњих месечних температура има фебруар, а најмању јун и јул.

Табела 18: Стандардна девијација месечних и годишњих температура ваздуха у Србији у периоду 1949-2010. година

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Неготин	42	2,7	3,2	2,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,7	1,2	1,3	2,0	2,0	0,8
Зрењанин	80	2,7	3,5	2,5	1,7	1,6	1,5	1,4	1,7	1,6	1,5	2,2	2,1	0,8
Велико Градиште	80	2,3	2,9	2,2	1,7	1,5	1,4	1,3	1,6	1,6	1,5	2,1	2,0	0,7
Кикинда	81	2,7	3,4	2,3	1,7	1,6	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5	2,2	2,1	0,8
Сремска Митровица	82	2,4	3,2	2,3	1,6	1,6	1,3	1,2	1,4	1,5	1,5	2,0	2,1	0,7
Вршац	84	2,7	3,3	2,4	1,8	1,6	1,4	1,3	1,7	1,6	1,7	2,3	2,2	0,7
Нови Сад	84	2,7	3,5	2,4	1,7	1,6	1,4	1,3	1,6	1,5	1,5	2,1	2,2	0,8
Сомбор	87	2,6	3,4	2,3	1,6	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,5	2,1	2,1	0,8
Банатски Карловац	89	2,4	3,1	2,3	1,6	1,6	1,3	1,2	1,6	1,5	1,5	2,1	2,1	0,7
Палић	102	2,6	3,2	2,2	1,6	1,6	1,4	1,4	1,6	1,4	1,5	2,0	2,1	0,8
Лозница	121	2,4	3,3	2,3	1,6	1,6	1,4	1,2	1,5	1,3	1,5	2,1	2,1	0,8
Смедеревска Паланка	121	2,5	3,2	2,3	1,7	1,6	1,4	1,4	1,7	1,5	1,6	2,2	2,2	0,7
Ђуприја	123	2,4	3,1	2,2	1,7	1,5	1,3	1,4	1,7	1,6	1,6	2,2	2,1	0,7
Београд	132	2,5	3,3	2,5	1,8	1,8	1,5	1,5	1,8	1,6	1,5	2,3	2,1	0,8
Зајечар	144	2,5	3,1	2,4	1,6	1,5	1,3	1,4	1,7	1,5	1,4	2,0	2,3	0,7
Крушевац	166	2,4	3,1	2,3	1,7	1,5	1,3	1,3	1,7	1,5	1,6	2,3	2,3	0,7
Ваљево	174	2,4	3,2	2,2	1,6	1,5	1,3	1,3	1,6	1,4	1,5	2,1	2,1	0,7
Крагујевац	185	2,4	3,2	2,3	1,7	1,6	1,4	1,4	1,7	1,5	1,6	2,2	2,2	0,7
Појас до 200 m н.в.		2,5	3,2	2,3	1,7	1,6	1,4	1,3	1,6	1,5	1,5	2,2	2,1	0,8
Ниш	204	2,3	3,0	2,3	1,8	1,6	1,4	1,5	1,8	1,6	1,6	2,3	2,2	0,7
Краљево	215	2,2	3,1	2,3	1,7	1,6	1,3	1,3	1,6	1,6	1,5	2,3	2,2	0,7
Лесковац	230	2,4	2,9	2,1	1,7	1,4	1,3	1,3	1,7	1,6	1,6	2,3	2,3	0,7
Пожега	310	2,2	2,9	2,3	1,7	1,5	1,2	1,1	1,3	1,3	1,4	1,9	2,2	0,6
Куршумлија	383	2,2	3,0	2,2	1,7	1,4	1,2	1,3	1,7	1,5	1,5	2,3	2,2	0,7
Врање	433	2,1	2,7	2,2	1,7	1,5	1,3	1,3	1,8	1,6	1,5	2,2	2,1	0,6
Димитровград	450	2,2	2,7	2,1	1,6	1,4	1,2	1,3	1,6	1,5	1,5	2,2	2,0	0,6
Појас 200-500 m н.в.		2,2	2,9	2,2	1,7	1,5	1,3	1,3	1,6	1,5	1,5	2,2	2,2	0,7
Нови Пазар	545	2,3	2,6	2,1	1,8	1,6	2,6	2,8	1,7	1,5	1,6	2,0	2,1	0,9
Трговиште	600	2,0	2,7	2,1	1,6	3,2	1,1	1,2	1,6	1,5	1,4	2,2	2,1	0,6

5. Резултати истраживања

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Рудник	700	2,4	3,5	2,7	2,0	2,8	1,8	1,4	2,1	2,3	2,0	2,7	2,3	0,9
Појас 500-1.000 m н.в.		2,3	2,9	2,3	1,8	2,5	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	2,3	2,2	0,8
Златибор	1.028	2,3	3,0	2,5	2,0	1,8	1,4	1,4	1,8	1,7	1,7	2,4	2,1	0,7
Црни Врх	1.037	2,6	3,7	3,2	3,0	2,6	2,7	2,4	2,5	2,7	2,4	3,1	2,8	2,1
Сјеница	1.038	2,6	3,1	2,5	1,6	1,4	1,2	1,2	1,5	1,4	1,6	2,3	2,5	0,7
Копаоник	1.711	2,0	2,4	2,3	1,9	1,5	1,4	1,5	1,7	1,5	1,6	2,1	2,2	0,9
Појас изнад 1.000 m н.в.		2,4	3,0	2,6	2,1	1,9	1,7	1,6	1,9	1,8	1,8	2,5	2,4	1,1

Температура ваздуха у вегетационом периоду - Поред значаја који има за физичко-хемијске процесе у биљним организмима, температура ваздуха представља и један од најважнијих фактора који утичу на распоред вегетације. У табели 19 приказане су средње температуре ваздуха у Србији по годишњим добима и у току вегетационог периода (1949-2010. година).

Табела 19: Средње температуре ваздуха у Србији по годишњим добима и у вегетационом периоду (1949-2010. година)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Сезонске температуре ваздуха (°C)				В.П. (°C)
		П	Л	Ј	З	
Неготин	42	11,7	21,9	11,5	0,7	18,7
Зрењанин	80	11,6	21,0	11,5	0,8	18,1
Велико Градиште	80	11,4	20,8	11,6	0,9	17,9
Кикинда	81	11,5	21,0	11,4	0,5	18,0
Сремска Митровица	82	11,5	20,6	11,3	0,9	17,8
Вршац	84	11,8	21,1	12,1	1,5	18,3
Нови Сад	86	11,4	20,9	11,5	0,8	18,0
Сомбор	87	11,3	20,7	11,0	0,6	17,7
Банатски Карловац	89	11,6	20,9	11,6	1,2	18,0
Палић	102	11,2	20,9	11,1	0,4	17,9
Лозница	121	11,5	20,5	11,5	1,6	17,7
Смедеревска Паланка	121	11,5	20,9	11,6	1,4	18,0
Ђуприја	123	11,3	20,6	11,4	1,1	17,7
Београд	132	12,4	21,7	12,6	2,1	18,8
Зајечар	144	10,9	20,9	10,8	0,4	17,8
Крушевац	166	11,4	20,7	11,5	1,1	17,8
Ваљево	176	11,3	20,6	11,4	1,4	17,7
Крагујевац	185	11,3	20,7	11,7	1,6	17,8
Појас до 200 m н.в.		11,5	20,9	11,5	1,1	18,0
Ниш	204	11,8	21,3	12,1	1,6	18,4
Краљево	215	11,5	20,7	11,6	1,3	17,8
Лесковац	230	11,2	20,6	11,3	1,1	17,7
Пожега	310	9,8	18,8	9,8	-0,6	16,0
Куршумлија	383	10,3	19,4	10,8	0,8	16,5
Врање	432	11,0	20,6	11,6	1,0	17,6
Димитровград	450	9,9	19,2	10,5	0,3	16,3
Појас 200-500 m н.в.		10,8	20,1	11,1	0,8	17,2
Нови Пазар	545	9,6	18,4	10,1	-0,1	15,7
Трговиште	600	8,9	18,6	10,4	0,8	15,5
Рудник	700	8,9	17,8	10,3	0,3	15,2
Појас 500-1.000 m н.в.		9,1	18,3	10,3	0,3	15,5
Златибор	1.028	6,9	16,4	8,4	-1,7	13,5
Црни Врх	1.037	8,5	18,2	9,0	-1,3	15,3
Сјеница	1.038	6,3	15,3	7,3	-3,1	12,5
Копаноник	1.711	2,0	11,4	4,4	-4,6	8,5
Изнад 1.000 m н.в.		5,9	15,3	7,3	-2,7	12,5
Просечна температура ваздуха		10,4	19,8	10,8	0,5	16,9

Средње температуре ваздуха варирају током годишњих доба. Најниже су у зимском периоду и крећу се у интервалу од $-4,6^{\circ}\text{C}$ (на Копаонику) до $2,1^{\circ}\text{C}$ (у Београду). Најтоплија су лета, а средње летње температуре крећу се у интервалу од $11,4^{\circ}\text{C}$ (на Копаонику) до $21,9^{\circ}\text{C}$ (у Неготину).

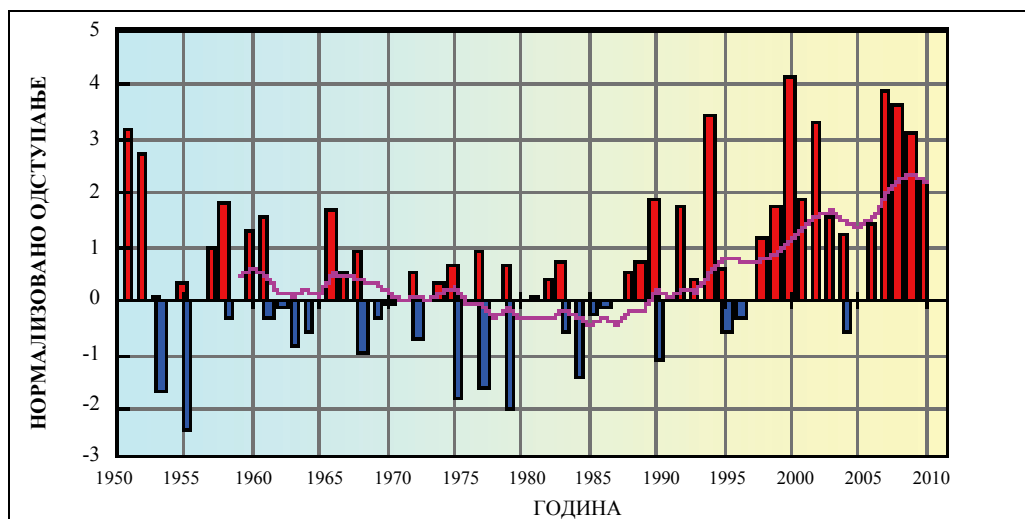
У вегетационом периоду, средње температуре се крећу у опсегу од $8,6^{\circ}\text{C}$ на Копаонику до $18,7^{\circ}\text{C}$ у Неготину. Посматрано по висинским појасевима, највиша средња температура ваздуха у вегетационом периоду ($18,0^{\circ}\text{C}$) је у висинском појасу до 200 m н.в., где су и лета најтоплија (са средњом температуром од $20,9^{\circ}\text{C}$). У овом појасу средња температура ваздуха у јесен и на пролеће је једнака и износи $11,5^{\circ}\text{C}$. Очекивано, најнижу средњу температуру ваздуха у току целе године, па и у вегетационом периоду, има висински појас изнад 1.000 m н.в. ($12,5^{\circ}\text{C}$).

Према Колић, Б. (1988), са порастом температуре ваздуха у почетку нагло расте и интензитет фотосинтезе. Међутим, што је пораст температуре већи, интензитет фотосинтезе не прати пораст температуре ваздуха, јер са порастом температуре почиње и процес дисања, који је по својим енергетским карактеристикама супротан фотосинтези. Максималан интензитет фотосинтезе јавља се при температурама ваздуха од 15°C .

Узимајући наведено у обзир, може се закључити да за вегетацију најповољнију температуру у вегетационом периоду ($15,5^{\circ}\text{C}$) имају метеоролошке станице које се налазе у појасу 500-1.000 m н.в.

Нормализована одступања температуре ваздуха у Србији - На основу података Републичког хидрометеоролошког завода Србије, преко нормализованих одступања годишње температуре ваздуха, извршена је оцена топлотних услова на подручју Србије током 2010. године. Одступања су одређивана у односу на стандардне климатолошке нормале из периода 1961–1990. година, а анализиран је период године као целина.

На графикону 5 приказана су нормализована одступања средње годишње температуре ваздуха у Србији током периода 1951–2010. година (са десетогодишњим клизњаком).



Извор: Извештај о стању животне средине за 2010. годину (2011)

Графикон 5: Нормализована одступања годишње температуре ваздуха у Србији, са десетогодишњим клизним средњаком за период 1951–2010. година

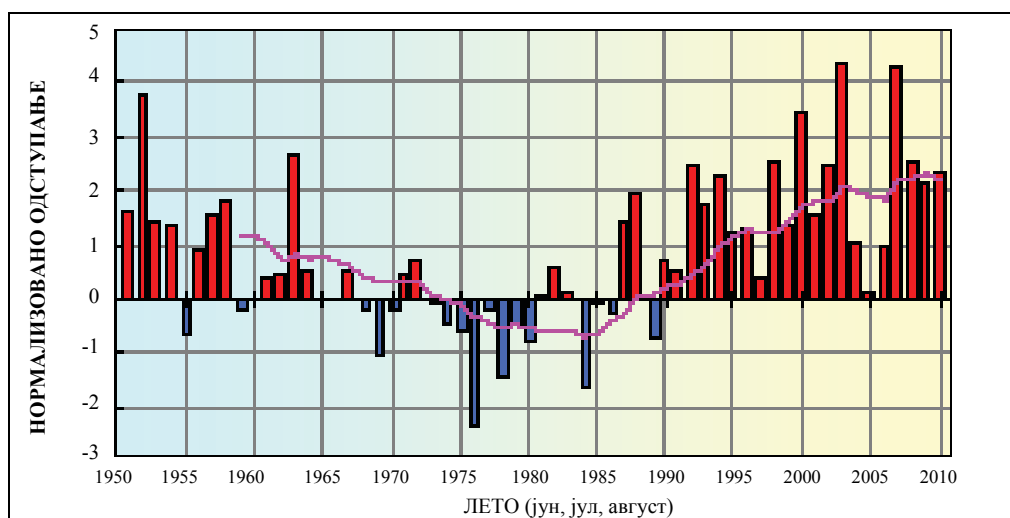
Добијени подаци указали су да после екстремно топле 1951. године и веома топле 1952. године наилазе хладније године од нормале, па се 1956. година у Србији сматра веома хладном годином. Од 1956. до 1970. године преовлађују године са температурама у опсегу нормале. Период од 1971. до 1980. године, карактеришу незнатна позитивна одступања годишње температуре ваздуха, која се крећу у границама нормале, али се истовремено јављају и године са негативним одступањима, а три године (1976, 1978 и 1980.) биле су хладније од просека. За разлику од позитивних одступања, негативна одступања су интензивнија и израженија. Период после 1980. године карактеришу све ређа и мање изражена негативна одступања, а све чешћа и интензивнија позитивна одступања, па се може закључити да годишња температура на подручју Србије после 1982. године има тенденцију раста. Прекид узастопног повећања позитивних нормализованих одступања годишњих температура до којег је дошло 2001. године, и испод просечна вредност годишње температуре ваздуха 2005. године, битно су утицали на вредност тренда годишњих температура у периоду 1951-2010. године.

По износу појединачних позитивних одступања као најтоплије се издвајају 2000. и 2007. година. Износ одступања у 2000. години је толики да представља екстремни климатски догађај. После 2000. године доминирају топлије године од просека, при чему је 2003. година изразито топла. Као хладнија од просека, 2005.

година је прекинула седмогодишњи низ узастопно топлијих година. Након ње, свака наредна година је топлија од просека, са напоменом да је 2007. година била изузетно топла и представља годину у којој је на свим истраживаним метеоролошким станицама достигнут максимум температуре у периоду 1949-2010. Изузетак је Палић, где је максимум регистрован 1952. године. Средње годишње температуре ваздуха у 2010. години кретале су се у интервалу од 4,0°C (на Копаонику) до 13,1°C (у Београду) и у већем делу Србије одступале су од нормалних вредности за 1-2°C, што указује да је 2010. година била веома топла у односу на нормалу.

Од 1998. до 2010. године, свака година је топлија од просека (изузев 2004-2005. године), па се процењује да ће се на територији Републике Србије наставити тенденција раста просечних температура ваздуха.

На графикану 6 приказана су нормализована одступања средње летње температуре у Србији током периода 1951–2010. година (са десетогодишњим клизњаком).



Извор: Извештај о стању животне средине за 2010. годину (2011)

Графикон 6: Нормализована одступања летње температуре ваздуха у Србији, са десетогодишњим клизним средњаком (период 1951–2010. година)

Средње летње температуре ваздуха педесетих година прошлог века изнад су просека. Изразито екстремно топло лето било је 1952. године. Шездесетих година већина појединачних одступања не прелази границе нормале (изузетак је 1963. година, која је била веома топла). Од 1970. до 1985. године, доминирају лета хладнија од нормале. Изразито хладна лета била су 1976., 1978. и 1984. године.

Период од 1951-1984. године, посматран као целина, карактерише негативно одступање летњих температура ваздуха. Од 1985. до 2010. године само три лета су имала негативно одступање, незнатног интензитета (1986, 1989 и 2005. година).

На основу података о средњим сезонским температурама ваздуха у 2010. години, може се закључити да су и зима (од $-4,9^{\circ}\text{C}$ на Копаонику до $2,7^{\circ}\text{C}$ у Трговишту) и лето (од $12,8^{\circ}\text{C}$ на Копаонику до $23,8^{\circ}\text{C}$ у Неготину) били топлији у односу на нормалу (1961-1990), с тим да су одступања током лета била израженија него током зиме. Према подацима РХМЗС-а, лето у Србији 2010. године било је двадесетпрво (узастопно од 1990. године) топлије лето од просека.

Тренд температуре ваздуха у Србији – По дефиницији, под линеарним трендом подразумева се вредност коефицијента правца у математичком изразу за линеарну регресију између вредности одређених параметара и година из којих потичу подаци. Тренд као мера тенденције вредности, како по знаку тако и по интензитету, зависи од дужине низа података, а унутар једног дужег низа и од избора периода.

У табели 20, приказан је тренд промена температуре ваздуха у току године на подручју Србије, за период 1951-2005. година (Поповић Т., 2007).

Табела 20: *Тренд средње годишње температуре ваздуха у Србији (1951-2005. година)*

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд средње температуре ваздуха ($^{\circ}\text{C}/100$)				
		1951/2005	1961/2005	1971/2005	1981/2005	1991/2005
Неготин	42	1,7	2,8	4,8	5,6	5,2
Зрењанин	80	1,2	2,2	3,6	4,2	3,5
Велико Градиште	80	0,3	1,1	2,5	3,9	5,0
Киkindа	81	1,2	2,1	3,2	4,7	3,5
Сремска Митровица	82	0,8	1,3	1,9	2,6	1,7
Вршац	84	0,5	1,5	2,5	3,6	2,8
Нови Сад	86	1,0	1,6	2,3	2,9	3,1
Сомбор	87	1,2	2,4	3,3	4,2	3,2
Банатски Карловац	89	0,5	1,3	2,3	3,7	4,8
Палић	102	1,7	2,9	3,8	4,2	3,9
Лозница	121	1,5	2,4	3,6	4,8	3,3
Смедеревска Паланка	121	0,8	2,0	3,3	3,6	2,4
Ђуприја	123	0,0	1,1	2,6	3,5	2,5
Београд	132	1,6	2,4	3,6	4,4	3,6
Зајечар	144	1,3	2,4	3,9	3,3	1,8
Крушевац	166	0,8	1,9	3,6	4,9	5,3
Ваљево	176	1,2	2,0	3,4	3,3	3,3
Крагујевац	185	1,2	2,3	3,9	4,9	4,3
Ниш	204	0,3	1,5	3,0	4,0	4,1

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд средње температуре ваздуха (°C/100)				
		1951/2005	1961/2005	1971/2005	1981/2005	1991/2005
Краљево	215	0,6	1,2	2,6	3,5	3,9
Лесковац	230	-0,7	0,5	2,4	4,2	3,5
Пожега	310	0,3	1,1	2,0	3,3	3,4
Врање	432	0,0	0,9	2,5	3,6	3,1
Димитровград	450	-0,5	0,4	1,9	3,1	3,6
Златибор	1.028	1,2	2,3	3,9	4,2	4,0
Црни Врх	1.037	0,8	1,3	1,7	3,8	4,6
Сјеница	1.038	1,0	2,5	4,1	3,7	3,1
Копоник	1.711	0,9	2,2	3,6	2,7	2,2

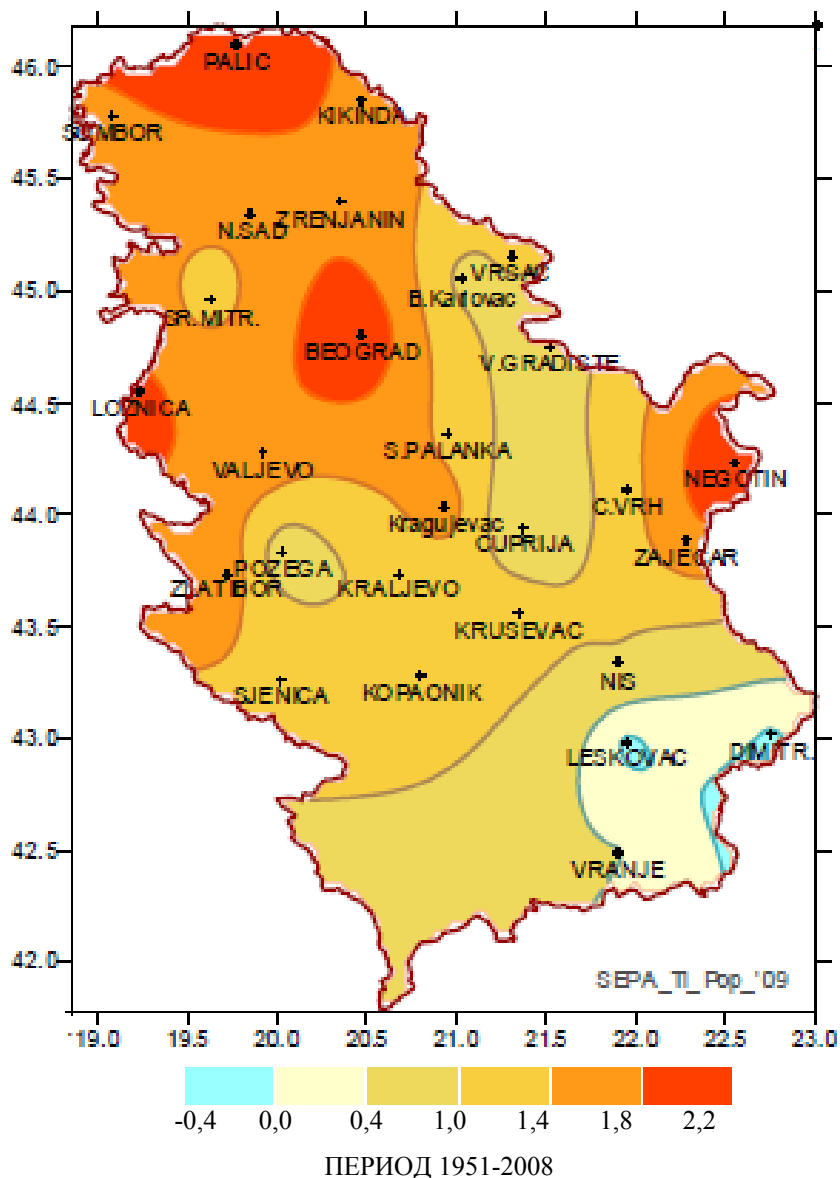
Извор: Поповић Т. (2007)

Према подацима Поповић, Т. (2007), тренд вредности низа података годишње температуре ваздуха за Србију за период 1951-2005. година (55 година) на већини метеоролошких станица је позитиван (изузетак су Лесковац и Димитровград), а осредњена вредност износи 0,8°C за 100 година. Приметно је и постојање периодичности са доминантним негативним и доминантним позитивним трендом годишње температуре ваздуха у Србији, као и територијалне расподеле. Доминација негативног тренда годишње температуре ваздуха у Србији престаје 1981. године, када се детектују позитивни трендови, прво краћих низова, а касније све дужих.

Према истом аутору, расподела тренда годишње температуре ваздуха за период 1981-2005. година, указује на тенденцију интензивног раста на целом подручју Србије. Осредњена вредност износи 3,9°C за 100 година, што је око 5 пута више од просечне вредности тренда температуре ваздуха за период 1951-2005. година. Осредњена вредност тренда за период 1991-2005. година износи 3,5°C за 100 година, што је за 4 пута више од просечне вредности тренда температуре ваздуха за период 1951-2005. година, али за 0,4°C ниже у односу на период 1981-2005. година.

Међутим, ове вредности тренда могу послужити само као пример и треба их разматрати са великом резервом, јер се статистички значајним сматра тренд од минимално 30 година, па тренд од 15 година није довољан за озбиљнију тврдњу у климатологији.

Територијално посматрано, подаци Поповић, Т. (2007) за период 1951-2008. година указују да је у већем делу Србије присутан пораст годишње температуре ваздуха (слика 13).

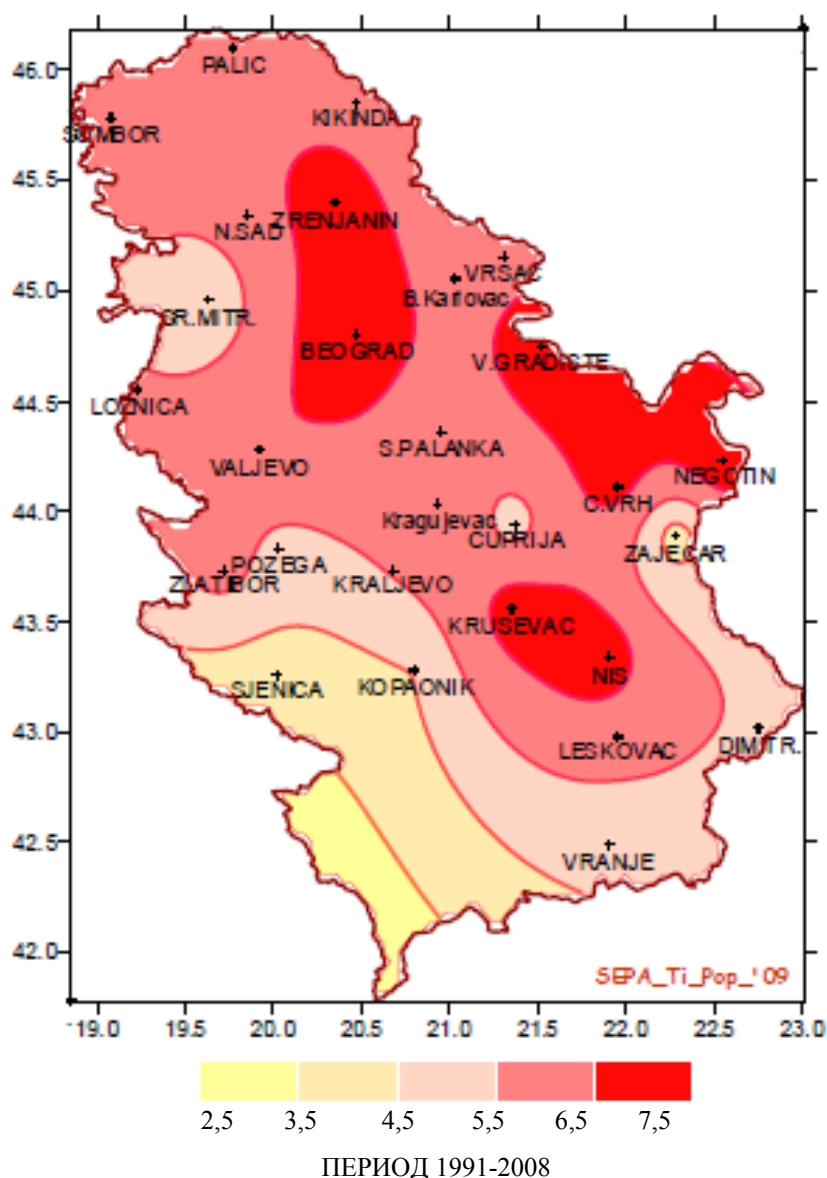


Извор: Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2008. годину (2009)

Слика 13: Територијална расподела и интензитет тренда годишњих температура ваздуха на подручју Србије (период 1951–2008)

Изражен негативни тренд карактерише југоисток Србије, а мање изражен негативни тренд температуре ваздуха одликује подручја дуж долина Јужне и Велике Мораве, до Великог Градишта.

Ако се посматра територијална расподела и интензитет тренда годишње температуре ваздуха за период 1991-2008. година (15 година), према подацима Поповић, Т. (2007), могло би се закључити да је на целом подручју Србије тренд позитиван и вишеструко интензивнији него у периоду 1951-2008. година, а нарочито изражен на подручју Београда, у Тимочкој Крајини и на северу Србије (слика 14). Међутим, као што је напоменуто, статистички значајним се сматра тренд од минимално 30 година, па се ови закључци морају узимати са резервом.



Извор: Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2008. годину (2009)

Слика 14: Територијална расподела и интензитет тренда годишњих температура ваздуха на подручју Србије (период 1991–2008)

Расподела тренда температуре током вегетационе сезоне веома је слична годишњој расподели.

Табела 21: Тренд средње годишње температуре ваздуха у Србији током вегетационог периода (1951-2000. година)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд средње температуре ваздуха (°C/100)				
		1951/2000	1961/2000	1971/2000	1981/2000	1991/2000
Неготин	42	1,3	2,4	4,9	6,8	9,9
Зрењанин	80	0,8	2,0	3,9	5,3	8,1
Велико Градиште	80	-0,2	0,5	2,1	4,4	10,6
Кикинда	81	0,9	1,9	3,3	6,3	9,0
Сремска Митровица	82	0,7	1,3	2,1	3,8	6,5
Вршац	84	0,2	1,4	2,7	5,1	10,4
Нови Сад	86	0,9	1,5	2,4	4,1	8,4
Сомбор	87	0,9	2,4	3,6	5,9	8,7
Банатски Карловац	89	0,1	1,1	2,3	4,9	13,3
Палић	102	1,5	2,9	4,4	5,9	9,4
Лозница	121	1,2	2,2	3,9	6,7	9,7
Смедеревска Паланка	121	0,5	1,9	3,8	5,5	9,4
Ђуприја	123	-0,4	0,8	2,7	4,7	8,5
Београд	132	1,4	2,3	4,0	6,0	8,7
Зајечар	144	1,2	2,6	5,0	5,7	10,3
Крушевац	166	0,3	1,5	3,6	5,9	12,3
Ваљево	176	1,0	2,0	3,9	4,7	9,0
Крагујевац	185	0,7	2,0	4,0	6,2	12,5
Ниш	204	-0,1	1,1	3,1	5,0	10,4
Краљево	215	0,3	0,9	2,7	4,6	10,7
Лесковац	230	-1,2	0,1	2,5	5,7	10,2
Пожега	310	-0,1	0,7	1,8	3,8	8,2
Врање	432	-0,4	0,6	2,8	5,0	9,6
Димитровград	450	-1,0	-0,1	1,9	3,9	8,5
Златибор	1.028	0,9	2,1	4,3	5,6	10,3
Црни Врх	1.037	0,6	1,1	1,7	5,4	12,9
Сјеница	1.038	0,7	2,4	4,6	4,8	9,4
Копаник	1.711	0,7	2,2	4,3	3,9	7,4

Извор: Поповић Т. (2007)

Према резултатима Поповић, Т. (2007) може се закључити да је у периоду 1951-2000. година у већем делу Србије тренд средње годишње температуре током вегетационог периода био позитиван. Вредности тренда веће од 1°C за 100 година имају подручје Палића, Београда, Неготина, Лознице и Зајечара. Са друге стране, подручје Лесковца, Димитровграда, Ђуприје, Врања, Ниша, Великог Градишта и Пожеге одликује негативан тренд температура. Према подацима из периода 1961-2000. година, тренд средњих годишњих температура током вегетационог периода позитиван је на територији целе Србији (изузетак је подручје Димитровграда), а најизраженији раст имају Палић, Зајечар, Неготин и Сјеница. Скраћивањем периода интензитет тренда се значајно повећава.

Пре било каквог тумачења резултата, неопходно је проверити статистичку сигнификантност линеарног тренда средње годишње температуре ваздуха и температуре ваздуха у вегетационом периоду у Србији за период 1949-2010. година (низ од 62 године). Коришћен је тест независности два статистичка обележја (**t тест**) по формули:

$$t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}}$$

На основу коефицијента детерминације (R^2) и степена слободе одређена је стварна вредност **t теста**. На основу степена слободе (n-2) и одговарајућег нивоа ризика 0,05 и 0,01 одређене су критичне вредности **t теста**. За степен слободе 60 (n-2 елемената), критичне вредности t теста су:

$$t_{(60; 0,05)} = 2,00$$

$$t_{(60; 0,01)} = 2,66$$

Поређењем стварне и критичне вредности t теста утврђена је статистичка сигнификантност линеарног тренда средње годишње и температуре ваздуха у вегетационом периоду у Србији у периоду 1949-2010. година. Подаци за тренд промена средње годишње и температуре ваздуха у вегетационом периоду са статистичком значајношћу дати су у табели 22.

Табела 22: Тренд промена средње годишње и температуре ваздуха у вегетационом периоду у Србији у периоду 1949-2010. година (°C/год)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд промена средње годишње температуре ваздуха °C/год.		Тренд промена температуре ваздуха у вегетационом периоду °C/год.	
Појас 0-200 m н.в.					
Неготин	42	0,021	**	0,021	**
Зрењанин	80	0,016	**	0,013	
Велико Градиште	80	0,007		0,007	
Кикинда	81	0,015	**	0,015	*
Сремска Митровица	82	0,011	*	0,010	
Вршац	84	0,016	**	0,012	
Нови Сад	86	0,014	**	0,011	
Сомбор	87	0,015	**	0,016	*
Банатски Карловац	89	0,012	*	0,011	
Палић	102	0,018	**	0,021	**
Лозница	121	0,023	**	0,025	**
Смедеревска Паланка	121	0,011	*	0,011	
Туприја	123	0,003		0,002	
Београд	132	0,020	**	0,020	**
Зајечар	144	0,015	**	0,014	*
Крушевац	166	0,012	*	0,011	

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд промена средње годишње температуре ваздуха °C/год.		Тренд промена температуре ваздуха у вегетационом периоду °C/год.	
Ваљево	176	0,016	**	0,018	**
Крагујевац	185	0,013	*	0,013	*
Појас 200-500 m н.в.					
Ниш	204	0,009		0,009	
Краљево	215	0,010	*	0,008	
Лесковац	230	-0,000		0,001	
Пожега	310	0,016	**	0,021	**
Куршумлија	383	-0,003		-0,009	
Врање	432	0,004		0,005	
Димитровград	450	0,000		0,001	
Појас 500-1.000 m н.в.					
Нови Пазар	545	0,017	**	0,016	*
Трговиште	600	0,011	*	0,014	*
Рудник	700	0,024	*	0,028	*
Појас изнад 1.000 m н.в.					
Златибор	1.028	0,014	**	0,013	
Црни Врх	1.037	-0,097	**	-0,11	**
Сјеница	1.038	0,014	**	0,013	*
Копаноник	1.711	0,014	*	0,017	*

* статистички значајан тренд при вероватноћи $p = 95\%$

** статистички значајан тренд при вероватноћи $p = 99\%$

Према добијеним резултатима, тренд промена средње годишње температуре ваздуха за Србију за период 1949-2010. година (62 године) на већини метеоролошких станица је позитиван (изузетак су Куршумлија и Црни Врх).

Највећи пораст вредности линеарног тренда имају метеоролошке станице Рудник (0,024°C/год.), Лозница (0,023°C/год.), Неготин (0,021°C/год.) и Београд (0,020°C/год.), при чему је вредност тренда за подручје Рудника статистички значајна при вероватноћи 95%, а за остале метеоролошке станице вредности тренда промена статистички су значајне при вероватноћи 99%.

Приметно је и постојање територијалне уједначености тренда промена. Тако на пример, на подручју Војводине вредности тренда промена средње годишње температуре крећу се у распону од 0,011°C годишње (МС Сремска Митровица), до 0,018°C годишње (МС Палић), при чему су вредности тренда статистички значајне при вероватноћи 95% за подручје Сремске Митровице и Банатског Карловца, а за остале метеоролошке станице у Војводини вредности тренда промена статистички су значајне при вероватноћи 99%.

Уједначеност је приметна и у висинском појасу изнад 1.000 m (осим МС Црни Врх -0,097), а вредност тренда износи 0,014°C годишње, са статистичком

значајношћу од 99% за све станице, изузев МС Копаоник, где је вредност тренда промена средње годишње температуре статистички значајна при вероватноћи 95%.

Негативан или минимално изражен позитиван тренд промена средње температуре ваздуха одликује југоисток Србије (Лесковац $-0,00^{\circ}\text{C}/\text{год.}$, Димитровград $0,000^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), подручја дуж долина Јужне и Велике Мораве (Врање $0,003^{\circ}\text{C}/\text{год.}$, Ниш $0,009^{\circ}\text{C}/\text{год.}$, Ћуприја $0,003^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), до Великог Градишта ($0,007^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), али вредности тренда промена ни на једној метеоролошкој станици нису статистички сигнификантне.

Када је у питању тренд промена температуре ваздуха током вегетационог периода за Србију за период 1949-2010. година (62 године), према добијеним резултатима, тренд промена на већини метеоролошких станица је позитиван (изузетак су Куршумлија и Црни Врх).

Највећи пораст вредности линеарног тренда имају метеоролошке станице Рудник ($0,028^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), Лозница ($0,025^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), Неготин ($0,021^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), Палић ($0,021^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), Пожега ($0,021^{\circ}\text{C}/\text{год.}$) и Београд ($0,020^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), при чему је вредност тренда за подручје Рудника статистички значајна при вероватноћи 95%, а за остале метеоролошке станице вредности тренда промена статистички су значајне при вероватноћи 99%.

Као код тренда промена средње годишње температуре, тако је и код тренда промена температуре ваздуха у вегетационом периоду приметно постојање територијалне уједначености. На подручју Војводине (изузетак је Палић) вредности тренда промена температуре ваздуха у вегетационом периоду крећу се у распону од $0,010^{\circ}\text{C}$ годишње (МС Сремска Митровица), до $0,016^{\circ}\text{C}$ годишње (МС Сомбор), при чему су вредности тренда статистички значајне при вероватноћи 95% за подручје Кикинде и Сомбора, а за остале метеоролошке станице вредности тренда промена нису статистички значајне.

Уједначеност је приметна и у висинским појасевима 500-1.000 m н.в. и изнад 1.000 m (осим МС Рудник и МС Црни Врх), а вредности тренда се крећу у распону од $0,013^{\circ}\text{C}$ годишње (МС Златибор и МС Сјеница), до $0,017^{\circ}\text{C}$ годишње (МС Копаоник), са статистичком значајношћу од 95% за подручје Сјенице, Трговишта ($0,014^{\circ}\text{C}/\text{год.}$), Новог Пазара ($0,016^{\circ}\text{C}/\text{год.}$) и Копаоника, док за

подручје Златибора вредност тренда промена температуре ваздуха у вегетационом периоду није статистички значајна.

Негативан тренд промена температуре ваздуха у вегетационом периоду имају Куршумлија ($-0,009^{\circ}\text{C}/\text{год}$) и Црни Врх ($-0,11^{\circ}\text{C}/\text{год}$), при чему је вредност тренда промена на подручју МС Црни Врх статистички значајна при вероватноћи 99%, док вредност тренда промена на подручју Куршумлије није статистички значајна.

Минимално изражен позитиван тренд промена температуре ваздуха у вегетационом периоду карактеристичан је за југоисток Србије (Лесковац $0,001^{\circ}\text{C}/\text{год}$., Димитровград $0,001^{\circ}\text{C}/\text{год}$.), подручја дуж долина Јужне и Велике Мораве (Враће $0,005^{\circ}\text{C}/\text{год}$., Ниш $0,009^{\circ}\text{C}/\text{год}$., Ћуприја $0,002^{\circ}\text{C}/\text{год}$.) до Великог Градишта ($0,007^{\circ}\text{C}/\text{год}$.), али вредности тренда промена ни на једној метеоролошкој станици нису статистички сигнификантне.

