

Значај шума у животној средини

Оливера Кошанин, Зоран Говедар, Јанко Љубичић, Марија Нешић

Сажетак: *Сложеност и међузависност свих фактора шумских екосистема одражава се на опште стање животне средине. Шума ублажава колебање температуре ваздуха за 1,5–4° С и ствара повољнији температурни режим у земљишту. Атмосферске падавине у шуми апсорбују се шумском стељом, која успорава површинско отицање и продужава период инфилтрације воде. Брзина вјетра у шуми је за 30% мања од брзине вјетра на отвореном простору, а заштита од вјетра манифестује се у радијусу 3–5 пута већем од просјечне висине стабала. Шумска вегетација усваја угљен-диоксид из атмосфере и користи га за свој раст у процесу фотосинтезе. Овај процес доводи до смањења концентрација угљен-диоксида у атмосфери и доприноси редуковању негативних ефекта стаклене баште. Шуме на тај начин утичу на спречавање појаве неповољних сценарија површинског глобалног загријавања које може да се манифестује са повећањем температуре за чак 5,8° С. Шуме имају кључну улогу у одржавању биланса кисеоник – угљен-диоксид јер годишње ослободе 9–13 t/ha CO₂, а везују 6–18 t/ha CO₂. Монофункционални приступ шумским екосистемима, гдје се шуме посматрају искључиво кроз призму производне (сортиментне) функције, још оптерећује сагледавање и вредновање бројних њених еколошких и друштвених функција.*

Цитирање: Кошанин О, Говедар З, Љубичић Ј, Нешић М (2023) Значај шума у животној средини. У: Илић П, Говедар З, Пржуљ Н (уредници) Животна средина. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LV:579–621

Cite as: Košanin O, Govedar Z, Ljubičić J, Nešić M (2023) The importance of forests in the environment. In: Ilić P, Govedar Z, Pržulj N (eds) Environment. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LV:579–621

Данас се у свијету око 1,15 милијарди хектара шума (30%) користи првенствено за производњу дрвета и недрвних шумских производа.

Неки од еколошких потенцијала шумских комплекса огледају се у апсорпцији честица прашине и сумпор-диоксида, у ослобађању кисеоника, везивању угљен-диоксида и ослобађању фитонцида. Један хектар шума годишње апсорбује 30 до 70 тона прашине. Четинарске шуме годишње апсорбују 30–35 тона прашине, а лишћарске шуме 50–76 тона. Хектар шуме апсорбује око 100 kg SO₂, дневно ослобађа од 3 до 11 m³ кисеоника и везује од 4 до 15 m³ CO₂. Захваљујући фитонцидном дјеловању, кубни метар шумског ваздуха садржи 250 до 300 пута мање бактерија од градског ваздуха. Шумски екосистеми садрже више угљеника по јединици површине него било који други екосистем на копну. Количине земљишног органског угљеника у горњих 30 cm земљишта варирају од 1,7 до 4,2 kg C m⁻² за органске слојеве и од 5,0 до 9,5 kg C m⁻² за минералне слојеве. Слојеви шумске простирке и површински хоризонти шумског земљишта четинарских шума велики су акцептори тешких метала.

Ризици узроковани бројним поремећајима природних процеса (климатске промјене, суша, олујни вјетрови, ерозија, пожари и др.) имају велики утицај на одрживи развој природних ресурса и угрожавају животну средину, инфраструктуру, шумске екосистеме, пољопривредну производњу, доступност воде и јавно здравље. Угрожавање шума, нестајање, деградација и сушење шума утичу на смањење утицаја шуме на равнотежу у биосфери, смањење обима продукције биомасе и угрожавање животне средине. Постојеће шуме и даље трпе директне и индиректне ефекте људског дјеловања, било од намјерног крчења шума, штета услед бројних сукоба и ратова, до немарних радњи рударских компанија и илегалних активности или штета од легалних и нелегалних сјеча.

Широм свијета јаки шумски пожари не само да су показали комбиноване ефекте немарних људских активности у шумама и око њих и глобалног загријавања већ и то колико брзо шуме могу бити изгубљене. У Европи, готово сваке године појави се 45.000 шумских пожара, захватајући површину од 500.000 ha.

Балканско полуострво је једно од подручја са највећим ризиком од суше. Учестала и дуготрајна суша доводи до смањења виталности и постепеног пропадања шума због смањења влаге у земљишту, појаве климатских екстрема, скраћивања вегетационог периода, отежане регенерације, смањења отпорности на штетне биотичке факторе

(појава епифитоција патогених гљива или градација економски штетних инсеката), а све може довести до сушења шума у ширим размјерама.

За животну средину посебно су значајне општекорисне функције шума које се односе на туристичко-рекреативне, здравствене, водозаштитне, историјске, културолошке и друге вриједности. Те функције се смањују услед деградације и девастације шума јер ови процеси утичу на повећање интензитета климатских промјена, смањење биодиверзитета, смањење обновљивих извора енергије, опадање економског развоја, појаву ерозије и бујица, повећање атмосферског CO₂, опадање квалитета живота, појаву болести и др. Сложеност односа шумских екосистема и животне средине потребно је сагледати са више аспеката и схватити је кроз еколошки, економски и друштвени међусобно повезани систем. Разумијевање значаја шума изискује проучавања свих карактеристика шумских екосистема, кроз педолошка, фитоценолошка, типолошка и друга истраживања. Уништавање и фрагментација урбаних шума, губитак појединих вриједних стабала и губитак фауне пријете еколошком интегритету и функционисању природних екосистема, што се директно одражава на квалитет живота у урбаним срединама. Домаћа и међународна легислатива и стратешка опредјељења која се односе на шумске екосистеме налазе се у уској вези са сличним документима који се односе на животну средину. Ови документи углавном указују на потребу повећања шумовитости, на очување постојећих шума, мултифункционалност коришћења шумских ресурса и одрживи развој.

Кључне ријечи: Шумски екосистеми, животна средина, значај шума, климатске промјене, заштита шума

17.1. Увод

Шумски екосистеми заузимају 40,6 милиона km² на Земљи или око 30,6% површине њеног копненог дијела. Шума је посебан тип биогеоценозе (екосистема) живих организама и неживог дијела (станишта), који су у непрекидној интеракцији и међусобном узајамном дјеловању. За разлику од многих еколошких система, шумски екосистем није само извор значајних природних сировина већ и један од снажних природних регулатора важних природних процеса и као такав може бити са високим ефектом искоришћен за побољшање животне средине и очување природе (Велашевић и Ђоровић 1998). Биљни покривач, нарочито шумски, утиче на односе који владају и размјени енергије, воде и CO₂ и повратно утиче на климу, односно на

температуру, влажност, вјетар, падавине и на биланс воде у тлу (Говедар и сар. 2010; Ункашевић 2014).