За биљни свет јако су важни и дани са **екстремним вредностима температуре ваздуха**. Минимална и максимална температура ваздуха читава се у 21h и бележи за тај дан. Апсолутни максимум је показатељ о највишим температурама, а апсолутни минимум показатељ о најнижим температурама које су се јавиле у одређеном дану неке године. Од почетка мерења до данас, најнижа температура ваздуха у Србији измерена је 26.01.2006. године у месту Карајукића Бунари на Пештерској висоравни ($-39,5^{\circ}\text{C}$), а највиша 24. јула 2007. године у Смедеревској Паланци ($44,9^{\circ}\text{C}$).

У истраживаном периоду (1949-2010. година), на свим метеоролошким станицама (изузев МС Палић), апсолутни максимум температуре ваздуха регистрован је 2007. године која се сматра изузетно топлом. Регистровање нових температурних рекорда је настављено и у 2008. години. Током фебруара, маја и септембра, на више метеоролошких станица, забележени су нови месечни максимуми температуре; у фебруару $25,6^{\circ}\text{C}$ – Лозница, у мају $35,7^{\circ}\text{C}$ – Зајечар, а у септембру $38,3^{\circ}\text{C}$ – Бечеј.

У табели 23 приказани су апсолутни максимуми и апсолутни минимуми температуре ваздуха у Србији, за период 1949-2010. година.

Табела 23: Апсолутни екстремни температуре ваздуха у Србији (1949-2010 год.)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Минимална температура (°C)	Месец и година са min. t	Максимална температура (°C)	Месец и година са max. t
Неготин	42	-28,5	јануар 1963.	42,6	јул 2007.
Зрењанин	80	-30,4	јануар 1963.	42,9	јул 2007.
Велико Градиште	80	-27,1	фебруар 1956.	43,6	јул 2007.
Кикинда	81	-29,8	јануар 1963.	40,0	јул 2007.
Сремска Митровица	82	-29,5	јануар 1987.	40,8	јул 2007.
Вршац	84	-32,6	јануар 1963.	42,2	јул 2007.
Нови Сад	84	-30,7	јануар 1963.	41,6	јул 2007.
Сомбор	87	-27,2	јануар 1963.	40,3	јул 2007.
Банатски Карловац	89	-23,7	јануар 1987.	41,6	јул 2007.
Палић	102	-26,7	фебруар 1954.	39,6	август 1952.
Лозница	121	-25,4	јануар 1963.	42,3	јул 2007.
Смедеревска Паланка	121	-29,9	јануар 1963.	44,9	јул 2007.
Ћуприја	123	-28,4	фебруар 1956.	44,6	јул 2007.
Београд	132	-21,0	јануар 1963.	43,6	јул 2007.
Зајечар	144	-29,0	јануар 1985.	44,7	јул 2007.
Крушевац	166	-28,5	фебруар 1956.	43,7	јул 2007.
Ваљево	174	-28,4	јануар 1963.	42,4	јул 2007.
Крагујевац	185	-27,6	јануар 1963.	43,9	јул 2007.
Појас до 200 m н.в.		-32,6	јануар 1963.	44,9	јул 2007.
Ниш	42	-23,7	јануар 1963.	44,2	јул 2007.
Краљево	80	-27,1	фебруар 1956.	43,6	јул 2007.
Лесковац	80	-30,5	јануар 1963.	43,7	јул 2007.
Пожега	81	-30,7	јануар 1985.	41,0	јул 2007.
Куршумлија	82	-25,6	јануар 1985.	42,8	јул 2007.
Врање	84	-25,0	јануар 1985.	41,6	јул 2007.
Димитровград	84	-29,3	јануар 1963.	41,4	јул 2007.
Појас 200-500 m н.в.		-30,7	јануар 1985.	44,2	јул 2007.
Нови Пазар	545	-28,5	фебруар 1956.	41,0	јул 2007.
Трговиште	600	-21,5	фебруар 1991.	40,0	јул 2007.
Рудник	700	-21,2	јануар 1963.	38,9	јул 2007.
Појас 500-1.000 m н.в.		-28,5	фебруар 1956.	41,0	јул 2007.
Златибор	1.028	-23,1	јануар 1954.	35,8	јул 2007.
Црни Врх	1.037	-23,2	јануар 2006.	36,5	јул 2007.
Сјеница	1.038	-38,0	јануар 1954.	36,2	август 2007.
Копаноник	1.711	-24,8	јануар 1968.	30,0	јул 2007.
Изнад 1.000 m н.в.		-38,0	јануар 1954.	36,5	јул 2007.
СРБИЈА min. и max. t		-38,0	јануар 1954.	44,9	јул 2007.

Вредности апсолутних минимума температуре ваздуха у Србији најниже су у јануару и фебруару и крећу се у интервалу од -21°C (у Београду) до -38°C (у Сјеници). Вредности апсолутно максималних температура ваздуха у Србији највеће су у јулу месецу, а у простору се колебају (зависно од надморске висине) и крећу у интервалу од 30°C (на Копанонику) до $44,9^{\circ}\text{C}$ (у Смедеревској Паланци).

Број дана са мразем – Према подацима РХМЗС-а, најчешћи датуми појаве првог и последњег мраза забележени у Србији су:

- ✓ најранији датум првог мраза - 20. октобар;
- ✓ најкаснији датум првог мраза - 27. децембар;
- ✓ најранији датум последњег мраза - 04. фебруар;
- ✓ најкаснији датум последњег мраза - 12. април.

Према добијеним резултатима, приказаним у табели 24, на већини истраживаних метеоролошких станица температуре испод 0°C јављају се у периоду од октобра до априла, док се у висинском појасу изнад 1.000 m н.в. мраз може јавити и у септембру и мају. Највише дана са мразем има месец јануар, а затим децембар и фебруар

Просечно годишње, у висинском појасу до 200 m н.в. најмање дана са мразем има Београд (61), а највише Зајечар (103), у појасу 200-500 m н.в. најмање дана са мразем има Ниш (78), а највише Пожега (111), док у појасу изнад 1.000 m н.в. најмање дана са мразем има Златибор (118), а највише Копаоник (149).

Када је у питању појава мраза у вегетационом периоду, мора се истаћи да је за вегетацију посебно штетно да након више топлих дана у марту (чиме је изазвано кретање вегетације) у месецу априлу дође до појаве мраза, услед чега долази до измрзавања нових избојака, тек развијених асимилационих, а код неких врста и генеративних органа. Просечно, током вегетационог периода, најмање дана са мразем имају подручја до 200 m н.в., а највише подручја преко 1.000 m.

5. Резултати истраживања

Табела 24: Просечан број дана са мразем у Србији по годишњим добима и у вегетационом периоду (1949-2010. година)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Број дана са мразем, 1949-2010. година													Бр. дана са мразем по ГД				Вегет. период	
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	П	Л	Ј	З	В.П.	В.П/Г
Неготин	42	24	18	12	1	0	0	0	0	0	3	9	19	86	13	0	11	61	1	1
Зрењанин	80	23	18	11	2	0	0	0	0	0	2	9	18	83	13	0	11	59	2	2
Велико Градиште	80	23	18	11	2	0	0	0	0	0	2	8	18	82	13	0	10	59	2	2
Кикинда	81	23	18	12	2	0	0	0	0	0	2	9	19	84	13	0	11	60	2	2
Срем. Митровица	82	23	19	11	1	0	0	0	0	0	2	8	19	84	13	0	11	61	1	2
Вршац	84	22	17	12	2	0	0	0	0	0	4	9	17	83	14	0	13	56	3	3
Нови Сад	84	23	18	11	2	0	0	0	0	0	2	9	18	83	13	0	11	59	2	2
Сомбор	87	24	19	12	2	0	0	0	0	0	3	10	19	89	14	0	13	62	2	2
Банат. Карловац	89	19	16	10	1	0	0	0	0	0	3	9	17	76	12	0	11	53	1	2
Палић	102	24	19	11	1	0	0	0	0	0	2	9	19	85	12	0	11	62	1	2
Лозница	121	21	16	9	1	0	0	0	0	0	1	7	17	73	10	0	9	55	1	1
Смед. Паланка	121	22	17	11	2	0	0	0	0	0	3	9	18	83	14	0	12	58	2	3
Ђуприја	123	24	19	13	4	0	0	0	0	0	4	10	19	93	17	0	14	62	4	4
Београд	132	19	14	7	0	0	0	0	0	0	1	5	15	61	7	0	5	48	0	1
Зајечар	144	26	21	15	3	0	0	0	0	0	4	11	22	103	19	0	15	68	4	4
Крушевац	166	24	19	12	2	0	0	0	0	0	3	10	19	89	14	0	13	62	2	3
Ваљево	174	23	18	11	2	0	0	0	0	0	3	9	19	86	13	0	12	61	2	2
Крагујевац	185	22	17	11	2	0	0	0	0	0	2	8	17	78	13	0	10	56	2	2
Појас до 200 m н.в.		23	18	11	2	0	0	0	0	0	3	9	18	83	13	0	11	59	2	2
Ниш	204	22	17	10	1	0	0	0	0	0	2	8	18	78	12	0	10	57	2	2
Краљево	215	24	18	11	2	0	0	0	0	0	3	9	19	86	13	0	12	62	2	2
Лесковац	230	24	19	12	3	0	0	0	0	0	4	11	20	93	15	0	15	63	3	3
Пожега	310	28	22	16	4	0	0	0	0	0	4	13	24	111	20	0	17	74	5	4
Куршумлија	383	21	17	12	3	0	0	0	0	0	3	10	18	84	16	0	13	55	3	4
Врање	433	24	18	12	2	0	0	0	0	0	2	10	20	88	14	0	12	62	2	2
Димитровград	450	25	20	15	3	0	0	0	0	0	3	11	21	98	19	0	14	65	4	4
Појас 200-500 m н.в.		24	19	13	3	0	0	0	0	0	3	10	20	91	15	0	13	63	3	3

5. Резултати истраживања

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Број дана са мразем, 1949-2010. година													Бр. дана са мразем по ГД				Вегет. период	
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	П	Л	Ј	З	В.П.	В.П/Г
Златибор	1.028	26	22	19	7	0	0	0	0	0	4	14	24	118	26	0	19	73	8	7
Црни Врх	1.037	26	23	21	7	1	0	0	0	0	6	17	26	125	28	0	23	74	8	6
Сјеница	1.038	28	24	23	11	2	0	0	0	2	10	18	25	145	36	0	31	77	16	11
Копаоник	1.711	26	23	24	16	4	1	0	0	2	10	18	24	149	45	1	30	73	24	16
Изнад 1.000 m н.в.		26	23	21	10	2	0	0	0	1	8	17	25	134	34	0	26	74	14	10
ПРОСЕЧНО		24	19	13	3	0	0	0	0	0	3	10	20	92	16	0	14	62	4	4

Падавине - Заједно са температурно-енергетским условима падавине представљају неопходан услов за несметан развој и раст биљака и прираст биљне масе. Уколико било који од основна три климатска фактора (инсолација, температура и падавине) није бар у потребном минимуму, биљка неће успети да опстане, што је посебно изражено у вегетационом периоду.

С обзиром на атмосферске процесе и карактеристике рељефа, на територији Србије падавине су неправилно распоређене у времену и простору. Већи део Србије има континентални режим падавина. Сувље области, са падавинама испод 600 mm, налазе се на североистоку земље, као и у долини Јужне Мораве. Области Подунавља, долине велике Мораве, Врања и Димитровграда, имају током године до 650 mm падавина. Идући на исток, у област Хомољских планина, годишње суме падавина достижу вредности близу 800 mm. Слично је и у планинским пределима на југоистоку Србије. Већа и компактнија област према западу и југозападу представља најкишовитије пределе Србије. Према Пештерској висоравни и Копаонику вредности расту до 1.000 mm годишње, а неки планински врхови на југозападу Србије имају обилније падавине и преко 1.000 mm.

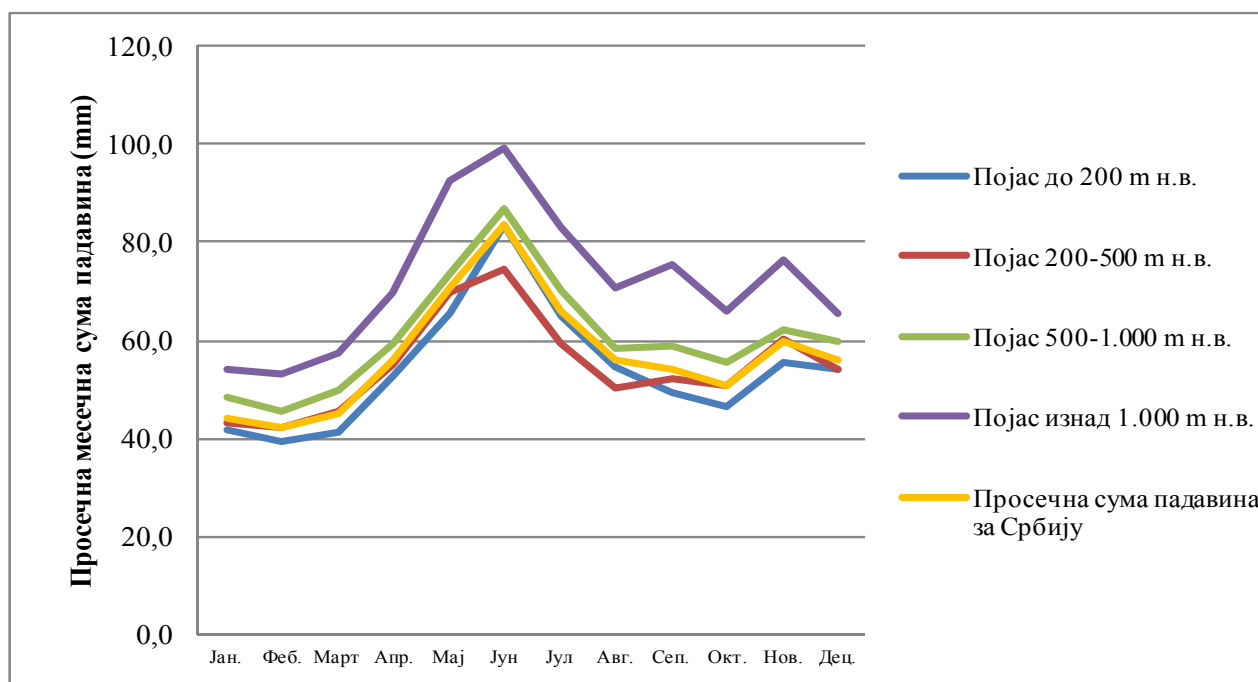
Према подацима РХМЗС–а, од кад постоје мерења па до сада, екстремни падавина у Србији су:

- ✓ **Најсушнија** је била 2000. година, када је измерено само 223,1 mm у Кикинди.
- ✓ **Најкишовитија** је била 1937. година, када је измерено чак 1.324,5 mm у Лозници.
- ✓ **Највећа месечна количина падавина** регистрована је у јуну 1954. године у Сремској Митровици, 308,9 mm.
- ✓ **Највећа дневна количина падавина** регистрована је 10. октобра 1955. године у Неготину, 211,1 mm.

Табела 25: Средње месечне и годишње суме падавина (mm) у Србији за период 1949-2010. година

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Неготин	42	46,9	47,7	50,5	58,4	62,0	66,9	49,9	39,4	44,3	54,9	68,4	62,1	651,3
Зрењанин	80	36,0	35,4	35,6	45,4	59,2	83,0	59,6	48,8	44,0	39,6	47,8	49,3	583,8
Велико Градиште	80	46,8	44,2	41,6	56,5	70,5	85,9	64,5	55,3	53,3	46,5	52,3	56,4	673,9
Кикинда	81	33,4	32,1	32,4	46,0	53,9	76,5	56,8	52,5	43,0	37,8	48,1	48,6	561,1
Сремска Митровица	82	39,9	36,3	38,7	48,7	59,7	84,5	62,9	53,9	46,8	47,1	55,6	53,2	627,4
Вршац	84	40,2	39,3	35,9	54,0	67,3	87,9	71,1	64,3	50,1	42,8	51,8	54,1	658,8
Нови Сад	84	37,7	36,0	38,3	47,8	60,4	86,9	64,9	56,6	44,5	45,3	53,4	50,9	622,6
Сомбор	87	36,0	33,2	33,5	47,8	58,5	78,2	66,5	52,4	45,8	44,1	54,4	48,5	598,9
Банатски Карловац	89	34,6	30,8	35,9	53,4	56,9	81,5	68,9	53,8	53,6	45,4	47,1	48,5	610,4
Палић	102	33,1	31,0	31,2	43,4	55,8	76,0	60,2	50,4	42,9	35,6	50,4	47,4	557,4
Лозница	121	57,2	48,6	57,0	64,2	79,4	104,8	85,6	74,1	66,4	63,1	73,7	69,1	843,1
Смедеревска Паланка	121	43,5	39,2	42,5	50,5	62,9	83,4	63,6	52,4	50,7	47,7	52,0	51,8	640,4
Ћуприја	123	45,2	44,1	42,2	57,0	73,6	81,2	61,7	46,1	52,2	46,7	54,7	55,5	660,1
Београд	132	47,7	43,2	46,9	55,4	68,0	97,7	68,3	54,2	53,4	46,1	56,4	59,2	696,4
Зајечар	144	40,8	41,5	42,5	54,7	65,2	65,1	56,2	43,5	42,8	47,7	57,8	53,9	611,6
Крушевац	166	42,6	39,3	44,4	55,9	72,5	78,0	61,3	49,2	47,3	47,4	58,1	53,5	649,4
Ваљево	174	48,9	45,2	54,4	60,6	81,6	103,4	78,8	71,7	61,6	58,7	62,6	60,8	788,4
Крагујевац	185	40,1	37,5	41,6	51,9	68,5	79,0	66,7	56,3	49,3	44,3	49,2	47,5	631,9
Појас до 200 m н.в.		41,7	39,1	41,4	52,9	65,3	83,3	64,9	54,2	49,6	46,7	55,2	53,9	648,2
Ниш	204	39,7	38,9	41,6	52,8	62,9	63,0	43,8	44,3	47,9	44,6	57,4	53,5	590,2
Краљево	215	49,1	46,4	51,9	60,4	83,7	91,0	78,8	63,6	59,5	54,9	59,0	58,4	756,9
Лесковац	230	42,0	43,0	46,8	54,8	60,1	65,2	43,3	47,1	48,0	47,2	60,4	52,7	610,4
Пожега	310	47,0	43,2	47,9	58,6	79,3	86,5	81,2	60,2	63,7	55,3	61,6	55,6	740,1
Куршумлија	383	43,5	43,8	46,5	52,8	68,4	68,7	59,6	46,6	51,2	52,0	63,2	56,4	652,9
Врање	433	39,8	40,1	41,6	51,7	61,1	65,4	48,6	42,5	48,3	54,3	63,3	53,5	610,0
Димитровград	450	39,9	40,0	43,9	52,7	73,5	81,3	58,4	49,1	47,3	47,7	57,0	48,8	639,6
Појас 200-500 m н.в.		43,0	42,2	45,7	54,8	69,8	74,4	59,1	50,5	52,3	50,9	60,3	54,1	657,2
Нови Пазар	545	41,5	37,1	39,1	45,9	60,6	66,4	61,4	51,6	54,7	50,8	61,2	54,8	625,0
Трговиште	600	41,1	41,3	45,6	59,0	65,6	69,3	56,8	44,8	49,2	53,5	57,6	53,8	637,6
Рудник	700	62,5	57,2	62,7	73,1	92,5	125,4	94,1	79,5	73,6	62,7	67,7	70,3	921,4

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Појас 500-1.000 m н.в.		48,4	45,2	49,1	59,3	72,9	87,0	70,8	58,6	59,2	55,7	62,2	59,7	728,0
Златибор	1028	63,4	61,3	65,4	73,8	98,7	107,3	94,8	76,9	90,8	76,4	86,5	76,0	971,4
Црни Врх	1037	50,9	47,0	51,2	69,9	89,9	97,8	74,3	57,6	62,6	62,3	70,2	59,1	792,8
Сјеница	1038	45,5	43,0	43,7	51,0	74,2	80,3	68,3	61,6	65,6	63,9	72,7	59,6	729,3
Копаоник	1711	56,5	60,6	69,5	85,2	107,7	112,1	94,0	86,2	82,4	61,9	76,5	67,9	960,3
Изнад 1.000 m н.в.		54,1	53,0	57,4	70,0	92,6	99,4	82,8	70,6	75,4	66,1	76,5	65,6	863,4
ПРОСЕЧНО СРБИЈА		44,2	42,1	45,1	56,0	70,3	83,6	66,3	55,7	54,2	50,9	59,6	55,9	724,2



Графикон 7: Просечне месечне суме падавина у Србији по висинским појасевима за период 1949-2010. година

Вредности средње годишње суме падавина на анализираним станицама крећу се у интервалу од 557,4 mm на Палићу, до 971,4 mm на Златибору. Најмање средње годишње количине падавина регистроване су у Војводини (Палић 557,4 mm, Кикинда 561,1 mm, Зрењанин 583,8 mm), а највеће на Златибору (971,4 mm) и Руднику (971,4 mm) (табела 25).

Најкишовитији месец у Србији је јун, са средњом месечном сумом падавина од 83,6 mm, у интервалу од 63 mm (Ниш) до 112,1 mm (Копаоник).

Најмање падавина има у месецу фебруару, просечно за Србију 42,1 mm, у интервалу од 31 mm (Банатски Карловац и Палић), до 61,3 mm на Златибору.

Годишње количине падавина у просеку расту са надморском висином. Средња годишња сума падавина у појасу до 200 m н.в. креће се у интервалу од 557,4 на Палићу до 843,1 mm у Лозници, у појасу 200-500 m н.в. креће се у интервалу од 590,2 mm у Нишу, до 756,9 mm у Краљеву, а у подручјима са надморском висином од 500-1.000 m н.в. у интервалу од 625 mm у Новом Пазару, до 921,4 mm на Руднику. Планинске области преко 1.000 m н.в. имају просечну годишњу суму падавина у интервалу од 729,3 mm (Сјеница) до 971,4 mm (Златибор).

Познато је да су падавине јако променљиве у времену и простору, тако да се месечне суме појединих месеци могу битно разликовати из године у годину. Ту променљивост падавина најбоље илуструје коефицијент варијација (табела 26). Према добијеним резултатима, може се закључити да се на највећем броју станица максимална одступања јављају у октобру (13 МС), септембру (на 11 МС) и августу (на 6 МС). Изузетак су МС Копаоник (максимално одступање јавља се у јануару) и МС Неготин (максимално одступање јавља се у августу). Код највећег броја станица (19 МС) минимална одступања јављају се у априлу, а затим у јуну (9 МС). Изузетак су МС Неготин са минималним одступањем у јануару, МС Нови Пазар са минималним одступањем у мају, МС Палић са минималним одступањем у јулу и МС Ћуприја са минималним одступањем у децембру. Максимални коефицијент варијације забележен је у Неготину у августу (94,5%), а минимални на Златибору у мају (33,9%). Висински појас од 500-1000 m н.в. карактерише највиши годишњи коефицијент варијације (30,9%), а појас од 200-500 m н.в. карактерише најнижи годишњи коефицијент варијације падавина (17,7%).

Табела 26: Коефицијент варијације падавина у Србији у периоду 1949-2010. година C_V (%)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Неготин	42	55,9	90,4	59,7	58,5	57,9	60,5	78,7	94,5	80,1	89,1	71,0	67,6	19,3
Зрењанин	80	62,7	69,8	62,8	42,9	59,1	42,3	65,6	76,9	71,8	82,2	57,4	57,6	20,7
Велико Градиште	80	60,6	64,9	63,7	50,8	57,3	61,7	67,7	77,4	66,0	85,1	56,1	52,3	20,2
Кикинда	81	61,7	75,8	60,8	56,0	66,2	54,2	63,8	65,6	67,6	82,4	60,4	59,0	21,5
Сремска Митровица	82	57,1	71,2	58,4	44,7	58,0	53,3	61,5	69,4	63,5	78,0	46,3	53,6	19,7
Вршац	84	64,7	66,1	57,9	49,1	61,5	49,7	67,9	72,0	74,3	81,4	52,1	57,7	20,8
Нови Сад	84	59,5	70,9	62,2	52,2	54,6	49,3	71,0	67,8	68,3	82,6	57,8	61,4	23,9
Сомбор	87	63,8	64,7	56,4	51,1	62,8	60,3	58,3	68,0	69,7	81,3	57,2	53,8	20,8
Банатски Карловац	89	57,9	66,9	59,4	41,0	60,9	45,5	76,3	65,3	64,6	78,9	51,4	56,1	22,9
Палић	102	61,7	69,0	61,2	55,0	58,7	58,3	50,6	57,3	68,1	84,9	63,9	59,0	21,3
Лозница	121	45,6	56,0	59,0	39,2	53,6	42,2	63,3	67,0	62,5	70,5	43,1	46,3	14,8
Смед. Паланка	121	52,9	61,0	62,2	50,7	54,3	49,0	68,2	67,0	67,9	68,5	49,5	53,6	17,6
Ђуприја	123	54,3	57,0	59,3	49,6	60,6	53,9	65,6	73,3	70,8	69,5	52,8	48,4	18,1
Београд	132	57,8	69,4	65,1	46,2	59,6	51,5	67,8	70,2	66,5	81,9	47,8	56,9	19,0
Зајечар	144	53,8	73,1	58,9	45,6	58,7	43,4	75,8	93,1	76,9	73,0	61,8	57,1	19,4
Крушевац	166	60,3	59,7	60,9	48,9	62,0	52,9	75,6	68,8	71,1	66,1	61,5	51,5	20,4
Ваљево	174	49,3	52,8	56,5	40,8	53,0	45,6	60,1	63,0	62,3	74,4	45,0	46,9	16,5
Крагујевац	185	56,8	63,7	62,7	51,3	56,4	46,2	75,5	77,0	63,0	67,1	53,6	54,6	17,9
Појас до 200 m н.в.		57,6	66,8	60,4	48,5	58,6	51,1	67,4	71,9	68,6	77,6	54,9	55,2	19,7
Ниш	204	55,4	57,4	57,3	45,7	49,8	54,9	71,8	68,4	81,1	72,0	60,0	51,6	16,6
Краљево	215	55,2	56,5	57,6	47,5	51,8	47,1	57,9	63,1	67,4	62,7	55,7	50,6	17,1
Лесковац	230	64,6	62,8	61,2	50,5	55,5	61,6	70,6	80,1	77,3	71,4	59,4	54,4	20,9
Пожега	310	65,2	59,6	52,3	44,0	45,2	44,5	53,9	67,1	60,3	65,3	51,2	46,8	14,5
Куршумлија	383	56,2	62,5	56,1	46,2	48,0	56,9	70,3	67,8	68,4	67,4	63,3	50,6	18,5
Врање	433	62,1	56,9	64,0	44,2	47,2	59,1	71,0	74,1	83,8	62,7	59,6	49,9	18,8
Димитровград	450	64,9	54,4	55,5	43,5	48,2	50,6	62,3	70,3	75,8	71,5	59,8	54,8	17,4
Појас 200-500 m н.в.		60,5	58,6	57,7	45,9	49,4	53,5	65,4	70,1	73,4	67,6	58,4	51,2	17,7
Нови Пазар	545	61,8	57,9	61,0	61,0	44,1	46,9	61,7	64,0	70,5	64,0	59,8	49,9	18,2
Трговиште	600	64,6	57,8	62,2	52,5	54,4	59,7	72,0	71,0	75,0	69,8	59,8	56,1	36,9

5. Резултати истраживања

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.
Рудник	700	59,0	51,8	61,1	49,0	54,3	55,1	73,3	68,0	80,4	66,3	53,7	53,6	37,6
Појас 500-1.000 m н.в.		61,8	55,8	61,4	54,2	50,9	53,9	69,0	67,7	75,3	66,7	57,8	53,2	30,9
Златибор	1.028	54,5	49,0	52,1	43,7	33,9	43,9	48,9	55,2	58,9	56,1	44,1	42,2	15,0
Црни Врх	1.037	51,8	58,4	52,7	40,7	49,2	61,7	68,5	69,5	69,5	68,0	55,8	53,2	18,0
Сјеница	1.038	63,0	59,9	53,5	48,7	42,2	45,7	64,6	62,3	65,3	64,3	48,2	51,2	17,8
Копоник	1.711	65,7	44,4	44,3	41,4	42,8	48,2	51,0	63,2	64,7	64,9	63,0	53,1	24,1
Појас изнад 1.000 m н.в.		58,8	52,9	50,7	43,6	42,0	49,9	58,3	62,6	64,6	63,3	52,8	49,9	18,7

У табели 27 приказане су средње вредности падавина у Србији у периоду 1949-2010. година, по годишњим добима и у вегетационом периоду.

Табела 27: Средње вредности падавина у Србији по годишњим добима и у вегетационом периоду (1949-2010. година)

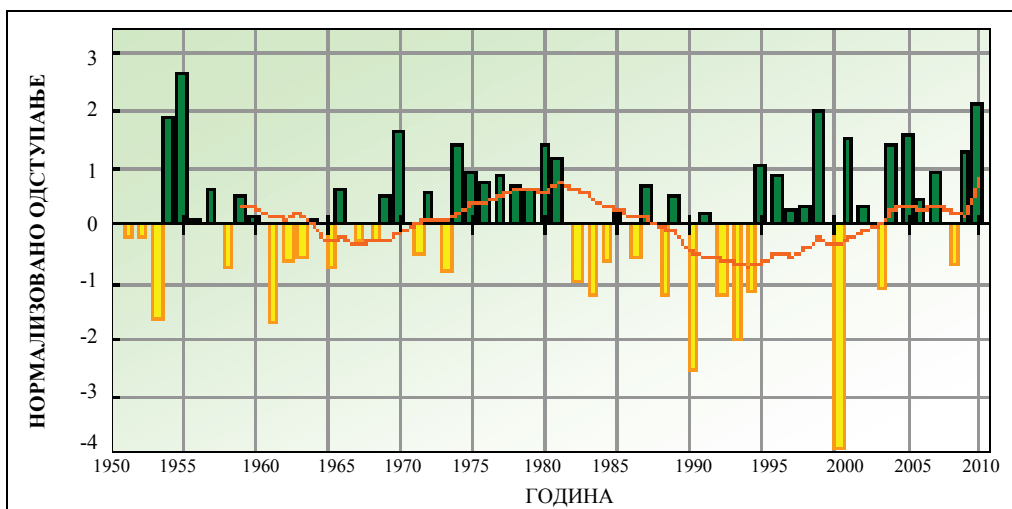
Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Сезонске вредности падавина (mm)				Год. (mm)	В.П. (mm)	ВП/Г (%)
		П	Л	Ј	З			
Неготин	42	170,9	156,2	167,7	156,6	651,4	320,8	49,3
Зрењанин	80	140,2	191,4	131,5	120,8	583,8	340,1	58,3
Велико Градиште	80	168,6	205,8	152,0	147,4	673,9	386,1	57,3
Кикинда	81	132,3	185,9	129,0	114,1	561,1	328,7	58,6
Сремска Митровица	82	147,2	201,4	149,5	129,4	627,4	356,7	56,8
Вршац	84	157,2	223,3	144,7	133,6	658,8	394,6	59,9
Нови Сад	86	146,5	208,4	143,2	124,6	622,6	361,0	58,0
Сомбор	87	139,8	197,1	144,3	117,8	598,9	349,2	58,3
Банатски Карловац	89	146,2	204,1	146,1	113,9	610,4	368,1	60,3
Палић	102	130,3	186,6	128,9	111,6	557,4	328,6	59,0
Лозница	121	200,6	264,5	203,2	174,8	843,1	474,5	56,3
Смедеревска Паланка	121	156,0	199,4	150,3	134,6	640,4	363,6	56,8
Ђуприја	123	172,8	188,9	153,5	144,9	660,1	371,7	56,3
Београд	132	170,3	220,1	155,9	150,2	696,4	396,8	57,0
Зајечар	144	162,4	164,8	148,2	136,2	611,6	327,4	53,5
Крушевац	166	172,7	188,5	152,7	135,4	649,4	364,2	56,1
Ваљево	176	196,6	254,0	183,0	154,9	788,4	457,8	58,1
Крагујевац	185	162,0	201,9	142,8	125,1	631,9	371,6	58,8
Појас до 200 m н.в.		159,6	202,3	151,5	134,8	648,2	370,1	57,1
Ниш	204	157,2	151,0	149,9	132,1	590,2	314,5	53,3
Краљево	215	196,1	233,5	173,4	153,9	756,9	437,1	57,7
Лесковац	230	161,7	155,5	155,5	137,7	610,4	318,4	52,2
Пожега	310	185,8	227,8	180,6	145,9	740,1	429,4	58,0
Куршумлија	383	167,7	175,0	166,5	143,7	652,9	347,4	53,2
Врање	432	154,4	156,4	165,9	133,3	610,0	317,5	52,0
Димитровград	450	170,1	188,7	152,0	128,7	639,6	362,2	56,6
Појас 200-500 m н.в.		170,4	184,0	163,4	139,3	657,2	360,9	54,9
Нови Пазар	545	145,5	179,4	166,7	133,4	625,0	340,5	54,5
Трговиште	600	170,1	170,9	160,3	136,2	637,6	344,7	54,1
Рудник	700	228,3	299,0	204,0	190,1	921,4	538,2	58,4
Појас 500-1.000 m н.в.		181,3	216,4	177,0	153,2	728,0	407,8	56,0
Златибор	1.028	237,8	279,1	253,8	200,7	971,4	542,4	55,8
Црни Врх	1.037	210,9	229,7	195,1	157,0	792,8	452,1	57,0
Сјеница	1.038	168,8	210,3	202,2	148,0	729,3	401,0	55,0
Кобаоник	1.711	262,4	292,3	220,8	184,9	960,3	567,6	59,1
Изнад 1.000 m н.в.		220,0	252,8	218,0	172,7	863,4	490,8	56,8
УКУПНО		171,5	205,5	164,7	142,2	683,9	386,1	56,5

Количина падавина у току вегетационог периода већа је од 50% у односу на укупну годишњу количину падавина, што је веома повољно за развој биљака. Најчешћи атмосферски талози током године су у виду кише, а затим у виду снега.

У прелазним периодима од јесени ка зими и од зиме ка пролећу пада влажан снег, који негативно утиче на зимзелене представнике дендрофлоре. Најкишовитије сезоне на свим станицама, осим Сјенице, су пролеће и лето, када падне око 60% годишњег талога.

Са порастом количине падавина, долази и до повећања прираста вегетације, а са друге стране, услед недовољне количине падавина долази до појаве суше, која може узроковати оштећења, оболевања и сушења како појединачних стабала, тако и већих површина шума.

Нормализована одступања годишњих количина падавина у Србији - Количину падавина одликује већа варијабилност од температуре, али је и поред тога уочљиво да на подручју Србије, почев од осамдесетих година прошлог века, доминирају године са дефицитом падавина. Нормализована одступања годишњих количина падавина у Србији за период 1951–2010. година, са десетогодишњим клизњаком, приказана су у графикону 8.



Извор: Извештај о стању животне средине за 2010. годину (2011)

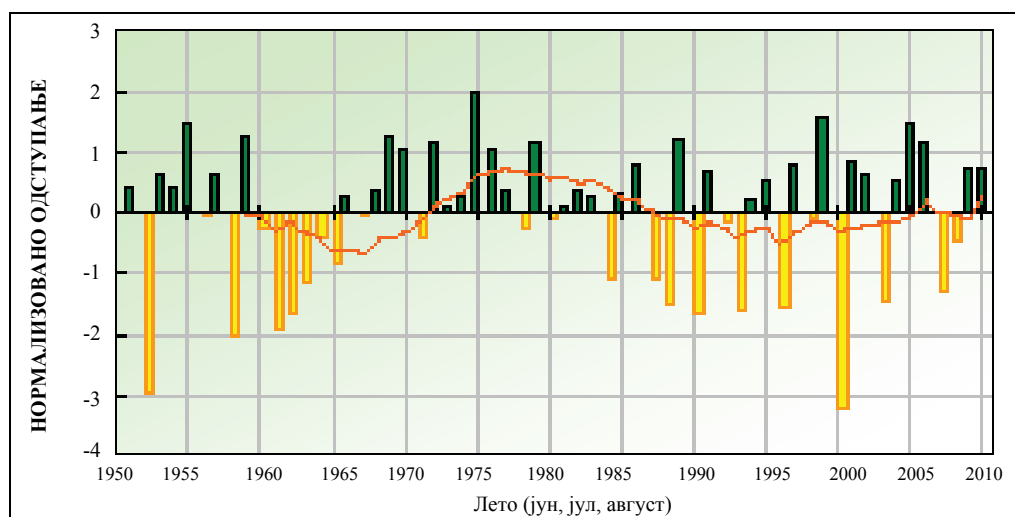
Графикон 8: *Нормализована одступања годишњих количина падавина у Србији, са десетогодишњим клизним средњаком (период 1951–2010. година)*

Током периода 1951-1970. година, годишње количине падавина у Србији у највећем броју метеоролошких станица блиске су просеку и у границама су нормале. Изражена одступања регистрована су у неколико случајева: 1955. година – као веома влажна-кишна, 1954. и 1970. година – као кишне, док су 1953. и 1961. издвојене као умерено сушне године. У периоду 1971-1981. година није било изражених одступања годишњих падавина. За овај период је карактеристична

устаљеност вредности падавина, које су веће од просека, али у границама нормале или незнатно изнад нормале. Период после 1981. године има сасвим другачије карактеристике. Од 1982. године до 2000. године интензитет негативних одступања годишњих количина падавина, односно интензитет суша, у Србији се повећава. По интензитету суше нарочито се издвајају 1990. година са веома јаком сушом, 1993. година са јаком сушом и 2000. година са екстремно јаком сушом. Период после 2000. године, у просеку, карактерише суфицит падавина у Србији. Дефицит је забележен само топле 2003. године, док су у осталим годинама падавине биле изнад просека. Кишне године, са више падавина од нормале, биле су 2001., 2004. и 2005., док је 2010. година оцењена као веома кишна година.

Према подацима из РХМЗС-а, годишње количине падавина у 2010. години су у северним крајевима Србије износиле 140-190% од нормале, а у осталим крајевима биле су нешто ниже. На пет главних метеоролошких станица (Палић, Сомбор, Нови Сад, Зрењанин и Кикинда) количине падавина у 2010. години превазишле су максималне вредности за последњих шездесет година, а на четири станице (Лозница, Ваљево, Куршумлија и Врање) забележен је секундарни максимум за исти период.

Кретање вредности летњих (јун-август) сума падавина у Србији у периоду 1951-2010. година, са десетогодишњим клизњаком приказан је на графикону 9.



Извор: Извештај о стању животне средине за 2010. годину (2011)

Графикон 9: Нормализована одступања годишњих летњих количина падавина у Србији, са десетогодишњим клизним средњаком (период 1951–2010. година)

Током летњег периода од 1951. до 1965. године било је изражених сушних лета. Екстремно сушно лето, било је 1952. године. У истом периоду издвајају се и два умерено кишна лета – 1955. и 1959. године. Период 1966-1983. година карактеришу падавине изнад просека, у границама нормале или незнатно изнад нормале, осим лета 1975. године, које је било веома кишно. У периоду после 1984. преовлађују лета која се одликују дефицитом падавина различитог интензитета. Најинтензивније летње суше биле су 2000. и 2003. године. После 1984. године, суше током лета су све јаче, а најинтензивнија је забележена 2000. године. Знатан дефицит летњих падавина забележен је 2003. и 2007. године. Интензитет редукције летњих падавина по низовима, у последњих 30-40 година, износио је више од 20% нормале за 50 година. Према Поповић, Т. et. al (2009), почетак периода раста температуре ваздуха у Србији праћен је периодом редукције годишњих сума падавина.

Тренд годишњих количина падавина у Србији – Како би израчунао тренд количина падавина у Србији, Поповић Т. (2007) је у својим истраживањима за меру тренда годишњих количина падавина узео релативну величину добијену из апсолутне вредности тренда за 50 година. Разлог за такву одлуку објашњава чињеницом да је максимална вредност нормале количине падавина у Србији скоро двоструко већа од минималне количине падавина. Уз то, расподела нормалних вредности има своје особености и зависи од периода осредњавања по времену. Из то разлога тренд падавина је изражен у процентима од нормале за период 1961-1990. година (период од 50 година).

Приказ тренда у апсолутним вредностима могао би да наведе на погрешан закључак, јер нпр. промена од 60 mm за 50 година у подручјима са годишњим просеком од 560 mm (у Кикинди) нема исти ефекат и није исто као и 60 mm за 50 година на подручју Краљева, где је годишњи просек падавина 757 mm. Према подацима Поповић Т. (2007), територијална расподела тренда годишњих количина падавина у Србији за период 1951-2005. године указује да је у већем делу централне Србије и Војводине присутан слабо изражен тренд $\pm 5\%$ нормале (табела 28).

Табела 28: Тренд годишњих количина падавина у Србији (1951-2005. год.)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд количине падавина (%Н61-90)				
		за 55 год.	за 45 год.	за 35 год.	за 25. год.	за 15 год.
		1951/2005	1961/2005	1971/2005	1981/2005	1991/2005
Неготин	42	-22,4	-13,4	-21,8	18,3	35,4
Зрењанин	80	-1,1	11,2	8,6	25,7	7,0
Велико Градиште	80	-6,1	-1,4	-7,9	17,9	14,1
Киkinда	81	-4,2	5,1	5,5	39,9	11,3
Сремска Митровица	82	-6,7	2,6	-1,0	22,6	19,9
Вршац	84	-4,6	0,5	-10,6	8,9	0,9
Нови Сад	86	9,3	24,9	36,3	52,9	10,5
Сомбор	87	4,7	11,8	17,6	47,5	17,4
Банатски Карловац	89	-4,6	-5,8	-13,0	25,9	17,7
Палић	102	8,5	11,3	14,2	41,6	22,9
Лозница	121	7,6	15,2	19,6	25,9	16,6
Смедеревска Паланка	121	3,7	11,4	-11,4	36,7	35,8
Ђуприја	123	3,2	9,8	12,2	57,8	45,2
Београд	132	-0,8	4,3	-6,8	21,7	12,4
Зајечар	144	-18,8	-12,9	-24,4	-1,2	31,2
Крушевац	166	-11,6	-4,4	-18,2	19,9	22,4
Ваљево	176	1,5	3,3	-9,5	12,8	9,9
Крагујевац	185	-0,7	1,1	-8,0	34,4	27,3
Ниш	204	-1,2	-0,7	-7,9	43,2	34,1
Краљево	215	-9,3	-2,5	-13,7	-2,6	18,3
Лесковац	230	-0,5	10,7	8,6	43,6	31,6
Пожега	310	-2,8	-0,4	-3,3	17,4	1,4
Врање	432	-17,1	-19,8	-22,5	23,2	20,9
Димитровград	450	-6,6	-7,0	0,5	49,2	30,9
Златибор	1.028	18,2	16,7	9,6	27,3	17,6
Црни Врх	1.037	-10,0	-11,3	-19,9	45,1	40,1
Сјеница	1.038	18,0	25,3	16,8	80,3	34,4
Копаник	1.711	8,7	8,4	-6,7	17,6	9,0

Извор: Поповић Т. (2007)

Према подацима Поповића (табела 28), позитиван тренд годишњих количина падавина у Србији карактеристичан је за два подручја. Прво подручје се пружа јужно од Лознице, према Тари, Златибору и Копаннику, а укључује и Пештерску висораван. У овом подручју, на потезу од Пештера ка Златибору, позитиван тренд годишњих количина падавина је и најизразитији, али не прелази 20% нормале за 50 године. Друго подручје са позитивним трендом годишњих количина падавина налази се на северу Србије и обухвата правац Нови Сад – Зрењанин – Палић – Сомбор. Интензитет пораста годишњих количина падавина у овом подручју је до 15% од нормале за 50 година. Источни и југоисточни делови Србије и околина Краљева имају негативан тренд годишњих количина падавина у односу до 15% нормале. У областима Тимочке и Неготинске крајине негативан тренд је израженији, али не прелази 25% нормале.

Као и код тренда промена средње годишње температуре и температуре ваздуха у вегетационом периоду, тако и код линеарног тренда средње годишње суме падавина и суме падавина у вегетационом периоду у Србији за период 1949-2010. година (низ од 62 године), пре тумачења резултата, неопходно је проверити статистичку сигнификантност (значајност). И у овом случају коришћен је тест независности два статистичка обележја (**t тест**) по формули:

$$t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}}$$

На основу коефицијента детерминације (R^2) и степена слободе одређена је стварна вредност **t теста**. На основу степена слободе ($n-2$) и одговарајућег нивоа ризика 0,05 и 0,01 одређене су критичне вредности **t теста**. За степен слободе 60 ($n-2$ елемената), критичне вредности **t теста** су: $t_{(60; 0,05)} = 2,00$; $t_{(60; 0,01)} = 2,66$

Поређењем стварне и критичне вредности **t теста** утврђена је статистичка сигнификантност линеарног тренда средње годишње суме падавина и суме падавина у вегетационом периоду у Србији у периоду 1949-2010. година. Подаци за тренд промена средње годишње и суме падавина у вегетационом периоду са статистичком значајношћу приказани су у табели 29.

Табела 29: Тренд промена средње годишње и суме падавина у вегетационом периоду у Србији у периоду 1949-2010. година

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд промена средње год. суме падавина (mm)	Стат. знач.	%	Тренд промена суме падавина у вег. периоду (mm)	Стат. знач.	%
Појас 0-200 m н.в.							
Неготин	42	-1,593	-	13,9	-0,106	-	2,0
Зрењанин	80	0,465	-	5,0	0,655	-	12,6
Велико Градиште	80	-0,122	-	1,1	0,121	-	1,9
Кикинда	81	0,549	-	6,2	0,791	-	15,8
Сремска Митровица	82	-0,127	-	1,2	0,233	-	4,1
Вршац	84	0,263	-	2,5	0,467	-	7,5
Нови Сад	86	1,831	-	19,7	1,583	-	30,9
Сомбор	87	1,576	-	17,5	1,307	-	25,8
Банатски Карловац	89	-0,394	-	3,7	0,233	-	3,9
Палић	102	1,826	*	22,2	1,493	*	32,2
Лозница	121	1,936	*	15,1	0,794	-	10,8
Смедеревска Паланка	121	1,055	-	10,6	0,692	-	12,3
Ђуприја	123	0,883	-	8,5	0,158	-	2,6
Београд	132	0,600	-	5,4	0,196	-	3,1
Зајечар	144	-0,659	-	6,4	-0,149	-	2,7
Крушевац	166	-0,152	-	1,4	-0,499	-	8,0
Ваљево	176	1,056	-	8,5	0,584	-	8,1

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Тренд промена средње год. суме падавина (mm)	Стат. знач.	%	Тренд промена суме падавина у вег. периоду (mm)	Стат. знач.	%
Крагујевац	185	0,467	-	4,6	0,145	-	2,4
Појас 200-500 m н.в.							
Ниш	204	0,598	-	6,4	0,481	-	9,8
Краљево	215	-0,547	-	4,3	-0,146	-	2,0
Лесковац	230	0,040	-	0,4	0,271	-	5,3
Пожега	310	-0,427	-	3,4	0,014	-	0,2
Куршумлија	383	0,402	-	3,8	0,711	-	13,3
Врање	432	-0,782	-	7,5	-0,004	-	0,1
Димитровград	450	0,483	-	4,7	0,565	-	10,0
Појас 500-1.000 m н.в.							
Нови Пазар	545	1,312	-	13,7	1,049	-	20,9
Трговиште	600	-0,928	-	8,3	0,196	-	3,1
Рудник	700	-0,451	-	2,9	0,196	-	3,1
Појас изнад 1.000 m н.в.							
Златибор	1.028	3,874	**	27,7	0,196	-	3,1
Црни Врх	1.037	0,932	-	7,4	0,994	-	14,4
Сјеница	1.038	2,311	*	21,4	1,443	*	24,7
Копаоник	1.711	1,376	-	8,9	0,088	-	10,0

- нема статистичку значајност

* статистички значајан тренд при вероватноћи $p = 95\%$

** статистички значајан тренд при вероватноћи $p = 99\%$

Према добијеним резултатима, тренд промена средње годишње суме падавина у Србији у периоду 1949-2010. година (62 године) на већини метеоролошких станица (на 21 МС) је позитиван.

Територијално посматрано, као и према резултатима Поповић, Т., 2007, позитиван тренд годишњих количина падавина у Србији карактеристичан је за два подручја. Прво подручје се налази на северу Србије и обухвата правац Палић (1,826 mm/год., кумулативно за 22,2%) – Нови Сад (1,831 mm/год., кумулативно за 19,7%) – Сомбор (1,576 mm/год., кумулативно 17,5%).

Друго подручје се пружа јужно од Лознице (1,936 mm/год., кумулативно за 15,1%), преко Златибора (3,874 mm/год., кумулативно за 27,7%) до Копаоника (1,376 mm/год., кумулативно за 8,9%), укључујући Нови Пазар (1,312 mm/год., кумулативно за 13,7%) и Пештерску висораван (Сјеница 2,311 mm/год., кумулативно за 21,4%). Највећи пораст вредности линеарног тренда средње годишње суме падавина имају метеоролошке станице Златибор и Сјеница, при чему је вредност тренда промена за подручје Златибора статистички значајна при вероватноћи 99%, а за метеоролошку станицу Сјеница статистички значајна при вероватноћи 95%. Вредности тренда статистички су значајне при вероватноћи

95%, још једино за подручје Палића и Лознице, док за остале метеоролошке станице вредности тренда промена нису статистички сигнификантне.

У посматраном периоду дошло је до смањења количине падавина на 11 метеоролошких станица, при чему по линији тренда кумулативно највише у Неготинској и Тимочкој крајини (у Неготину за 13,9%, у Зајечару за 6,4%), Врању (за 7,5%) и Трговишту (за 8,3%). Израженији негативан тренд средњих годишњих сума падавина имају још и метеоролошке станице Краљево (по линији тренда кумулативно смањење за 4,3%), Пожега (по линији тренда кумулативно смањење за 3,4%) и Рудник (по линији тренда кумулативно смањење за 2,9%). Негативне вредности тренда статистички нису сигнификантне ни на једној метеоролошкој станици.

Тренд промена количине падавина током вегетационог периода, према добијеним резултатима, на већини метеоролошких станица је позитиван (на 27 МС).

Највећи пораст вредности линеарног тренда имају метеоролошке станице на северу Србије: Палић (1,493 mm/год., кумулативно за 32,2%), Нови Сад (1,583 mm/год., кумулативно за 30,9%), Сомбор (1,307 mm/год., кумулативно 25,8%). Значајнији пораст вредности количине падавина у вегетационом периоду карактерише још подручје Сјенице (1,443 mm/год., кумулативно 24,7%) и Новог Пазара (1,049 mm/год., кумулативно 20,9%).

Негативан тренд промена средње суме падавина у вегетационом периоду имају метеоролошке станице у долини Западне Мораве: Крушевац (-0,499 mm/год., кумулативно за 8,0%) и Краљево (-0,146 mm/год., кумулативно за 2,0%) и у источним и југоисточним деловима Србије: Неготин (-0,106 mm/год., кумулативно за 2,0%), Зајечар (-0,149 mm/год., кумулативно за 2,7%) и Врање (-0,004 mm/год., кумулативно за 0,1%).

Вредности тренда промена средње суме падавина у вегетационом периоду статистички су значајне само за подручје Палића и Сјенице (при вероватноћи 95%), док за остале метеоролошке станице вредности тренда промена нису статистички сигнификантне.

Број дана са снежним покривачем - Као дан са снежним покривачем сматра се онај када је у било ком делу дана бар половина тла покривена снегом. Висина снежног покривача мери се сваког дана док снежни покривач постоји и изражава се у сантиметрима.

Појава снежног покривача у Србији карактеристична је за период од новембра до марта. На планинама изнад 1.000 m може га бити и у октобру и у априлу месецу. Највећи број дана са снежним покривачем је у јануару, када се у просеку јавља 30-40% од укупног годишњег броја.

Просечно годишње, највише дана са снежним покривачем имају Црни Врх (116) и Копаоник (111), а најмање Вршац и Банатски Карловац (27). Сезонски, највише дана у току зиме имају Црни Врх (77) и Златибор (69). У вегетационом периоду, у подручјима до 500 m н.в. нема дана са снежним покривачем, док у појасу изнад 1.000 m н.в. најмање дана са снежним покривачем има Сјеница (3), а највише Копаоник (18).

Просечан месечни број дана са снежним покривачем у Србији (период 1949-2010. година), сезонски и у вегетационом периоду приказан је у табели 30.

Табела 30: Просечан број дана са снежним покривачем у Србији (период 1949-2010. година)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Број дана са снежним покривачем												Годишње доба				Вег. период		
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	П	Л	Ј	З	В.П.	В.П/Г
Неготин	42	16	11	6	0	0	0	0	0	0	0	2	10	45	6	0	2	37	0	0
Зрењанин	80	12	8	3	0	0	0	0	0	0	0	1	7	31	3	0	1	27	0	0
Велико Градиште	80	12	10	3	0	0	0	0	0	0	0	1	8	34	3	0	1	30	0	0
Кикинда	81	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	1	8	33	3	0	1	28	0	0
Сремска Митровица	82	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	1	7	32	3	0	1	28	0	0
Вршац	84	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1	6	27	3	0	1	23	0	0
Нови Сад	84	13	10	3	0	0	0	0	0	0	0	2	7	36	3	0	2	30	0	0
Сомбор	87	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	2	7	34	4	0	2	29	0	0
Банатски Карловац	89	9	7	2	0	0	0	0	0	0	0	1	7	27	2	0	1	24	0	0
Палић	102	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	1	7	32	3	0	1	27	0	0
Лозница	121	14	10	4	0	0	0	0	0	0	0	2	9	40	4	0	2	34	0	0
Смедеревска Паланка	121	13	9	4	0	0	0	0	0	0	0	2	9	37	4	0	2	31	0	0
Ђуприја	123	14	10	4	0	0	0	0	0	0	0	3	11	41	4	0	3	35	0	0
Београд	132	13	9	3	0	0	0	0	0	0	0	2	8	36	3	0	2	31	0	0
Зајечар	144	17	12	6	0	0	0	0	0	0	0	2	10	46	6	0	2	38	0	0
Крушевац	166	14	9	4	0	0	0	0	0	0	0	3	10	39	4	0	3	33	0	0
Ваљево	174	13	10	4	0	0	0	0	0	0	0	2	9	38	4	0	2	32	0	1
Крагујевац	185	12	9	4	0	0	0	0	0	0	0	2	9	36	4	0	2	30	0	0
Појас до 200 m н.в.		13	9	4	0	0	0	0	0	0	0	2	8	36	4	0	2	30	0	0
Ниш	204	13	9	3	0	0	0	0	0	0	0	2	9	36	4	0	2	30	0	0
Краљево	215	15	10	4	0	0	0	0	0	0	0	3	11	43	4	0	3	35	0	1
Лесковац	230	12	10	4	0	0	0	0	0	0	0	3	10	40	4	0	3	33	0	0
Пожега	310	20	14	5	0	0	0	0	0	0	0	4	14	57	5	0	4	48	0	1
Куршумлија	383	12	8	3	0	0	0	0	0	0	0	3	9	36	4	0	3	30	0	1
Врање	433	12	9	3	0	0	0	0	0	0	0	2	8	35	4	0	2	29	0	1
Димитровград	450	16	12	5	0	0	0	0	0	0	0	4	10	48	6	0	4	38	0	1
Појас 200-500 m н.в.		14	10	4	0	0	0	0	0	0	0	3	10	42	4	0	3	35	0	1
Златибор	1.028	26	22	18	5	0	0	0	0	0	2	9	20	102	23	0	11	69	5	5
Црни Врх	1.037	27	24	21	5	0	0	0	0	0	2	11	25	116	26	0	13	77	5	5

5. Резултати истраживања

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Број дана са снежним покривачем													Годишње доба				Вег. период	
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	П	Л	Ј	З	В.П.	В.П/Г
Сјеница	1.038	26	22	15	3	0	0	0	0	0	1	7	19	93	19	0	8	66	3	3
Копаоник	1.711	22	20	21	15	3	0	0	0	0	2	9	19	111	38	0	12	60	18	16
Изнад 1.000 m н.в.		25	22	19	7	1	0	0	0	0	2	9	21	105	27	0	11	68	8	8
ПРОСЕЧНО		15	11	6	1	0	0	0	0	0	0	3	10	46	7	0	3	36	1	2

Влажност ваздуха се сматра најважнијом хигричном карактеристиком ваздушних маса, јер повезује енергетско-температурне карактеристике ваздуха са процесом сублимације и кондензације водене паре у атмосфери. Има велики значај за биљке, а посебно је значајна релативна влажност (степен засићености ваздуха воденом паром), која заједно са температуром условљава испарења и потребу земљишта за водом. Релативна влага обрнуто је пропорционална температури ваздуха, што значи да са порастом температуре брже долази до засићења ваздуха паром, а затим и до кондензације. Када би ваздух достигао потпуно засићење воденом паром (100%), у атмосфери би отпочела кондензација, а процес транспирације би престао. Са друге стране када је влажност ваздуха минимална, процес транспирације се појачава. Уколико су и температуре ваздуха и земљишта високе, биљка често не може да поврати изгубљену воду што доводи до увенућа.

Иако се у току године вредности релативне влажности ваздуха веома мало колебају, оне зависе од топографских прилика, количине водене паре у ваздуху, температуре ваздуха, ветра, облачности, висине и честине падавина и др. Као критеријум класификације најчешће се користи подела према којој је ваздух:

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

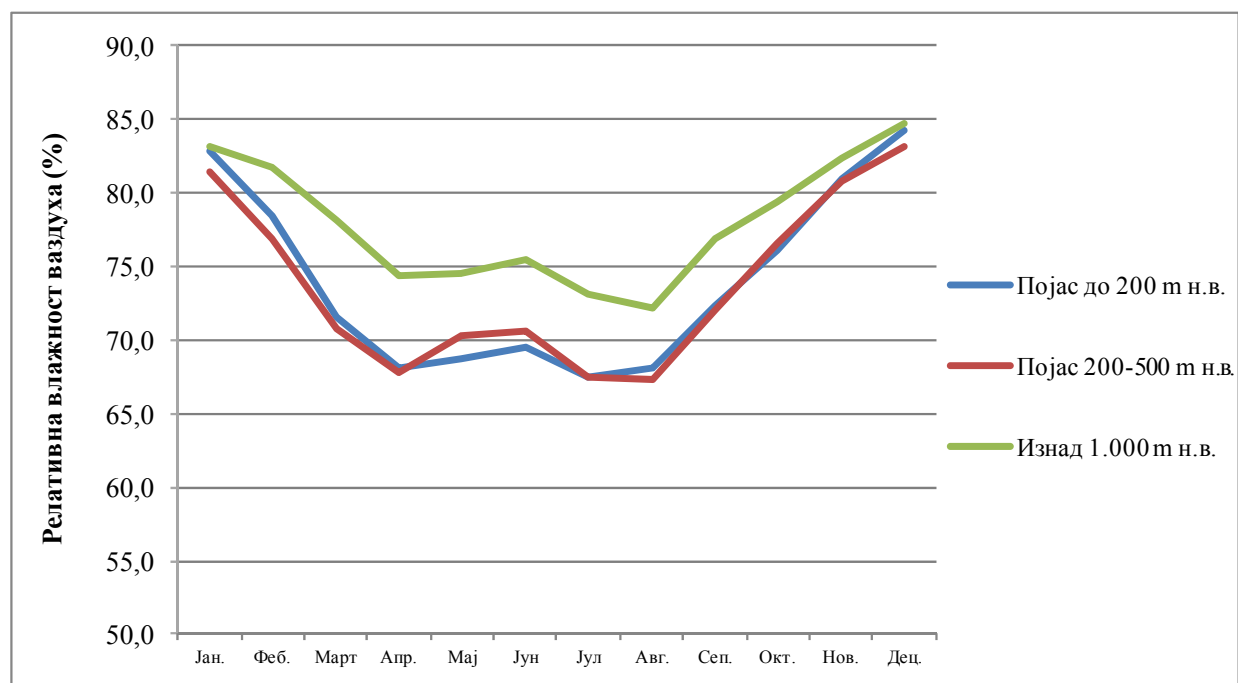
Просечне годишње вредности релативне влажности ваздуха у Србији крећу се у интервалу од 68,7% у Београду и Нишу, до 79,9% на Копаонику (табела 31).

На свим истраживаним станицама максималне просечне вредности релативне влажности ваздуха у Србији јављају се у децембру месецу. Минималну релативну влажност ваздуха у току године има Београд (61,4% у априлу), а максималну Сремска Митровица (88,2% у децембру). Просечне минималне месечне вредности релативне влажности ваздуха варирају у зависности од надморске висине, а најчешћи минимуми су у јулу и априлу. У појасу изнад 1.000 m н.в. вредности релативне влажности ваздуха минималне су у августу.

Табела 31: Месечне и годишње вредности релативне влажности ваздуха у Србији (%) у периоду 1949-2010. година

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Релативна влажност ваздуха (%)													
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	А
Неготин	42	80,9	77,5	72,2	67,3	67,1	65,5	62,0	63,5	69,1	76,6	81,5	82,9	72,2	20,9
Зрењанин	80	84,0	79,0	70,4	67,0	66,3	67,5	66,3	66,5	69,7	73,4	80,8	85,1	73,0	18,9
Велико Градиште	80	81,9	78,4	70,4	67,7	69,8	71,2	69,1	68,6	71,8	74,4	79,1	83,3	73,8	15,7
Кикинда	81	85,6	81,2	72,7	68,3	67,2	68,6	66,2	67,7	71,3	75,7	83,3	87,3	74,6	21,1
Сремска Митровица	82	86,9	82,0	74,2	70,7	70,9	73,1	72,0	72,7	76,8	79,0	84,8	88,2	77,6	17,5
Вршац	84	80,4	76,8	69,2	66,0	67,3	68,9	66,5	65,8	68,5	71,4	76,8	81,8	71,6	16,1
Нови Сад	84	85,6	80,9	72,7	68,9	68,5	70,3	68,3	68,9	72,9	76,3	83,0	86,6	75,2	18,3
Сомбор	87	84,9	80,1	73,0	68,6	67,2	68,0	67,5	69,2	73,7	76,8	83,4	86,6	74,9	19,4
Банатски Карловац	89	84,4	79,1	71,0	68,1	67,1	69,6	68,3	68,0	72,1	75,0	80,8	85,0	74,0	17,9
Палић	102	85,6	81,0	72,8	67,3	66,2	66,3	64,7	66,4	71,0	75,7	83,6	87,3	74,0	22,5
Лозница	121	83,0	78,3	72,4	69,7	71,1	72,1	70,9	72,3	77,0	80,1	82,4	84,1	76,1	14,4
Смедеревска Паланка	121	81,0	76,7	69,6	67,1	68,8	70,0	67,4	68,2	72,2	75,6	79,2	82,7	73,2	15,6
Ћуприја	123	81,8	78,0	71,8	69,0	70,8	71,7	69,6	69,4	73,7	77,1	80,1	83,4	74,7	14,4
Београд	132	78,6	73,2	64,9	61,4	62,9	64,4	62,3	62,7	67,2	71,0	76,3	80,1	68,7	18,8
Зајечар	144	80,7	77,7	73,7	70,3	71,8	71,2	67,4	68,2	73,0	78,8	82,4	83,3	74,9	15,8
Крушевац	166	84,1	80,1	74,4	71,5	73,5	73,3	71,2	70,4	74,9	78,8	82,0	85,3	76,6	15,0
Ваљево	174	82,0	77,2	71,6	69,1	70,3	71,0	68,8	70,1	74,9	78,3	80,8	83,0	74,8	14,2
Крагујевац	185	79,6	76,0	70,3	68,2	70,1	70,0	67,5	68,5	72,6	75,5	78,0	81,2	73,1	13,7
Појас до 200 m н.в.		82,8	78,5	71,5	68,1	68,7	69,6	67,6	68,2	72,3	76,1	81,0	84,3	74,1	16,7
Ниш	204	74,5	69,7	64,9	64,0	66,3	66,2	62,4	61,9	65,5	73,1	77,9	78,4	68,7	16,5
Краљево	215	81,8	76,6	70,2	66,8	70,3	71,3	69,0	68,8	73,6	77,0	80,1	83,2	74,0	16,3
Лесковац	230	82,7	78,5	72,3	69,4	71,0	70,5	67,0	67,3	73,3	77,6	81,5	84,1	74,6	17,1
Пожега	310	85,1	80,0	74,2	70,8	73,5	74,6	73,5	74,1	78,0	80,8	84,2	86,5	77,9	15,7
Куршумлија	383	82,6	79,2	74,0	70,6	73,3	73,8	71,0	71,1	76,0	79,4	81,7	83,6	76,4	13,1
Врање	433	82,3	76,7	69,8	65,8	67,3	66,6	62,4	61,8	68,1	74,3	80,9	84,0	71,7	22,2
Димитровград	450	80,7	77,2	70,6	67,0	70,0	70,7	66,8	65,8	70,2	74,2	79,0	82,0	72,8	16,2
Појас 200-500 m н.в.		81,4	76,8	70,8	67,8	70,2	70,5	67,4	67,3	72,1	76,6	80,8	83,1	73,7	15,9
Златибор	1.028	84,0	80,7	75,4	71,1	71,9	73,7	71,8	70,3	74,7	77,8	81,5	85,2	84,0	14,9
Црни Врх	1.037	83,6	81,8	77,3	72,8	73,5	74,4	71,4	70,6	75,1	80,0	83,9	85,6	83,6	14,9

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Релативна влажност ваздуха (%)													
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	А
Сјеница	1.038	84,1	81,6	77,9	73,3	73,5	75,0	74,0	73,7	77,5	79,6	82,1	84,7	84,1	11,4
Копаноник	1.711	81,3	82,6	81,8	80,2	79,0	78,7	75,2	74,3	80,1	80,0	81,8	83,5	81,3	9,1
Изнад 1.000 m н.в.		83,2	81,7	78,1	74,4	74,5	75,5	73,1	72,2	76,9	79,3	82,3	84,7	78,0	12,5
ПРОСЕЧНО		82,5	78,5	72,2	68,8	69,9	70,6	68,2	68,5	72,9	76,6	81,1	84,0	82,5	15,8



Графикон 10: Релативна влажност ваздуха према просечним месечним вредностима, по надморским висинама у периоду 1949-2010. година

Из графикана 10 може се видети да вредност релативне влажности ваздуха у Србији од почетка године до јула и августа опада, а затим до краја године расте.

Табела 32: Релативна влажност ваздуха у Србији (%) по годишњим добима и у вегетационом периоду (1949-2010. година)

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Сезонске влажност ваздуха (%)				В.П. (%)
		П	Л	Ј	З	
Неготин	42	68,9	63,7	75,7	80,4	65,7
Зрењанин	80	67,9	66,8	74,6	82,7	67,2
Велико Градиште	80	69,3	69,6	75,1	81,2	69,7
Кикинда	81	69,4	67,5	76,8	84,7	68,2
Сремска Митровица	82	72,0	72,6	80,2	85,7	72,7
Вршац	84	67,5	67,1	72,2	79,7	67,2
Нови Сад	86	70,0	69,2	77,4	84,4	69,6
Сомбор	87	69,6	68,2	78,0	83,9	69,0
Банатски Карловац	89	68,7	68,6	75,9	82,9	68,8
Палић	102	68,8	65,8	76,7	84,6	67,0
Лозница	121	71,1	71,8	79,8	81,8	72,2
Смедеревска Паланка	121	68,5	68,5	75,6	80,1	68,9
Ђуприја	123	70,6	70,2	77,0	81,1	70,7
Београд	132	63,1	63,1	71,5	77,3	63,5
Зајечар	144	72,0	68,9	78,1	80,5	70,3
Крушевац	166	73,1	71,6	78,6	83,2	72,5
Ваљево	176	70,3	70,0	78,0	80,7	70,7
Крагујевац	185	69,5	68,7	75,3	79,0	69,5
Појас до 200 m н.в.		69,5	68,4	76,5	81,9	69,1
Ниш	204	65,1	63,5	72,2	74,2	64,4
Краљево	215	69,1	69,7	76,9	80,5	70,0
Лесковац	230	70,9	68,3	77,5	81,8	69,8
Пожега	310	72,8	74,1	81,0	83,9	74,1
Куршумлија	383	72,6	72,0	79,0	81,8	72,6
Врање	432	67,6	63,6	74,4	81,0	65,3
Димитровград	450	69,2	67,8	74,4	80,0	68,4
Појас 200-500 m н.в.		69,6	68,4	76,5	80,4	69,2
Златибор	1.028	72,8	71,9	78,0	83,3	72,2
Црни Врх	1.037	74,6	72,1	79,7	83,7	73,0
Сјеница	1.038	74,9	74,2	79,8	83,5	74,5
Копаноник	1.711	80,3	76,1	80,6	82,5	77,9
Изнад 1.000 m н.в.		75,7	73,6	74,1	76,1	74,4
Просечна влажност ваздуха		70,3	69,1	76,9	81,7	69,8

Релативна влажност ваздуха обрнуто је пропорционална температури ваздуха, па је разумљиво што зимски месеци имају највећу (81,9%; 80,4%; 76,1%), а летњи најмању (68,4%; 68,4%; 73,6%) релативну влажност ваздуха. Просечна влажност ваздуха у Србији у вегетационом периоду износи 69,8%, што представља задовољавајућу количину релативне влаге која обезбеђује нормалан раст и развој шумске вегетације.

Облачност - Спада у ред веома променљивих метеоролошких елемената, а основни чиниоци који утичу на појаву облака и степен покривености неба су општа циркулација атмосфере изазвана разним циклонским поремећајима, оријентација високих облика рељефа на правац струјања влажних ветрова и влажност тла. Представља покривеност видљивог небеског свода облацима, а изражава се у десетинама (1/10).

Из података приказаних у табели 33 и графикону 11, може се закључити да годишњи ток облачности на свим истраживаним метеоролошким станицама у Србији, показује одређене правилности. Средња месечна облачност опада од децембра до августа. У августу постиже свој минимум, а у наредним месецима се постепено повећава. Пролећни месеци имају нешто већу облачност од зимских.

Средња годишња облачност креће се у границама од 5,1 (Банатски Карловац и Копаоник) до 6,3 десетина (Пожега).

На свим станица највећа облачност је забележена у децембру, а креће се у границама од 5,4 десетине на Копаонику, до 7,7 десетина у Пожеги. Најмања облачност је у месецу августу и креће се у интервалу од 3,2 десетине у Неготину до 4,6 десетина у Сјеници.

Просечна годишња облачност по висинским појасевима износи 5,6; 5,7; 5,8 десетина (у просеку 5,6 десетина), што не представља велику вредност.

Најведрије је лето, јесен, па пролеће и зима, која је најоблачнија.

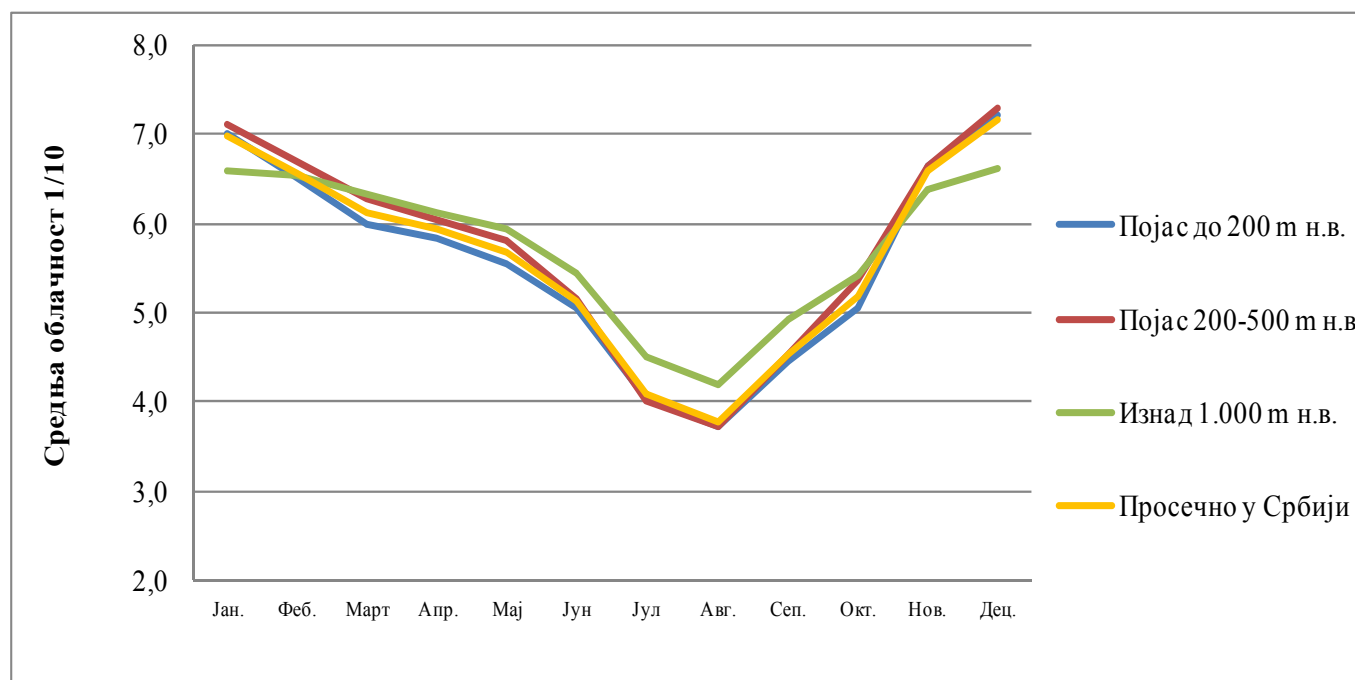
У вегетационом периоду облачност у Србији по висинским појасевима износи 4,8; 4,9; 5,2 (у просеку 4,9 десетина). Оваква расподела облачности по месецима потпуно одговара развоју биљака, јер у периоду кад се код њих одигравају животни процеси који захтевају највећу количину сунчеве светлости, ње има у довољним количинама.

Табела 33: Средње месечне и годишње вредности облачности у Србији (1/10) у периоду 1949-2010. година

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Средња месечна и годишња облачност (1/10)													А	Сезонска облачност				В.П.
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.		П	Л	Ј	З	
Неготин	42	6,8	6,4	6,1	5,6	5,3	4,6	3,5	3,2	4,1	5,2	6,8	6,9	5,4	3,7	5,7	3,8	5,4	6,7	4,4
Зрењанин	80	7,0	6,4	5,8	5,7	5,4	5,0	4,1	3,7	4,4	4,9	6,6	7,2	5,5	3,5	5,6	4,3	5,3	6,9	4,7
Велико Градиште	80	7,2	6,8	6,1	6,0	5,8	5,3	4,2	3,9	4,5	5,2	6,7	7,4	5,8	3,6	6,0	4,4	5,5	7,1	4,9
Кикинда	81	6,9	6,3	5,7	5,6	5,3	5,0	4,0	3,7	4,4	4,7	6,6	7,2	5,4	3,5	5,5	4,3	5,2	6,8	4,7
Сремска Митровица	82	7,2	6,6	6,1	6,0	5,7	5,1	4,1	3,7	4,5	5,2	6,7	7,2	5,7	3,5	5,9	4,3	5,4	7,0	4,9
Вршац	84	7,0	6,6	5,9	5,8	5,5	5,0	4,0	3,7	4,3	4,9	6,5	7,3	5,5	3,5	5,7	4,3	5,3	6,9	4,7
Нови Сад	84	7,0	6,4	5,9	5,7	5,4	5,0	4,1	3,7	4,4	4,8	6,6	7,2	5,5	3,5	5,7	4,3	5,3	6,8	4,7
Сомбор	87	7,0	6,5	5,9	5,7	5,5	5,2	4,2	3,9	4,5	4,9	6,8	7,3	5,6	3,4	5,7	4,5	5,4	6,9	4,9
Банатски Карловац	89	6,9	5,9	5,5	5,4	4,8	4,4	3,6	3,3	4,3	4,5	6,0	7,0	5,1	3,8	5,3	3,8	5,0	6,6	4,3
Палић	102	7,0	6,3	5,9	5,6	5,4	5,1	4,3	3,9	4,4	4,8	6,7	7,3	5,6	3,4	5,6	4,4	5,3	6,9	4,8
Лозница	121	7,1	6,6	6,2	6,1	5,7	5,3	4,2	4,0	4,8	5,6	6,9	7,4	5,8	3,4	6,0	4,5	5,8	7,0	5,0
Смедеревска Паланка	121	7,0	6,4	5,9	5,8	5,4	5,0	4,0	3,8	4,4	5,0	6,7	7,2	5,6	3,5	5,7	4,3	5,4	6,9	4,7
Ћуприја	123	7,1	6,7	6,2	6,0	5,8	5,1	4,1	3,6	4,4	5,2	6,6	7,3	5,7	3,7	6,0	4,3	5,4	7,0	4,8
Београд	132	6,9	6,4	5,9	5,8	5,4	4,9	4,0	3,7	4,3	4,9	6,5	7,1	5,5	3,4	5,7	4,2	5,2	6,8	4,7
Зајечар	144	7,1	6,8	6,5	6,2	5,8	4,9	3,8	3,6	4,4	5,7	7,1	7,2	5,8	3,6	6,1	4,1	5,7	7,0	4,8
Крушевац	166	7,0	6,6	6,0	5,9	5,7	5,1	4,1	3,7	4,4	5,1	6,5	7,2	5,6	3,5	5,9	4,3	5,3	6,9	4,8
Ваљево	174	7,2	6,7	6,3	6,2	6,0	5,5	4,4	4,1	4,8	5,3	6,8	7,3	5,9	3,3	6,2	4,7	5,6	7,1	5,2
Крагујевац	185	7,0	6,6	6,1	6,0	5,7	5,1	4,2	3,8	4,5	5,0	6,4	7,1	5,6	3,3	5,9	4,4	5,3	6,9	4,9
Појас до 200 m н.в.		7,0	6,5	6,0	5,8	5,5	5,0	4,0	3,7	4,4	5,1	6,6	7,2	5,6	3,5	5,8	4,3	5,4	6,9	4,8
Ниш	204	7,0	6,7	6,3	6,1	5,8	5,0	3,9	3,5	4,3	5,2	6,6	7,3	5,6	3,8	6,0	4,1	5,4	7,0	4,8
Краљево	215	7,1	6,8	6,4	6,2	6,0	5,4	4,3	4,1	4,8	5,5	6,7	7,3	5,9	3,3	6,2	4,6	5,7	7,1	5,1
Лесковац	230	7,1	6,7	6,2	6,0	5,6	5,0	3,8	3,4	4,2	5,1	6,5	7,3	5,6	3,9	6,0	4,0	5,3	7,0	4,7
Пожега	310	7,5	6,9	6,4	6,2	6,3	5,9	5,0	4,9	5,7	6,3	7,2	7,7	6,3	2,9	6,3	5,3	6,4	7,4	5,7
Куршумлија	383	6,8	6,5	6,0	5,7	5,4	4,8	3,7	3,3	4,2	5,0	6,3	6,9	5,4	3,6	5,7	3,9	5,2	6,7	4,5
Врање	433	7,3	6,7	6,4	6,1	5,9	5,0	3,7	3,5	4,3	5,3	6,8	7,4	5,7	3,9	6,1	4,1	5,4	7,1	4,8
Димитровград	450	6,9	6,6	6,2	6,0	5,6	4,8	3,7	3,4	4,1	5,1	6,4	7,0	5,5	3,7	6,0	4,0	5,2	6,9	4,6
Појас 200-500 m н.в.		7,1	6,7	6,3	6,0	5,8	5,1	4,0	3,7	4,5	5,4	6,6	7,3	5,7	3,6	6,0	4,3	5,5	7,0	4,9
Златибор	1.028	6,8	6,7	6,4	6,3	6,1	5,7	4,7	4,4	5,0	5,6	6,5	6,8	5,9	2,4	6,3	4,9	5,7	6,8	5,4
Црни Врх	1.037	7,2	7,1	6,6	6,3	6,1	5,4	4,3	4,0	4,8	5,8	7,1	7,4	6,0	3,4	6,3	4,6	5,9	7,2	5,1

5. Резултати истраживања

Метеоролошка станица	Н.В. (m)	Средња месечна и годишња облачност (1/10)														А	Сезонска облачност				В.П.
		Јан.	Феб.	Март	Апр.	Мај	Јун	Јул	Авг.	Сеп.	Окт.	Нов.	Дец.	Год.	П		Л	Ј	З		
Сјеница	1.038	6,9	6,7	6,3	6,2	6,2	5,8	4,8	4,6	5,2	5,7	6,6	7,0	6,0	2,4	6,3	5,1	5,8	6,9	5,5	
Копаоник	1.711	5,4	5,7	5,9	5,7	5,4	4,9	4,1	3,8	4,6	4,7	5,3	5,4	5,1	2,2	5,7	4,3	4,9	5,5	4,8	
Изнад 1.000 m н.в.		6,6	6,5	6,3	6,1	5,9	5,4	4,5	4,2	4,9	5,4	6,4	6,6	5,8	2,4	6,1	4,7	4,5	4,8	5,2	
ПРОСЕЧНО		7,0	6,6	6,1	5,9	5,7	5,1	4,1	3,8	4,5	5,2	6,6	7,2	5,6	3,4	5,9	4,3	5,4	6,9	4,9	



Графикон 11. Средња облачност према просечним годишњим вредностима, по надморским висинама у периоду 1949-2010. година

Ветрови - Својим дејством утичу на температуру ваздуха и земљишта, као и на исушивање земљишта, појаву и интензитет падавина.