Границу дјеловања шума тешко је одредити, али је неоспорно да она утиче на све сфере са којима је шума у контакту (на атмосферу, педосферу, литосферу), као што и све сфере врше повратни утицај на шуму. Ти узајамни утицаји одигравају се на релацији: шума-клима; шума-земљиште (литосфера); шума-вода. Шумски екосистеми су веома значајни у животној средини уопште, тј. у појединим компонентама станишта, и у највећем броју случајева су позитивни, као и обрнуто, докле год постоји равнотежа међу њима. До нарушавања ових односа најчешће долази човјековим мијешањем и ремећењем природних процеса и равнотеже. Користи од шума се најчешће издвајају у двије групе:

- материјалне користи (дрво као основни производ и недрвни шумски производи) и
- нематеријалне користи (клима одређеног подручја, земљиште, водорегулационе и водозаштитне, здравствено-рекреационе, санитарно-хигијенске користи итд).

Економска вриједност материјалних користи од шума у савременом друштву дефинисана је у новцу. Та вредност зависи од стања на тржишту и од понуде и потражње. Много већи проблем у савременим условима представља дефинисање економске вриједности нематеријалних користи од шума.

Шумски екосистеми су најсложенији копнени екосистеми на Земљи. Међу тим екосистемима се као шуме са највећом вриједношћу издвајају тропске кишне шуме. Амазонска прашума, коју често називају „плућа планете Земље“, налази се на територији осам јужноамеричких земаља и заузима површину од око 6,7 милиона km^2 . Истовремено, представља станиште непроцењивог броја живих бића, са више од 50% свих копнених врста и око 10% свих врста на нашој планети. Тропске прашуме, којима припада и Амазонија, заузимају огромна подручја сјеверно и јужно од екватора: Африка - подручје ријека Конго и Нигер, источни дијелови Мадагаскара, Америка - источни дијелови Централне Америке, Азија - југозападни дијелови Индије, Малајско полуострво, Филипинска и Сундска острва, Аустралија - Нова Гвинеја, Пацифичка острва. Сјеча тропских шума почела је у другој половини 20. вијека. Циљ сјече био је, и остао, добијање дрвне сировине и крчење простора за пољопривредно земљиште. Оно што се данас дешава само је посљедње поглавље истребљивања шума широм наше планете које траје већ миленијумима (Atenboro 2020). Становници Европе и Сјеверне Америке своје шуме одавно су искрчили и свели на

острвца одвојена огромним пространствима обрадивих поља. Половина свјетских прашума је до данас већ посјечена. Сјечом шума долази до деградације или уништавања екосистема. Овај процес праћен је и испуштањем угљеника у атмосферу, што доводи до повећања ефекта стаклене баште. То доприноси глобалном загријавању планете Земље. На COP26 самиту о климатским промјенама у Глазгову 2021. године више од стотину влада обавезало се да ће зауставити крчење шума до 2030. године. Међутим, најновији сателитски снимци показују да бразилска влада није успјела да успори сјечу дрвећа и да је почетком 2022. године посјечено укупно 430 квадратних километара шуме. Сјеча прашума наилази на велику осуду свјетских моћника, јер су најразвијеније земље свијета своје шуме давно деградирале. То нас доводи до потребе да се дефинише економска вриједност функција које шуме обављају за цијелу планету, чиме би се дао подстицај нематеријалним користима од шума. Другим ријечима, државе које немају довољне површине под шумским екосистемима требало би да плаћају екосистемске услуге државама које још располажу довољним површинама под шумама, чиме би се зауставио тренд форсирања материјалних користи од шума.

Шумски макроекосистеми највише учествују у глобалним и регионалним биогехемијским циклусима и испуњавају еколошке, економске и социјалне функције. Развој великих урбаних цјелина и погоршање стања животне средине утичу на повећање значаја шумских екосистема за животну средину и на напуштање монофункционалног шумарства.

17.2. Шума и шумска фитоклима

Фактори који утичу на климу планете Земље могу се подијелити на природне и антропогене. Природни фактори од којих зависи клима су: сунчева енергија, састав и квалитет ваздуха, позиције континената које су се током историје Земље мијењале и астрономски циклуси који су обиљежени промјенама Земљине орбите, која се мијењала од кружног до елиптичног облика и обратно. Негативни антропогени утицаји угрожавају шумске екосистеме (деградација и девастација), а они тако измијењени индиректно утичу на климу. Шума ублажава колебање температуре ваздуха за 1,5–4° С, и снажно утиче на радијациону равнотежу. Под густим склопом састојине (0,8–0,9) интензитет сунчевог зрачења може износити свега 1,0% количине сунчевог зрачења на отвореном простору изван шуме.

Шума ствара повољнији температурни режим у земљишту. Љети температура на површини земљишта у шуми може бити за 20–28° С нижа

него на ивици шуме. Зими се земљиште у шуми касније смрзава и на много мањој дубини, а у прољеће, и прије него што снијег почне да се топи, земљиште у шуми већ може да се одмрзне. Овај утицај шуме на температуру земљишта повезан је са изолационим својствима стеље и хумусног слоја шумског земљишта. Шума повећава (5–11%) релативну влажност ваздуха.

Шумски покривач побољшава физичка и хемијска својства земљишта. Атмосферске падавине које стигну до површине земљишта у шуми апсорбују се шумском стељом, која има велики капацитет поља. Стеља успорава површинско отицање, продужава период инфилтрације воде у хумус, а затим у ниже хоризонте земљишта, чиме се регулише подземно отицање у ријеке и језера. Због тога шуме имају веома велики утицај на хидролошке услове: значајно смањују површинско отицање, слабе поплаве, смањују испаравање са површине водних тијела, штите их од муља, зачепљења, повећавају падавине и др.

Брзина вјетра у шуми је 2/3 брзине вјетра на отвореном. Његово смањење се осјећа не само у самој шуми већ и на знатној удаљености од ње на завјетринској страни. Највећи утицај шуме манифестује се у радијусу 3–5 пута већем од просјечне висине стабала, а постепено опадање осјећа се на удаљености 50 пута већој од њихове висине. Управо се о овој предности шумских засада води рачуна приликом изградње заштитних појасева. Утицај шуме на климу може се одразити двојачко (Вучићевић 1999):

- утицај шуме на микроклиму и
- утицај шуме на глобалну климу.

Шума ствара специфичну микроклиму значајно одређеном шумском вегетацијом, која утиче на промјене температуре земљишта, ваздуха и на режим свјетлости у шуми (Говедар и сар. 2010). Глобалне климатске промјене настале као посљедица негативног утицаја ефеката стаклене баште не заобилазе Републику Српску/БиХ јер су констатоване већ на почетку 21. вијека (Пецељ и сар. 2001).

Основни позитивни утицај шуме на климу огледа се у спречавању и ублажавању климатских екстрема. Шуме везујући угљен-диоксид (CO₂) из атмосфере утичу на смањење ефекта стаклене баште. Концентрација CO₂ у атмосфери је у сталном порасту углавном због сагоријевања фосилних горива (Houghton et al. 2002). У зависности од сценарија употребе енергије, и са порастом броја становника, предвиђања су да би концентрација CO₂ у ваздуху могла порастати на вриједности између 470 и 940 μmol^{-1} до 2100. године. То би могло довести до средњег површинског глобалног загријевања 1,4–5,8° C (Houghton et al. 2001; Schneider 2001).

17.3. Утицај шума на садржај угљеника

Шуме, било да се налазе у арктичком, умјереном или тропском окружењу, најважније су у размјени гасова са атмосфером. Шуме су и извор и резервоар CO₂. Током дана шуме апсорбују велике количине CO₂. Ова количина је већа од оне која се ослобађа дисањем. Дакле, шуме су резервоари CO₂. Међутим, сјечом која је већа од капацитета шума за регенерацију (крчење шума за пољопривреду или рударство) узрокује се значајно смањење складиштења CO₂. Као одговор на то шуме постају извори гасова стаклене баште. Приликом анализирања биланса у великим шумским регионима важно је прецизирати којој области биланс одговара, пошто је непоремећена шума важан резервоар CO₂. Међутим, када се узму у обзир уништени, поремећени или опожарени шумски екосистеми, шума може бити главни извор CO₂ у атмосфери. Веома је важно да између количине апсорбованог CO₂ и количине испуштеног CO₂ постоји равнотежа (Nunes et al. 2020).

Шуме имају кључну улогу у одржавању биланса кисеоник – угљен-диоксид. Сматра се да је у 20. вијеку уништено 245 милијарди тона кисеоника, а атмосфера је загађена са 360 милијарди тона угљен-диоксида. Осим тога, шуме везују 2,0–3,5 t/ha CO₂ годишње, пољопривредне културе 1,5–1,6 t/ha CO₂, степе 0,3–0,6 t/ha CO₂ и пустиње 0,05–0,06 t/ha CO₂ (Вучићевић 1999). Међутим, према мјерењима која су спроведена у Русији, шуме годишње ослободе 9–13 t/ha CO₂ а везују 6–18 t/ha CO₂ (Јовковић 1990; цит. Вучићевић 1999). Ове вриједности варирају од врсте дрвећа и врсте биљне заједнице. Међутим, у другој половини 20. вијека уочен је тренд промјена садржаја кисеоника у атмосфери у одређеним географским регијама. Наиме, постоје мишљења да биљке на површини у Сједињеним Америчким Државама (САД) могу да надокнаде свега 60% кисеоника који се годишње троши сагоријевањем нафте, угља и природног гаса (Велашевић и Ђоровић 1998). У атмосфери појединих географских рејона врло су честе појаве ремећења биланса кисеоник – угљен-диоксид, што је посљедица различитог степена индустријализације, урбанизације и др. Такве разлике се изједначавају захваљујући ресурсима других рејона свијета и захваљујући сталним кретањем и мијешањем ваздушних маса. Људско друштво, да би разумјело размјере угрожавања животне средине на почетку 21. вијека, мора да пође од чињенице да је наша планета скоро потпуно затворен систем, ограниченог простора и количине ресурса. Све штетне материје које настају као резултат човјекских активности завршавају у животној средини вршећи директни и индиректни утицај на животну средину и здравље људи и свих осталих живих бића.

Шумска вегетација усваја угљен-диоксид из атмосфере и користи га за свој раст у процесу фотосинтезе. Овај процес доводи до смањења концентрација угљен-диоксида у атмосфери и доприноси редуковању негативних ефекта стаклене баште. Дрвеће користи усвојени (акумулирани) угљеник за изградњу биомасе. Према показатељима међународне организације за храну и пољопривреду (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAO), главне залихе угљеника у шумским екосистемима налазе се у живој биомаси (44%) и органској материји земљишта (45%), док се остали дио налази у мртвом дрвету и шумској стељи (FAO 2020). Укупне залихе угљеника у шуми смањиле су се са 668 гигатона у 1990. на 662 гигатона у 2020. години, а током истог периода, количина складиштеног угљеника се незнатно повећала, са 159 тона до 163 тоне по хектару. Садржај органског угљеника и његове промјене представљају један од основних индикатора стања терестричних екосистема (Кадовић и сар. 2012).

За разлику од „једноставнијих“ еколошких система (пустиње, поларне области и др.), који немају велику способност спречавања негативних посљедица загађења, шумски екосистеми се одликују својствима „живих организама“ јер активним дјеловањем доприносе снижавању негативних утицаја човјекских дјелатности, а такође и доприносе успостављању поремећеног стања у случајевима када неповољна дејства нису прешла одређене границе.

Складиштење CO₂ је одговор шуме на климатске промјене и посебно на повећање концентрације CO₂ у атмосфери. Стога је неопходно открити шта је потребно да би се аутохтоне и засађене шуме у умјереним регионима развиле у условима промијењене климе. Критична фаза која се мора узети у обзир са посебном пажњом јесте фаза регенерације шума, јер су младе биљке дубоко подложне и зависне од варијација у нивоу зрачења и доступности воде. Неуспјех у фази регенерације могао би подједнако да угрози стабилност изворних и новозасађених шума.

17.3.1. Садржај угљеника и тешких метала у шумском земљишту

Земљиште представља основни природни ресурс и капацитет за производњу хране, обезбјеђивање воде и производњу енергије из биолошких система, али укључује и многе „невидљиве“ еколошке функције и екосистемске услуге које захтијева човјечанство (Кошанин et al. 2022). Еколошке функције земљишта налазе се у функцији његових еколошких карактеристика условљених констелацијом педогенетских фактора (Кнежевић и сар. 2016).

Обављање екосистемских функција зависи од сљедећих својстава земљишта: садржај и резерве хумуса и минералних хранљивих састојака, капацитет влаге, алкално-кисели и редокс услови, активности ензима итд. До промјене ових својстава долази између осталог и усљед антропогеног утицаја на земљиште. Претјераним коришћењем, деградацијом, уништавањем земљишта опстанак будућим генерацијама људи на планети постаје све угроженији. Шуме и шумска земљишта којим се газдује према принципима одрживог развоја обновљиви су ресурси који производе суштински значајне сировине са минималним отпадом и малом потрошњом енергије.

Веома важну улогу у складиштењу органског угљеника има шумско земљиште. Количина угљеника у шумским земљиштима повећава се током времена. Шумски екосистеми садрже више угљеника по јединици површине него било који други тип коришћења земљишног простора, а земљишта шумских екосистема садрже око 40% укупног угљеника, тако да имају велики значај у систему управљања шумама (Robert 2001). У погледу статуса угљеника, шумска земљишта могу бити извор емисије угљеника, али и његов акумулатор, а флуксеви угљеника су изложени специфичној дневној, сезонској и годишњој динамици (Кадовић и сар. 2012). Међутим, од посебног значаја су дугорочне промјене резерви угљеника на регионалној/националној основи.

Регионалне/националне процјене резерви угљеника у земљишту генерално представљају изазов усљед широке природне варијабилности садржаја земљишног органског угљеника. Посебан значај имају висока просторна и временска хетерогеност земљишних процеса и њихови дугорочни ефекти. Према подацима Европске агенције за животну средину (*European Environment Agency* - ЕЕА), садржај органског угљеника у површинском слоју земљишта прихваћен је као индикатор квалитета земљишта у пољопривреди и уопште за животну средину (ЕЕА 2005).