Ветар као климатски фактор, у комплексу са другим чиниоцима, има велики значај за шумске екосистеме. Својим деловањем ветар утиче на изглед, састав и распрострањење биљака на одређеном простору. Доказано је да се на наветреним странама и гребенима виших планина, које су под непосредним утицајем ветра, најчешће јавља ниска, кржљава шума, мале производне вредности. Поједина стабла су ниска, неправилног изгледа, ретког склопа, слабог прираста и деформисане круне.

Најчешћи правци ветра на отвореним теренима поклапају се са доминантним стањима поља ваздушног притиска. У осталим случајевима струјање ваздуха се прилагођава различитим облицима терена, тако да се ваздушне масе сливају у правцу најповољнијих пролаза.

На простору Србије најпознатији и доминантни ветрови су кошава и етезија. Југоисточни ветар кошава, по просторној заступљености представља веома важан климатски елемент. Њено дејство се осећа у највећем делу Војводине, у источној Србији, Поморављу и Шумадији. Овај ветар има највећу снагу у долини Дунава (између Великог Градишта и Новог Сада) и у јужном Банату.

Кошава се јавља у два вида, као топла и хладна. Прва настаје када се источно од Србије формира поље високог, а западно, поље ниског ваздушног притиска. Ова кошава има фенска својства, те повећава температуру ваздуха. Друга, хладна кошава, дува искључиво зими када хладне ваздушне масе струје из правца југоистока, преко географског простора Србије ка циклону у западном медитерану. Кошава, у односу на остале правце, најчешће дува у Великом Градишту, Димитровграду и Београду.

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

Правци, честине и брзине ветра у Србији приказани су у табелама 34 и 35.

Табела 34: Просечне честине ветрова и тишине (‰) у Србији

Метеоролошка станица	Н. В. (m)	Период	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Неготин	42	1951-2010	37	32	37	47	59	43	26	13	11	11	17	29	71	167	71	42	287
Зрењанин	80	1951-2010	71	32	38	25	33	52	120	107	61	29	34	49	83	75	81	40	70
Велико Градиште	80	1951-2010	22	12	16	27	52	228	101	27	10	6	18	48	71	72	76	33	181
Кикинда	81	1951-2010	77	47	52	21	34	36	111	89	81	35	54	46	65	47	95	57	53
Сремска Митровица	82	1951-2010	37	20	51	77	168	49	44	12	20	13	36	41	134	74	94	34	96
Вршац	84	1951-2010	58	42	47	36	19	25	106	113	109	53	34	35	55	39	41	52	136
Нови Сад	86	1951-2010	59	19	30	21	67	90	134	31	25	13	41	46	122	73	111	36	82
Сомбор	87	1951-2010	106	32	39	26	46	48	63	43	52	35	46	37	67	41	84	83	152
Банатски Карловац	89	1986-2010	34	21	11	14	16	84	139	118	56	50	38	61	57	116	78	64	43
Палић	102	1951-2010	72	55	63	37	40	42	65	34	51	43	66	55	66	55	91	59	106
Лозница	121	1952-2010	55	22	29	20	30	10	12	7	29	26	80	52	40	25	45	34	484
Смедеревска Паланка	121	1951-2010	38	25	20	34	46	148	92	48	18	17	21	48	68	118	83	72	104
Ћуприја	123	1961-2010	27	8	5	7	22	69	95	88	54	22	9	6	11	46	116	82	333
Београд	132	1951-2010	30	38	25	23	27	126	125	92	34	29	26	73	89	95	64	50	54
Зајечар	144	1951-2010	47	60	94	51	31	15	12	13	42	67	146	78	54	37	42	26	185
Крушевац	166	1951-2010	51	35	20	44	62	40	22	42	76	29	12	13	53	34	40	45	382
Ваљево	176	1951-2010	26	16	37	38	48	22	15	7	12	8	24	68	131	54	42	16	436
Крагујевац	185	1951-2010	40	15	26	9	14	12	50	29	48	25	82	23	28	22	89	28	460
Ниш	204	1951-2010	22	13	31	79	86	42	19	14	26	16	21	17	32	45	129	68	340
Краљево	215	1951-2010	26	7	18	12	129	54	46	9	24	19	30	23	95	45	61	12	390
Лесковац	230	1961-2010	56	21	18	24	24	28	34	38	65	54	33	19	19	26	53	74	414
Пожега	310	1961-2010	40	10	30	24	50	31	33	15	13	8	19	9	35	38	103	53	489
Куршумлија	383	1961-2010	98	28	93	9	13	3	37	19	83	64	189	4	10	2	47	21	280
Врање	432	1951-2010	57	53	175	118	55	10	12	10	31	31	60	43	53	11	17	16	248
Димитровград	450	1951-2010	4	2	10	23	100	170	186	9	5	1	7	12	62	118	139	11	141
Нови Пазар	545	1952-2010	110	-	83	-	10	-	29	-	59	-	134	-	53	-	73	-	449
Рудник	700	1965-2010	165	-	129	-	65	-	89	-	95	-	165	-	136	-	132	-	24
Златибор	1.028	1951-2010	115	79	79	40	23	19	22	20	56	134	203	41	11	14	22	51	71
Црни Врх	1.037	1981-2010	4	4	4	14	56	128	113	59	42	17	15	34	156	200	102	15	37
Сјеница	1.038	1951-2010	57	40	24	19	20	47	48	35	25	39	59	39	24	64	68	71	321
Копаоник	1.711	1980-2010	73	73	75	53	86	23	31	49	103	76	106	48	37	30	48	31	58

Табела 35: Просечна брзина ветрова у Србији ($m \cdot s^{-1}$)

Метеоролошка станица	Н. В. (m)	Период	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Неготин	42	1951-2010	1,6	1,4	1,5	1,7	1,9	1,9	1,6	1,3	1,3	1,6	1,9	2,5	3,8	4,9	3,2	1,9
Зрењанин	80	1951-2010	2,9	2,2	1,9	1,5	1,8	2,4	4,0	3,8	2,7	2,2	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	2,6
Велико Градиште	80	1951-2010	1,8	1,3	1,2	1,3	1,6	4,2	3,3	2,5	1,8	1,3	1,4	1,5	1,8	2,3	2,3	2,3
Киkinda	81	1951-2010	3,1	2,9	2,1	2,1	2,1	2,7	3,3	4,0	3,2	2,6	2,4	2,8	2,6	3,0	3,0	3,2
Сремска Митровица	82	1951-2010	2,6	1,8	1,8	2,4	2,7	2,8	2,2	1,9	1,6	1,8	1,8	2,0	2,4	2,9	3,1	3,1
Вршац	84	1951-2010	2,7	2,1	2,0	1,9	1,8	6,0	9,0	6,9	3,8	2,6	2,1	2,3	2,6	2,9	2,9	2,9
Нови Сад	86	1951-2010	3,2	2,8	2,4	2,3	2,5	3,4	3,8	3,1	2,3	2,1	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,1
Сомбор	87	1951-2010	2,9	2,4	2,2	2,3	2,3	3,1	3,0	2,2	2,1	1,9	2,2	2,4	2,5	2,6	3,1	3,3
Банатски Карловац	89	1986-2010	3,1	2,1	1,8	1,8	2,5	4,1	5,3	4,5	3,9	2,7	2,7	2,9	3,0	3,3	3,3	3,4
Палић	102	1951-2010	2,7	2,4	2,2	2,0	2,0	2,4	2,8	2,8	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,7	2,9	2,8
Лозница	121	1952-2010	2,4	2,1	1,9	2,2	2,3	2,1	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,9	3,0	2,7
Смедеревска Паланка	121	1951-2010	2,3	2,0	1,9	2,4	2,8	2,9	2,9	2,7	2,1	1,8	1,7	2,0	2,4	3,0	2,7	2,6
Ђуприја	123	1961-2010	2,3	1,9	1,7	1,6	2,8	3,8	2,8	2,7	2,2	2,0	1,7	1,7	2,0	2,4	2,7	2,8
Београд	132	1951-2010	2,5	2,1	2,0	1,9	2,6	3,6	3,5	2,9	2,3	1,8	1,8	2,2	2,3	2,3	2,5	2,6
Зајечар	144	1951-2010	2,4	2,5	2,9	3,5	3,2	3,2	2,1	2,2	3,4	2,2	2,3	2,0	2,4	3,3	3,5	2,7
Крушевац	166	1951-2010	2,6	2,2	1,9	2,7	2,6	2,7	1,7	1,6	1,9	2,1	1,8	2,5	2,8	3,1	3,1	3,2
Ваљево	176	1951-2010	2,5	2,0	2,1	2,3	2,4	3,0	2,7	2,5	3,1	2,4	2,1	1,8	2,1	2,7	2,9	2,7
Крагујевац	185	1951-2010	2,3	1,9	1,7	1,7	2,1	2,7	3,1	3,4	2,5	2,0	1,8	1,7	1,7	2,3	3,1	2,6
Ниш	204	1951-2010	1,5	1,8	2,5	2,4	2,3	1,7	1,5	2,2	2,4	2,2	1,7	1,3	1,4	2,1	3,0	2,4
Краљево	215	1951-2010	2,1	1,8	2,1	2,1	4,1	4,0	3,3	2,2	2,2	1,6	1,8	1,6	2,0	2,5	2,4	2,4
Лесковац	230	1961-2010	2,7	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,7	1,9	1,7	2,0	2,4	3,1
Пожега	310	1961-2010	1,9	1,6	1,7	2,0	2,0	1,7	1,8	1,5	1,8	2,1	2,4	2,4	1,9	1,8	1,7	1,8
Куршумлија	383	1961-2010	2,1	2,2	1,7	1,7	1,6	1,8	2,2	3,3	2,9	2,3	1,5	1,3	1,1	1,3	1,5	2,6
Врање	432	1951-2010	3,9	3,2	3,3	3,9	3,2	2,1	2,1	2,3	3,0	3,3	3,5	4,0	3,8	3,3	2,7	3,2
Димитровград	450	1951-2010	2,2	1,9	2,4	2,9	2,5	2,9	2,9	2,8	2,3	1,8	2,1	2,1	2,2	3,7	4,5	3,5
Нови Пазар	545	1952-2010	2,0	-	1,9	-	1,5	-	2,5	-	1,3	-	1,5	-	1,5	-	1,6	-
Рудник	700	1965-2010	1,9	-	2,0	-	1,8	-	3,7	-	2,6	-	2,8	-	1,9	-	2,3	-
Златибор	1.028	1951-2010	2,3	2,1	1,9	2,1	1,8	2,2	2,2	2,6	5,1	4,7	3,3	2,7	1,9	1,8	1,6	1,8
Црни Врх	1.037	1981-2010	2,2	2,3	2,6	3,7	4,5	5,3	5,3	4,8	4,4	4,2	4,0	4,1	4,8	5,3	5,1	3,4
Сјеница	1.038	1951-2010	2,7	2,4	2,3	1,7	2,1	2,5	2,8	2,3	2,6	3,3	4,4	3,2	2,2	2,4	2,8	
Копаноник	1.711	1980-2010	3,9	4,3	4,0	3,6	4,0	3,5	4,6	5,4	5,2	4,7	4,1	3,5	2,9	3,2	3,5	3,5

За главне метеоролошке станице приказани су подаци о средњој честини и брзини ветра за 16 праваца, а за обичне метеоролошке станице (Нови Пазар и Рудник) за 8 праваца. На метеоролошкој станици Трговиште, ветар се уопште не мери, па ова станица није табеларно приказана.

Анализирајући просечну учесталост праваца ветра и тишина на 31 метеоролошкој станици у Србији (табела 34), може се закључити да је у току године највећа учесталост ветра из правца југоисток (на 8 МС), а затим из праваца југозапад (на 7 МС) и северозапад (на 5 МС). Великом заступљеношћу тишина одликују се добро заклоњене котлине западне (Пожега, Лозница, Ваљево), централне (Крагујевац) и југозападне Србије (Нови Пазар), док су у широко отвореним деловима Србије тишине мало заступљене (најмање тишина има Рудник, а затим Црни Врх, Банатски Карловац Кикинда, Београд и Копаоник).

Највећу просечну брзину ветра имају МС Копаоник ($5,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, правац југ-југоисток) и МС Црни Врх ($5,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, правац исток-југоисток, правац југоисток и правац север-северозапад), где су и брзине ветрова из осталих праваца веће у односу на остале анализиране метеоролошке станице (табела 35).

Руже ветрова за сваку метеоролошку станицу понаособ, дате су у Прилогу.

Хидрични биланс – Поред енергетско-температурних услова, други лимитирајући фактор у животу и расту биљака је расположива количина воде, односно хидрични биланс. Користи се за одређивање вишка и мањка воде у земљишту, као и резервне влаге у њему, а израчунат је по методи Thornthweite-a (1948), која се базира на мерењу температуре ваздуха и висине падавина. Поред ових параметара узимају се у обзир и мерни подаци о интензитету и трајању сунчевог сјаја и њихове промене у зависности од географске ширине подручја које се истражује.

Сви елементи хидричног биланса који се израчунавају методом Thornthweite-a, као функције наведених елемената, дају податке који се могу сматрати довољно реалним. Израчунавање хидричног биланса урађено је за метеоролошке станице Неготин (због најниже надморске висине и највеће годишње температурне амплитуде), Копаоник (због највише надморске висине и најмање средње температуре ваздуха и годишње температурне амплитуде) и за метеоролошке станице са климатским параметрима најближим просеку за одговарајући висински појас у којем се налазе (Крушевац, Краљево, Нови Пазар и Златибор). На основу израчунатих елемената хидричног биланса, добијају се индекс хумидности, индекс аридности и климатски индекс. Добијене вредности приказане су у табелама 36-41.

На климадијаграмима су приказана месечна кретања некориговане и кориговане потенцијалне евапотранспирације по истраживаним станицама.

Ознаке параметара у табелама:

t – температура;

i – калоријски индекс;

(PE) – некоригована потенцијална евапотранспирација;

PE – коригована потенцијална евапотранспирација;

P – падавине;

R – резерве влаге;

SE – стварна евапотранспирација;

M – мањак воде у земљишту;

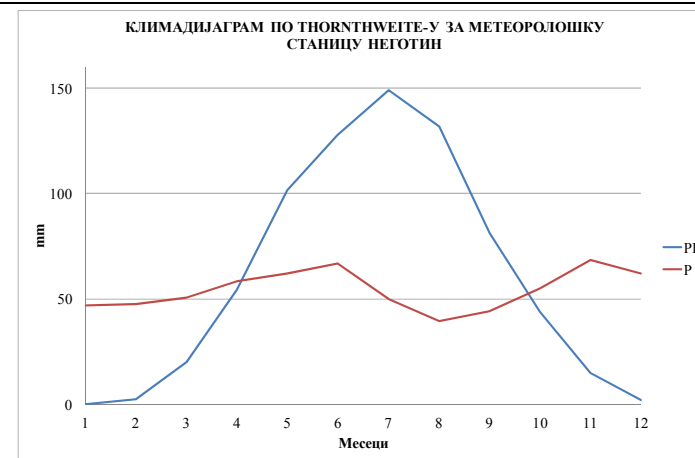
V – вишак воде у земљишту;

В.П. – вегетациони период.

5. Резултати истраживања

Табела 36: Хидрични биланс по Thornthwaite-у за метеоролошку станицу Неготин

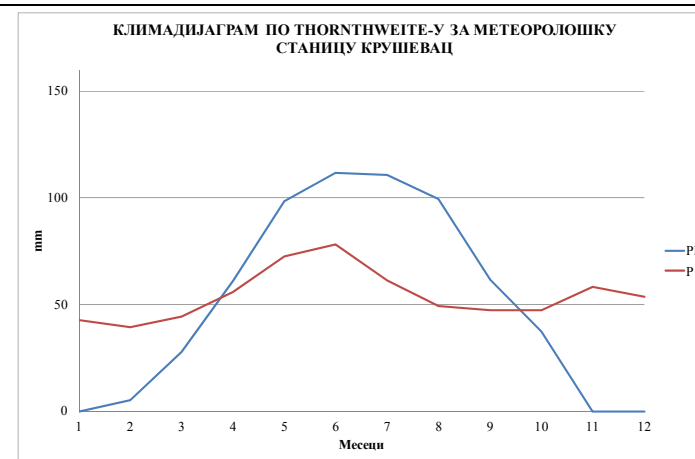
Месец	t (°C)	i	(PE)	PE	P	R	SE	M	V
I	-0,6	0,00	0	0	47	100	0	0	47
II	1,4	0,15	3	2	48	100	2	0	45
III	5,8	1,25	19	20	51	100	20	0	31
IV	12,0	3,76	48	54	58	100	54	0	4
V	17,3	6,55	77	102	62	60	102	0	0
VI	20,9	8,72	99	128	67	0	127	0	0
VII	22,8	9,95	111	149	50	0	50	99	0
VIII	22,1	9,49	106	132	39	0	39	93	0
IX	17,4	6,61	78	81	44	0	44	37	0
X	11,3	3,44	45	44	55	11	44	0	0
XI	5,8	1,25	19	15	68	65	15	0	0
XII	1,3	0,13	3	2	62	100	2	0	25
Год.	11,5	51,29		729	651		500	229	151
В.П.	18,8			646	321		417	229	4



Ин. хум. = 20,784 Ин. арид. = 31,4098 Кл. ин. = 1,93809 КЛИМА: СУБХУМИДНА ВЛАЖНИЈА - (C2)

Табела 37: Хидрични биланс по Thornthwaite-у за метеоролошку станицу Крушевац

Месец	t (°C)	i	(PE)	PE	P	R	SE	M	V
I	-0,3	0,00	0	0	43	100	0	0	43
II	1,9	0,23	5	5	39	100	5	0	34
III	6,1	1,35	21	28	44	100	28	0	17
IV	11,6	3,58	48	61	56	95	61	0	-5
V	16,4	6,04	74	98	73	69	98	0	0
VI	19,7	7,97	93	112	78	35	112	0	0
VII	21,4	9,04	103	111	61	0	96	14	0
VIII	21,1	8,85	101	99	49	0	49	50	0
IX	16,8	6,26	76	62	47	0	47	14	0
X	11,4	3,48	47	37	47	10	37	0	0
XI	6,3	1,42	22	0	58	68	0	0	0
XII	1,7	0,20	4	0	54	100	0	0	22
Год.	11,2	48,41		614	650		534	79	110
В.П.	17,8			543	364		464	79	-5

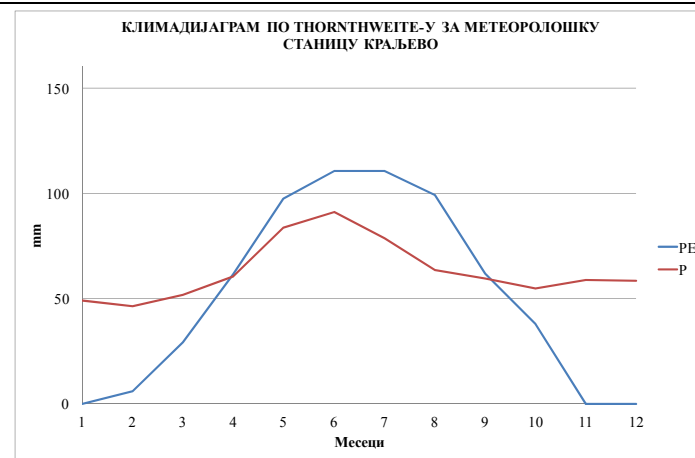


Ин. хум. = 17,8771 Ин. арид. = 12,8853 Кл. ин. = 10,1459 КЛИМА: СУБХУМИДНА ВЛАЖНИЈА - (C2)

5. Резултати истраживања

Табела 38: Хидрични биланс по Thornthwaite-у за метеоролошку станицу Краљево

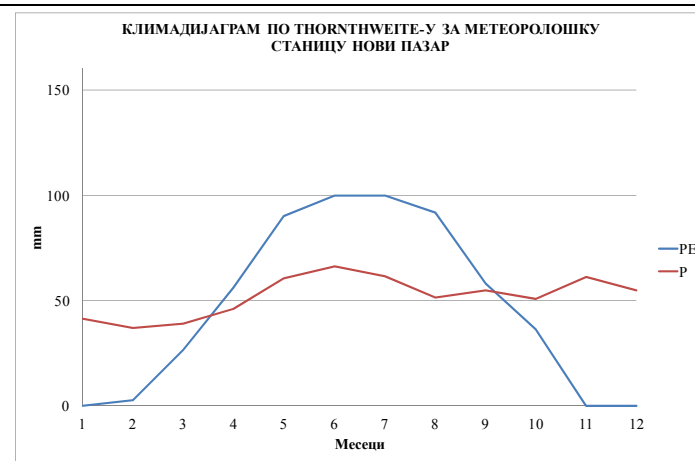
Месец	t (°C)	i	(PE)	PE	P	R	SE	M	V
I	-0,1	0,00	0	0	49	100	0	0	49
II	2,2	0,29	6	6	46	100	6	0	40
III	6,4	1,45	23	29	52	100	29	0	23
IV	11,7	3,62	48	62	60	99	62	0	-1
V	16,3	5,98	73	98	84	85	98	0	0
VI	19,6	7,91	92	111	91	65	111	0	0
VII	21,4	9,04	103	111	79	33	111	0	0
VIII	21,1	8,85	101	99	64	0	97	2	0
IX	16,9	6,32	77	62	60	0	60	3	0
X	11,6	3,58	48	38	55	17	38	0	0
XI	6,4	1,45	23	0	59	76	0	0	0
XII	1,8	0,21	5	0	58	100	0	0	34
Год.	11,3	48,70		615	757		610	5	145
В.П.	17,8			542	437		537	5	-1



Ин. хум. = 23,5515 Ин. арид. = 0,80769 Кл. ин. = 23,0669 КЛИМА: ХУМИДНА БЛАГА - (В1)

Табела 39: Хидрични биланс по Thornthwaite-у за метеоролошку станицу Нови Пазар

Месец	t (°C)	i	(PE)	PE	P	R	SE	M	V
I	-1,4	0,00	0	0	42	100	0	0	42
II	0,8	0,06	3	3	37	100	3	0	34
III	4,9	0,97	20	26	39	100	26	0	13
IV	9,7	2,73	44	56	46	90	56	0	-10
V	14,3	4,91	68	90	61	60	90	0	0
VI	17,2	6,49	83	100	66	27	100	0	0
VII	19,0	7,55	93	100	61	0	88	11	0
VIII	19,1	7,61	94	92	52	0	52	40	0
IX	15,1	5,33	72	58	55	0	55	3	0
X	10,1	2,90	46	36	51	14	36	0	0
XI	5,0	1,00	21	0	61	76	0	0	0
XII	0,3	0,01	1	0	55	100	0	0	30
Год.	9,5	39,56		561	625		506	55	109
В.П.	15,7			496	341		441	55	-10

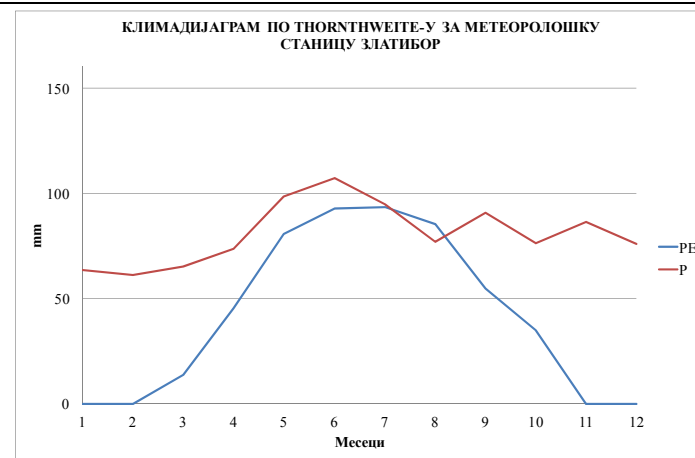


Ин. хум. = 19,3642 Ин. арид. = 9,82587 Кл. ин. = 13,4687 КЛИМА: СУБХУМИДНА ВЛАЖНИЈА - (С2)

5. Резултати истраживања

Табела 40: Хидрични биланс по Thornthwaite-у за метеоролошку станицу Златибор

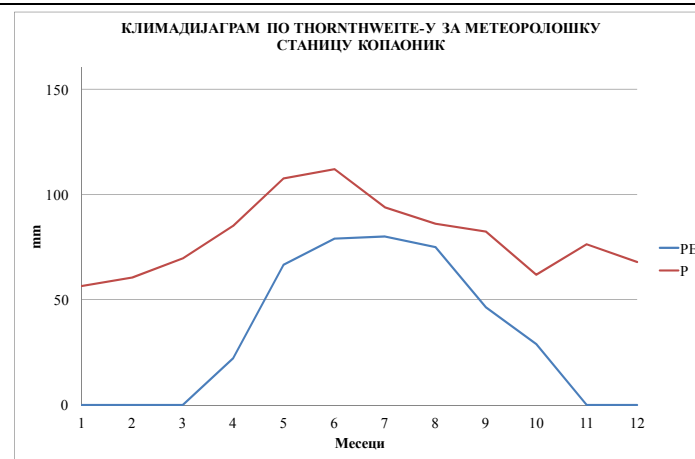
Месец	t (°C)	i	(PE)	PE	P	R	SE	M	V
I	-2,7	0,00	0	0	63	100	0	0	63
II	-1,5	0,00	0	0	61	100	0	0	61
III	2,0	0,25	10	14	65	100	14	0	52
IV	6,9	1,63	36	46	74	100	46	0	28
V	11,8	3,67	61	81	99	100	81	0	18
VI	15,1	5,33	77	93	107	100	93	0	15
VII	17,0	6,38	87	93	95	100	93	0	1
VIII	17,0	6,38	87	85	77	92	85	0	0
IX	13,2	4,35	68	55	91	100	55	0	28
X	8,5	2,23	44	35	76	100	35	0	42
XI	3,5	0,58	18	0	87	100	0	0	87
XII	-1,1	0,00	0	0	76	100	0	0	76
Год.	7,5	30,80		501	971		501	0	471
В.П.	13,5			452	542		452	0	90



Ин. хум. = 93,9905 Ин. арид. = 0 Кл. ин. = 93,9905 КЛИМА: ХУМИДНА ЈАКО - (В4)

Табела 41: Хидрични биланс по Thornthwaite-у за метеоролошку станицу Копаоник

Месец	t (°C)	i	(PE)	PE	P	R	SE	M	V
I	-4,9	0,00	0	0	57	100	0	0	57
II	-5,1	0,00	0	0	61	100	0	0	61
III	-2,6	0,00	0	0	70	100	0	0	70
IV	1,7	0,20	17	22	85	100	22	0	63
V	7,0	1,66	50	67	108	100	67	0	41
VI	10,1	2,90	66	79	112	100	79	0	33
VII	11,9	3,72	74	80	94	100	80	0	14
VIII	12,3	3,91	76	75	86	100	75	0	11
IX	8,4	2,19	57	46	82	100	46	0	36
X	4,6	0,88	36	29	62	100	29	0	33
XI	0,0	0,00	0	0	77	100	0	0	77
XII	-3,6	0,00	0	0	68	100	0	0	68
Год.	3,3	15,46		398	961		398	0	563
В.П.	8,6			369	568		369	0	199



Ин. хум. = 141,437 Ин. арид. = 0 Кл. ин. = 141,437 КЛИМА: ПЕРХУМИДНА

Из наведених параметара може се закључити да према Thornthweite-овој класификацији, метеоролошке станице Неготин (42 m н.в.), Крушевац (166 m н.в.) и Нови Пазар (545) имају субхумудну (мало влажну) климу, МС Краљево има хумидну благу климу, док планинске делове изнад 1.000 m надморске висине карактерише хумидна, јако влажна (МС Златибор) и перхумидна, веома влажна клима (МС Копаоник).

Некоригована потенцијална евапотранспирација (PE) представља количину воде која би испарила из земљишта у датим условима температуре, тј. када постигне оптималну влажност (100 mm воде до дубине од 100 cm у току целе године, односно $100 \text{ l}\cdot\text{m}^{-2}$). Пошто евапотранспирација не зависи само од енергетско-температурних карактеристика већ и од географске ширине датог подручја, врши се корекција некориговане потенцијалне евапотранспирације и добија други параметар, тзв. коригована потенцијална евапотранспирација, PE.

На истраживаним метеоролошким станицама највећу годишњу PE вредност има Неготин (729 mm), а најмању Копаоник (398 mm). У току године потенцијална евапотранспирација је мања од стварне, осим у хладнијем, зимском периоду када су вредности (PE) и PE приближно једнаке (табеле 35-40). Количина влаге која може потенцијално да евапотранспирише нешто је мања од количине воде која стварно евапотранспирише.

На МС Копаоник и Златибор нема мањка воде, а на осталим метеоролошким станицама недостатак воде у земљишту (M) јавља се у јулу, августу и септембру, са највећим вредностима у Неготину (годишње 229).

Вишак воде у земљишту (V) јавља се у хладнијем делу године. У планинским пределима максимум има месец новембар (Златибор 87 mm, Копаоник 77 mm), а у осталим метеоролошким станицама месец јануар.

У вегетационом периоду вишак воде у земљишту имају МС Копаоник (199), Златибор (90) и Неготин (4), а негативне вредности су забележене на МС Нови Пазар (-10), Крушевац (-4) и Краљево (-1).

5.8. Негативан утицај климатских промена на шумске екосистеме

Према Andrasko, K. (1990) и Botkin, D.B. et al. (1992) шумски екосистеми припадају оним природним системима за које се процењује да ће у скоро свим регионима света бити изложени негативним утицајима климатских промена, а бројне студије о глобалном загревању и потенцијалним променама температуре и влажности, указују на врло широк спектар ефеката како на шумске екосистеме у целини тако и на појединачна стабла. Промене климе, које се огледају у повећању средњих годишњих температура и смањењу количина падавина у току летњих месеци, у променама учесталости и интензитету екстремних догађаја попут суша, пожара, обилних падавина, поплава, олуја, тропских циклона и друго, имају великог утицаја на степен померања границе шумске вегетације, као и на здравствено стање и опстанак шума.

Промена вертикалне и хоризонталне зоналности вегетације има важне импликације за глобални циклус угљеника и биодиверзитет алпских станишта.

Шумска вегетација не расте у најхладнијим пределима планете, већ на великим надморским висинама и географској ширини она уступа место жбунастој вегетацији. Многе студије су показале да су климатске промене у току холоцена утицале на померање шумске границе (Pears, N.V., 1968; Kullman, 1981, 1988; Dubois & Ferguson, 1988). На пример, присуство борових иглица у тресетишту у Шкотској је показало да је шумска граница била за 200 m виша током бореала, пре 5.000-9.000 година, него што је то случај у садашњости (Pears, N.V., 1968). Процене су показале, да је у том периоду температура била за 1,4°C виша него данас. У току последњег века, температура је порасла за 0,6°C, а предвиђа се повећање од 1-5°C у следећем веку, што указује на могуће померање шумске границе за 140-700 m у следећем веку.

Једно од објашњења за изостанак дрвећа изнад шумске границе је и кратак и хладан вегетациони период, који онемогућава потпун развој кутикуле листа, услед чега су листови подложни исушивању током зиме и пролећа док је земљиште замрзнуто (Tranquillini, W., 1979). Поред тога, хладна клима редукује интензитет фотосинтезе као и стварање њених продуката. Дрвеће умереног климата показује температурни оптимум за фотосинтезу на 20°C, са незнатним смањењем интензитета на 10°C, а још увек показују позитивну стопу фотосинтезе

на 5°C. У рано пролеће или касну јесен, температуре знатно испод нуле могу оштетити механизам фотосинтезе који се задржава и до неколико дана на нижој стопи (Oquist, G., Huner, N.P.A., 1991).

Постоје најмање три фактора климатских промена на које се очекује да биљке морају да одговоре: повећање температуре ваздуха, повећана концентрација угљен-диоксида и повећана депозиција нитрата. Према Stanhill, G., Cohen, S. (2001) постоје и други фактори који нису довољно разјашњени, као што је смањена соларна радијација као последица веће облачности или присуства аеросола.

Према неким проценама у јужној Европи се очекује повећање средњих годишњих температура ваздуха за око 2°C у зимском периоду, а око 2-3°C у току лета. Такође се очекује смањење падавина у току лета од 5-15%. Овакве промене могу имати за последицу и смањење виталности шума и њихово постепено пропадање, пре свега због смањења влаге у земљишту, појаве климатских екстрема, скраћења вегетационог периода, отежане репродукције, смањења отпорности на штетне биотичке факторе, појаве епифитоција патогених гљива, најезде штетних инсеката, што може да резултира сушењем шума у ширим размерама. Посебно осетљиве и под већим степеном ризика су реликтне, ретке и угрожене шумске заједнице.

Innes, J.L. et al. (2009) идентификују следеће групе негативних утицаја глобалног загревања на шуме (табела 42).

Табела 42: *Негативни утицаји климатских промена и поремећаји у шумским екосистемима*

Поље деловања негативног утицаја	Последице/поремећаји
Шумски екосистеми	<ul style="list-style-type: none"> - Конверзија шума у зељасте енергетске плантаже. - Убрзано обешумљавање и деградација шума. - Повећано коришћење шумског дрвећа као енергента.
Биодиверзитет шумских екосистема	<ul style="list-style-type: none"> - Промене у дистрибуцији биљних и животињских заједница. - Губитак биодиверзитета. - Заузимање станишта алохтоним врстама. - Промене у систему опрашивања. - Промене у разношењу и регенерацији биљака.
Продуктивност шумских екосистема	<ul style="list-style-type: none"> - Промене у расту шума и биомасе екосистема. - Промене у односу врста/станиште. - Промене кружења азота у екосистему.

Поље деловања негативног утицаја	Последице/поремећаји
Здравствено стање шумских екосистема	<ul style="list-style-type: none"> - Повећан морталитет услед климатског стреса. - Смањење виталности и здравља шумских екосистема услед кумулативног утицаја вишеструких стресова. - Погоршавање здравља локалног становништва.
Земљиште и вода	<ul style="list-style-type: none"> - Промене у сезоналности и интензитету влажности. - Промене у режиму тока бујица. - Повећање вероватноће појаве екстремних суша. - Повећање нестабилности терена и ерозије земљишта услед повећане влажности. - Раније отапање снега које доводи до промене периода максималног тока и количине воде у потоцима.
Циклус угљеника	<ul style="list-style-type: none"> - Промене у шумским резервоарима CO₂ и повећање емисије CO₂ из шумских екосистема услед промена у расту и продуктивности шуме.
Непосредне добити од шума за људе	<ul style="list-style-type: none"> - Промене шумовитости. - Социо-економске промене. - Промене у доступности специфичних шумских производа (дрвна грађа, огревно дрво, лековите биљке, гљиве и др.).
Посредне добити од шума за људе	<ul style="list-style-type: none"> - Промене у приходима шумовласника и локалног становништва. - Социо-економске промене.

Извор: (Innes *et al.*, 2009)

5.8.1. Негативан утицај климатских промена на шумске екосистеме у Србији

Због специфичних биљно-географских односа, климатских, орографских и едафских услова, шумске фитоценозе у Србији су врло разноврсне. Према Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године (2010), у Србији је регистровано 1.200 вегетацијских заједница и 500 субасоцијација које су сврстане у 59 вегетацијских класа. Богатство разноврсности станишта на територији Србије потврђују и подаци везани за тзв. CORINE програм типизације и анализе разноврсности станишта (Coordination of Information on the Environment Habitats Codes), урађеног од стране Агенције за животну средину, Европске комисије у Копенхагену. Подаци Land Cover CLC показују да је на територији Србије могуће разликовати 29, од укупно 44 класе трећег нивоа CORINE Land Cover Nomenclature-е регистроване на територији целе Европе.

На основу анализе фитоценолошких, еколошких и биогеографских података, као и других релевантних података о природи Србије, формиран је и први интегрални Преглед станишта Србије базиран на EUNIS систему класификације станишта (http://habitat.bio.bg.ac.rs/stanista_srbije.htm). Према овој

класификацији, у Србији је издвојено 210 шумских станишта, од чега је 160 станишта широколисних листопадних шума, 32 четинарских и 18 мешовитих листопадних и четинарских шума. Посебна реткост богате шумске вегетације Србије су реликтне заједнице распрострањене у бројним рефугијумима – претежно клисурама и кањонима на кречњаку, тресавама и високопланинским областима. Према Банковић, С et al. (2009б), у Србији је издвојено 9 реликтних, 6 ендемичних, 5 ретких, 12 ретких и угрожених врста и 6 врста под ризиком. Најпознатије заједнице реликтних врста у рефугијумима Србије су шуме оморике, црног бора, ораха и копривића, полидоминантне заједнице са мечјом леском у источној Србији и заједнице црног граба на кречњачким литицама у клисурама западне Србије.

Према Медаревић, М., Банковић, С. et. al (2007) и шумске заједнице у Србији биће изложене различитим негативним утицајима, који су директна или индиректна последица промена климе. Дугорочно посматрано, очекивани негативни ефекти промена климе у Србији на шумске заједнице и врсте дрвећа, жбуње и приземну вегетацију су:

- померање граница појединих типова шума у односу на географску ширину и надморску висину;
- промена односа појединих врста дрвећа према светлости;
- другачија природна прерасподела површина типова шума у њиховом међусобном односу;
- могуће повлачење и нестајање појединих заједница;
- другачији састав појединих биљних заједница уз нестајање једних и појаву других врста у односу на спратовност и социјални положај и др.

Наведени очекивани ефекти директно ће се одразити на могућност очувања биолошке разноврсности и на потребу рационалног управљања шумским ресурсом. Такође, они директно утичу и на могућност и интензитет одрживог газдовања шумама.

На основу локације, надморске висине, величина планинских масива, климатских параметара (тип климе, излагање сунчевом сјају и микроклиматски услови) и еколошких карактеристика сваке појединачне локације и главних врста вегетације која је заступљена, Раткнић, М. и сарадници (2012) конструисали су

модел промене броја шумских станишта у Србији у зависности од пораста температуре за 1-5°C (табела 43).

Табела 43. Смањење броја шумских станишта услед промене температуре за одређени степен (1-5°C)

Шуме и шумска станишта (EUNIS класификација)	Тренутни број станишта	Број станишта при променама температуре за				
		1°C	2°C	3°C	4°C	5°C
G1 Широколисне листопадне шуме						
G1.1	11	11	11	3	2	0
G1.2	8	8	8	2	1	0
G1.4	3	3	3	0	0	0
G1.5	2	2	0	0	0	0
G1.6	25	25	25	23	18	7
G1.7	76	76	76	72	69	69
G1.8	4	4	4	4	4	4
G1.9	6	2	2	2	2	2
G1.A	24	22	21	21	21	21
G1.B	1	0	0	0	0	0
Укупно G1	160	153	150	127	117	103
G3 Четинарске шуме						
G3.1	16	15	13	12	1	0
G3.4	2	2	2	2	1	1
G3.5	9	8	8	8	8	8
G3.9	3	2	2	2	1	1
G3.E	2	1	1	0	0	0
Укупно G3	32	28	26	24	11	10
G4 Мешовите листопадне и четинарске шуме						
G4.1	2	2	1	0	0	0
G4.6	8	8	8	1	0	0
G4.7	1	0	0	0	0	0
G4.G	3	3	3	3	3	3
G4.H	4	4	4	4	0	0
Укупно G4	18	17	16	8	3	3
УКУПНО	210	198	192	159	131	116

Извор: Ратнић, М. et al. (2012)

Од укупно 160 станишта широколисних листопадних шума, повећање температуре ваздуха од 1°C утицало би на смањење броја станишта за 4,4%, повећање од 2°C смањило би број станишта за 6,25%, повећање од 3°C смањило би за 20,6%, повећање од 4°C смањило би за 26,9%, док би повећање од 5°C смањило број станишта широколисних листопадних шума за 35,6%. Највише би била погођена станишта речних шума врба, јова и бреза (G1.1) и станишта јасеново-јовиних и храстово-брестово-јасенових шума дуж река (G1.2).

Од 32 станишта четинарских шума, повећање температуре ваздуха од 1°C смањило би број станишта за 12,5%, повећање од 2°C смањило би за 18,7%, повећање од 3°C смањило би за 25%, повећање од 4°C за 65,6% и повећање од 5°C

смањило би број станишта до 68,7%. Највише би била погођена станишта јелово-смрчевих шума (G3.1).

Од 18 станишта мешовитих лишћарских и четинарских шума, повећање температуре ваздуха од 1°C смањило би број станишта за 5,5%, повећање од 2°C за 11,1%, повећање од 3°C за 55,5%, повећање од 4°C или 5°C за 83,3%. Највише би била погођена станишта мешовитих јелово-смрчево-букових шума (G4.6).

Повећањем температуре за 1°C, укупан број шумских станишта (210) би се смањило за 5,7%, повећањем температуре за 2°C смањило би се за 8,6%, повећањем температуре до 3°C смањило би за 24,3%, а повећањем температуре за 4°C смањило би се за 37,6%. Уколико би дошло до промене температуре за 5°C број шумских станишта смањило би се за 44,8%.

5.9. Адаптација шумских екосистема на измењене климатске услове

Имајући у виду могуће иреверзибилне процесе у климатском систему са несагледивим последицама по живи свет, неопходно је предузимати превентивне мере ублажавања климатских промена и адаптације на измењене климатске услове.

Адаптираност неке биљне врсте на спољашњу средину огледа се у њеном спољашњем облику (морфологији), анатомској грађи, карактеру физиолошких и биохемијских процеса као и у динамици фенолошких промена. Низ посебних структурних и функционалних одлика једне биљке представља њен адаптивни механизам, који омогућава или избегавање, или подношење (толеранцију) неповољних услова средине. Адаптивне карактеристике омогућавају биљци да на станишту буде конкурентна и експанзивна у заузимању простора и да ефикасно и економично користи услове и ресурсе спољашње средине. На основу специфичног скупа адаптација, биљка се одликује одређеном отпорношћу, односно резистентношћу на динамичне услове средине. Степен адекватности адаптација зависи од брзине промена у спољашњој средини и динамике еволуционих промена у оквиру популација. Ниједна биљна врста није прилагођена на све могуће спољашње услове.

Прогресивни адаптивни процеси условљавају све већу специјализацију неке биљне врсте, па и шумских врста дрвећа, на специфичне услове станишта, чак до те мере да адаптивна специфичност може да постане узрок угрожености и пут ка ишчезавању. Модеран приступ изучавању адаптивних механизма укључује детаљно познавање: физиолошких карактеристика биљака, абиотичких фактора одређеног подручја (климатских, едафских, топографских, хидрофизичких и хидрохемијских), интензитета промена до којих долази и конкретан предлог стратешких метода и мера за адаптацију на новонастале услове. У даљем тексту дат је преглед инструмената, мера и потенцијалних стратешких метода, које се могу применити у циљу заштите климе и управљања ризиком климатских промена на нивоу Републике Србије и у циљу адаптације шумских екосистема у Србији на измењене климатске услове.

5.9.1. Потенцијалне стратешке методе и мере у циљу адаптације шумских екосистема на измењене климатске услове

Доношењем Оквирне конвенције Уједињених нација о промени климе (UNFCCC), успостављен је оквир за спровођење два типа акција на међународном нивоу. Први тип акције односи се на ублажавање климатских промена путем смањења емисија гасова са ефектом стаклене баште и јачање одстрањивања тих гасова из атмосфере, док је други тип акција фокусиран на истраживања утицаја климатских промена на природне и вештачке системе и на њихову адаптацију. Приметно је да је међународна заједница више пажње посветила првом типу акције, односно ублажавању климатских промена, али због учесталијих и интензивнијих појава климатских екстрема који узрокују деградацију биолошке разноврсности, последњих година се и проблему адаптације природних екосистема даје већи значај у реализацији UNFCCC-а. Шумски екосистеми припадају оним природним системима за које се процењује да ће у скоро свим регионима света бити изложени неповољним утицајима климатских промена, али се адаптацијом постојећих, успостављају циљеви за будуће шуме које ће се наћи под негативним утицајем климатских промена.

Постоји велики број потенцијалних метода и мера које се односе на решавање проблема насталих у области шумарства услед глобалне промене климе, а у циљу прилагођавања шумских екосистема на новонастале климатске услове и спречавање даљих негативних последица (IPCC, 2000, Gitay, H. et al., 2001, Biringer, J., 2003, Spittlehouse, D. L., Stewart, R. B., 2003, Carey, A. B., 2003, Ogden, A. E., Innes, J. L., 2007, Ogden, A. E., 2007, Innes, J. L. et al., 2009, Bernier, P., Schoene, D., 2009 Roberts, G., Parrotta, J., Wreford, A., 2009).

У зависности од поља деловања климатских промена и поремећаја до којег услед њих долази предложене су следеће адаптивне методе и мере.

У циљу спречавања обешумљавања и деградације шума потребно је:

- стриктно се придржавати законских одредби које се односе на спречавање неограничене и неконтролисане сече шума;
- интензивирати рад шумарских служби (шумара и инспектора) тамо где је евидентна илегална сеча дрвећа;

- издвојити средства за обезбеђивање економске флексибилности власника земљишта уколико они одлуче да на свом поседу подигну шуму.

У циљу спречавања повећаног коришћења шумског дрвећа као огревног дрвета:

- заменити коришћење огревног дрвета енергетски ефикаснијим горивима (нпр. дрвни пелети и сечке);
- где год је то могуће заменити огревно дрво и дрвени угаљ обновљивим изворима енергије (соларна енергија, енергија ветра, енергија воде, биомаса, биогаз).

У циљу спречавања негативних промена у дистрибуцији биљних и животињских заједница интензивније спроводити следеће мере:

- минимизирати фрагментацију станишта и одржати повезаност;
- редуковати обешумљене површине изнад граничних вредности (30-40%);
- заштитити високе шуме;
- вишеструко заштитити климатске рефугијуме;
- идентификовати и заштитити функционалне групе и главне врсте;
- стратешки повећавати величину и број заштићених подручја, нарочито у изузетно вредним стаништима;
- обезбедити тампон зоне ради прилагођавања граница резервата;
- заштитити најугроженије ex-situ врсте;
- створити вештачке резервате или арборетуме ради очувања ретких врста;
- потпомоћи промене у дистрибуцији угрожених и осетљивих врста кроз њихову интродукцију у нова подручја;
- повећати колонизациони капацитет подручја које се налази између постојећих станишта и потенцијално нових станишта;
- у вештачки подигнутим шумама и мешовитим културама, подстицати природну генетичку разноврсност, имитирати структуру околних шума и избећи директну замену природног екосистема;
- одржавати семенске изворе (банке семена и семенски објекти);
- дозволити шумама регенерацију кроз природну сукцесију после великих поремећаја, где год је то могуће.

У циљу спречавања инвазије станишта алохтоним врстама, или аутохтоним које нису природне, неопходно је вршити контролу инвазивних врста за дато станиште.

У циљу спречавања повећане учесталости и јачине напада штеточина и болести:

- узгајати и садити генотипове отпорне на сушу и друге климатске екстреме, инсекте и болести;
- смањити губитке услед болести кроз санитарне сече;
- користити стандардне шумарске технике за побољшање продуктивности шума и отпорности састојина;
- повећати генетску разноврсност дрвећа које се користи за подизање плантажа;

У циљу спречавања повећаног морталитета услед климатског стреса:

- избегавати подизање нових шума на местима која су подложна природним поремећајима (нпр. на плављеним теренима и сл.);
- детерминисати прилагодљивост врста и генотипова у датим климатским условима и границе њихове преносивости.

У циљу спречавања лошег здравственог стања и виталности шумских екосистема као последица кумулативног дејства више различитих фактора стреса:

- редуковати факторе стреса који нису везани за климатске прилике, пре свега загађење ваздуха, како би се повећала могућност екосистема да одговори на промену климе;
- рекултивисати деградирана подручја како би се задржала генетичка разноврсност и унапредило здравље екосистема;
- спровести мониторинг свих шума кроз стварање и побољшање националне, регионалне и операционе мреже за мониторинг здравственог стања шума, а затим и дијагнозно–прогнозних служби, као и служби за праћење дистрибуције инвазивних врста;
- тражити боље и исплатљивије методе вишестраног система мониторинга здравственог стања шумских екосистема;

- развити технику и технологију пошумљавања која ће омогућити максимални успех код преживљавања садница у првим годинама живота у новоствореним условима.

У циљу спречавања промена у учесталости и јачини шумских поремећаја:

- потпомоћи регенерацију дрвећа;
- активно примењивати мере борбе против штеточина и болести;
- повећати стабилност засада кроз повећање врсне и структурне разноликости;
- контролисати нежељене биљне врсте, које постају конкуренте врсте у условима измењене климе;
- у сушним подручјима повећати коришћење комерцијалних прореда како би се повећала толерантност преосталог дрвећа и како би се интродуковале врсте толерантне на сушу где год је то могуће;
- смањење дужине трајања опходње и садња адаптивним врстама у циљу што бржег успостављања отпорних шумских екосистема;
- укључити управљања ризиком у газдинску политику и шумске планове;
- повећати свест људи о потенцијалном утицају климатских промена на режиме шумских пожара.

У циљу спречавања негативних промена у расту шума:

- укључити климатске параметре у моделе раста и приноса шума;
- примењивати прореде или селективно уклањање потиштених, оштећених примерака и индивидуа лошег квалитета;
- идентификовати генотипове толерантне на сушу и измењене климатске услове;
- ускладити порекло са новим станишним условима;
- прилагодити време годишње сече тако да процеси у шумама остану у стању што ближе равнотежи.

У циљу спречавања инвазије станишта алохтоним врстама или аутохтоним које нису природне за дато станиште константно контролисати те врсте, јер ће оне у промењеним климатским условима ући у јачу конкуренцију са врстама које се експлоатишу.

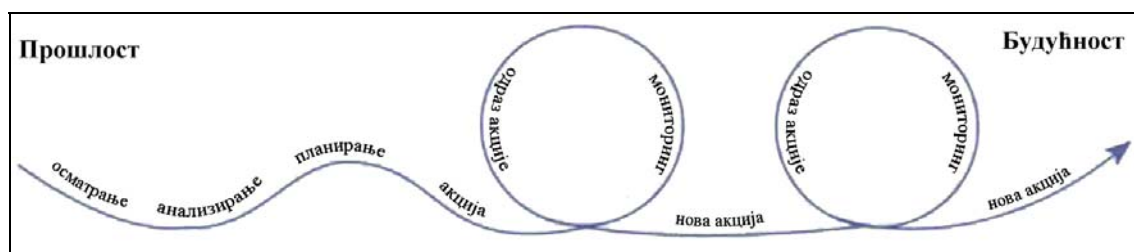
У циљу спречавања повећане ерозије земљишта:

- смањити поремећаје земљишта кроз примену метода сеча са што мањим утицајем на околину;
- ограничити сечу на оне временске периоде када није потребно градити путеве за извлачење дрвне масе и када се очекује најмање ремећење земљишта;
- смањити густину сталне мреже путева и обновити главне шумске путеве, како би се максимално повећала продуктивна површина шуме.

У циљу спречавања негативних промена шумских резервоара за складиштење CO₂ и повећања емисије CO₂ из шумских екосистема:

- повећати површину шуме кроз пошумљавање и рекултивацију деградираних површина;
- укључити и емисију CO₂ из шумских екосистема и везивања CO₂ у шумским екосистемима у све националне и глобалне прорачуне залиха угљеника и промене у његовим залихама;
- смањити деградацију шума и избегавати обешумљавање;
- комбиновати постојеће површине мултифункционалних шума и резервата са пошумљавањем односно подизањем енергетских плантажа кратке опходње;
- модификовати праксу прореде (по времену и интензитету) и дужину опходње како би се повећао прираст шума и претварање CO₂;
- смањити утицај природних поремећаја на залихе CO₂ кроз превенцију пожара, штеточина и болести;
- смањити поремећаје земљишта кроз примену метода сеча са што мањим утицајем на околину;
- обновити шуме после поремећаја;
- повећати коришћење шуме за добијање енергије из биомасе;
- практиковати газдовање шумама које ће имати што мањи негативан утицај на околину и спречити претварање шума у плантаже.

Предложене адаптивбилне мере газдовања углавном су оријентисане на стварање стабилнијих шума, отпорних на негативне климатске промене. Мешутим, извесно је да примена многих адаптивбилних мера са собом носи и одређену неизвесност. Из тог разлога, при адаптивбилном газдовању шумама увек се мора поћи од анализе стања шумских екосистема у прошлости, размотрити које су то активности утицале на садашње стање, а затим планирати будуће мере и активности које ће унапредити постојеће стање шумских екосистема (слика 15).



Извор: Innes, J.L. *et al.*, 2009, модификовано

Слика 15: Оквир прилагодљивог (адаптивбилног) газдовања шумама

Последњих година у Србији газдовање шумама има за циљ задржавање шума у што природнијем облику уз избегавање монокултура и формирање мешовитих шума, како по врстама тако и по старосној доби. Такође, предлаже се одржавање природне или природи блиске регенерације, као методе одржавања генетичке разноврсности, а самим тим и смањења осетљивости шумских екосистема.

Ради спречавања екстремних поремећаја препоручују се побољшања у откривању и гашењу пожара, као и методе за борбу против штеточина и болести. Овде се првенствено мисли на успостављање карантина и додатних санитарних мера, које су се показале као врло ефикасне. У пракси је вршено и постављање миграционих коридора између шумских резервата и на тај начин је омогућена аутономна колонизација и миграција врста као одговор на климатске промена.

Последњих година посебна пажња се поклања биосферном значају шуме и њиховој могућности производње кисеоника и апсорпције угљен-диоксида, при чему конзервација угљеника акумулираног у постојећим шумама представља изузетан потенцијал у систему газдовања. Међутим, мере спроведене само у сектору шумарства неће бити довољне да зауставе повећање атмосферских концентрација угљендиоксида.

6. ДИСКУСИЈА

Проблем заштите животне средине не може се поставити као ускраћивање права човеку да користи природне ресурсе. Сам човек је производ и део природе, настао по истим законима као и остали живи организми. Да би одржао своју врсту и задовољио основне потребе човек мора користити природна добра и то је чињеница која нема алтернативу. Кључно питање, дакле, није да ли човек треба да користи природу, већ на који начин да је користи, а да не дође до угрожавања животне средине.

Глобална клима, биолошки, геолошки и хемијски процеси и природни екосистеми међусобно су повезани, а промене у било којој од наведених компоненти животне средине могу утицати на човека и друга жива бића. Научно је доказано да је климатска варијабилност кроз еволуциону историју један од фактора који је допринео развоју биолошке разноврсности, а да критични моменти за шумску вегетацију настају управо услед дисхармоније утицаја климатских параметара и појаве фенофаза, карактеристичних за одређени регион.

Србија се одликује изузетно богатим генетичким, специјским и екосистемским диверзитетом. Разноврсни еколошки услови који произилазе из географске, геолошке, биогеографске, хидролошке, педолошке и климатске разноврсности омогућили су присуство и опстанак бројних врста и њихових станишта на овом подручју.

Према Стратегији биолошке разноврсности Републике Србије за период 2011-2018. године, планинска подручја Србије означена су као један од шест европских центара биодиверзитета. Од укупно 12 терестричних зонобиома на свету, у Србији су присутна четири: степски зонобиом, зонобиом листопадних шума, зонобиом четинарских шума и зонобиом високопланинске тундре. На подручју Србије, регистровано је око 1.200 биљних заједница и око 500 субасоцијација разврстаних у 59 вегетацијских класа. Класификовано је 3.600 врста васкуларне флоре, што представља око 40% свих васкуларних биљака које живе на простору Европе. Од укупног броја биљака 10% чине ендемичне врсте, тј. распрострањене су само на Балканском полуострву или на још ужим подручјима.

Шумски екосистеми спадају у најприродније, најизразитије и најсложеније екосистеме на Земљи. За разлику од многих других еколошких система, они нису само извор значајних природних сировина, већ и један од регулатора важних природних процеса који могу утицати на побољшање животне средине, а у погледу везивања и акумулирања угљеника на земљишном простору представљају најзначајнији тип вегетације. Глобално, могу да ускладиште 20 до 100 пута веће количине угљен-диоксида по јединици површине у односу на пољопривредне површине и самим тим имају изузетно важну улогу у смањењу концентрације CO₂, једног од најзначајнијих гасова стаклене баште. Међутим, уништавањем шума оне постају и његов извор. Губитак шума учествује у емисији гасова стаклене баште са 12-15%.

Шуме смањују директну инсолацију, а крошње дрвећа упијају и задржавају сунчеве зраке, чиме се смањује количина топлоте која доспева на површину земље. Земљиште под вегетацијом се спорије загрева и спорије хлади, па је температура у шуми (у сенци) у врелом летњем дану нижа за 7-8 C°, док је у зимским месецима температура већа у односу на отворени простор. У високим шумама краће је и трајање мразних дана.

Шумски екосистеми акумулирају влагу у себи, чувају је и ослобађају онда када је биљкама најпотребније. Смањују површинско отицање, а увећавају инфилтрацију воде настале топљењем снега и кишом, чиме се повећава водоснабдевање земљишта и биљака. Биљке, са једне стране, у себи садрже знатну количину воде коју су апсорбовале преко кореновог система из земљишта, а са друге стране, задржавају одређену количину воде на површини лишћа, под вишим дневним температурама исту ослобађају транспирацијом у атмосферу, чиме се ствара већа влажност ваздуха на том простору. Влажнији ваздух у шуми и повећана влажност настала услед транспирације воде из биљака битно утичу на повећање количине падавина. Према Вучићевић, С. (1999) уколико се пошумљеност простора повећа за 1%, количина падавина се повећава за 0,8 mm, а уколико је пошумљеност већа за 25%, количина падавина се повећава за 40 mm.

Повећање максималне или минималне годишње температуре, количина и расподела падавина у вегетационом периоду, учесталост екстремних појава (суша, мраз) и други климатски параметри имају широк спектар ефеката, како на шумске

екосистеме у целини, тако и на појединачна стабла и директно утичу на фенологију биљака. Услед високих температура смањује се садржај влаге у земљишту, што директно утиче на вегетацију. На ово указују бројна истраживања: Колић, Б., Гајић, М. (1975), Јовановић, Б., Колић, Б. (1980), Колић, Б. (1988), Smith, J., Tirpak, D. (1989), Andrasko, K. (1990), (1992), Botkin, D.V., et al. (1992), Крстић, М. (1998), Крстић, М. et al. (2001), Крстић, М., Ћирковић, Т. (2005), Белиј, С. et al. (2007) и други.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) сценарији и пројекције

У анализи климатских промена, укључујући климатско моделирање, процене утицаја, адаптације и прилагођавања користе се тзв. IPCC сценарији. Они су алтернативни прикази како одређене мере или њихово неспровођење могу утицати на будуће емисије гасова стаклене баште и колико је будућност у том смислу неизвесна. Веома је неизвесно и да ли ће се било која путања из датих сценарија, појавити у облику у којем је описана. Пројекције бројних модела показују да ће овај негативни тренд вероватно бити потврђен и у будућности.

Према извештајима IPCC-а (2000, 2007, 2009), јединствена стопа раста глобалних температура која је забележена током XX века, највећа је у протеклом миленијуму и уско је повезана са ефектом стаклене баште, као последицом повећане емисије гасова који изазивају тај ефекат. Највећи део овог раста приписује се утицају људских активности на климатску равнотежу планете, заједно са измењеним обрасцима падавина, поплавама, сушама, јаким олујама, повећаном температуром океана и ацидификацијом, порастом нивоа мора, шумским пожарима итд. Повећање температуре и смањење влажности убрзава декомпозицију органских материјала, доводећи до пада органског угљеника у земљишту и повећања емисија CO₂ у атмосферу. Ово може да поништи све остале сачуване количине које су други сектори економије успели да постигну смањивањем антропогених емисија гасова стаклене баште.

Насупрот преовлађујућем мишљењу, у све већем броју се појављују и научни радови који питање глобалног отопљавања у суштини сматрају предимензионираним. Радовановић, М., Pereira Gomes, J.F. (2008) наводе резултате истраживања аутора Dmitriev, N.A. (1997), Michaels, J.P. (1998), Agerup, M. (2004), Agerup, M. et. al, (2004), Радовановић М., Дуцић, В. (2004), као и

многих других, који су изнели доста оштре критике на рачун коришћене методологије и резултата до којих се дошло у сценаријима IPCC-а. Споменути аутори истичу да феномен глобалних (односно регионалних) климатских промена свакако постоји, али да су оне у првом реду последица природних процеса, а да је утицај људи на њих знатно мањи. „Прегледавши свих 40 сценарија запазили смо да је пројектована антропогена емисија CO₂ за 2000. годину у свим моделима 6 900 GT. ...Међутим, на основу најновијих података, ...види се да је емисија 2000. године износила 6 315 GT. То је за 10,7 % нижа емисија од оне коју је предвидео IPCC. То би био значајан подбачај у пројекцијама будуће емисије CO₂ поготову зато што је период од израде прогнозе до прогнозиране године био релативно кратак. То упућује на чињеницу да треба бити опрезан у прихватању ових прогноза, поготову оних које имају дугорочни карактер” (Дуцић, В., Радовановић, М., 2005).

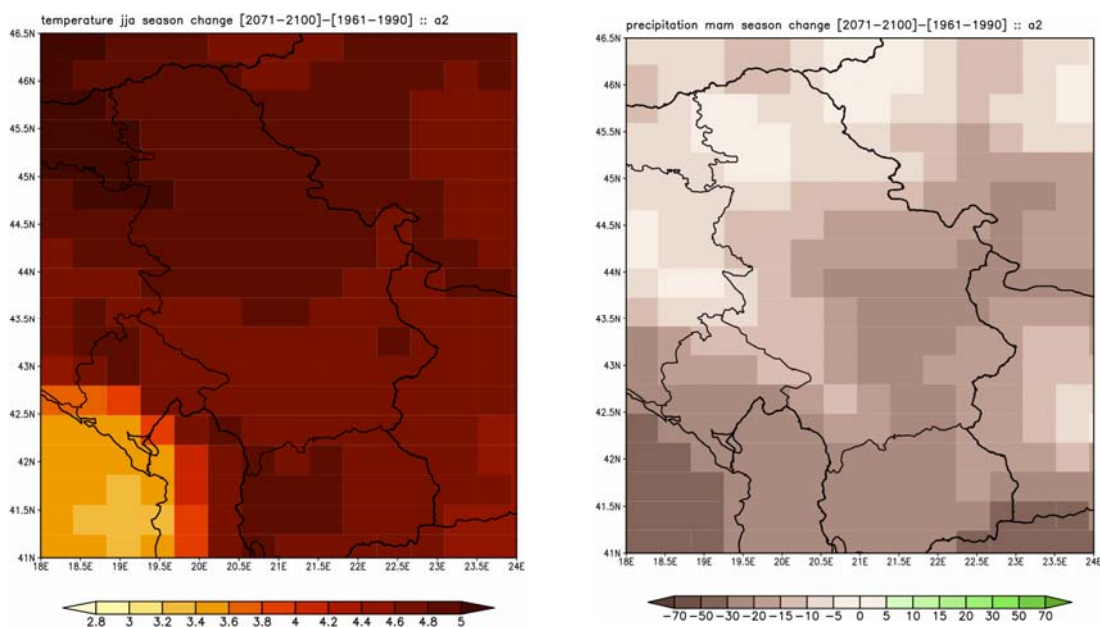
Према Радовановић М., Дуцић, В. (2004), глобално отопљавање се одражава и на простору Србије, али тек у последњој деценији и не на целој територији. С обзиром на чињеницу да су промене констатоване и на територијама на којима није превише заступљена антропогена делатност, аутори констатују да је узроке наведених промена неопходно тражити и у спољним факторима. У мањим градским насељима као што су Палић, Лозница, Нови Пазар, Неготин и Зајечар, линеарни тренд пораста средњих декадних годишњих температура је изнад 0,1 па би било реално очекивати да индустријализација нема битнијег удела на температурна кретања, с обзиром на привредна дешавања током 80-тих и 90-тих година.

Процена промене климатских карактеристика у Србији извршена је на основу резултата климатског моделирања IPCC-а, по најчешће коришћеним сценаријима сценарио SRES A1B и сценарио SRES A2.

Сценарио SRES A1B (IPCC) спада у групу умерених сценарија, који подразумева делимичну примену мера за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште, односно предвиђа да концентрација CO₂ на крају века буде око 700 ppm. При овом сценарију просечна годишња температура ваздуха на територији Републике Србије би до краја овог века порасла за 3,4 до 3,8°C, а количина падавина смањила за око 12% (а за 24% у летњем периоду) у односу на

референтни период 1961-1990. година. Отопљавање неће бити равномерно током године, лето ће бити топлије за 3,5°C, јесен за 2,2°C, зиме за 3,2°C, а пролеће за 2,5°C. Учесталост екстремних хладноћа ће се смањивати, а екстремне врућине ће бити све чешће, интензивније и дуже ће трајати. Број мразних и ледених дана ће бити у паду.

Уколико се не предузму никакве мере, што представља сценарио SRES A2 (IPCC), који је категоризован као „средње-висок“, до краја XXI века концентрација атмосферских гасова који изазивају ефекат стаклене баште ће се утростучити. Очекује се знатно већи пораст температуре ваздуха, нарочито у летњем периоду (4-5°C), као и веће смањење падавина, које би нарочито у пролећном периоду могло достићи и -30%.



Извор: Стратегија просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020, (2009)

Слика 16. Пројекције климатских промена у Србији у периоду 2070-2100. година у односу на референтни период 1961-1990. година за сценарио A2, SRES/IPCC
слика лево – сценарио промена средњих летњих температура ваздуха (°C)
слика десно – сценарио промене средњих пролећних количина падавина (%)

Глобалним IPCC моделима проблем климатских промена одређених климатских параметара посматра се у планетарним размерама. Међутим, уколико хоћемо да добијемо фину структуру промена у оквиру појединих региона, за које могу бити пресудни локални ефекти као што су сложена орографија, расподела и врста вегетације или земљишта, резултати ових модела нису довољно прецизни.

Зато се за истраживања климатских промена над појединим регионима користе регионални модели, у којима су локалне карактеристике одабраног региона прецизније представљене, па и резултати ових модела имају детаљнију структуру.

Ниво знања и квалитет података о климатским променама у Србији значајно је унапређен 2008. године, формирањем подрегионалног Виртуелног центра за климатске промене за регион Југоисточне Европе (SEEVCCC) у Београду, у оквиру Републичког хидрометеоролошког завода Србије. Основне функције овог центра, на подрегионалном нивоу су: праћење националних и подрегионалних климатских фактора; анализирање и прогноза; истраживање и развој; едукације и обука; јачање капацитета и функције координације израде и имплементације подрегионалних акционих планова и програма у области климатских промена. Према резултатима регионалних модела за подручје Србије промена средње годишње температуре креће се око $+2,5^{\circ}\text{C}$, при чему је највећа промена средње температуре летњих месеци и износи око $+3,5^{\circ}\text{C}$.

Моделиране промене сезонских падавина у Европи су сложене. Током зиме се очекује пораст падавина (осим у деловима Медитерана, где се може очекивати смањење просечних падавина), док се током лета процењује смањење падавина у већем делу Европе, осим на североистоку континента. Пројектовано смањење за целу Европу износи 11%. У појединим деловима Европе може доћи и до повећања средње месечне количине падавина, а за територију Србије се процењује да ће доћи до смањења количине падавина и то у осегу од -10 до -3 mm месечно.

Имајући у виду ове процене и годишњи ход падавина у Србији у периоду 1949-2010. година, може се закључити да се и на нашем подручју на годишњем нивоу очекује смањење количине падавина, нарочито током лета и јесени. Повећање температура, смањење летњих падавина и већи број дужих сушних периода утицаће на појачан интензитет и трајање суша. Овај тренд ће нарочито бити изражен на југоистоку и истоку Србије. Промене у режиму падавина и суша имаће директног утицаја на отицај и протицај река.

Велики антропогени притисци и природне катастрофе могу имати кобне последице по поједине екосистеме и врсте, нарочито оне са уским распрострањењем и малом бројношћу. Разлог за ово становиште лежи у

чињеници да се климатске промене одвијају много брже и интензивније него што се живи системи могу прилагодити на њих.

Резултати бројних истраживања (IPCC, 2007) потврдили су да је услед негативних климатских промена у појединим екосистемима дошло до лонгитудиналних померања ареала појединих врста, промена њиховог висинског распрострањења, промене у фенолошким фазама, промене у миграцијама и до продужења вегетационих сезона. Тако су на пример, Pauli, H. et al. (2012) у истраживањима утицаја климатских промена на биљке закључили да је у Европи услед отопљавања дошло до значајних померања распрострањености биљака (на већини континенталних европских врхова дошло је до повећања, а на медитеранским врховима до смањења броја биљних врста).

Ако се остваре прогнозе поменутих сценарија, неповољни ефекти климатских промена на шумске екосистеме у Србији првенствено би се манифестовали кроз:

- померање граница појединих типова шума у односу на географску ширину и надморску висину;
- промену расподеле површина под различитим типовима шума у њиховом међусобном односу;
- другачији састав појединих биљних заједница (уз нестајање једних и појаву других врста и заједница у односу на спратовност и положај) и већи степен ризика за реликтне, ретке и угрожене шумске заједнице;
- редистрибуцију и миграцију или нестанак појединих шумских врста услед високих температура, смањења подземних вода и смањење броја дана са снегом и снежним покривачем;
- промене односа појединих врста дрвећа према светлости;
- повећање фреквенције и интензитета бујичних поплава и клизишта;
- повећање деградације земљишта и интензивирање процеса смањења органске материје у земљишту и дезертификације услед повећане ерозије и салинизације земљишта;
- повећање ризика од болести и штеточина;
- ширење ареала преносиоца болести;
- повећање ризика од шумских пожара и др.

Сви наведени ефекти имаће кумулативно дејство, што ће се неповољно одразити на очување биолошке разноврсности и могућност рационалног управљања овим природним ресурсом.

Да ли шумски екосистеми могу да заштите животну средину од негативних климатских промена? Коришћење шума у борби против климатских промена не подразумева само њихову заштиту од сече већ и пошумљавање нових подручја и рефорестацију обешумљених предела. Посебно у тропским пределима, где вегетација рапидно напредује и самим тим брже уклања угљеник из атмосфере, пошумљавање може довести до уклањања великих количина угљеника из атмосфере за релативно кратко време. Експерти FAO-а проценили су да удео задржавања угљеника који би настао као резултат редуковане дефорестације, обнављања шума и сађења шумских плантажа може бити и до 15% емисије угљеника сагоревањем фосилних горива у наредних 50 година.

Климатске промене такође погађају шумске екосистеме променом динамике шумских пожара. Бројни, међусобно супротстављени резултати говоре о томе колико су ограничена наша сазнања у погледу климатских промена и спрези метеоролошких тј. климатских елемената и шумских пожара за које нису утврђени узрочници. Штете настале услед ових пожара варирају из године у годину, а основни проблем представља немогућност предвиђања места и времена настанка.

Шуме ефикасно снижавају штетна антропогена дејства и имају значајну улогу у заштити животне средине од негативних климатских промена и поремећаја који услед њих настају у природи, само у случајевима када неповољна дејства нису прешла одређене границе. Количина угљеника која се задржи у шумским екосистемима условљена је бројним факторима, међу којима су најважнији они који утичу на прираст биомасе. Доказано је да су најефикаснији „стабилни“ шумски екосистеми, које одликује добар квалитет, очуваност и повољно здравствено стање.

Да ли су шумских екосистеми у Србији „стабилни“? Шуме у Србији (без КиМ) покривају око 29,1% територије. Шумска подручја су неравномерно распоређена, па је тренутна шумовитост у Војводини знатно мања од просека и износи свега 7,1%. Државне шуме заузимају 53%, док шуме сопственика (шуме у приватном власништву) заузимају 47%.

Од укупне површине шума у Србији (2.252.400 ha), високе природне шуме заступљене су са 621.200 ha (27,6%), изданачке природне састојине са 1.456.400 ha (64,6%), а вештачки подигнуте шуме са 174.800 ha (7,8%). Остало шумско земљиште заступљено је са 382.400 ha. Укупна површина шума и шумског земљишта износи 2.634.800 ha.

Укупна залиха дубеће дрвне запремине износи 362.487.418 m³, а годишњи запремински прираст 9.079.773 m³. Просечна вредности залиха дубеће дрвне запремине износи скромних 160,9 m³/ha и 4,0 m³/ha запреминског прираста.

Поред недовољног степена шумовитости од 29,1%, који заостаје за процењеним оптималним од 41,4% за 12,3% и укупно недовољне вредности просечне дрвне запремине и запреминског прираста по ha од 161,0 m³ и 4,0 m³, незадовољавајуће стање шума у Србији карактерише и:

1) неповољна структура по пореклу и узгојном облику: око 2/3 или 64,7% површине шума представљају изданачке шуме са једва половином потенцијалног инвентара (124,4 m³/ha) и прираста (3,1 m³/ha), који имају природне високе шуме (253,6 m³/ha; 5,5 m³/ha); ниско учешће разнодобних и пребирних шума од 8,3% укупно обрасле површине, које се одликују високим вредностима запремине и прираста (312 m³/ha и 431 m³/ha, односно 6,2 m³/ha и 9,6 m³/ha);

2) неповољна структура по очуваности: на 29% обрасле површине простиру се разређене (608.000 ha) и девастиране шуме (55.200 ha), односно шуме непотпуног и прекинутог склопа са годишњом производњом дрвета од свега 3,1 и 1,4 m³/ha;

3) изразито неповољна старосна структура природних високих шума са односом старосних група (младе : средњедобне : дозревајуће : зреле = 38 : 20 : 13 : 29) и изданаčkih шума (51 : 33 : 7 : 9);

4) изостало планирано природно обнављање на значајном делу површине високих шума (268.000 ha);

5) незадовољавајуће здравствено стање, које се нарочито интензивно испољава процесом хроничног сушења шума (посебно изражено у храстовим шумама);

6) неповољна сортиментна структура дрвне запремине: однос облог техничког и просторног дрвета је 33,5 : 66,5 %;

7) недовољна отвореност шума саобраћајницама на нивоу од 11,86 m/ha (за ЈП „Србијашуме”), 9,09 m/ha (за ЈП „Војводинашуме”), у националним парковима у распону од 14,88 до 18,3 m/ha, у шумама сопственика тек 1/3 до 1/2 отворености шума којима газдују јавна предузећа;

8) остали потенцијали шума и шумских станишта (недрвни производи и биомаса) нису искоришћени у могућој мери. (Програм развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године, Нацрт, 2011).

Да би се постигао одрживи развој шума у Србији, а ефекти и значај шумских екосистема у заштити животне средине од негативног утицаја климатских промена били израженији, неопходно је развити и имплементирати програме заштите и унапређења постојећих шумских екосистема у Србији, као и планове за проширење шумских површина.

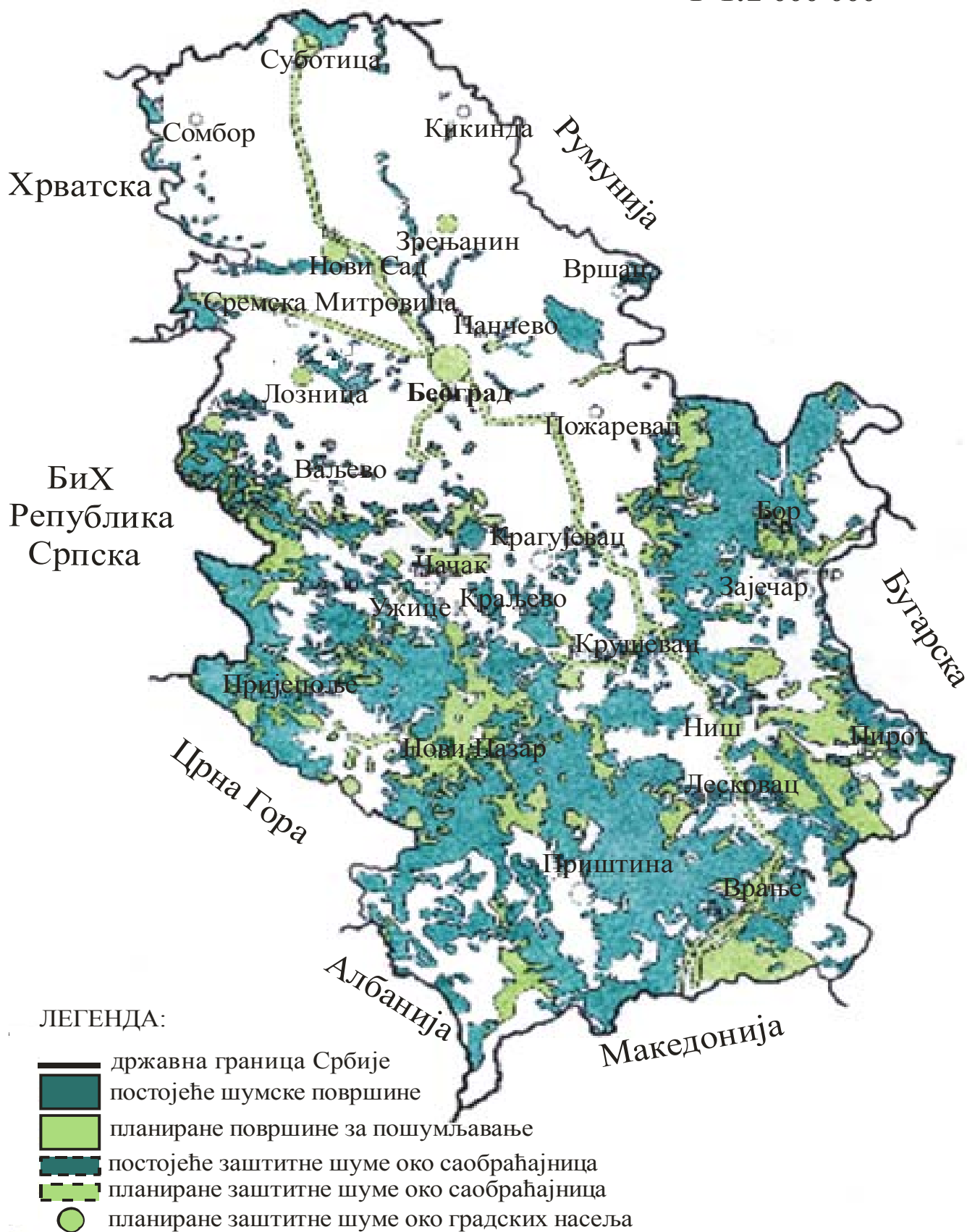
Заштита шума не мора подразумевати формирање заштићених подручја, већ усклађивање начина и интензитета коришћења шума са потребама очувања биодиверзитета и принципима одрживог развоја. Пошумљавањем необраслих површина, као и конверзијом, супституцијом и реституцијом, унапредило би се квантитативно и квалитативно стање шума у Србији, уз повећање коришћења производног потенцијала станишта.

Подизање и нега нових шума - Програмом развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године (Нацрт, 2011), предвиђено је да у наредном планском периоду **на годишњем нивоу** треба пошумљавати **5.000 ha** земљишта, рашчлањено по следећим категоријама: мање квалитетна земљишта VI, VII и делом VIII бонитетне класе на 2.300 ha или 46% површине; земљишта захваћена ерозијом II до V класе (655 ha или 13,1%); заштитне шуме дуж саобраћајница (60 ha или 1,2%); имисионе шуме (150 ha или 3,0%); пољозаштитне шуме (135 ha или 2,7%); заштитне шума вода и од вода

(1.050 ha или 21,0%); рекултивација јаловишта (150 ha или 3,0%) и приградске шуме (500 ha или 10,0%).