У Приручнику за потребе инвентара емисија за коришћење земљишта, промјену намјене земљишта и шумарство (*Land-Use, Land-Use Change and Forestry*, LULUCF) наведене су вриједности количине земљишног органског угљеника у горњих 30 cm земљишта које варирају од 1,7 до 4,2 kg C·m⁻² за органске слојеве и од 5,0 до 9,5 kg C·m⁻² за минералне слојеве (Penman 2003). Према подацима за шумска земљишта у Швајцарској (Thurig 2005), садржај угљеника се креће до 3,9 kg C·m⁻² и 3,6 до 15,0 kg C·m⁻² за минералне слојеве. На подручју западне и централне Европе, у Њемачкој и Аустрији, вриједности садржаја органског угљеника варирају од 1 до 3 kg C·m⁻² у камбисолима и глејним земљиштима, а у подзолима ове вриједности су

незнатно веће. За минералне слојеве до 20 и 30 cm резерве угљеника су од 2 до 12 kg C·m⁻² у смеђим, лесивираним, подзоластим и глејним земљиштима (Baritz et al. 2005). Средње вриједности количине органског угљеника у органским и минералним слојевима земљишта на подручју Србије су 7,16 kg C·m⁻² у еутричном ранкеру, 5,30 kg C·m⁻² у еутричном камбисолу и 4,84 kg C·m⁻² у дистричном камбисолу (Кадовић et al. 2012). Просјечне процијењене вриједности количине органског угљеника у минералним слојевима (0 до 20 cm) су 3,83±1,70 kg C·m⁻² у дистричном камбисолу, 6,26±3,41 kg C·m⁻² у еутричном ранкеру и 4,36±1,91 kg C·m⁻² у еутричном камбисолу.

Количина угљеника која се задржи у шумским екосистемима, а који укључују биомасу и органску материју земљишта, условљена је бројним факторима, међу којима су најважнији они који утичу на прираст биомасе. Ове промјене и уопште стање шума резултат су различитих фактора (промјена површина под шумом, претходно коришћење земљишног простора и управљање екосистемима, комерцијална сјеча, шумски пожари, временски екстреми, аерозагађење, напад инсеката, патогене гљиве, промјена услова земљишта, ерозија земљишта). Промјене у коришћењу шумских или пашњачких земљишта трансформишу велике површине од релативно стабилних екосистема до агроекосистема и тако се мијењају резерве и кружење угљеника.

Измјерене концентрације тешких метала (Zn, Mn, Cu, Fe, Cd, Pb, Ni и Cr) у органским слојевима земљишта најзначајнијих шумских екосистема Републике Србије јасно указују да је атмосферска депозиција главни извор ових елемената у шумским земљиштима (Кадовић и Кнежевић 2002). Ово је посебно значајно за Pb и Cd, јер су њихове депозиције на подручју Србије на нивоу средњих, односно највећих у односу на остале земље Европе. Акумулацијом у земљишту тешки метали се укључују у биогеохемијске процесе кружења елемената, подлијежући различитим нивоима промјена које утичу на њихову покретљивост, везивање и испирање или површински транспорт (Кадовић et al. 2005). Мјерењима (Кадовић и Кнежевић 2002) садржаја тешких метала у шумским екосистемима Србије уочене су специфичности акумулације појединих елемената у површинским слојевима и запажен је тренд њиховог премјештања кроз земљишни профил. Наиме, слојеви шумске простирке и површински хоризонти садрже највеће концентрације тешких метала. Аутори Кадовић и Кнежевић утврдили су да су четинарске шуме посебно велики акцептори тешких метала. Лишћарске шуме такође у одређеним условима акумулирају знатне количине ових полутаната, нарочито шуме букве на Црном врху код Бора (Бурлица et al. 1997; Кнежевић и сар. 2000). Шумска вегетација је аеросолни

филтер јер сумарна лисна површина вишеструко надмашује пројекције круна на површини земљишта (Белановић и сар. 2002).

17.4. Значај шумских екосистема за ублажавање климатских промјена

Регионална клима утиче на дистрибуцију биома и образаца облика живота, распона врста и заједница и на просторна окружења (Williams and Jackson 2007). Међутим, брзе климатске промјене доводе до промјене вегетације, чешћих појава пожара и других поремећаја, чиме мијењају дистрибуцију станишта и врста широм свијета (Peterson et al. 2014). Постоје увјерења да ће глобалне климатске промјене утицати на Земљине екосистеме на више начина (IPCC Working Group II 2007). Шумски екосистеми су међу најосетљивијим када је ријеч о климатским утицајима. Суша, најезде инсеката и шумски пожари значајно утичу на шумске екосистеме (Dale et al. 2001). Климатске промјене дугорочно могу изазвати трансформацију шумских екосистема, мијењајући њихов распоред и састав. Климатске промјене вјероватно ће утицати на шуме у сјеверозападном, тзв. пацифичком региону Сјеверне Америке, на више начина (Littell et al. 2010):

- раст дуглазије је у функцији са климатским ограничењем, односно на стаништима која имају водни дефицит, па ће доћи до опадања раста због повећаног љетњег недостатка воде;
- до средине 21. вијека клима би могла бити мање погодна за кључне врсте на сјеверозападу Сјеверне Америке;
- утврђена је корелација између промјене климе и подручја која су била погођена пожарима, а такође дата су предвиђања за регионално и субрегионално повећање опожарених површина;
- утврђене су везе између климатских појава и помјерања региона климатске погодности врста навише у надморској висини, што доводи до повећања рањивости врста на оболијевање различитим болестима.

Складиштећи угљеник, шуме знатно ублажавају климатске промјене. С друге стране, клима много утиче на састав, функцију и здравље шума. Промјене климе, тачније промјене температура и падавине, могу имати директан утицај на шуме. Ови утицаји варирају у зависности од региона и типа шуме. Неки утицаји могу бити корисни док други могу бити штетни. На примјер, топлија клима може повећати раст дрвећа у неким шумама, али га и смањити у другим. Неке шуме могу бити у стању да одговоре на климатске

промјене успјешније од других. На примјер, шуме које су подијељене на мање дијелове могу бити мање способне да се прилагоде од оних које су добро повезане. Другим ријечима, на местима гдје су шумски екосистеми исцјепкани, испресијецани путевима, насељима, пољопривредним културама и индустријским постројењима, због те мале величине простора, смањују се способности њихове саморегулације и способности функционисања по сопственим законима.

Копнени екосистеми могу доживјети пропадање на великим површинама усљед директних ефеката промјена температуре и падавина (Breshears et al. 2005; Lutz and Halpern 2006; Van Mantgem and Stephenson 2007; Van Mantgem et al. 2009). Међутим, у неким радовима се истиче да до пропадања екосистема може доћи и усљед индиректног утицаја, односно повећаног обима, интензитета и учесталости поремећаја (McKenzie et al. 2004; Gedalof et al. 2005 Hicke et al. 2006; Litten 2006; Littell et al. 2009).

Раст биљака је смањен када су један или више ресурса (нпр. свјетлост, температура, вода, хранљиве материје) ограничавајући (Littell et al. 2010), односно када неки од фактора ограничава енергију раста. Који ће фактор спољашње средине бити лимитирајући зависи од еколошких услова станишта и биолошких карактеристика врсте. Најчешћи фактори који ограничавају енергију везани су за дефицит воде, количину свјетлости и топлоте. Раст дрвећа у енергетски ограниченим екосистемима чини да они позитивно реагују на повећање температуре у посљедњих 100 година (McKenzie et al. 2001). Ефекти климатских промјена могу бити посебно јаки у планинама, јер повећање температуре смањује дебљину и трајање сњежног покривача (Knowles et al. 2006). Кључни ограничавајући фактори за раст дрвећа на високим надморским висинама су климатске промјене (Case and Peterson 2007). Посљедице климатских промјена одразиће се на: продуктивност шумских екосистема, састав врста (посебно угрожене су врсте нижих надморских висина), учесталост појаве пожара, ширење фитопатолошких и ентомолошких епидемија. Интензитет и природа поремећаја нису свуда исти.

У условима климатских промјена температура ваздуха представља веома значајну варијаблу која утиче на количину земљишног органског угљеника (Jobba'gy и Jackson 2000; Cienciala et al. 2006). На који ће начин повећање температуре, као посљедица климатских промјена, утицати на количину органског угљеника и промјену његовог садржаја зависи од биоколошких особина врста које чине одређену шуму. Регресиони модели регионалних база података земљишта указују на повећање органског угљеника са повећањем количине падавина и смањењем температуре (Schimel et al.

1994). Са повећањем надморске висине температура ваздуха се смањује, а количина падавина повећава, што утиче на прираст дрвећа, а тиме и на продукцију земљишне органске материје. Смањење количине земљишног органског угљеника са повећањем температуре настаје као резултат убрзане декомпозиције органске материје (Jobba'gy and Jackson 2000). Утврђена је јака веза између промјене климе и акумулације угљеника у земљишту: садржај органског угљеника смањује се повећањем температуре, јер се са повећањем температуре за 10 °C разлагање органске материје одвија двоструко брже (Sheikh 2009).

Ефекти глобалног загријавања могли би у појединим регионима бити толико јаки да би дошло до промјена у продуктивности шума и саставу биљних и животињских заједница у њима, па одржавање шумског покривача не би било могуће. Овакве реакције на климатске промјене изазвале би низ посљедица и негативних утицаја на очување биодиверзитета и интегритета вода, заштиту животне средине, заштиту природних предјела и земљишта од ерозије, па и на привредно шумарство, дрвну индустрију, туризам, рекреацију и друго (Brašanac-Bosanac et al. 2011). Богатство станишта и разноликост врста омогућава шумским екосистемима да допринесу повећању стабилности климе, а тиме и биосфере. Шуме могу да апсорбују ефекте нежељеног таложења загађујућих честица и других загађивача и да заштите сусједне екосистеме одржавајући стабилан циклус кружења хранљивих материја. Такође могу да спријече деградацију земљишта и ерозију.

17.5. Ризици управљања шумама и антропогени узроци пропадања шума

Међу бројним хипотезама о узроцима угрожености и пропадању шумских екосистема посљедњих деценија све истакнутије мјесто заузима претпоставка о томе да је један од најважнијих узрочника томе загађени ваздух. Студије таложења страних нечистоћа из атмосфере и њиховог утицаја на екосистеме обухватају изворе и емисије загађујућих материја, њихов транспорт и трансформације, таложење и утицај на различите рецепторе. Појава суше и високих температура у исто вријеме када се јављају загађујуће материје доводи до смањења виталности дрвећа, чиме се стварају оптимални услови за развој многих патогених организама. Медитерански плувиометријски режим падавина, који је због прољећног и јесењег максимума неповољан за шуму, управо је идеалан за развој паразитских гљива, па су могућности за појаву гљивичних болести у шумама велике и повећаваће се из године у годину (Табакловић-Тошић et al. 2006).

Шумски екосистеми пружају низ екосистемских услуга и њихово постојање доприноси стабилизацији друштвених, а нарочито руралних заједница. Ризици узроковани бројним поремећајима природних процеса (климатске промјене, суша, олујни вјетрови, ерозија, пожари и др.) имају велики утицај на одрживи развој природних ресурса и угрожавају животну средину, инфраструктуру, шумске екосистеме, пољопривредну производњу, доступност воде и јавно здравље. До нестанка шумских екосистема може доћи дјеловањем природних процеса. Међутим, много веће посљедице, посматрано кроз историју, имао је човјеков утицај. Треба напоменути да је до значајнијег крчења шума, а тиме и утицаја на животну средину, дошло у периоду неолита (10.000–4.500 година п.н.е.), који се повезује са развојем пољопривреде. Човјек са номадског начина живота (ловац и сакупљач) прелази на стационаран начин живота изградњом насеља и крчењем шума за потребе пољопривредне производње. Потреба за храном и осигурање прехране одувјек је био најважнији чинилац преживљавања људске врсте. Многе цивилизације античког свијета појавиле су се и развијале у долинама великих ријека, тамо гдје је плодност земљишта омогућавала сигурније жетве и опстанак (Кошанин и Кнежевић 2017).

Успон пољопривреде довео је до крчења шума, насеља су постајала све већа, а шуме су сјечене како би се добио простор за пољопривредно земљиште. Међутим, почев од неолита и античког свијета, па до новијих трендова у пољопривреди и узгоју усјева понекад су се јављали веома негативни утицаји на животну средину. Постоје докази да је у античкој Грчкој крчење шума за потребе пољопривредне производње узроковало ерозију тла, чије посљедице су и данас видљиве. Сукцесија процеса који се сматрају могућим узроцима пропасти цивилизација старог вијека, у ариднијим подручјима, започиње масовним уништавањем шума (Велашевић и Ђоровић 1998). Услјед уништавања шума долази до ерозије земљишта, промјене хидролошког режима, поплава у равничарским подручјима, промјене падавинског режима, учесталијих и дуготрајнијих суша, погоршања услова за узгој културних биљака, опадања економске, политичке и одбрамбене моћи и на крају до колапса друштва.

Антропогени утицај на шумске екосистеме, па самим тим и на животну средину, временом се интензивирао. Бројне технологије уведене у 19. вијеку имале су веома неповољне посљедице за шуме и животну средину. Свијет је изгубио више од трећине својих прастарих шума и у периоду између 1900. и 2015. године. Због крчења је у периоду од 1990. до 2020. године изгубљено 420 милиона хектара шума (FAO 2020). Данас се више од половине (54%) свјетских шума налази на територији пет земаља свијета (Руска Федерација, Бразил, Канада, Сједињене Америчке Државе и Кина).