У наредном десетогодишњем периоду, у функцији повећања шумовитости на подручју АП Војводине, планирано је подизање 2.700 ha шумских ветрозаштитних појасева и осталог заштитног зеленила у циљу заштите земљишта и пољопривредних усева од штетног деловања еолске ерозије и других неповољних климатских утицаја.

Територијално посматрано, планиране површине за пошумљавање, планиране заштитне шуме око саобраћајница и планиране заштитне шуме око градских насеља предвиђене Програмом развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године, поклапају се са површинама предвиђеним за ову намену Просторним планом Републике Србије из 1996. године (са изузетком КиМ), које су приказане на карти 2.



Извор: Spatial Plan of the Republic of Serbia (1997), модификовано

Карта 2. Постојеће и планиране површине за пошумљавање у Србији

Биолошка репродукција постојећих шума - Програмом развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године (Нацрт, 2011), у наредних 10 година планирана је природна обнова високих шума на површини од 48.360 ха (4.836 ха/год.), као и обнова засада топола на површини од 16.720 ха (1.672 ха/год.). Планиран је обим пратећих узгојних радова на укупној површини од 195.902 ха (19.590 ха/год.). План обнове је урађен у складу са заступљеношћу одређених врста дрвећа, постојећом старосном структуром, као и потребном и могућом динамиком достизања жељеног стања.

Реконструкција деградираних високих шума у циљу успостављања квалитетних састојина семеног порекла, вршиће се применом конверзије састојина поремећене структуре на укупној површини од 16.400 ха високих девастираних природних састојина (од чега су шуме букве заступљене на 12.000 ха, китњака 800 ха, осталих лишћара 1.200 ха и 2.400 ха осталих врста дрвећа). У планском периоду од 10 година поступком конверзије и мелиорације треба обухватити шуме на површини од 2.730 ха, од чега 2.050 ха у шумама у државној својини и 680 ха у шумама сопственика.

За превођење изданачких шума у продуктивније високе шуме семеног порекла у наредном планском десетогодишњем предвиђено је извођење радова на индиректној конверзији изданачких шума на површини од 659.840 ха. Планирани обим неге изданачких шума проредама на десетогодишњем нивоу износи 62.110 ха, од чега 21.170 ха у шумама у државној својини и 40.940 ха у шумама сопственика.

Успостављање квалитетних високих састојина вредних врста дрвећа веће производности, високе биолошке стабилности и виталности изискује планско спровођење узгојних мера директне конверзије на годишњем нивоу на површини изданачких шума од 6.321 ха (у државној својини на 1.884 ха и у шумама сопственика 4,437 ха). Планирани обим узгојних радова који треба да прате радови на конверзији изданачких шума у наредних 10 година износи 322.371 ха (96.084 ха у шумама у државној својини и 226.287 ха у шумама сопственика).

Санација оштећених састојина - Присутно стање шума захваћених процесима индивидуалног сушења стабала намеће потребу извођења узгојно-санитарних сече сувих и стабала у одмаклој фази сушења на просечној годишњој површини 11.000-11.500 ha. Узгојно-санитарне мере су првенствено потребне у храстовим, боровим, буковим и буково-јеловим шумама на површини од 4.477 ha у шумама у државној својини и 6.773 ha у шумама сопственика. Наведене мере у највећем обиму треба спроводити у оквиру извођења радова редовних мера неге, а само у изузетним и неодложним случајевима, као посебне мере санитарних сеча. На годишњем нивоу потребно је вршити санитарне сече у оштећеним шумама од абиотичких и биотичких фактора на просечној површини од 250 ha са обновом сечина пошумљавањем и попуњавањем и пратећим мерама неге на површини од 1.275 ha.

Постојеће стање шумских екосистема у Србији намеће и потребу санације опожарених деградираних шума према десетогодишњем плану на површини од 12.750 ha, од чега у шумама у државној својини на површини од 7.650 ha, а у шумама сопственика на површини од 5.100 ha, од чега се 2.500 ha односи на пошумљавање, 250 ha попуњавање, 5.000 ha окопавање и прашење и 5.000 ha на сечу изданака и избојака (Програм развоја шумарства на територији Републике Србије за период од 2011. до 2020. године - Нацрт, 2011).

Спровођење мера подизања и неге нових шума, биолошке репродукције постојећих шума и санације оштећених састојина имало би следеће ефекте:

- повећан потенцијал везивања CO₂ из атмосфере и умањени негативни ефекти загађујућег имисионог зрачења;
- повећан учинак шума у пречишћавању вода;
- умањени негативни ефекти еолске и водне ерозије и клизишта;
- могућност производње биомасе као алтернативног извора енергије;
- хуманији услови живота у урбаним зонама и запошљавање радне снаге;
- значајно унапређивање животне средине у целини.

Сложеност шумских екосистема, као и чињеница да су шумски екосистеми у Србији угрожени различитим факторима, захтева спровођење низа различитих мера адаптације и ублажавања утицаја климатских промена на шумске екосистеме у Србији (табела 44).

Табела 44: Мере заштите и адаптације шумских екосистема по стратешким областима

Стратешка област	Мере заштите и адаптације
Смањење ризика	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Интензивирати пошумљавање. ✓ Извршити детаљну оцену рањивости шумских екосистема у Србији на предвиђене климатске промене. ✓ Унапредити систем заштите од шумских пожара. ✓ Унапредити заштиту шума од штеточина и биљних болести. ✓ Смањити притисак антропогених фактора на шумске екосистеме.
Законодавство	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Законодавно-регулаторним инструментима обезбедити заштиту и унапређење постојећих шумских ресурса као уставне категорије природног богатства и имплементацију преузетих међународних обавеза. ✓ Ускладити секторске стратегије, инструменте, мере и политике уз учешће надлежних институција и локалних заједница. ✓ Израдити секторски план адаптације. ✓ Спровођење стратегије увођења еколошки прихватљивих технологија у енергетици укључујући веће коришћење биомасе као алтернативног извора енергије. ✓ Јачати регионалну сарадњу у области адаптације.
Мониторинг и истраживања	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Унапредити интегрални мониторинг ефеката загађености ваздуха, вода и земљишта и климатских промена на шумске екосистеме. ✓ Интензивирати мултидисциплинарна истраживања локалних и регионалних промена климе и њиховог утицаја на шумске системе. ✓ Развити и применити методе за евалуацију стратегија и мера адаптације, укључујући мере за јачање отпорности шума на климатске промене. ✓ Активније укључивање одређених институција, научног и стручног кадра у имплементацију пројеката у оквиру Подрегионалног оквирног акционог плана за адаптацију за Југоисточну Европу.
Јачање капацитета и свести јавности	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Јачати капацитете у области смањења концентрација штетних гасова са ефектом стаклене баште. ✓ Јачати капацитете институција надлежних за управљање шумама. ✓ Ревизија постојећих и увођење нових технологија и методологија при газдовању шумама. ✓ Јачати улогу локалне заједнице у одрживом управљању шумама. ✓ Јачати свест стручне јавности и сопственика шума. ✓ Јачати свест најшире јавности о значају шумских екосистема и њиховом утицају на климатске промене и могућим опцијама адаптације.
Финансијска стимулација	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Анализа економских ефеката климатских промена на шумске екосистеме и обезбеђивање подстицајних мера и финансијске подршке за доношење и спровођење економски оправданих мера адаптације и ублажавања климатских промена у области шумарства.

Као добар пример примене мера заштите и адаптације шумских екосистема у Србији, у оквиру стратешке области *Мониторинг и истраживања*, може се навести *Међународни програм сарадње за процену и праћење ефеката ваздушних загађења на шуме (ICP Forests Programme)* – Током осамдесетих година XX века постала су приметна јака оштећења шума, посебно четинарских врста дрвећа на великим површинама Централне Европе. Први уочљиви симптоми смањене виталности јавили су се кроз повећану дефолијацију и изражену деколоризацију круна дрвећа. Опадање асимилационих органа и константна промена боје лишћа и четина, без обзира на вегетациони период, забринули су научну и стручну јавност. Претпоставка да су наведени облици оштећења проузроковани ваздушним загађењима довела је 1985. године, до оснивања тзв. ICP Forests програма, под окриљем Европске економске комисије Уједињених нација у оквиру Конвенције о прекограничном преносу ваздушних загађења. Програм ICP за шуме се састоји од два ниво: НИВО I и НИВО II.

Мрежа Нивоа I је установљена за праћење здравственог стања шума и њихове просторне и временске промене у току неопходног временског периода. Систем овог нивоа мониторинга адекватно покрива најважније шуме у Европи. Мрежа Нивоа I садржи приближно 6.000 парцела мониторинга (биоиндикацијских тачака), систематски распоређених у мрежи 16x16 km широм Европе. У појединим земљама постоји гушћа национална мрежа у циљу потпуније процене стања на националном и регионалном нивоу. У оквиру Нивоа I прате се стање круна, хемизам земљишта и исхрана шумског дрвећа.

ICP програм за шуме се у Србији континуирано спроводи од 2003. године, а у његову реализацију, под координацијом Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије - Управе за шуме, укључени су Институт за шумарство и Шумарски факултет из Београда и Институт за низијско шумарство и заштиту животне средине из Новог Сада. Праћење стања шума Нивоа I овог програма у Србији врши се у мрежи 16x16 km, која садржи 103 биоиндикацијске парцеле (тачке), а током 2004. године мрежа је допуњена са још 27 парцела у мрежи 4x4 km. Мониторинг стања шума првенствено се односи на осматрање и процену дефолијације и обезбојавања круна дрвећа, хемизам земљишта и исхрану шумског дрвећа на одређеним биоиндикацијским тачкама,

према Упутству ИРС-а. Сваке године Национални фокал центар (NFC) за праћење стања - виталности шума Републике Србије (при Институту за шумарство у Београду) обрађује податке прикупљене на терену током вегетационог периода, сачињава Извештај и доставља га Управи за шуме Републике Србије. Извештај о стању шума на биоиндикацијским тачкама Србије, на енглеском језику, доставља се сваке године Главном координационом центру програма ИСР за шуме са седиштем у Хамбургу, Немачка.

Интензивни мониторинг на парцелама (биоиндикацијским тачкама) – Ниво II, представља мултидисциплинарни приступ мониторингу најзначајнијих фактора и процеса на нивоу шумских екосистема. Врши се на три сталне огледне површине (на Фрушкој Гори, Копаонику и у Оџацима), а Националним шумарским акционим програмом предвиђено је формирање још две станице за овај ниво мониторинга. Прикупљају се микроклиматски параметри, температура и влажност земљишта, диверзитет инсеката, гљива и земљишних микроорганизама, биомаса и угљеник у земљишту, а подаци се презентују у годишњим извештајима.

Подаци који се добијају мониторингом утицаја загађења ваздуха на стање шума су од великог значаја за одрживо газдовање шумама, заштиту бидиверзитета, заштиту шума и праћење климатских промена и рањивости шумских екосистема у Србији. Поред тога, мониторинг је од огромног значаја за установљавање и тумачење узрочно-последичних односа везаних за промене које током времена настају у шумским екосистемима.

Како би се сагледале предности, слабости, шансе и претње за адаптацију шумских екосистема у Србији на негативне климатске промене, у табели 45 приказана је SWOT анализа утицаја климатских промена на сектор шумарства, која омогућава да се уоче позитивни и негативни фактори који утичу на остварење адаптивбилног газдовања шумама и успоставља равнотежу између интерних способности и екстерних могућности.

Табела 45: *SWOT анализа утицаја климатских промена на сектор шумарства у Србији*

СНАГЕ	СЛАБОСТИ
<ul style="list-style-type: none"> ❖ неискоришћени потенцијал за смањење емисија гасова са ефектом стаклене баште у сектору шумарства, индустрије, саобраћаја и управљања отпадом; ❖ имплементација Оквирне конвенције УН о промени климе, укључујући припрему Националног програма мера адаптације на измењене климатске услове; ❖ успостављен Национални центар за климатске промене који има функцију Подрегионалног центра за климатске промене за Југоисточну Европу; ❖ од 2003. године континуирано спровођење ICP Forest програма у Србији, уз учешће свих релевантних институција из области шумарства; 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ недостатак финансијских средстава за спровођење мултидисциплинарних истраживања утицаја климатских промена на сектор шумарства, оцену рањивости и опције адаптације, укључујући и анализу економске оправданости појединих мера и опција; ❖ непостојање ревидираних и иновираних стандарда о примени климатских података и информација у планирању и пројектовању у шумарству;
МОГУЋНОСТИ	ПРЕТЊЕ
<ul style="list-style-type: none"> ❖ јачање регионалне и међународне сарадње и препознавање климатских промена као фактора одрживог развоја шумарства и укупног економског развоја; ❖ развој система за рану најаву метеоролошких и хидролошких непогода и оцену ризика климатских екстрема; ❖ коришћење међународних фондова за финансирање пројеката у области шумарства; ❖ увођење стандарда ЕУ у области производње енергије из обновљивих извора, енергетске ефикасности и других, релевантних за различите аспекте утицаја климатских промена на шумске екосистеме; 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ недостатак финансијских средстава за модернизацију опреме и развој и примену нових система праћења, прогнозирања, ране најаве и оцене ризика климатских промена, екстрема и непогода; ❖ недовољно развијена јавна свест о потреби решавања проблема климатских промена кроз образовни систем, секторске стратегије, националне и локалне планове и програме мера адаптације шумских екосистема и ублажавања негативног утицаја климатских промена; ❖ недовољна комуникација и сарадња истраживача и доносиоца одлука у вези са адаптивним газдовањем у области шумарства.

Из приказане SWOT анализе може се закључити да је последњих година у Србији препознат значај адаптације шумских екосистема на климатске промене и од стране јавног и приватног сектора. Иако постоје могућности коришћења међународних фондова за финансирање пројеката из области шумарства, ниво инвестиција и расположивих финансијских средстава још увек је на незадовољавајућем нивоу.

Досадашњи ниво интегрисаности климатских промена у секторске и развојне стратегије, ниво јавне свести, знања и институционални и индивидуални капацитети, као и стање расположивих технологија је недовољан.

Будуће активности у области праћења утицаја климатских промена на шумске екосистеме у Србији треба да буду конципиране тако да дугорочно обезбеде систематску и свеобухватну прогнозу, ране најаве и оцене ризика климатских промена, екстрема и непогода.



Извор: <http://environment.nationalgeographic.com>

Слика 17: *Очуван шумски екосистем*

7. ЗАКЉУЧЦИ

Шумске екосистеме карактеришу: висок степен природности, распрострањеност, обновљивост, специфична структура, изражена биолошка разноврсност, висока продукција биомасе, бројни ресурси и разноврсност њихове употребе, акумулација велике количине енергије без потрошње допунске, бројне општекорисне функције (климатска, заштитна, антиерозиона, туристичко-рекреативна, естетски-амбијентална, здравствена, екистичка) и утицаји, па је њихова улога у заштити животне средине веома значајна. Примарни проблем животне средине је ограниченост природних ресурса, јер ће расположиве експлоатабилне резерве фосилних горива бити исцрпљене већ у овом веку, па је једина права алтернатива прелазак на обновљиве изворе енергије уз повећање енергетске ефикасности.

Услед неког поремећаја у самој шуми, било да је он изазван антропогеним деловањем (сечом шума и сл.), или неким природним циклусом (поремећај климатских услова, одумирање старих стабала, напад штеточина и болести и сл.), шумски екосистеми почеће да отпуштају ускладиштени CO₂ назад у атмосферу. Саме шуме никада неће моћи да стабилизују атмосферске концентрације гасова стаклене баште, или да уравнотеже укупну емисију CO₂.

Садашње стање шума у Србији оцењује се као неповољно, пре свега због недовољног квалитета шума, неповољне старосне структуре и неповољног здравственог стања, па се често констатује да је „Србија богата сиромашним шумама“. Због уситњености и фрагментираност поседа посебно је лоше стање у шумама сопственика. Пратећи проблеми везани за стање шумских екосистема у Србији, директно су везани за угрожавајуће факторе биотичког (болести и штеточине) и абиотичког порекла (шумски пожари, загађеност шума и земљишта, промене нивоа подземних вода, сушење шума и др.), чији редослед деловања још увек није тачно утврђен, као и све израженији штетни утицај климатских промена.

Појава и опстанак вегетације на одређеном подручју, њено распрострањење и висинска диференцираност, поред осталих еколошких услова, у великој мери зависи од климатских карактеристика подручја, пре свега од температуре ваздуха и количине падавина.

Имајући у виду да је досадашње глобално загревање атмосфере од око 1°C условило значајне глобалне, регионалне и локалне промене климе, а узимајући у обзир пројекције и ефекте климатских промена, може се закључити да и Србија спада у регионе света који су осетљиви на климатске промене.

Досадашњи радови на пошумљавању, нези, гајењу и обнови шумских екосистема нису узимали у обзир новонастале климатске промене које су констатоване и на простору Србије. Због тога се дешава да неправилним избором врста технолошких поступака пошумљавања долази до пропадања младих шумских засада и до велике економске и еколошке штете.

За потребе анализе климатских карактеристика и промене климе у Србији коришћени су климатолошки подаци за период 1949-2010. година, за 32 метеоролошке станице у Србији и на основу добијених резултата може се закључити:

- да максимум просечног годишњег зрачења има висински појас до 200 m н.в., затим појас изнад 1.000 m н.в., па висински појас од 200-500 m н.в.;
- да је на истраживаним метеоролошким станицама, у вегетационом периоду забележено 69,8% просечног годишњег трајања сунчевог сјаја, односно 1.409 часова, што је веома је повољно за физиолошке процесе биљака;
- да је на већем делу Србије тренд промена средње годишње температуре за истраживани период (62 године) позитиван (изузетак су: МС Црни Врх, где је регистрован негативан тренд температуре ваздуха од -0,097°C/год. и МС Куршумлија -0,003°C/год.);
- највећи пораст вредности линеарног тренда средњих годишњих температура ваздуха имају метеоролошке станице Рудник (0,024°C/год.), Лозница (0,023°C/год.), Неготин (0,021°C/год.) и Београд (0,020°C/год.), при чему је вредност тренда за подручје Рудника статистички значајна при вероватноћи 95%, а за остале метеоролошке станице вредности тренда промена статистички су значајне при вероватноћи 99%;
- минимално изражен тренд промена средње температуре ваздуха одликује југоисток Србије (Лесковац -0,00°C/год., Димитровград 0,000°C/год.), подручја дуж долина Јужне и Велике Мораве (Врање 0,003°C/год., Ниш 0,009°C/год., Ћуприја 0,003°C/год.), до Великог Градишта (0,007°C/год.),

- али вредности тренда промена ни на једној метеоролошкој станици нису статистички сигнификантне;
- да је тренд промена температуре ваздуха током вегетационог периода за Србију за период 1949-2010. година (62 године), према добијеним резултатима, на већини метеоролошких станица, позитиван (изузетак су МС Куршумлија и МС Црни Врх);
 - да највећи пораст вредности линеарног тренда температура вадуха у вегетационом периоду имају метеоролошке станице Рудник (0,028°C/год.), Лозница (0,025°C/год.), Неготин (0,021°C/год.), Палић (0,021°C/год.), Пожега (0,021°C/год.) и Београд (0,020°C/год.), при чему је вредност тренда за подручје Рудника статистички значајна при вероватноћи 95%, а за остале метеоролошке станице вредности тренда промена статистички су значајне при вероватноћи 99%;
 - да негативан тренд промена температуре ваздуха у вегетационом периоду имају МС Куршумлија (-0,009°C/год) и МС Црни Врх -(0,11°C/год), при чему је вредност тренда промена на подручју МС Црни Врх статистички значајна при вероватноћи 99%, док вредност тренда промена на подручју Куршумлије није статистички значајна;
 - да је минимално изражен позитиван тренд промена температуре ваздуха у вегетационом периоду карактеристичан за југоисток Србије (Лесковац и Димитровград 0,001°C/год.), подручја дуж долина Јужне и Велике Мораве (Враће 0,005°C/год., Ниш 0,009°C/год., Ђуприја 0,002°C/год.) до Великог Градишта (0,007°C/год.), али вредности тренда промена ни на једној метеоролошкој станици нису статистички сигнификантне;
 - да је пораст средњих годишњих температура најизраженији у последњој декади XX века;
 - да је од 1998. до 2010. године, свака година топлија од просека (изузев 2004-2005. године), па се процењује да ће се на територији Републике Србије наставити тенденција раста просечних температура ваздуха;
 - структура промена годишњих температура ваздуха указује да до повећања долази првенствено због пораста летњих температура, а не због изразито виших зимских температура, како је то истицано у појединим Извештајима

- IPCC-а, констатованим на основу палеоклиматских модела у условима могућег ефекта стаклене баште;
- на већини истраживаних метеоролошких станица мраз се јавља у периоду од октобра до априла, док се у висинском појасу изнад 1.000 m н.в. може јавити и у септембру и мају;
 - током вегетационог периода (када мраз штетно делује на вегетацију), најмање дана са мразем имају подручја до 200 m н.в., а највише подручја преко 1.000 m н.в.;
 - највише кише падне у јуну (12-13% од укупне годишње суме падавина), а најмање падавина имају фебруар или октобар, када у просеку падне 5-6% од укупне годишње количине падавина;
 - учестале су појаве екстремних падавина, које доводе до катастрофалних поплава (нарочито кишне године, са више падавина од нормале, биле су 2001., 2004., 2005. и 2010. година, која је оцењена као веома кишна година);
 - учестале су појаве екстремних суша (посебно у периоду од 1982. године до 2000. године, која се издваја као година са екстремно јаком сушом);
 - према добијеним резултатима, тренд промена средње годишње суме падавина у Србији у периоду 1949-2010. година на већем делу територије Србије је позитиван (изузев источног и јужног дела);
 - територијално посматрано, позитиван тренд годишњих количина падавина у Србији карактеристичан је за два подручја - прво подручје се налази на северу Србије и обухвата правац Палић (кумулативно за 22,2%) – Нови Сад (кумулативно за 19,7%) – Сомбор (кумулативно 17,5%), док се друго подручје пружа јужно од Лознице (кумулативно за 15,1%), преко Златибора (кумулативно за 27,7%) до Копаоника (кумулативно за 8,9%), укључујући Нови Пазар (кумулативно за 13,7%) и Пештерску висораван (Сјеница, кумулативно за 21,4%);
 - највећи пораст вредности линеарног тренда средње годишње суме падавина имају метеоролошке станице Златибор и Сјеница, при чему је вредност тренда промена за подручје Златибора статистички значајна при

- вероватноћи 99%, а за метеоролошку станицу Сјеница статистички значајна при вероватноћи 95%;
- вредности тренда статистички су значајне при вероватноћи 95%, још једино за подручје Палића и Лознице, док за остале метеоролошке станице вредности тренда промена нису статистички сигнификантне;
 - у периоду 1949-2010. година до смањења количине падавина дошло је на 11 метеоролошких станица, по линији тренда кумулативно највише у Неготинској и Тимочкој крајини (у Неготину за 13,9%, у Зајечару за 6,4%), Врању (за 7,5%) и Трговишту (за 8,3%);
 - израженији негативан тренд средњих годишњих сума падавина имају још и метеоролошке станице Краљево (по линији тренда кумулативно смањење за 4,3%), Пожега (по линији тренда кумулативно смањење за 3,4%) и Рудник (по линији тренда кумулативно смањење за 2,9%);
 - негативне вредности тренда ни на једној метеоролошкој станици нису статистички сигнификантне;
 - тренд промена количине падавина током вегетационог периода на већини метеоролошких станица је позитиван (на 27 МС);
 - највећи пораст вредности линеарног тренда током вегетационог периода имају метеоролошке станице на северу Србије: Палић (кумулативно за 32,2%), Нови Сад (кумулативно за 30,9%) и Сомбор (кумулативно 25,8%);
 - значајнији пораст вредности количина падавина у вегетационом периоду карактерише још подручје Сјенице (кумулативно 24,7%) и Новог Пазара (кумулативно 20,9%).
 - негативан тренд промена средње суме падавина у вегетационом периоду имају метеоролошке станице у долини Западне Мораве: (Крушевац кумулативно за 8,0%) и Краљево (кумулативно за 2,0%) и у источним и југоисточним деловима Србије: Неготин (кумулативно за 2,0%), Зајечар (кумулативно за 2,7%) и Врање (кумулативно за 0,1%);
 - вредности тренда промена средње суме падавина у вегетационом периоду статистички су значајне само за подручје Палића и Сјенице (при вероватноћи 95%), док за остале метеоролошке станице вредности тренда промена нису статистички сигнификантне;

- појава снежног покривача у Србији карактеристична је за период од новембра до марта, а на планинама изнад 1.000 m може га бити и у октобру и у априлу;
- највећи број дана са снежним покривачем има јануар, када се у просеку јавља 30-40% од укупног годишњег броја;
- у вегетационом периоду, у подручјима до 500 m н.в. нема дана са снежним покривачем, док у појасу изнад 1.000 m н.в. најмање дана са снежним покривачем има Сјеница, а највише Копаоник;
- на свим истраживаним станицама максималне просечне вредности релативне влажности ваздуха у Србији јављају се у децембру;
- просечне минималне месечне вредности релативне влажности ваздуха варирају у зависности од надморске висине, а најчешћи минимуми су у јулу и априлу (у појасу изнад 1.000 m н.в. у августу);
- просечна влажност ваздуха у Србији у вегетационом периоду износи 69,8%, што представља задовољавајућу количину релативне влаге која обезбеђује нормалан раст и развој шумске вегетације;
- просечна годишња облачност износи 5,6 десетина, што не представља велику вредност;
- у вегетационом периоду облачност по висинским појасевина износи у просеку 4,9 десетина, а расподела облачности по месецима потпуно одговара развоју биљака;
- доминантни ветрови у Србији су кошава и етезија.

Резултати истраживања указују да неповољни климатски услови изазвани даљим порастом температура, смањењем падавина и другим променама могу оставити дугорочне последице на дистрибуцију, функцију и продукцију шумских екосистема.

Вредности климатских параметара у Србији, за период 1949-2010. година, нормализована одступања и линеарни трендови температуре ваздуха и количине падавина, указују на повећан ризик од сушења шумских култура и природних шума на већим површинама.

На шумске екосистеме посебно штетно утиче суша, јер може узроковати оштећења, обољевања и сушења како појединачних стабала, тако и већих површина шума. Док су стабла млађа, штетно дејство је мање изражено, али код средњодобних стабала која имају веће потребе за водом долази до физиолошког слабљења и појаве сушења. Од шумских врста дрвећа најосетљивије су четинарске врсте са плитким тањирастим кореном (нпр. смрча).

Да би се избегла могућа сушења шумских култура неопходно је при избору садног материјала водити рачуна о врстама, подврстама и провенијенцијама и примењивати одговарајуће врсте садње оних шумских врста које су отпорније на промењене климатске услове.

За вегетацију је такође штетно да након више топлих дана у марту (чиме је изазвано кретање вегетације), у априлу дође до појаве мраза, услед чега долази до измрзавања нових избојака, тек равијених асимилационих, а код неких врста и генеративних органа. Поклапање периода суше и високих температура, уз дејство полутаната, доводи до смањења виталности стабала у шумама, што ствара оптималне услове за заразе од факултативних паразита, тј. паразита слабости и развој многих патогених организама.

Наизменични сушни и кишни периоди, све више актуелизују и проблем шумских пожара и штета у шумама од елементарних непогода. Много је већи губитак општекорисних функција шума након пожара (хидролошке, заштитне, климатске, хигијенско здравствене, туристичко рекреативне и друге функције) у односу на директне штете у изгубљеној дрвној маси. Анализом података за Србију, за период 1990-2012. године, могу се уочити изражене осцилације у величини опожарених површина шума и шумског земљишта, које се смењују у складу са временским приликама у наведеном периоду. Највише опожарених површина било је 2007. године (око 16.000 ha), 2000. године (око 8 000 ha) и 2012. године (око 1.666 ha), али је највише дрвне запремине изгорело 2003., затим 2002. и 2008. године.

Промене које данас уочавамо у Србији, пратећи многобројне индикаторе стања и промена у животној средини, могу да нам укажу на дугорочну перспективу шумских екосистема и дају смернице управљачима овим природним ресурсом у циљу будуће адаптације и превентивне заштите.

Досадашњи ниво интегрисаности климатских промена у секторске и развојне стратегије, ниво знања и институционални и индивидуални капацитети, као и стање расположивих технологија је недовољан.

Одговарајуће пројекције климатских промена и ажуриране базе података указале су на потребу примене секторских стратегија и програма.

Стратешки задаци су:

- спровођење програма мултидисциплинарних истраживања локалних промена климе и утицаја климатских промена на природне ресурсе и израда секторских планова и програма адаптације и ублажавања последица услед климатских промена;
- спровођење стратегије увођења еколошки прихватљивих технологија у енергетици укључујући веће коришћење биомасе као алтернативног извора енергије;
- учешће одређених институција, научног и стручног кадра из Србије у имплементацији пројеката у оквиру Подрегионалног оквирног акционог плана за адаптацију за Југоисточну Европу;
- унапређење знања, технологија и јачања капацитета у области смањења концентрација штетних гасова са ефектом стаклене баште;
- анализа конкретних економских ефеката климатских промена на шумске екосистеме и обезбеђивање подстицајних мера и финансијске подршке за доношење и спровођење економски оправданих мера адаптације и ублажавања климатских промена у области шумарства.

С обзиром на могуће иреверзибилне процесе у климатском систему са несагледивим последицама по живи свет, неопходно је предузимати превентивне мере ублажавања климатских промена и адаптације на измењене климатске услове. У циљу заштите животне средине и шумских екосистема у Србији од негативних климатских промена **оперативни циљеви** су:

- континуална, вишегодишња осматрања и мерења климатских параметара, екстрема, средњих вредности и честина;
- праћење стања животне средине и стања шумских екосистема;
- анализа утицаја газдовања шумама на равнотежу угљеника, продукцију дрвне запремине и биодиверзитет;

- одређивање рањивости шумских екосистема;
- израда модела очекиваних промена вегетације и стања шума, као последице потенцијалних будућих климатских промена;
- дефинисање мера превенције и активности које је неопходно спровести у оквиру шумских екосистема у случају најаве климатских екстремних појава;
- утврђивање интензитета и степена промена вертикалне и хоризонталне зоналности вегетације за различите сценарије глобалних промена климе и различите временске периоде;
- анализа еколошких и друштвено-економских последица пропадања шума;
- скраћивање времена ревитализације и регенерације и даље рањивости, одабиром отпорнијих и адаптибилнијих шумских врста;
- доношење секторских планова и програма мера за адаптацију шумских екосистема на климатске промене и усаглашавање секторских стратегија са релевантним директивама и белом књигом ЕУ;
- примена конвенција, стандарда и добре праксе и искустава ЕУ и других развијених земаља о заштити животне средине и укључивању фактора климатских промена у процес планирања просторног развоја;
- ревизија постојећих и увођење нових технологија и методологија при газдовању шумама и унапређење система мониторинга;
- едукација и информисање доносиоца одлука и шире јавности о значају шумских екосистема у заштити животне средине, као и о узроцима и последицама негативних климатских промена;
- израда Студије за дефинисање услова и могућности имплементације пројеката CDM-а, у шумарству Републике Србије;
- организовано спровођење промовисања коришћења биомасе дрвета за производњу енергије и на тај начин обезбеђеног доприноса смањивању емисије гасова са ефектима стаклене баште сагоревањем фосилних горива;
- дефинисање модела државних подстицајних финансијских средстава (субвенција) за коришћење биомасе дрвета у енергетске сврхе;

- у висинском појасу 500-1.000 m надморске висине (који је за шумску вегетацију најпогоднији) формирати бар једну главну метеоролошку станицу (са професионалним осматрачима и опремом);
- на више локалитета поставити аутоматске станице које мере параметре значајне за шумске екосистеме.

Очувањем и унапређењем стања шума и интензивнијом применом редовних мера газдовања и одговарајућих мера адаптивбилног газдовања шумама, могуће је значајно утицати на глобалне климатске промене.

Обавезне и адаптивбилне мере газдовања шумама предложене у овом докторату углавном су оријентисане на стварање стабилнијих шума, отпорних на негативне климатске промене.

Јединствено, адаптивбилно газдовање шумама на целокупној територији Србије омогућило би лакше спровођење наведених међународних декларација, конвенција и обавеза из области заштите и унапређења животне средине.

Захтеви заштите животне средине и одрживо управљање шумским екосистемима могу се испунити само уколико се реализују следећи циљеви:

- повећање површина под шумом (пошумљавањем);
- заштита и унапређење стања постојећих шума кроз санацију и мелиорацију девастираних шума, уз интензивну негу и заштиту постојећих шума;
- задовољавање одговарајућих еколошких, економских и социјалних функција шума.

Пошумљавање, унапређење постојећег стања и одрживи развој шумских екосистема у Србији, омогућиће:

- **ублажавање** негативних климатских промена у Србији *складиштењем* (спречавањем губитка угљеника који је већ присутан у вегетацији и земљишту) и *апсорбовањем* (задржавањем преосталог угљен-диоксида из атмосфере у природним екосистемима);
- **адаптацију** шумских екосистема *заштитом* (одржавањем стабилности екосистема, ублажавањем локалне и микроклиме, смањивањем ризика и утицаја екстремних појава, попут олуја, поплава и суша).

Резултате IPCC-а који указују да би ефекти глобалног загревања у појединим регионима могли да буду толико јаки да би дошло до промена продуктивности шума и састава биљних и животињских заједница у њима и да одржавање шумског покривача не би било могуће, треба научно потврдити.

Без обзира на различита становишта о глобалним или регионалним климатских условима, пројекцијама промена климе и прогнозираним сценаријима, о степену утицаја антропогених делатности или било којих других фактора на њих, ***неопходно је смањити емисију штетних материја у атмосферу.***

Начин на који се данас користе и одржавају шуме у Србији одредиће будуће стање не само биолошке разноврсности у шумама, већ и укупне разноврсности и богатства живог света.

Будуће генерације имају право на здраву животну средину, а обавеза данашњег човека је да остави у наслеђе најмање оно што је добио.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Agerup, M. (2004): *Is Kyoto a Good Idea? Adapt or Die: The science, politics and economics of climate change*, Profile Books, London.
2. Agerup, M., Ayodele, T., Cordeiro, J., Cudjoe, F., Fernandez, J.R., Hidalgo, J.C., Krause, M., Louw, L., Mitra, B., Morris, J., Okonski, K., Oluwatuyi, M. (2004): *Climate change and sustainable. A blueprint from the Sustainable Development Network*. International Policy Network, London.
3. Акциони план за спровођење Националне стратегије одрживог развоја од 2011. до 2017. године (2011), Службени гласник РС, бр. 62/2011.
4. Aleksić, P., Jančić, G. (2012): *Impact of climate changes on forest fire events*, International Conference: Forestry science and practice for the purpose of sustainable development of forestry - 20 years of the Faculty of Forestry in Banja Luka. Banja Luka, 1th-4th November, 2012. Book of Abstracts, p. 14.
5. 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.
6. Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., Петровић, Н. (2009а): *Национална инвентура шума Републике Србије, Шумски фонд Републике Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије - Управа за шуме, Београд, стр. 43-90.*
7. Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., Петровић, Н., Шљукић, Б., Обрадовић, С. (2009б): *Шумски фонд Републике Србије – Стање и проблеми. Гласник Шумарског факултета, Београд, бр. 100, стр. 7-30.*
8. Barredo, J.I., San Miguel, J., Caudullo, G., Busetto, L. (2012): *A European map of living forest biomass and carbon stock*, Executive report, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Scientific and Policy Reports, Luxenburg, Publications office of the European Union, p.1-12.
9. Белиј, С., Дуцић, В., Радовановић, М., Миловановић, Б. (2007): *Климатско рејонирање и положај горње шумске границе на Старој планини, Заштита природе*, Vol. 57/1-2, Београд, стр. 21-34.
10. Bernier, P., Schoene, D. (2009): *Adapting forests and their management to climate change: an overview*, Unasilva 231/232, Vol. 60, FAO, p. 5-11.
11. Biringer, J. (2003): *Forest ecosystems threatened by climate change: promoting long-term forest resilience*. In: Hansen, L.J., Biringer, J. and Hoffman, J. R. (eds.), *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*. World Wide Fund for Nature, Climate Change Program, Berlin, Germany, p. 43-71.
12. Botkin, D.B., Nisbet, R.A., Simpson, L.G. (1992): *Forests and Global Climate Change*. In: S.K. Majumdar, L.S. Kalkstein, B.M. Yarnal, E.W. Miller, and L.M. Rosenfeld (eds.): *Global Climate Change: Implications, Challenges and Mitigation Measures*, Philadelphia, Pennsylvania Academy of Sciences, Chapter 19, p. 274- 290.

13. Брашанац, Љ. (2003): Одрживи развој шумских екосистема Србије и њихова улога у заштити животне средине, Магистарски рад, Географски факултет, Београд.
14. Brašanac, Lj. (2003a): Possibilities of establishing sustainable development of forest ecosystems in Serbia, Proceedings of scientific papers, Volume 1, Sofia, Bulgaria, p. 23-27.
15. Брашанац, Љ. (2003б): Улога шумских екосистема у заштити животне средине и просторном развоју Србије, Зборник радова са II међународног научно-стручног скупа „Планска и нормативна заштита простора и животне средине“, одржаног на Палићу, Београд, стр. 173-183.
16. Brašanac, Lj., Jović, Đ. (2006): Integral approach to the protection of forest ecosystems as part of sustainable development strategy in Serbia, Proceedings, International Scientific Conference Sustainable use of forest ecosystems „The challenge of the 21st Century“, November 8-10th, Donji Milanovac, p. 482-487.
17. Брашанац, Љ. (2007): Шумски екосистеми у Србији: планска и законска регулатива, Зборник радова са IV научно-стручног скупа са међународним учешћем „Планска и нормативна заштита простора и животне средине“, одржаног на Палићу, Београд, стр. 483-490.
18. Брашанац-Босанац, Љ., Ћирковић-Митровић, Т. (2009): Утицај глобализације на шумске ресурсе у Србији, *Ecologica*, Vol. 16, бр. 54, Београд, стр. 181-186.
19. Брашанац-Босанац, Љ., Ћирковић-Митровић, Т. (2010): Утицај климатских промена на шумске екосистеме у Србији, Зборник радова са међународне научне конференције „Животна средина и биодиверзитет“, *Ecologica*, No.59, Београд, стр. 387-391.
20. Brašanac-Bosanac, Lj., Ćirković-Mitrović, T. (2011): The importance of forest ecosystems and their resources to the development of ecotourism in Serbia, Proceedings, XIX International scientific and Professional meeting „Ecological truth EcoIst `11“, University of Belgrade, Technical Faculty Bor, June, 01-04th, 2011, Bor, Serbia, p. 560-566.
21. Brašanac-Bosanac, Lj., Ćirkovic-Mitrovic, T., Cule, N. (2011): Adaptation of Forest Ecosystems on negative climate change impacts in Serbia, Sustainable Forestry, Tom 63-64, Institute of Forestry, Belgrade, p. 41-50.
22. Brašanac-Bosanac, Lj., Filipovic, D., Ćirkovic-Mitrovic, T. (2011): Measurements for the adaptation of forest ecosystems on negative impacts of climate change in Serbia, *Fresenius Environmental Bulletin*, Germany, Vol. 20-No 10 - 2011, p. 2643-2650.
23. Brašanac-Bosanac, Lj., Ćirković-Mitrović, T., Popović, V. (2012): Possibilities of implementation of adaptive forest management in Serbia, XX International scientific and Professional meeting „Ecological truth EcoIst `12“, University of Belgrade, Technical Faculty Bor, 30.05-02.06.2012, Zaječar, Serbia, p. 24-30.
24. Brigman H.A., Oliver, J.E. (2006): *The Global Climate System, Patterns, Processes, and Teleconnections*, Cambridge University Press, New York, 1-331.