Удио и површина шума свијета по климатским зонама је следећи: тропске шуме 45%, бореалне 27%, шуме умерене зоне 16% и суптропске шуме 11% (FAO 2020). Међутим, не треба изгубити из вида да је историја људског развоја истовремено и историја постепеног крчења шума на планети. Недавне студије су показале да је током протеклих 500 година антропогени утицај на шуме био значајнији фактор од климатских промјена, а садашњи садржај угљеника у копненим екосистемима углавном је посљедица коришћења земљишта током 20. вијека (Kaplan et al. 2012).

Уништавање шума, нестајање, деградација и сушење шума имају исти исход, а то је угрожавање равнотеже у биосфери, смањење обима продукције биомасе, односно угрожавање животне средине (Вучићевић 1999). Посљедице ових процеса су исте или сличне, али ради предузимања мјера за њихово отклањање потребно је сваки од њих посебно размотрити. Важна је чињеница да су се ови процеси раније одвијали и у различитом времену и простору. Они су данас присутни и у будућности их можемо очекивати, али карактеристично је да су поједини процеси били скоро идентични. Нарушавање животне средине почело је растућим потребама за средствима за живот. У 18. вијеку десиле су се прве значајније еколошке штете због насељавања континената и крчења шума за пољопривреду. Већ у 19. вијеку интензивирано је коришћење фосилних горива и руда. Повећана је угроженост животне средине, јављају се нуклеарне пријетње, попут катастрофе у Чернобилу (26.4.1986. године), затим пандемије (*Covid* 19 - 2019. године), ратови и др. Због потреба за већом количином енергије и хране, јер расте број становника на Земљи (при годишњој стопи раста 0,84% 15.11.2022. године рођен је 8-милијардити становник на Земљи), све више се траже природни ресурси. Њихово интензивније и врло често нерационално коришћење, које није заобишло шумске екосистеме, утиче на угрожавање животне средине. Наиме, према Малтусовој теорији, број становника на Земљи расте геометријском, а производња хране аритметичком прогресијом. Због тога треба очекивати и растуће потребе у храни које ће бити све теже задовољавати (Maltus 1798).

Нестајање шума различитим интензитетом одвијало се у прошлости, али је и данас веома присутно у појединим дијеловима свијета. Нигерија је изгубила више од половине првобитних шума, Амазон више од 20%, Аустралија 27% шума, а Бразил и остале јужноамеричке земље, Лаос и Индонезија доживљавају велики губитак шума (FAO 2020; Conte 2021). Једна трећина свјетских шума је нестала, не само због сјече већ често и због пољопривреде (Williams 2003). Интензивно смањивање површина шума десило се почетком 21. вијека, када је површина са 4,1 милијарде хектара шума (2000. године) смањена на 4,0 милијарде (2015. године). Највеће

смањење површине шума у свијету догодило се у периоду 1990–2000. године, када је површина шума годишње опадала у просјеку за 7,84 милиона хектара (FAO 2020). Прекривеност Земљине површине шумама 1990. године износила је 31,6%, а 2015. године 30,6%. Шумски фонд Републике Српске (1.352.000 ha) у свјетским мјерилима је релативно низак (око 0,034%), али површина шума по становнику износи око 0,8 ha, што према овом показатељу Републику Српску сврстава међу водећа подручја у Европи.

Процес нестајања шума за посљедицу има губитак биодиверзитета. Глобално, 424 милиона хектара, односно 10% свјетских шума, првенствено је намијењено очувању биодиверзитета. Од 1990. године за ову намјену је било предвиђено укупно 111 милиона хектара шума, највише у периоду 2000–2010. године. Шумски екосистеми погођени посљедицама климатских промјена чешће су изложени појави пожара и пренамножењу штеточина, што се у крајњем билансу одражава и на смањење разноврсности и површина под шумама.

Уочени ефекти климатских промјена на биодиверзитет и природне екосистеме указују да може доћи до фенолошких промјена, промјена у морфологији, физиологији и понашању врста, до губитка станишта и појава нових станишта, промјена у броју и дистрибуцији врста, повећања броја штеточина и болести, генетских промјена, ишчезнућа врста јер немају могућност да се адаптирају на климатске промјене и друго. Алохтоне, такозване инвазивне, коровске врсте рашириће се несметано као посљедица климатских промјена. Уочено је да инвазивне врсте попут киселог дрвета (*Ailanthus altissima*) и багрема (*Robinia pseudoacacia*) заузимају свако деградирано, необрасло станиште у шумским екосистемима, али и у заштићеним подручјима, као што су национални паркови и резервати природе. Другим ријечима, врсте које нису способне да се прилагоде промјенама климе и њиховим посљедицама у великој су опасности од ишчезавања (Cvetković et al. 2015).

Када човјек негативно дјелује на шуму нарушавајући њен примарни састав и функционалност, долази до деградације шума. Важнији узроци деградације су крчење шума, неконтролисана паша, уношење алохтоних, нарочито инвазивних врста, шумски пожари, прекомјерна сјеча итд. Крчење шума с циљем стварања пашњака за стоку да би се људима обезбиједило месо представља велики проблем (*Greenpeace International* 2019). Сушење шума дефинише се као новији, врло тежак облик угрожавања шума, који представља процес изумирања стабала или пропадање и потпуно уништавање дијелова или комплекса шума (Вучићевић 1999). Узроци могу

бити бројни, а неки од њих су: аерозагађивање, промјена климе, нарушавање примарне структуре шума сјечама, промјена режима вода итд. Процес ацидификације земљишта такође може довести до значајних промјена у шумских екосистемима и утицати на стање шума (Košanin et al. 2021a).

Постојеће шуме и даље трпе директне и индиректне ефекте људског дјеловања, било од намјерног крчења шума, штета усљед бројних сукоба и необјављених ратова у неколико дијелова свијета, до немарних радњи рударских компанија и илегалних криволоваца или штета од легалних и нелегалних сјеча које доводе до прекида склопа састојина и њиховог закоровљавања. Широм свијета јаки шумски пожари не само да су показали комбиноване ефекте немарних људских активности у шумама и око њих и глобалног загријавања већ су показали колико брзо шуме могу бити изгубљене (Juarez et al. 2017). У првој половини 2022. године у Амазонији је потпуно девастирано 3.988 квадратних километара, што је повећање од 10,6% у односу на 2021. годину (*National Space Research Institute* 2022). Због крчења и уништавања шума долази до смањења радних мјеста, губитка енергије и смањења производње. Свјетска банка (*World Bank, WB*) процјењује да владе губе око пет милијарди долара прихода годишње као резултат нелегалне сјече, док укупни губици националних економија земаља произвођача дрвета износе додатних 10 милијарди долара годишње (WB 2022). Осим тога, крчење шума узрокује губитак станишта, опадање биодиверзитета, ерозије, поплаве, повећање садржаја атмосферског CO₂ и др. Око 70% копнених животиња и биљних врста изгубљено је као посљедица крчења шума. У централној Африци губитак врста (гориле, шимпанзе и слонове) приписује се ефектима крчења шума (Betts et al. 2022). Мадагаскар због ерозије сваке године губи око 400 тона по хектару површинског слоја земље, док Костарика губи чак 860 милиона тона квалитетног земљишта. У Обали Слоноваче шумовите падине у просјеку годишње по хектару изгубе око 0,03 тоне земље, док култивисане падине изгубе око 90 тона, а голе падине 138 тона по хектару (Roche 1981).