25. Велашевић, В., Ђоровић, М. (1998): Утицај шумских екосистема на животну средину, Шумарски факултет, Београд, стр. 1-451.
26. Велашевић, В. (2004): Губљење биоразноврсности. In: Животна средина и Homo sapiens - есеји, ЈП „Палић-Лудаш“ Палић, Београд, стр. 35-61.
27. Велашевић, В. (2004): Трајна одрживост шумских екосистема. In: Животна средина и Homo sapiens - есеји, ЈП „Палић-Лудаш“ Палић, Београд, стр. 85-103.
28. Вучићевић, С. (1999): Шума и животна средина, ЈП „Србијашуме“ и Шумарски факултет, Београд, стр. 254-442.
29. Вучићевић, С. (2001): Шума и животна средина - значај шума, Шумарство, бр. 1-2, стр. 1-10, Београд.
30. Гајић, М. (1984): Флорни елементи СР Србије I, Општи део, Српска академија наука и уметности, Београд, стр. 317-397.
31. Gitay, H., Brown, S., Easterling, W., Jallow, B. (2001): Ecosystems and their goods and services. In: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (eds.). Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, Chapter 5, p. 235-247.
32. Grace, J., Allen, S., Wilson, C. (1989): Climate and meristem temperatures of plant communities near the tree-line, *Oecologia*, Volume 79, Issue 2, p. 198–204.
33. Grace, J., Berninger, F., Nagy, L. (2002): Impacts of Climate Change on the Tree Line, *Oxford Journals, Annals of Botany*, Volume 90, Issue 4, p. 537-544.
34. Graham, R.L., Turner, M.G., Dale, V.D. (1990): How climate change and increasing CO₂ affect forests, *Bioscience*, Vol. 40, No. 8, p. 575-587.
35. Dmitriev N. A. (1997): Planetophysical state of the Earth and life. *IICA Transactions*, Volume 4, (<http://www.tmgnow>).
36. Dröge, S. (2010): Климатска стратегија ЕУ – Основни елементи међународне климатске политике након 2012. године, Климатске промене – Студије и анализе, Европски покрет у Србији, Београд, стр. 105-116.
37. Драгићевић, С., Филиповић, Д. (2009): Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора, Универзитет у Београду – Географски факултет, Београд, стр. 130-237.
38. Dražić, D., Dražić, M. (2001): Ecological functions of urban forests – the example of Belgrade, Third Balkan Scientific Conference: Study, Conservation and Utilization of Forest Resources, October 2-6, Proceedings, Vol. I, Sofia, p. 136-141.
39. Дражић, Д. (2002): Мултифункционална валоризација предела и екосистема створених рекултивацијом одлагалишта површинских копова Колубарског басена, Монографија, Београд, стр. 19-38.

40. Dražić, D., Veselinović, M., Bojović, S., Jovanović, Lj., Nikolić, B., Batos, B., Golubović-Ćurguz, V. (2006): Significance of urban forests and other green space categories for urban and industrial settlement environments, Proceedings from the International Conference „Sustainable use of forest ecosystems – the challenge of the 21st Century“, Plenary Lectures, November, 7-11, Belgrade – Lepenski Vir, p. 437-452.
41. Drazic, D., Veselinovic, M., Rakonjac, Lj., Rajkovic, S. (2007): Multifunctional valorization of urban forests in Belgrade region, Proceedings from the International Symposium „Sustainable forestry – problems and challenges“, October, 24-26, Ohrid, Macedonia, Vol. XLII, p. 53-56.
42. Drever, C. R., Peterson, G., Messier, C., Bergeron, Y., Flannigan, M. (2006): Can forest management based on natural disturbances maintain ecological resilience? Canadian Journal of Forest Research 36, p. 2285–2299.
43. Dubois, A.D., Ferguson, D.K. (1988): Additional evidence for the climatic history on pine in the Cairngorms, Scotland, based on radiocarbon dates and tree-ring d/h ratios – reply. Review of Paleobotany and Palynology, Volume 54, p. 181–185.
44. Дуцић, В., Ђурђић, С. (2003): Емисија угљен-диоксида – Пројекције и ограничења са критичким освртом на Кјото протокол, Зборник радова Географског факултета, бр. 51, Београд, стр. 65-88.
45. Дуцић, В., Радовановић, М. (2005): Клима Србије, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 1-212.
46. Дуцић, В., Станојевић, Г., Иконовић, В. (2010): Циркулација атмосфере и колебање температуре ваздуха у Србији у периоду 1949-2004., Зборник радова ПМФ - Географски институт, бр. 58, Београд, стр. 11-28.
47. Дуцић, В., Бурић, В., Луковић, Ј., Станојевић, Г. (2011): Промене количине падавина у Подгорици у периоду 1951-2010., Гласник Српског географског друштва, Свеска ХСІ- бр. 2, Београд, стр. 51-62.
48. Ђукановић, М. (1996): Животна средина и одрживи развој, Елит, Београд, стр. 1-294.
49. Закон о дивљачи и ловству (2010), Службени гласник РС, бр. 18/2010.
50. Закон о заштити ваздуха (2009), Службени гласник РС, бр. 36/2009.
51. Закон о заштити животне средине (2009), Службени гласник РС, бр. 72/2009, 81/09–исправка, 64/10-УС и 24/11.
52. Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (2004), Службени гласник РС, бр. 135/2004.
53. Закон о планирању и изградњи, (2009), Службени гласник РС, бр. 72/2009.
54. Закон о Просторном плану Републике Србије од 2010. до 2020. године (2010), Службени гласник РС, бр. 88/10.
55. Закон о процени утицаја на животну средину, (2009), Службени гласник РС, бр. 36/2009.

56. Закон о ратификацији Кјото Протокола (2007/2009), Службени гласник РС, 88/2007 и 38/2009.
57. Закон о управљању отпадом (2009), Службени гласник РС, бр. 36/2009.
58. Закон о Фонду за заштиту животне средине (2009), Службени гласник РС, бр.72/2009.
59. Закон о шумама (2010), Службени гласник РС, бр. 30/10.
60. Innes, J.L. (2004): Forests in environmental protection, in Forests and Forest Plants, [Eds. John N. Owens, and H. Gyde Lund], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>].
61. Innes, J.L., Joyce, L.A., Kellomaki, S., Louman, B., Ogden, A., Parrotta, J., Thompson, I. (2009): Management for Adaptation. In: Risto Seppälä, Alexander Buck and Pia Katila. (eds.). Adaptation of Forests and People to Climate Change - A Global Assessment Report. IUFRO World Series Volume 22. Helsinki, p. 135-185.
62. IPCC Second Assessment Report (1995): Climate change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I, Cambridge University Press, UK, p. 19-24, [<http://www.ipcc.ch>].
63. IPCC (2000): Land Use, Land-Use Change and Forestry. Watson, R. T., Noble, I. R., Bolin, B., Ravindranath, N. H., Verardo, D. J., Dokken, D. J. (eds.). Cambridge University Press, UK, p. 375.
64. IPCC Fourth Assessment Report (2007): Climate change 2007: The Physical Science Basis – Summary for Policymakers, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, [<http://www.ipcc.ch>].
65. IPCC (2009): Meeting Report, Expert Meeting on Detection and Attribution Related to Anthropogenic Climate Change, The World Meteorological Organization, 14–16 September 2009, Geneva, Switzerland, [<http://www.ipcc.ch>].
66. Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2008. годину (2009), Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, Београд, стр.131-134.
67. Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2010. годину (2011), Министарство животне средине и просторног планирања, Агенција за заштиту животне средине, Београд, стр. 35-38, 99-106.
68. Извештај о обављеним пословима од јавног интереса у области дијагностике штетних организама и заштите здравља шумског биља на територији Републике Србије (без територије АП Војводина) у 2012. години, са прогнозом за 2013. годину (2012), Институт за шумарство, Београд, бр. 62-10/3879.

69. Исајев, В., Туцовић, А. (1990): Оплемењивање дрвећа у Југославији у циљу увећања отпорности на сушење шума, Шумарство, бр. 2-3, Тематски број: Сушење шума, Београд, стр. 87- 95.
70. Јанковић, М. (1988): Проблеми шума и шумске вегетације као глобални проблем биосфере и опстанка човечанства, са посебним тежиштем на проблеме стања шумске вегетације у Југославији са гледишта екологије, Зборник радова са IV конгреса еколога, Савез еколога Југославије, Охрид, стр. 117-149.
71. Јовановић, Б, Колић, Б. (1980): Климатско-вегетацијска (ороклиматогена) реонизација Суве планине, Гласник Шумарског факултета, No. 54, Београд, стр. 19-62.
72. Јовић, Д., Банковић, С., Медаревић, М. (1995): Угроженост шумских екосистема сушењем, Дрварски гласник бр. 12-14, Београд, стр. 23-28.
73. Јовановић, Б., Јовић, Н. (1981): Основне шумске еколошко-производне целине и комплекси типова шума у Србији, Manuscript, Шумарски факултет, Београд.
74. Јовић, Н., Томић, З., Јовић Д. (1996): Типологија шума, Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд.
75. Jovic, Dj., Brasanac, Lj. (2007): Legislation in area of forestry as contribution to sustainable development of forest ecosystems in Serbia, Proceedings of the Biennial International Symposium „Forest and sustainable development“, Brasov, Romania, p. 597-602.
76. Jović, Đ., Braunović, S., Ćirković-Mitrović, T., Brašanac-Bosanac, Lj. (2010): The conditions of the forests and forest ecosystems in Grdelička gorge and Vranjska basin, Proceedings, Volume 1, International scientific conference „Forest ecosystems and climate changes“, Institute of Forestry, March, 9-10th, Belgrade, p. 97-101.
77. Кадовић, Р. (2007): Процеси глобалног загревања и шуме, Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 11-15.
78. Кадовић, Р., Медаревић, М. (2007): Шуме као фактор за ублажавање климатских промена, Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 17-24.
79. Кадовић, Р., Медаревић, М., Кнежевић, М., Бајић, В., Главоњић, Б., Белановић, С., Петровић, Н. (2007): Резерве и динамике угљеника у шумским екосистемима Србије. Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 179-193.
80. 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.
81. Kennedy, J.J., Thomas, J.W. (1995): Managing natural resources as social value. In: A New Century for Natural Resource Management, edited by R.L. Knight and S.F. Bates, Washington, DC: Island Press, p. 311-321.
82. Kennedy, J.J., Koch, N.E. (2004): Viewing and managing natural resources as human-ecosystem relationships, Forest Policy and Economics, No. 6, ELSEVIER, p. 497-504.
83. Kiktev, D., Caesar, J.L., Alexander, V., Shiogama, H., Collier, M. (2007), Comparison of observed and multimodeled trends in annual extremes of temperature and precipitation, Geophys. Res. Lett., 34, L10702, doi:10.1029/2007GL029539.
84. Kindermann, G.E., McCallum, I., Fritz, S., & Obersteiner, M. (2008): A global forest growing stock, biomass and carbon map based on FAO statistics. Silva Fennica 42(3), p. 387–396.
85. Koch, N.E., Kennedy, J.J. (1991): Multiple-use forestry for social value, AMBIO: the Royale Swedish Academy of Sciences Journal of the Human Environment 20(7), p. 330-335.
86. Колић, Б., Гајић, М. (1975): Однос буково-јелових шума према климатским факторима у Србији, Екологија, Vol. 10, бр. 2, Београд, стр. 155-164.
87. Колић, Б. (1988): Шумска еоклиматологија, Уџбеник, Научна књига, Београд, стр. 1-397.
88. Krstic, M. (1998): Climatic characteristics of the sessile forest belt (*Quercetum montanum serbicum* Cer et Jov.) on Stara mountain, Jubilee Scientific Conference: 70 Anniversary of the Forest Research Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, Proceedings, Sofia, p. 76-79.
89. Крстић, М., Стојановић, Љ. (1998-1999): Мелиорација изданацких и деградираних шума. Гласник Шумарског факултета, бр. 80-81, Београд, стр. 75-85.
90. Krstic, M., Smailagic, J., Nikolic, J. (2001): Climatic characteristics of the Sessile oak forests (*Quercetum montanum serbicum* Cer et Jov.) belt in Serbia. 3rd Balcan Scientific Conference „Study, conservation and utilisation of the forest resources“, Proceedings, Sofia, p. 200-209.
91. Крстић, М., Стојановић, Љ. (2004): Основни проблеми мелиорације деградираних (изданацких) букових шума. Шумарство бр. 3, Београд, стр. 1-24
92. Krstic, M., Cirkovic, T. (2005): Climate-vegetation characteristics of Cemernik region, Conference „8th Symposium on Flora of Southeast Serbia and Neighbouring Regions“, Proceedings, Nis, p. 195-200.
93. Kullman, L. (1981): Recent tree limit dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L) in the southern Swedish Scandes, Wahlenbergia, Volume 8, p. 3–67.

94. Kullman, L. (1988): Holocene history of the forest-alpine tundra ecotone in the Scandes Mountains (central Sweden), *New Phytologist*, Volume 108, p. 101–110.
95. 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.
96. Лакушић, Д. (2009): Основи екологије – Распрострањење екосистема - Зонирање, [www.dodaj.rs /f/2s/1m/1hgQmfSk/07-zonobiomii.pdf](http://www.dodaj.rs/f/2s/1m/1hgQmfSk/07-zonobiomii.pdf)
97. Lim, B., Spanger-Siegfried, E. (eds.) (2005): *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. United Nations Development Programme, Cambridge University Press, New York, p. 258.
98. Љешевић, М. (2005): Шуме и животна средина. In: *Животна средина села и ненастањених подручја*, Универзитет у Београду, Географски факултет, Институт за животну средину и ГИС, стр. 243-278.
99. Mansourian, S., Belokurov, A., Stephenson P.J. (2009): The role of forest protected areas in adaptation to climate change, *Unasilva* 231/232, Vol. 60, FAO, p. 63-69.
100. Маринковић, П. (1987): Узроци, симптоми и значај сушења и пропадања шума, *Шумарство*, бр. 5, Београд, стр. 7-31.
101. Медаревић, М., Банковић, С., Шљукић, Б., Свиличић, А. (2007): Одрживо управљање шумама – Шумски биодиверзитет и промене климе, *Зборник радова Шуме и промене климе*, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 125-150.
102. Медаревић, М. (2006): План увећања шумовитости Србије - основни услови за реализацију, *Зборник радова са Саветовања „Пошумљавање у циљу реализације Просторног плана и развоја пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије“*, Удружење шумарских инжењера и техничара Србије – Београд, Нови Сад, мај, стр. 7-17.
103. Медаревић, М. (2009): Шума и климатске промене, *Ревизија Шуме*, бр. 102, стр. 6-8.
104. Медаревић, М. (2009): Коришћење шумског земљишта, *Тематски извештај за Стратегију просторног развоја Републике Србије*, Студијско-аналитичка основа, Републичка Агенција за просторно планирање, ИАУС, Шума и климатске промене, Београд, стр. 4-40.
105. Медаревић М., Банковић, С., Цветковић, Ђ., Абјановић, З. (2009): Проблем сушења шума у Горњем Срему, *Шумарство*, бр.3-4, Београд, стр. 61-73.
106. Michaels, J. P. (1998): Long hot year - Latest Science Debunks - Global Warming Hysteria. *Policy Analysis*, No. 329.
107. Myers, N., Goreau, T.J. (1991): Tropical forests and the greenhouse effect: A management response. *Climatic Change* 19, p. 215-226.

108. Национална стратегија одрживог развоја (2008), Службени гласник РС, број 57/08, од 03.06.2008. године.
109. Национална стратегија одрживог коришћења природних ресурса и добара (2012), Службени гласник РС, бр. 33/2012.
110. Национални програм заштите животне средине (2010), Службени гласник РС, бр. 12/2010;
111. Нацрт Просторног плана СР Србије (1982), Републички Секретаријат за урбанизам, стамбене и комуналне делатности, Социјалистичка Република Србија, Београд, стр. 29, 34-38, стр. 165-183.
112. Nakicenovic, N., Davidson, O., Davis, G., Grübler, A., Kram, T., La Rovere, E.L., Metz, B. Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Sankovski, A., Shukla, P., Swart, R., Watson, R., Dadi, Z. (2000): Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC special report emissions scenarios Intergovernmental Panel on Climate Change, UNEP, WMO, p. 3-20.
113. Nevenić, R., Dražić, D., Brašanac, Lj., Bojović, S. (2007): Conservation and Enhancement of Natural resources in Serbia - Adjustment of legislation with international agreements of Environmental protection, International Scientific Conference Forests „Integral protection of Forests – Scientific-Technological Platform“, Plenary lectures, Proceedings, Belgrade, p. 1-27.
114. Ogden, A.E. (2007): Forest management in a changing climate: building the environmental information base for southwest Yukon. *Forestry Chronicle*, Vol. 83, No. 6, p. 806–809.
115. Ogden, A.E., Innes, J.L. (2007): Incorporating climate change adaptation considerations into forest management planning in the boreal forest. *International Forestry Review* 9, p. 713–733.
116. Öquist, G., Huner, N.P.A. (1991): Effects of cold acclimation on the susceptibility of photosynthesis to photoinhibition in Scots pine and in winter and spring cereals: a fluorescence analysis, *Functional Ecology*, Volume 5, p. 912–100.
117. Основе Просторног плана СР Србије (1979), Републички Секретаријат за урбанизам, стамбене и комуналне делатности, Социјалистичка Република Србија, Београд, стр. 39-41, 168-169.
118. Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., Kurz, W.A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Pacala, S.W., McGuire, A.D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., & Hayes, D. (2011): A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science*, 333(6045), p. 988-993.
119. Панчић, Ј. (1871): Шумско дрвеће и шибље у Србији, Гласник српског ученог друштва, Св. XXX, Београд.
120. Parker, W.C., Colombo, S.J., Cherry, M.L., Flannigan, M.D., Greifenhagen, S., McAlpine, R.S., Papadopol, C., Scarr, T. (2000): Third millennium forestry: what climate change might mean to forests and forest management in Ontario. *Forestry Chronicle* Vol. 76, No. 3, p. 445–463.

121. Pauli, H. et al. (2012): Recent Plant Diversity Changes on Europe's Mountain Summits, American Association for the Advancement of Science, New York, Washington, Science, Vol. 336, p. 353-355.
122. Pears, N.V. (1968): Post glacial tree-lines of the Cairgorm Mountains, Scotland. Transactions of the Botanical Society of Edinburgh, Volume 40, p. 361–394.
123. Peters, R., Darling, J. (1985): The Greenhouse Effect and Nature Reserves, BioScience Vol. 35, No. 11, p. 707-717.
124. Пецељ, Р.М. (2000): Климатске промјене и ефекат стаклене баште, Републички педагошки завод, Бања Лука, стр. 1-90.
125. Пецељ, Р.М. (2002): Глобалне климатске промјене и ефекат стаклене баште, Зборник Радова, Оквирна конвенција Уједињених Нација о промјени климе и Кјото протокол, Бања Лука, стр. 117-124.
126. Пецељ, Р.М, Јовић, Г. Станивуковић З, Говедар, З. (2002). Глобалне климатске промјене и анализа температурних промјена у Босни и Херцеговини, Зборник Природно-математичких наука, година II, двоброј 2 и 3, Бања Лука, (2002), стр. 307-316.
127. Пецељ Р.М. (2003). Глобалне промјене климе, Часопис „Радови Филозофског факултета Универзитета у Источном Сарајеву, Пале, књига 5 (специјални број), стр. 359-372.
128. Пецељ, Р.М. (2003): Вријеме и клима у свјетлу глобалних климатских промјена, Часопис „Радови Филозофског факултета Универзитета Пале, Пале, књига 5 (специјални број) 5, бр. 5, Пале, стр. 373-382.
129. Plamondon A.P., Ruiz R.A., Morales C.F., Gonzalez M.C. (1991): Influence of protection forest on soil and water conservation. Forest Ecology and Management 38, p. 227–238.
130. Поповић, Т., Радуловић, Е., Јовановић, М. (2005): Колико нам се мења клима, каква ће бити наша будућа клима?, Регионална конференција „ЕнЕ05 – Животна средина ка Европи“, Београд, стр. 212-218.
131. Поповић, Т. (2007): Тренд промена температуре ваздуха и количине падавина на подручју Републике Србије, Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 81-122.
132. 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.
133. Прва (Иницијална) национална комуникација Републике Србије – Нацрт, Министарство животне средине и просторног планирања (2010), стр. 1-168.
134. Преглед станишта Србије, Министарство науке и животне средине Републике Србије, Биолошки Факултет Универзитет у Београду, доступно на сајту: http://habitat.bio.bg.ac.rs/stanista_srbije.htm.

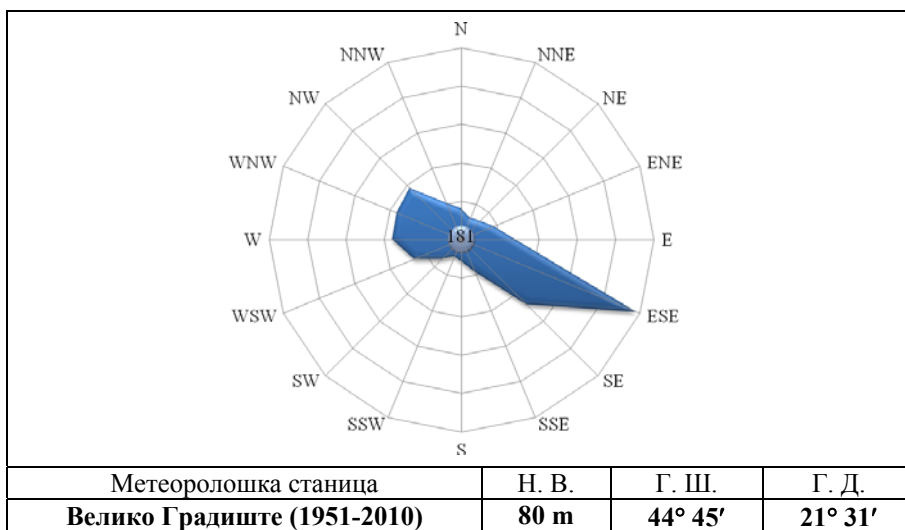
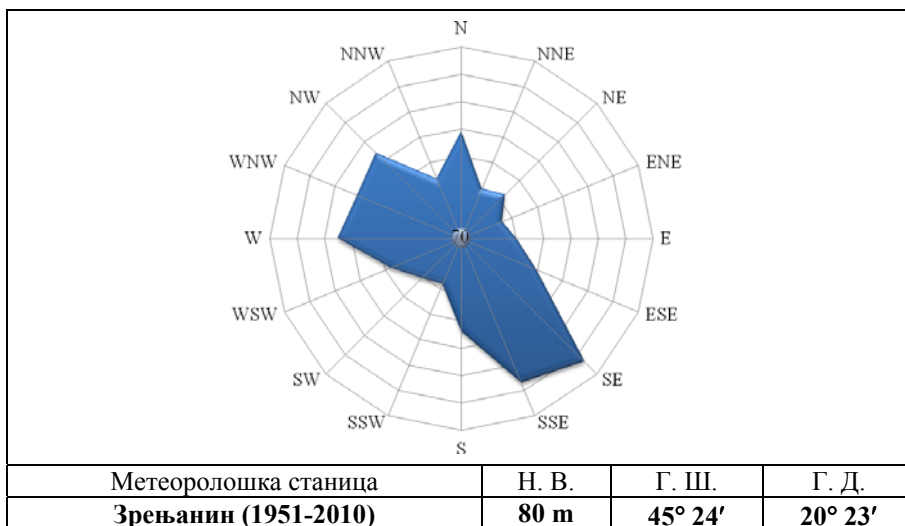
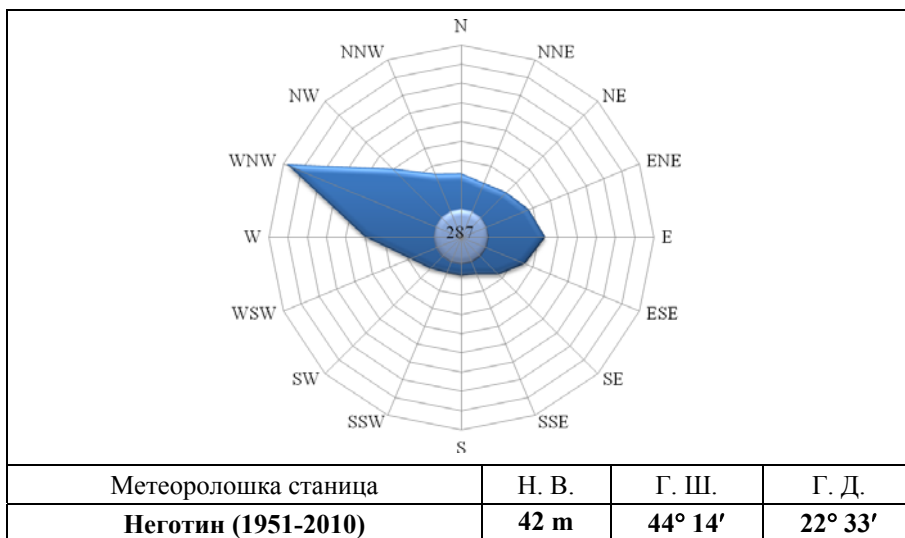
135. Програм развоја шумарства на територији Републике Србије за период 2011. до 2020. година – Нацрт (2011), Министарство пољопривреде, трговине, шумарства и водопривреде – Управа за шуме.
136. Програм имплементације Просторног плана Републике Србије од 2010. до 2020. године (2011), Републичка Агенција за просторно планирање, Београд.
137. Просторни план Републике Србије – Нацрт (1994), Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд, стр. 25-29, 75-77, 79, 99-102, 197.
138. Просторни план Републике Србије (1996), Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд.
139. Просторни план Републике Србије од 2010. до 2020. године (2010), Службени гласник РС, бр. 88/10.
140. Процена и праћење утицаја ефеката – утицаја ваздушних загађења на шумске екосистеме у Републици Србији, Ниво I и Ниво II (2012), НЦФ Национални фокал центар за праћење стања – виталности шума Републике Србије, Институт за шумарство, Београд, стр. 7-9, стр. 42-45.
141. Процена и праћење ефеката – утицаја ваздушних загађења на шумске екосистеме у Републици Србији (2013), НЦФ Национални фокал центар за праћење стања – виталности шума Републике Србије, Институт за шумарство, Београд, стр. 7-9, 30-32.
142. Радовановић, М., Дуцић, В. (2004): Колебање температуре ваздуха у Србији у другој половини XX века, Гласник Српског географског друштва, Свеска 84, Бр. 1, Београд, стр. 19-28.
143. Радовановић, М., Pereira Gomes, J.F. (2008): Сунчева активност и шумски пожари, Географски Институт „Јован Цвијић“ САНУ, Београд, стр. 5-9, 35-65.
144. Radovanović, M., Pecelj, M. (2012a): The Heliocentric Hypothesis on the Origin of Forest Fires, International Scientific Conference „Forestry Science and Practice for the Purpose of Sustainable Development of Forestry“, November, 1-4th, 2012, Banja Luka, Republic of Srpska/Bosnia and Herzegovina, Plenare lecture, Book of p. 10.
145. Radovanović, M., Pecelj, M. (2012b): The causative-effective link between processes on the sun and forest fires near Trebinje (Bosnia and herzegovina) in the period march-september 2012, International Scientific Conference „Forestry Science and Practice for the Purpose of Sustainable Development of Forestry“, November, 1-4th, 2012., Banja Luka, Republic of Srpska/Bosnia and Herzegovina, Plenare lecture,
146. Радуловић, Ј., Бошњак, М., Спариоусу, Т., Котлица, С., Симић, Ј., Пантовић, М., Крунић-Лазич, М. (1997): Животна средина и развој - Концепт одрживог развоја, Савезно министарство за развој, науку и животну средину, Београд, стр. 1-254.

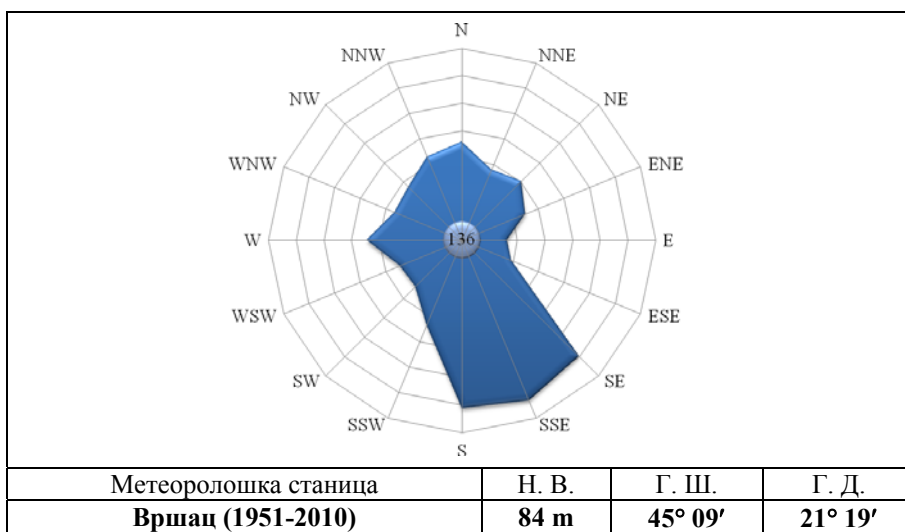
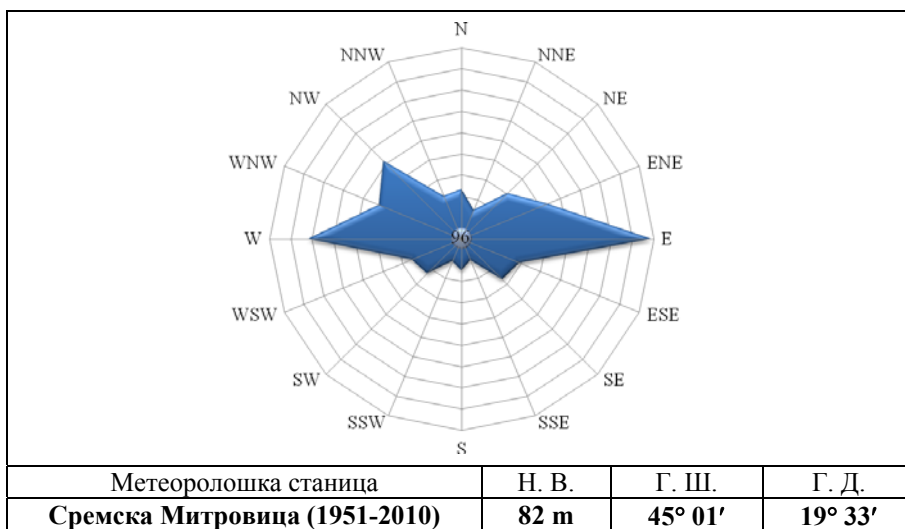
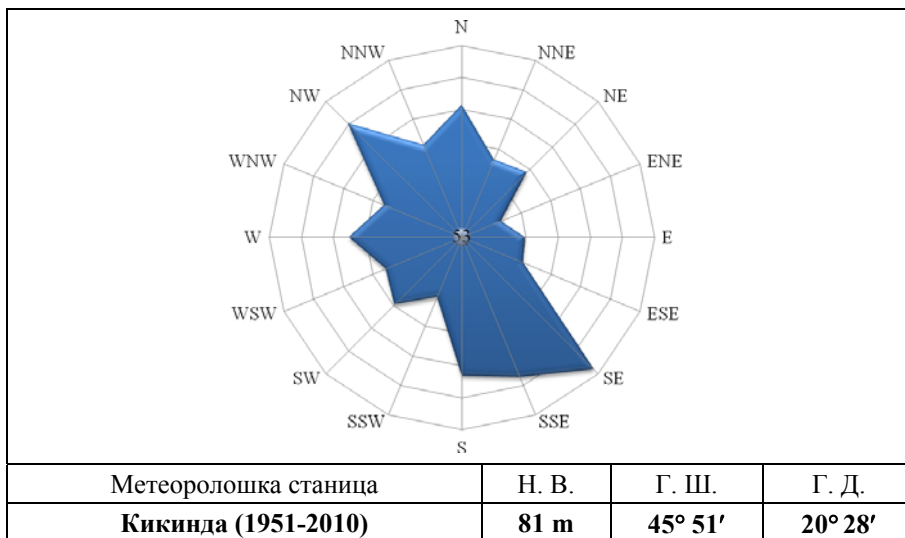
147. Ракићевић, Т. (1980): Климатско рејонирање СР Србије, Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“, САНУ, Књига 27, стр. 29-42.
148. Rametsteiner, E. (2000): Sustainable Forest Management Certification, Ministerial Conference on the protection of Forests in Europe, Liaison Unit Vienna, Austria, p. 57-70.
149. Ratknić, M., Rakonjac, Lj., Veselinović, M. (2010): The climate change and forest ecosystems, International Conference „Forest ecosystems and climate changes" Plenary lectures, Institute of forestry, IUFRO – International union of forest research organization, EFI – European forest institute, 09-10.03.2010, Belgrade, Serbia, p. 91-115.
150. Ratknić, M., Miletić, Z., Braunović, S., Stajić, S., Ćirković-Mitrović, T. (2012): Climatic changes and the concept of sustainable use of renewable natural resources, International Scientific Conference „Forests in the Future – Sustainable Use, Risks and Challenges“, October, 4-5th, 2012, Invited Papers, Belgrade, p. 53-71.
151. Reidel, C.H. (1971): Environment: new imperatives for forest policy, Journal of Forestry 9(5), p. 266-270.
152. Roberts, G., Parrotta, J., Wreford, A. (2009): Current Adaptation Measures and Policies. In: Risto Seppälä, Alexander Buck and Pia Katila. (eds.). Adaptation of Forests and People to Climate Change - A Global Assessment Report. IUFRO World Series, Vol. 22. Helsinki, p. 123-133.
153. Секулић, Г., Димовић, Д., Калмар Крнајски Јовић, З., Тодоровић, Н. (2012): Процена рањивости на климатске промене – Србија, Светски фонд за природу (WWF), Центар за унапређење животне средине, Београд, стр. 47-52.
154. Smith, J., Tirpak D. (eds). (1989): The Potential Effects of Global Climate Change on the United States, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, EPA-230-05-89-050, Chapter 5: Forests, p. 67-88.
155. Спасова, Д. (2007): Улога шуме у остваривању циљева оквирне конвенције УН о промени климе и протокола из Кјота, Зборник радова Шуме и промене климе, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Србије – Управа за шуме, Шумарски факултет, Београд, стр. 27-54.
156. Spatial Plan of the Republic of Serbia (1997), Institute of Architecture and Town Planning of Serbia, Belgrade, Prometej, Novi Sad.
157. Spittlehouse, D.L., Stewart, R.B. (2003): Adaptation to climate change in forest management, BC Journal of Ecosystems and Management, Vol. 4, No. 1, Canada, p. 1-11.
158. Stanhill, G., Cohen, S. (2001): Global dimming; a review of the evidence for a widespread and significant reduction in global radiation with discussion on its probable causes and possible agricultural consequences, Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 107, Iss 4, p. 255-278.
159. Stevens, G.C., Fox, J.F. (1991): The causes of treeline, Annual Review of Ecology and Systematics, Volume 22, p. 177-191.

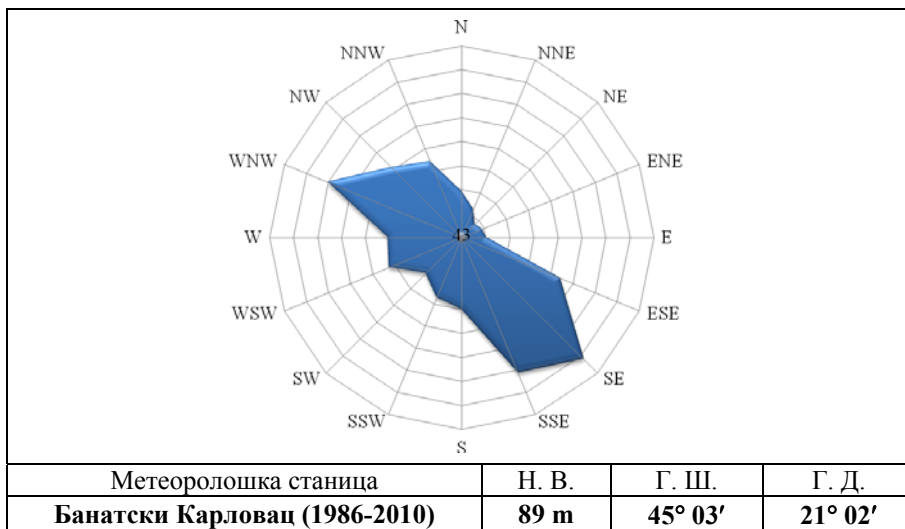
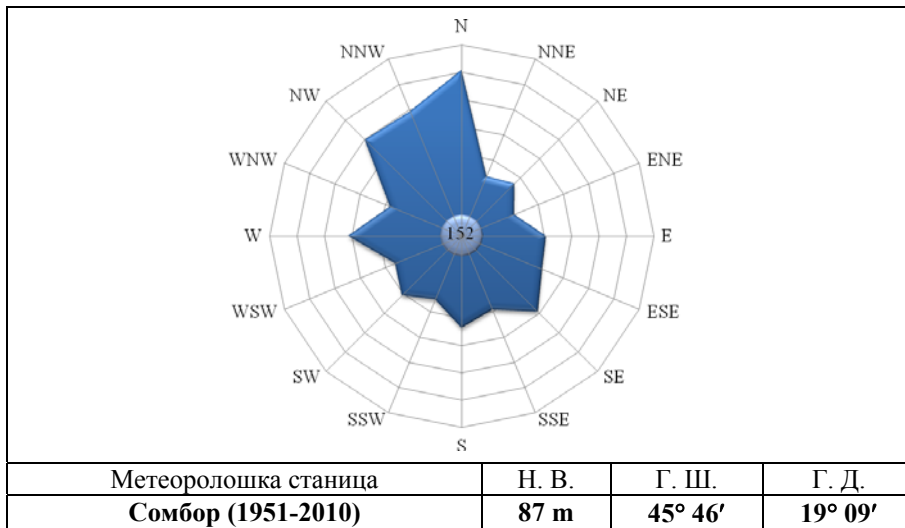
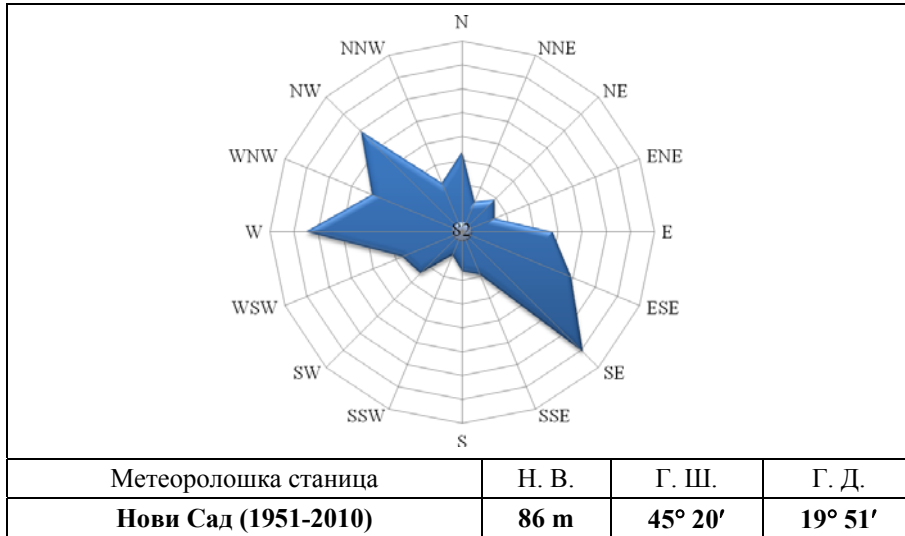
160. Стојановић, Љ. (1991): Истраживање оптималних метода мелиорације изданаких и деградираних шума у циљу превођења у виши узгојни облик. Гласник Шумарског факултета бр. 73, Београд, стр. 177-185.
161. Стојановић, Љ., Крстић, М. (2003): Мелиорација деградираних букових шума у циљу унапређења стања. Шумарство 1-2, Тематски број: Газдовање буковим шумама, Београд, стр. 39-58.
162. Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период 2011-2018. године (2011), Службени гласник РС, бр. 13/2011.
163. Стратегија просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020, (2009), Републичка Агенција за просторно планирање, Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Београд.
164. Стратегија развоја шумарства Републике Србије (2006), Службени гласник РС, број 59/06.
165. Sukačev, V. N. (1972): *Osnovy lesnoj tipologii i biogeocenologii*, Leningrad Izd., Nauka, Russia.
166. Thornthwaite, C. W. (1948), An approach toward a routine classification of climate. *Geogr. rew.* 38, 55-94.
167. Tranquillini, W. (1979): Physiological ecology of the alpine timberline: tree existence at high altitudes with special reference to the European alps. In: W. D. Billings, F. Golley, O. L. Lange, and J. S. Olson, editors. *Ecological studies. Analysis and synthesis. Volume 31*, Springer-Verlag, Berlin, Germany, p. 1–137.
168. Томанић, Л. (1987): Еколошки, економски и друштвени аспекти сушења шума, задаци шумарског планирања, Шумарство, бр. 5, Београд, стр. 133-142.
169. Томић, З., Ракоњац, Љ., Исајев, В. (2011): Избор врста за пошумљавање и мелиорације у Централној Србији, Монографија, Институт за шумарство, Београд, стр. 17-35.
170. Ћирковић-Митровић, Т., Брашанац-Босанац, Љ., Јовић, Ђ. (2011): 5. Карактеристике шума и обешумљених површина у Централној Србији. In: Томић, З., Ракоњац, Љ., Исајев, В. (2011): Избор врста за пошумљавање и мелиорације у Централној Србији, Монографија, Институт за шумарство, Београд, стр. 87-104.
171. Ћирковић-Митровић, Т., Брашанац-Босанац, Љ., Јовић, Ђ. (2011): 7. Подручје и локалитети за пошумљавање, потенцијалне површине за пошумљавање, стање. In: Томић, З., Ракоњац, Љ., Исајев, В. (2011): Избор врста за пошумљавање и мелиорације у Централној Србији, Монографија, Институт за шумарство, Београд, стр. 133-148.
172. Ćirković-Mitrović, T., Popović, V., Brašanac-Bosanać, Lj., Lučić A. (2013): The impact of climate elements on the diameter increment of Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) in Serbia, *Archives of Biological Sciences, Belgrade*, 65(1), p. 161-170, DOI:10.2298/ABS1301161C
173. Устав Републике Србије, Службени гласник РС, бр. 98/2006.