У свијету се, нарочито у задњих десетак година, повећао број шумских пожара, чиме су значајно угрожене економије, екосистеми и предјели држава. У Европи се готово сваке године појави 45.000 шумских пожара, захватајући површину од 500.000 ha. Између 1995. и 2004. године пожарима је захваћено више од четири милиона хектара, што одговара површини већој од Холандије (Moreira 2011). Пожари доводе до огромних штета у шумама, деградације животне средине и природних ресурса, угрожавања локалних заједница и њихове имовине (Тошић et al. 2014). У августу 2012. године на планини Тари (Србија) изгорјело је око 1.700 ha, углавном шума

букве, смрче и борова (Сл. 17.1). У овом пожару изгорјело је на захваћеној површини око 90% борових шума, у којима је било стабала старих и 300 година. Након шумских пожара долази до губитка великих количина биомасе, а нису занемарљиве ни посљедице које на земљиште и живи свијет оставља висока температура. У зависности од врсте пожара може у потпуности бити изгубљена дрвна запремина у састојини (високи пожари), док се код ниских, приземних пожара дешава дјелимично губљење те запремине. Када су стабла оштећена, нека од њих могу да наставе физиолошке процесе без значајних посљедица по виталност, а дио запремине током санације може бити искоришћен (Govedar et al. 2015).



Сл. 17.1. Пожариште, планина Тара (Фото О. Кошанин 2014)

Fig. 17.1. Landscape after the forest fire, Mt Tara (Photo O. Košanin 2014)

Код шумских пожара температура достиже вриједности од 250 до 339° С. Настају промјене минералног састава и рН вриједности земљишта, па и његова стерилизација. Од тих промјена зависи и обнова шумских екосистема (Тошић et al. 2014). Живи свијет земљишта (укључујући и бактерије, инвертеbrate, сјеме биљака, коријење и остале регенеративне органе биљака) веома је осјетљив према високим температурама које се развијају при пожарима. Температуре веће од 40° С негативно утичу на живе организме. Ситнији сисари не опстају на температурама преко 63° С, а поједини представници ентомофауне нестају на температурама већим од 40° С. Полен, сјеме, споре, лишајеви и маховине не опстају када температура изнад 140 °С траје дуже од 30 минута (Jain et al 2012). За гљиве летална температура је 50–150° С на дубини од 5 cm земљишта (Busse and De Vano 2005; цит. Тошић et al. 2014).

Клизишта и ерозије шумских земљишта у Републици Српској посебно су били изражени 2014. године, када су регистрована 263 клизишта узрокована плувијалном ерозијом (Сл. 17.2). Утврђено је да је клизиштима захваћена укупна површина од 150 ха, од чега је око 188 клизишта у високим шумама, а 75 у шумама ниског узгојног облика.



Сл. 17.2. Клизиште, Понир – Бања Лука (Фото З. Говедар 2015)
Fig. 17.2. Landslide, Ponir – Banja Luka (Photo Z. Govedar 2015)

Балканско полуострво сврстава се у подручја са највећим ризиком од суше. Учестала и дуготрајна суша доводи до смањења виталности и постепеног пропадања шума због смањења влаге у земљишту, појаве климатских екстрема, скраћивања вегетационог периода, отежане регенерације и смањења отпорности на штетне биотичке факторе (појава епифитоција патогених гљива или градација економски штетних инсеката). Посљедица таквих промјена је сушење шума у ширим размјерама (Медаревић 2005).

Отопљавање климата узрокује промјене услова станишта, нарочито у погледу суше и пораста евапотранспирације, што најчешће за посљедицу има физиолошки стрес дрвећа (Govedar and Medarević 2020). Сушење сирка (*Sorghum sp.*) на сјеверним мађарским планинама достигло је катастрофалне размјере, а главни разлог је значајан пад влажности земљишта усљед повећања температуре ваздуха и смањења падавина од раних седамдесетих година двадесетог вијека (Berki et al. 1998).

Залагање за повећање шумовитости и за заштиту и обнову шума, које је било истакнуто још прије више од 200 година, у потпуности је оправдано и у

данашње доба због посљедица континуираног глобалног отопљавања климата, већих захтјева за експлоатацију фосилних горива и сталног угрожавања основних фактора животне средине. Чак и више него икад, сви треба да дјелујемо, било као појединци, као породице или заједнице, на локалном, националном и међународном нивоу, да би се осигурало да шума и људи могу да преживе заједно и да ова планета буде очувана за будуће генерације.

Знање о улози шума у животној средини и вези са екосистемима и климатским промјенама данас пружа бројне могућности. Даљинска детекција и информације добијене помоћу дрона омогућавају да се утврди број стабала, процијени здравствено стање шума, открију ефекти шумских пожара и измјере количина угљеника ускладишеног у шуми (Lowman 2021). Данас можемо научно врло прецизно процијенити старост стабала и анализом ћелија утврдити здравствено стање шума. Такође, могу се предвидјети промјене климатских елемената примјеном дендрохролошких анализа. Иновативни концепт мапирања шумских станишта омогућава долазак до информација о доступној води и хранљивим материјама потребним за раст дрвећа (Košanin et al. 2021b; Ljubičić et al. 2022). На основу научних истраживања доноси се боље одлуке о усклађености станишта и биоeколошких особина дрвећа, закључује се које врсте треба производити у расадницима, како управљати шумским екосистема и каква ће бити њихова развојна динамика.

17.6. Екосистемске услуге шума

За животну средину посебно су значајне општекорисне функције шума које се односе на туристичко-рекреативне, здравствене, водозаштитне, историјске, културолошке и друге вриједности. У густо насељеним подручјима социјална улога шумских комплекса урбаних шума има кључни значај за становништво (Govedar 2022). Све ове функције се смањују услед деградације и девастације шума јер разни процеси утичу на повећање интензитета климатских промјена, смањење биодиверзитета, смањење обновљивих извора енергије, опадање економског развоја, појаву ерозије и бујица, повећање атмосферског CO₂, опадање квалитета живота, појаву болести и др. Нерационално газдовање, нарушавање одрживог развоја шума и опадање укупних вриједности и функција шума узрокује угрожавање општих услова животне средине. Однос човјека према шуми и у садашњости и у будућности битан је не само за животну средину већ и живот на Земљи. Због тога се шуме не смију препустити спонтаном развоју у нетакнутим

природним условима. Само нужним усмјеравајућим дјеловањем човјека у комплексном систему силвикултурних активности, од одржавања, обнављања, подизања до заштите и коришћења шума, стварају се услови за унапређење животне средине. Заштићена природна добра у оквиру којих се налазе шуме посебне намјене, односно шуме високе заштитне вриједности (*High conservation value forest*, HCVF), издвајају се као вриједни објекти значајни за развој животне средине. Изузимајући прашуме, шуме високе заштитне вриједности не треба да буду потпуно препуштене спонтаном развоју. У њима је потребно примјењивати методе „активне заштите“ (Govedar i Krstić 2016), који подразумевају заустављање процеса деградације, уклањање узрока деградације и иницирање процеса проградације (антропогено потпомогнута спонтана сукцесија). Концепт „активне заштите“ промовише и уважава екосистемски приступ у антропогено измијењеним екосистемима (измијењен њихов примарни састав и локални услови средине). Тиме се омогућава дефинисање и одређивање „привременог оптималног стања“ и дозвољава строго контролисано усмјеравање развоја у правцу природне сукцесије.