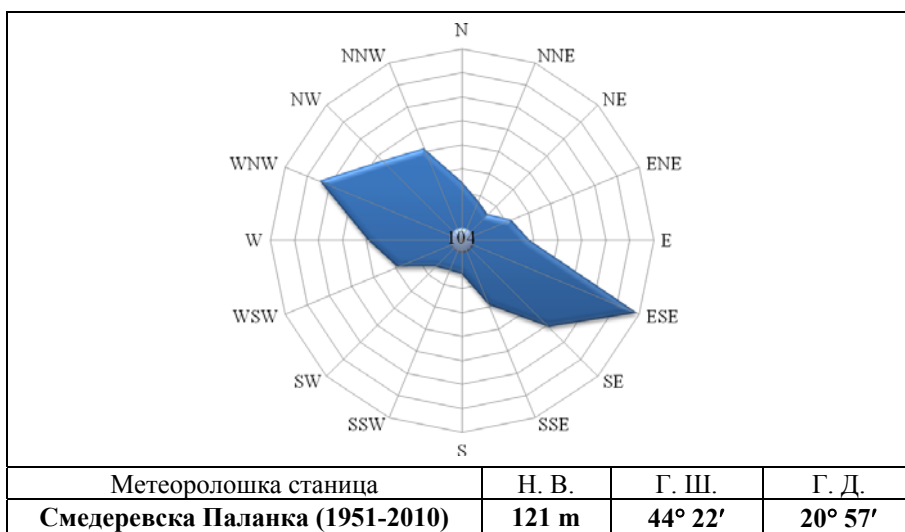
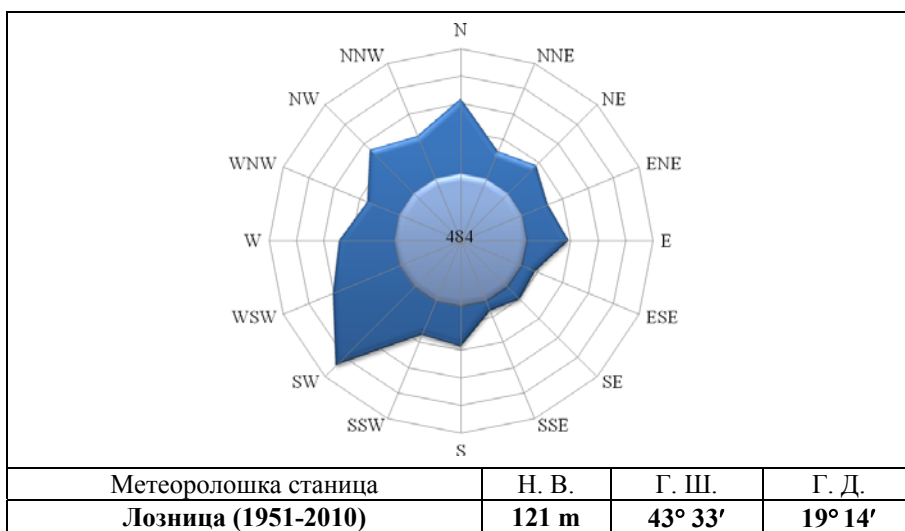
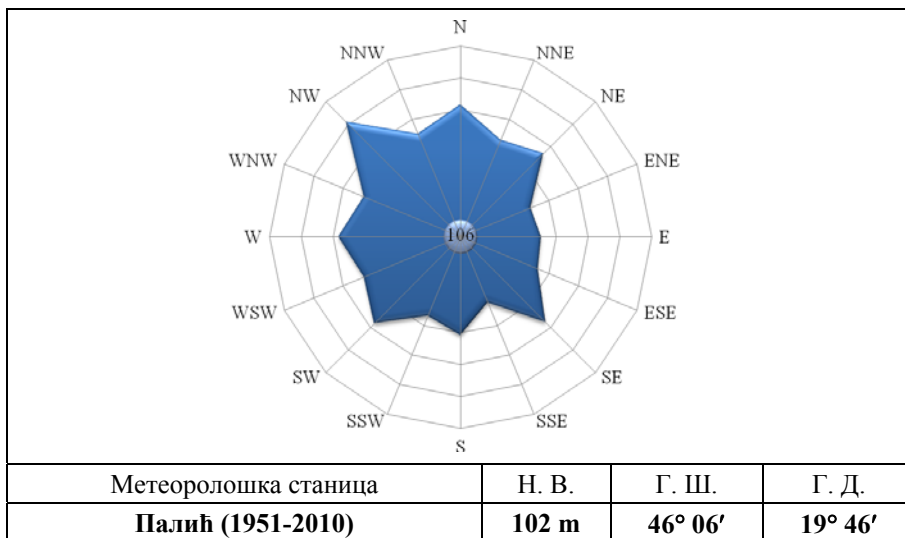
174. Hannah, L., Midgley, G.F., Lovejoy, T., Bond, W.J., Bush, M., Lovett, J.C., Scott, D., Woodward, F.I. (2002): Conservation of biodiversity in a changing climate, *Conservation Biology*, Vol. 16, No. 1, p. 264-268.
175. Carey, A.B. (2003): Restoration of landscape functions: reserves or active management? *Forestry* 76, p. 221–230.
176. Cline, W.R. (1996): The impact of Global Warming on Agriculture: Comment "The American Economic Review ", Vol. 86, no. 5, p. 1309-1311.
177. Čule, N., Brašanac-Bosanac, Lj., Jović, Đ., Mitrović, S. (2010): The measures suggested for mitigation of negative impact of climate change on forest ecosystems, *Proceedings, Volume 1, International scientific conference „Forest ecosystems and climate changes“*, Institute of Forestry, IUFRO – International union of forest research organization, EFI – European forest institute, March, 9-10th, 2010, Belgrade, p. 223-229.
178. Шафар, Ј (1987): Шума, Шумарска енциклопедија, Том 3, ЈЛЗ, Загреб, стр. 346.
179. Watson, R.T., Noble, I.R., Bolin, B., Ravindranath, N.H., Verardo, D.J. and Dokken, D.J. (eds.). (2000) *Land Use, Land-Use Change and Forestry*, IPCC Cambridge University Press, UK, p. 375.
180. Wilson, C., Grace, J., Allen, S., Slack, F. (1987): Temperature and stature, a study of temperatures in montane vegetation. *Functional Ecology*, Volume 1, p. 405–414.
181. www.ekospark.com
182. www.environment.nationalgeographic.com
183. www.ipcc.ch - Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) - Special Report on Emissions Scenarios (SRES) - A1B - A balanced emphasis on all energy sources.
184. www.worldculturepictorial.com
185. www.ngonatura2000.com

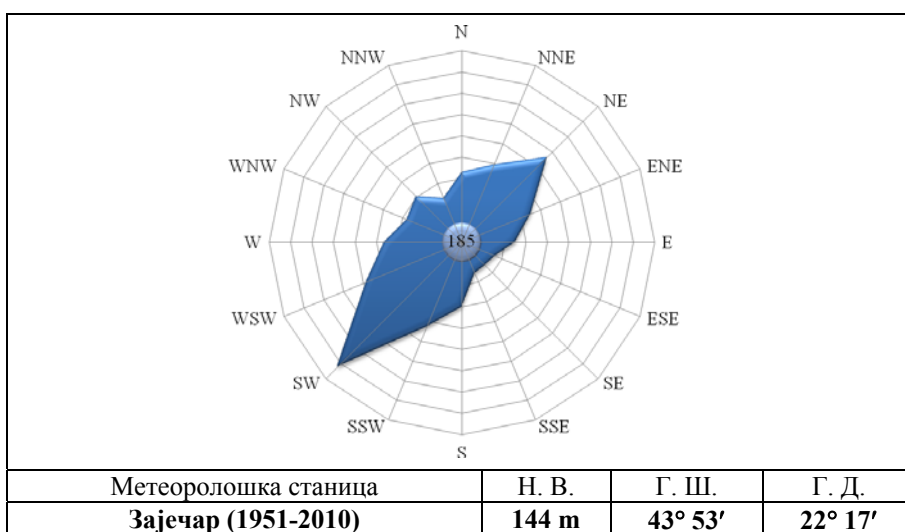
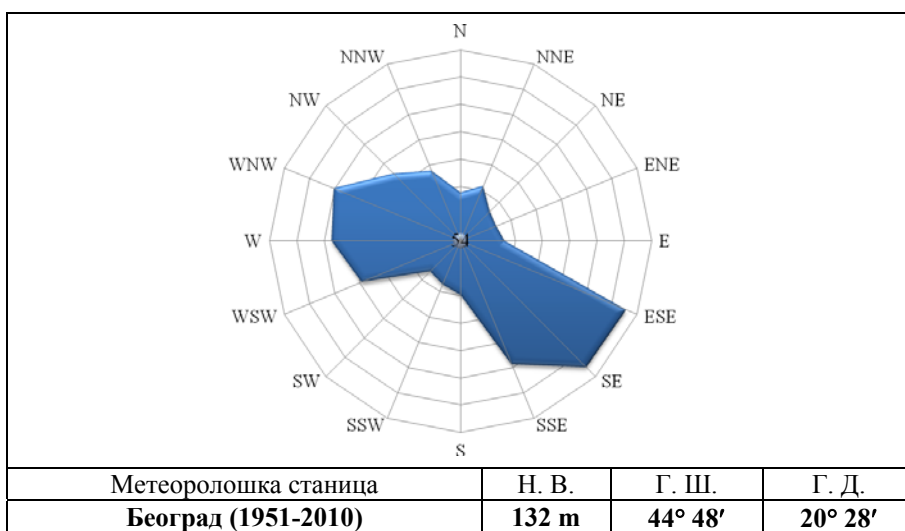
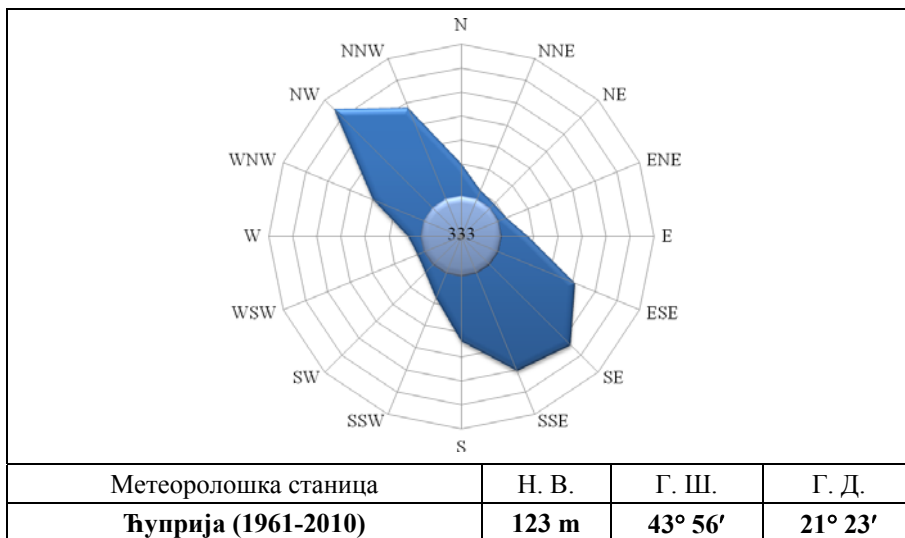
РУЖЕ ВЕТРОВА

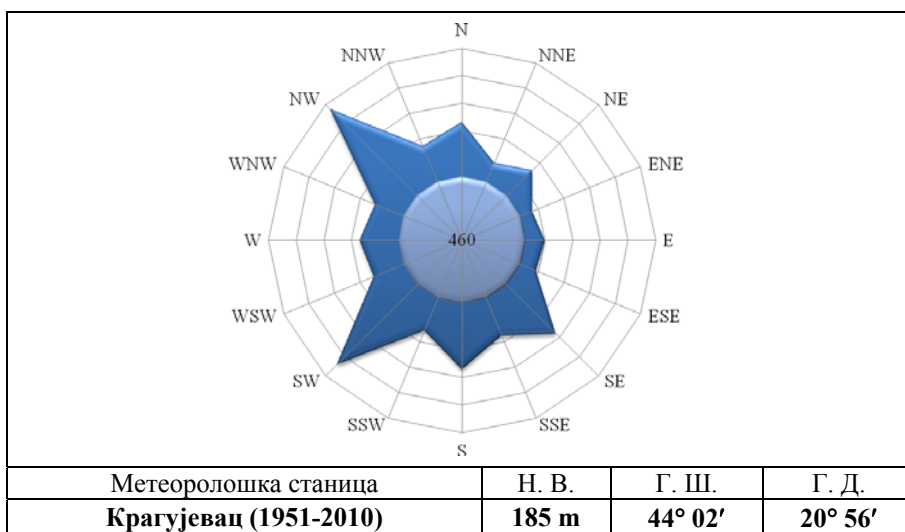
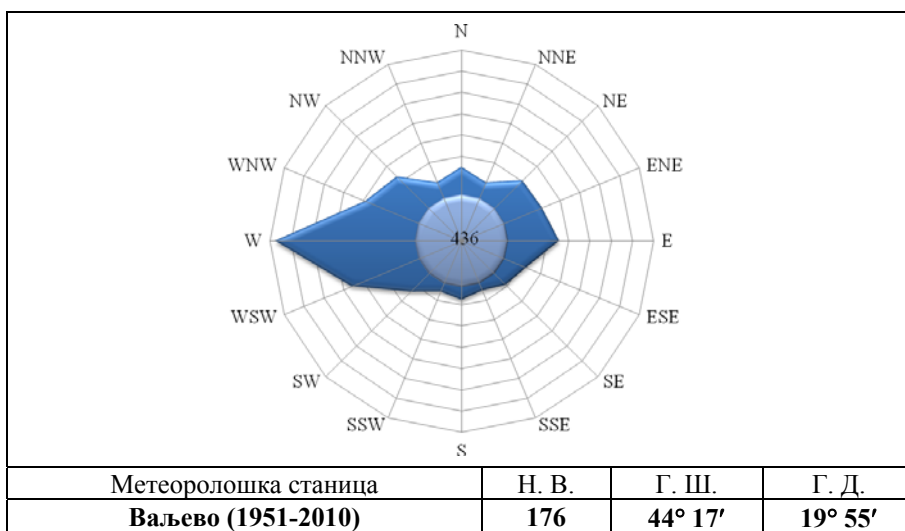
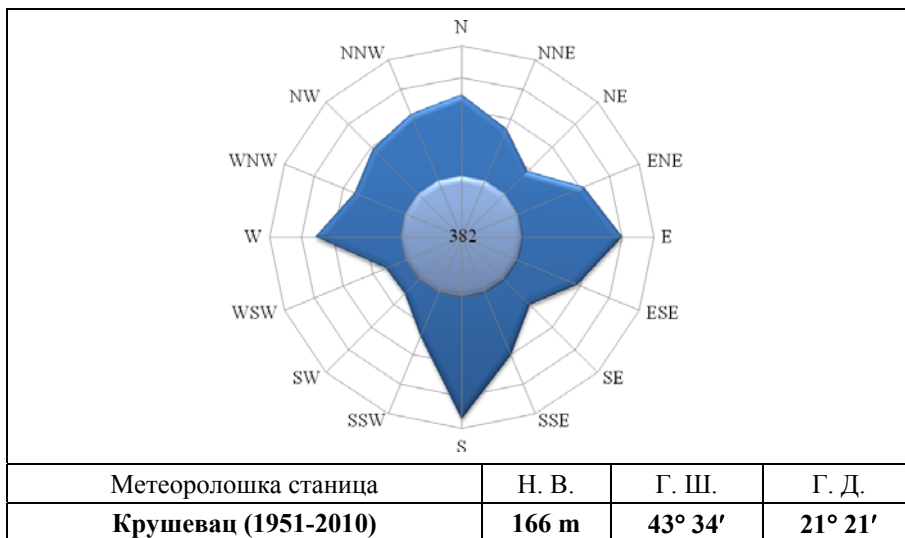


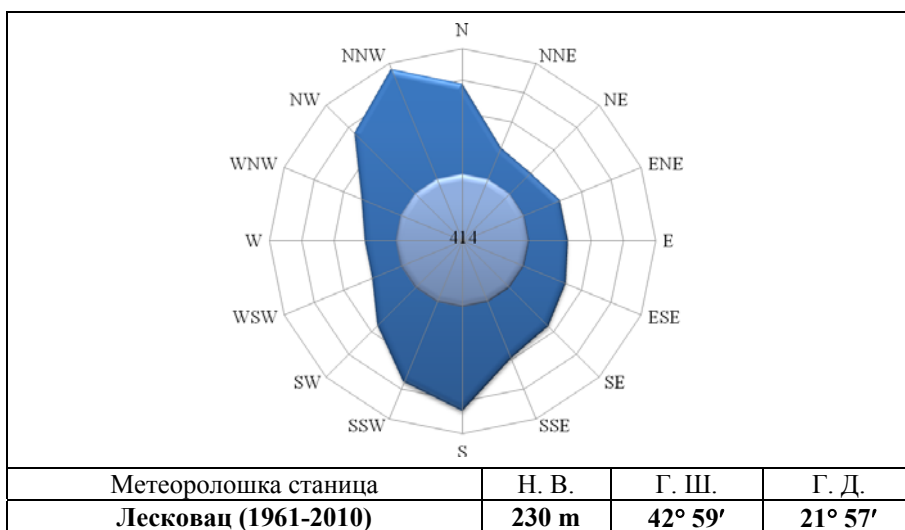
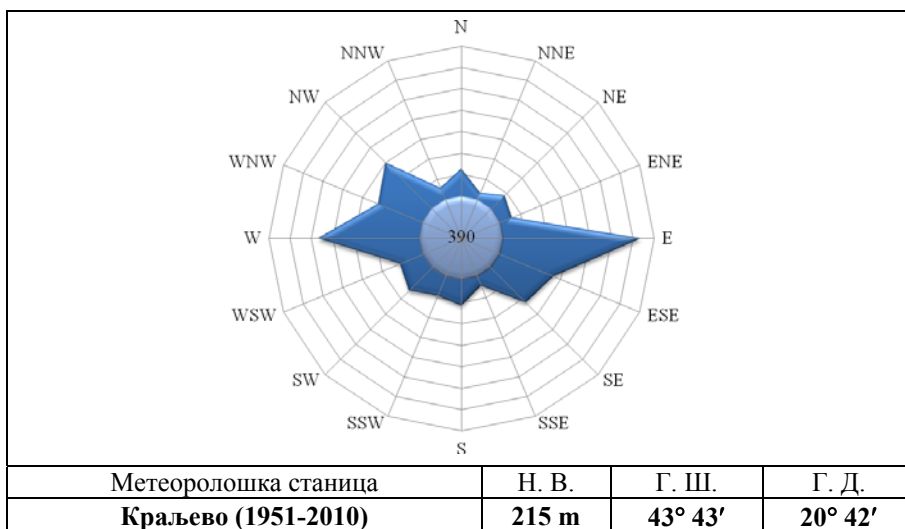
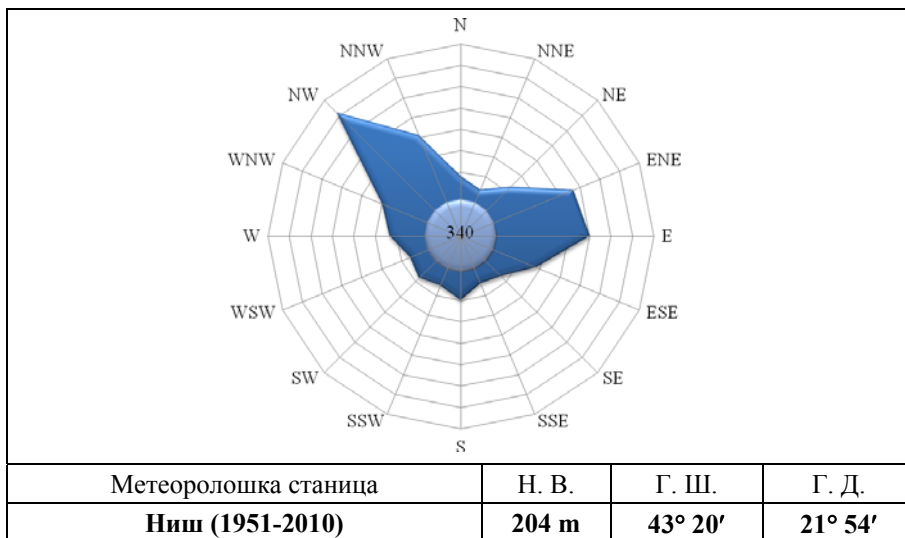


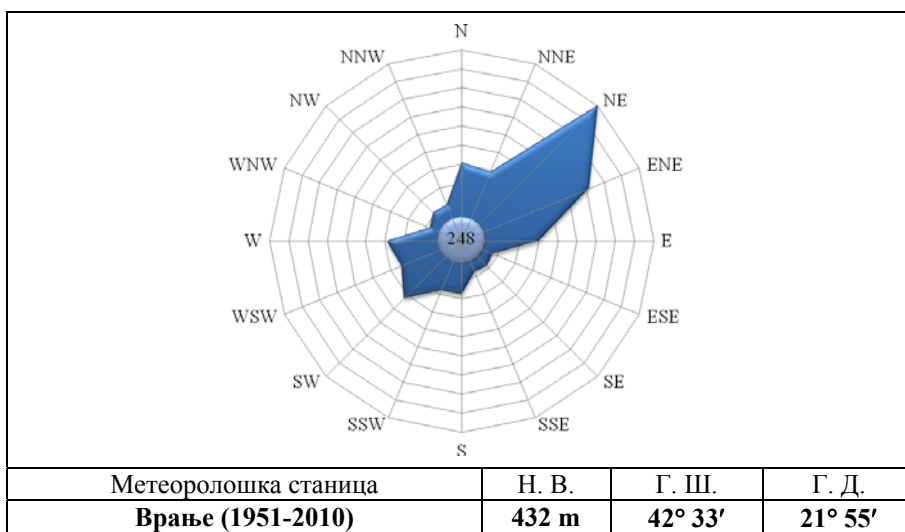
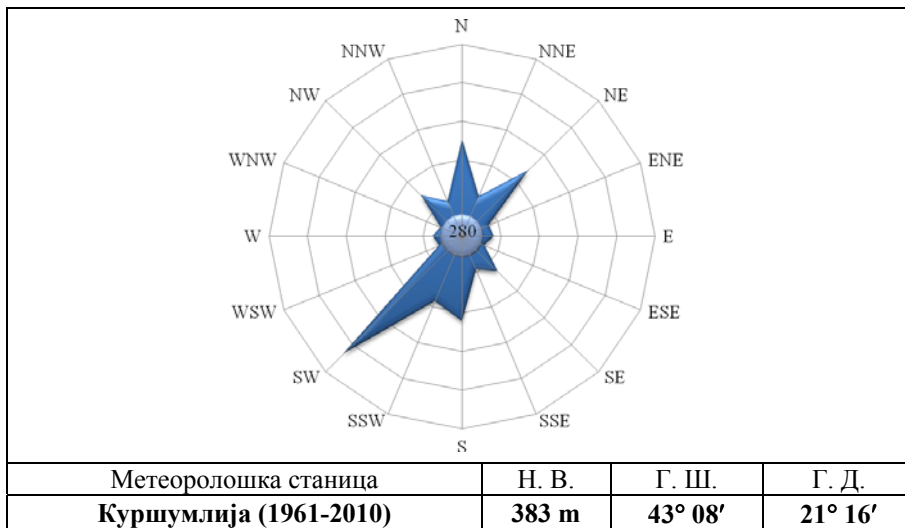
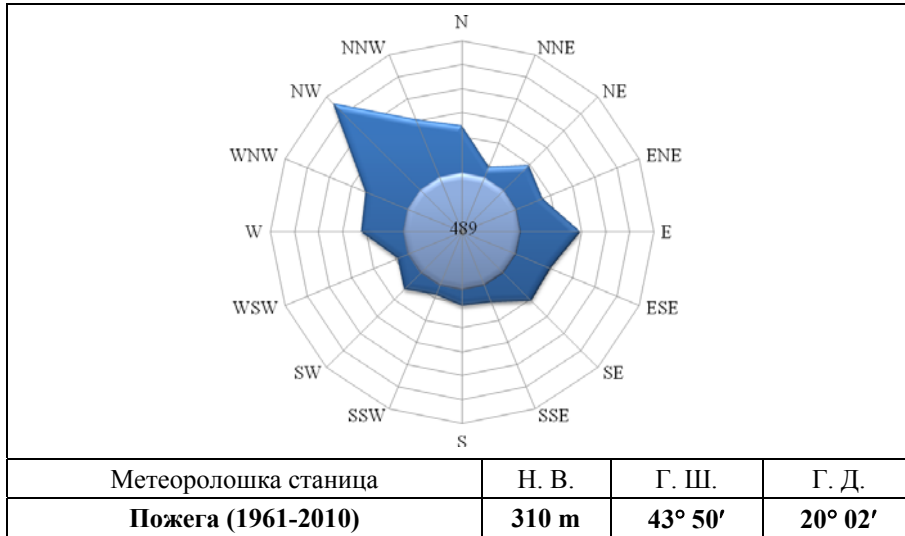


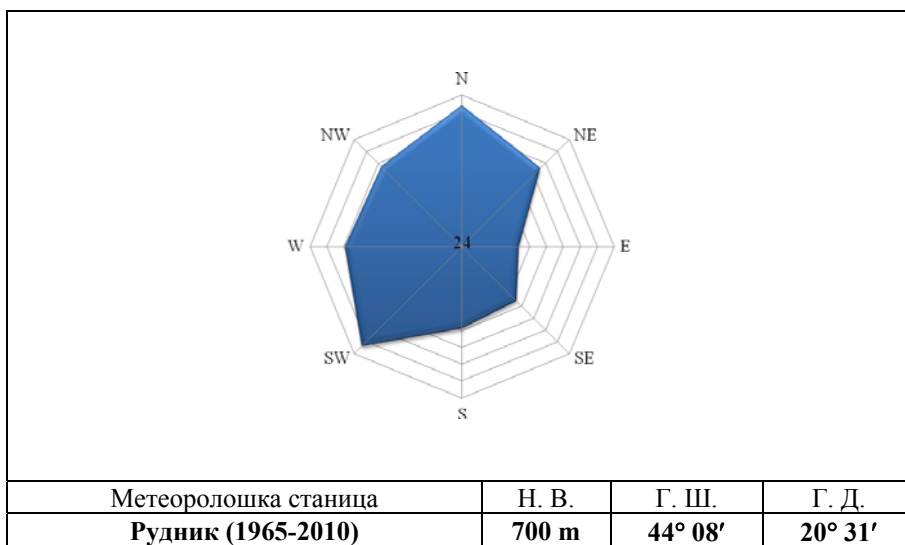
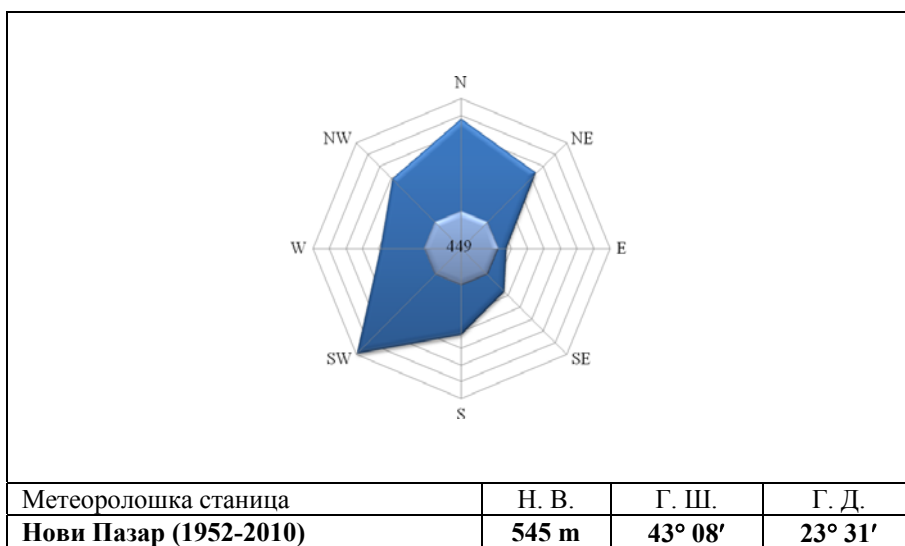
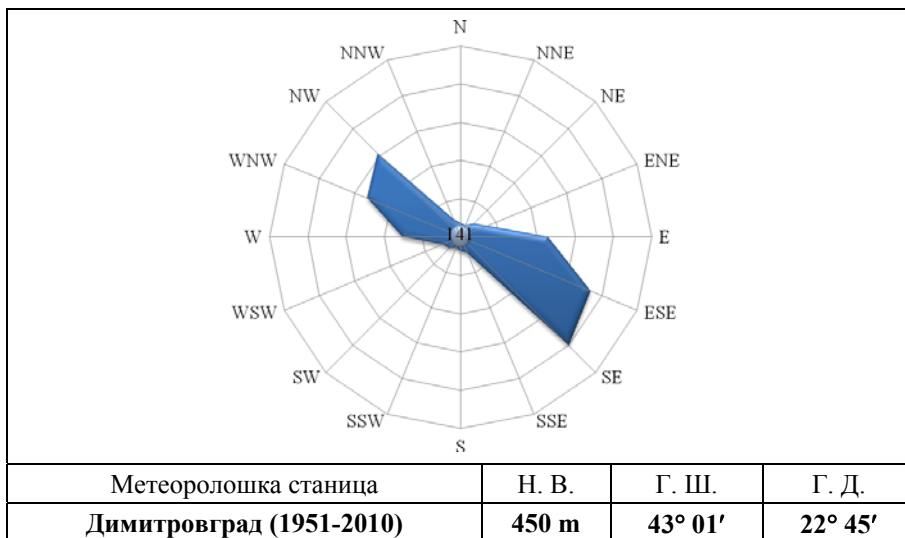


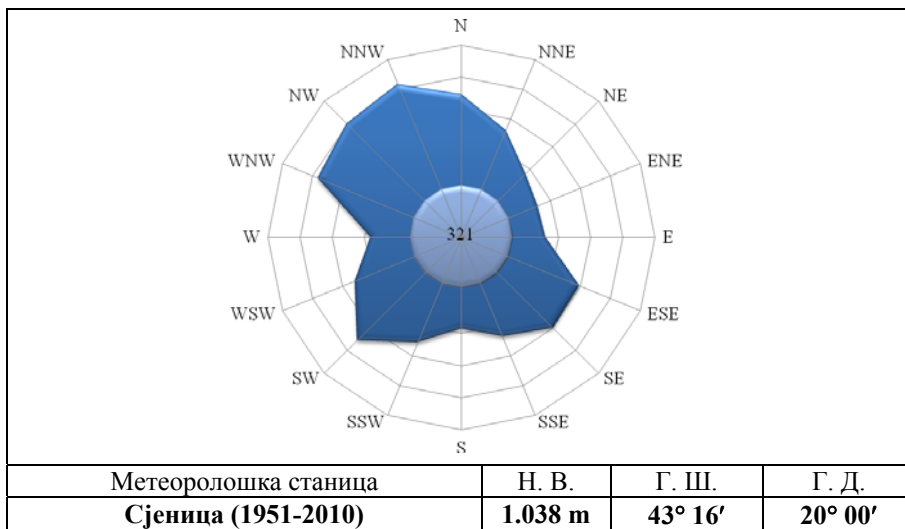
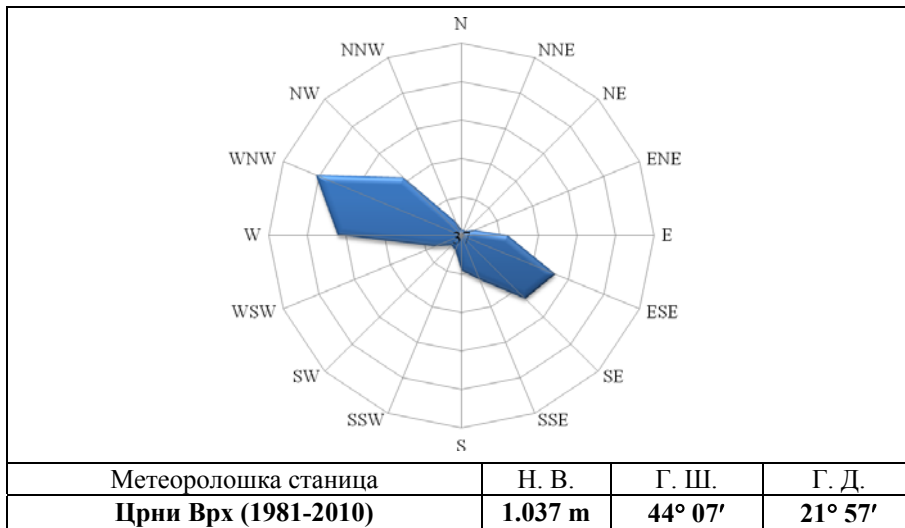
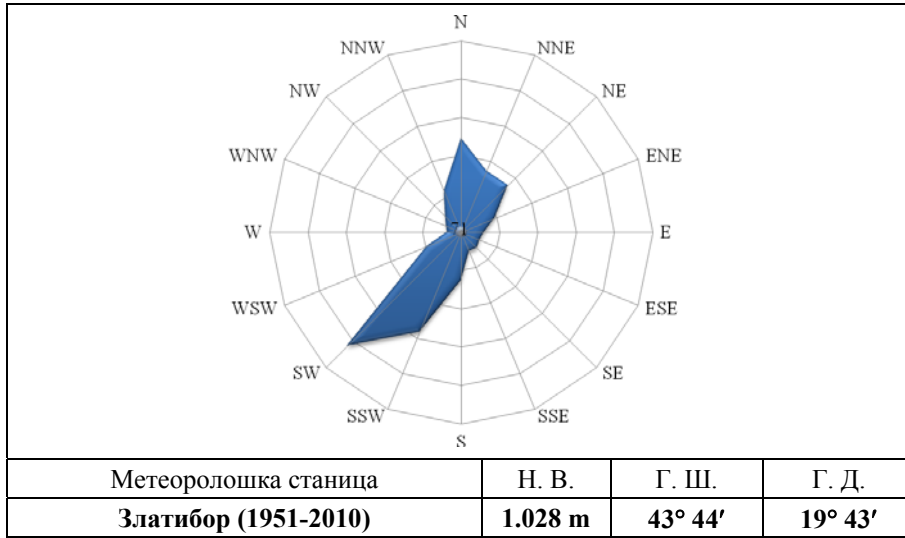


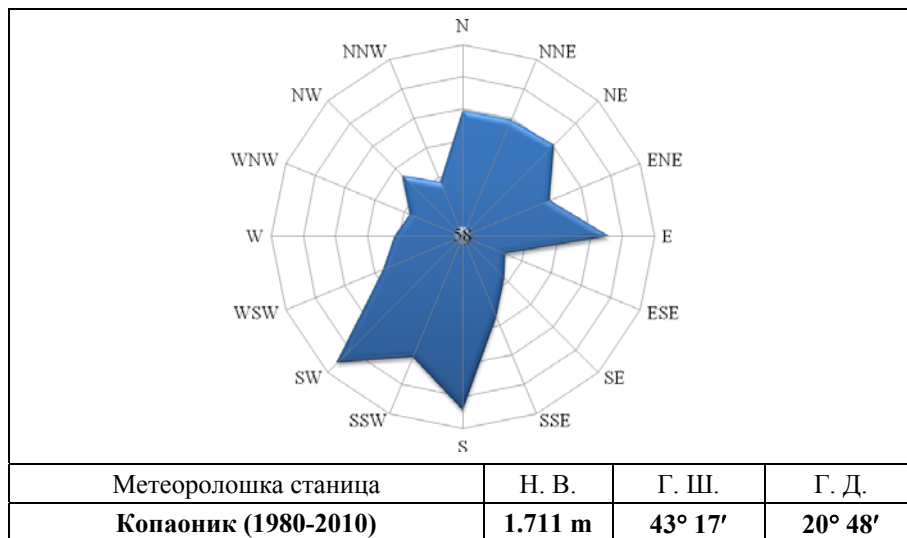












БИОГРАФИЈА

Љиљана Б. Брашанац-Босанац је рођена 06. јуна 1972. године у Пљевљима, Црна Гора. Основну и средњу школу (Природно-математички смер) завршила је у Пљевљима са просеком оцена 5,0. Географски факултет у Београду, одсек Просторно планирање уписала је школске 1990/91. године, а завршила 11.10.1995. године са просечном оценом 8,80. Дипломирала је на предмету Методе програмирања развоја оценом 10,0. Школске 1995/96 године уписала последипломске студије на Географском факултету у Београду, смер Истраживање и планирање простора, где је положила све испите предвиђене Статутом факултета са просечном оценом 9,50. Магистарски рад под насловом *„Одрживи развој шумских екосистема Србије и њихова улога у заштити животне средине“* одбранила је 28.05.2003. године на Географском факултету у Београду и стекла академски назив **магистар просторног планирања**.

Као истраживач-приправник запослила се 01.06.1996. године у Сектору за развој и информатику у Генералној дирекцији Јавног предузећа „Србијашуме“ у Београду, где је положила приправнички испит и остала на радном месту истраживача до 01.03.1999. године, када прелази на Институт за шумарство-Београд, у Одељење за заштиту и унапређење животне средине, где и тренутно ради као истраживач сарадник. Члан је Асоцијације просторних планера Србије.

У досадашњем раду учествовала је у изради два Регионална просторна плана и 35 студија, програма и пројеката. До сада је објавила 53 научна рада:

- 1 рад у тематском зборнику међународног значаја (M14),
- 3 рада у међународном часопису (M23),
- 2 предавања по позиву са међународног скупа штампано у целини (M31),
- 24 рада на скуповима међународног значаја штампаних у целини (M33),
- 10 саопштења са међународног скупа штампано у изводу (M34),
- 3 поглавља у књизи M42 (M45),
- 2 рада у водећем часопису националног значаја (M51),
- 3 рада у часопису националног значаја (M52),
- 1 рад у научном часопису (M53),
- 2 саопштења са скупа националног значаја штампано у целини (M63),
- 2 саопштења са скупа националног значаја штампано у изводу (M64).

Живи у Београду, удата је и има ћерку Марију.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Љиљана Брашанац-Босанац

број уписа _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног
утицаја климатских промена

- 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, _____

Љ-Босанац

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Љиљана Брашанац-Босанац

Број уписа _____

Студијски програм Просторно планирање, Географски факултет - Београд

Наслов рада Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног
утицаја климатских промена

Ментор Проф. др Дејан Филиповић

Потписани Љиљана Брашанац-Босанац

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

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

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, _____

Љ-Босанац

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Шумски екосистеми Србије у функцији заштите животне средине од негативног
утицаја климатских промена

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 у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

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

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

Потпис докторанда

У Београду, _____