Сложеност односа шумских екосистема и животне средине потребно је сагледати са више аспеката и схватити је кроз еколошки, економски и друштвени међусобно повезани систем. Разумијевање значаја шума изискује педолошка, фитоценолошка, типолошка и друга истраживања свих карактеристика шумских екосистема. На овај начин се детаљније анализирају постојеће шумске заједнице и проналазе нове (Цвјетићанин et al. 2021; Љубићић et al. 2022).

Уништавање и фрагментација урбаних шума, губитак појединих вриједних стабала и губитак фауне пријете еколошком интегритету и функционисању природних екосистема. То се директно одражава на квалитет живота у урбаним срединама. Осим еколошке функције, градске (урбане) шуме веома су важне за здравље становништва, социјалне активности и имају економску корист (Кнежевић и сар. 2018). Да би се постигао живот усклађен са природним законитостима, потребно је у урбаним срединама побољшати микроклиматске услове, пречистити и складиштити воду, обезбиједити заштиту од вјетра и загађивања ваздуха.

Свјетски економски форум, који обавезује најважније политичке, пословне, културне и друге лидере друштва да обликују глобалне, регионалне и индустријске агенде, изнио је осам разлога за заштиту шумских екосистема (WEF 2021):

- здраве шуме подразумевају здраве људе;
- шумска храна обезбјеђује здраву исхрану;

- обнављање шума побољшава нашу животну средину;
- одрживо шумарство може створити милионе зелених радних мјеста;
- деградирана земљишта могу се обновити у огромним размјерама;
- свако дрво убраја се у фактор заштите животне средине;
- оснажити људе да одрживо користе шуме;
- можемо се опоравити од наше планетарне, здравствене и економске кризе.

Човјек од шума има велики број еколошких и друштвених користи, односно широк спектар екосистемских услуга. Монофункционални приступ шумским екосистемима, којим се шуме посматрају искључиво кроз призму производне (сортиментне) функције, још оптерећује сагледавање и вредновање њихових бројних еколошких и друштвених функција. Захваљујући развоју полифункционалног шумарства од шездесетих година двадесетог вијека општекорисне функције шума добијале су све више на значају. Наиме, на Петом свјетском конгресу шумарства, одржаном 1960. године у Сијетлу (САД), усвојен је Закон о вишеструко трајној употреби шума (*The Multiple Use Sustained Yield Act*, 12.06.1960). Законом је истакнуто: „*Националним шумама управљати за потребе рекреације на отвореном, узгајати дрвеће, чувати воду, узгајати дивље животиње, рибе и користити минерале, а шуме ће служити за вишеструку употребу и одрживи принос производа и услуга добијених из њих.*“ (Godfrey 2005). Овај закон био је прекретница између монофункционалног шумарства, које је афирмисало материјалне користи шума, и мултифункционалности шума, са истицањем потреба за екосистемским услугама шума. Оне подразумевају сваки облик добробити за људско друштво који произлази из устаљеног тока процеса у природи, односно то су услуге регулације, снабдијевања, подршке, услуге духовног и здравствено-рекреативног значаја и др. Међутим, и данас се у свијету око 1,15 милијарди хектара шума (30%) користи првенствено за производњу дрвета и недрвних шумских производа. Осим тога, 749 милиона хектара посвећено је вишеструкој употреби, укључујући производњу сировине, односно шумских дрвних сортимената. Од 1990. године површина шума које се углавном користе за производњу дрвних сортимената остала је практично непромијењена широм свијета, док је површина шума за вишеструку употребу смањена за око 71 милион хектара (FAO 2020). С циљем унапређења екосистемских услуга шума наглашена је потреба за идентификацијом и заштитом шума које имају изузетну еколошку, социо-економску, културну вриједност, односно вриједност за очување биодиверзитета и предјела. Због тога је 1993. године формиран Савјет за управљање шумама (*Forest Stewardship Council*, FSC), уз подршку еколошких организација *World Wildlife Fund*, *Friends of the Earth* и

Greenpeace. Тада је закључено да је потребно радити према начелу газдовања шумама по строгим економским, еколошким и социјалним стандардима (FSC-STD-B&N 2019). Усвојен је и концепт издвајања шума високе заштитне вриједности ради развоја и заштите шума са наглашеним општекорисним функцијама. Ови стандарди су утицали на промјене у планирању газдовања и у мултифункционалном приступу шумама приликом израде оперативних планова заштите шума. У Републици Српској шуме у власништву Републике сертифициране су према FSC стандардима, за разлику од шума у приватном власништву, које нису сертифициране.

Осим биолошке продукције од око 33% укупне количине биомасе на Земљи, шуме Европске уније (*European Union, EU*) апсорбују 417 милиона тона еквивалента CO₂, што одговара око 9% укупних емисија гасова стаклене баште (4.450 милиона тона). За животну средину је значајно да један хектар шуме замјењује 6–7 хектара мора и океана, 3–4 хектара степа, ливада и пашњака и 23–25 хектара полупустиња у погледу апсорпције CO₂. Шуме представљају највеће екосистеме за складиштење CO₂ на копну (15 тона угљеника по хектару годишње у биомаси и дрвету) и због тога значајно утичу на величину утрошка емисије CO₂, који је у ЕУ почетком 21. вијека порастао за 2,5 пута.

Неки од еколошких потенцијала шумских комплекса су: апсорпцији честица прашине и сумпор-диоксида, ослобађање кисеоника, везивање угљен-диоксида и ослобађање фитонцида. Један хектар шума годишње апсорбује 30 до 70 тона прашине. Четинарске шуме годишње апсорбују 30–35 тона прашине, а лишћарске шуме 50–76 тона (Pintarić 2004). Стабло дивљег кестена старо око 30 година може задржати око 120 kg прашине и 80 kg аеросола годишње. Хектар шуме апсорбује око 100 kg SO₂, дневно ослобађа три до 11 тона кисеоника и везује четири до 15 тона CO₂. Хектар лишћарске шуме годишње избацује око 2 kg фитонцида, а четинарске 5 kg. Од наших аутохтоних врста највећу количину фитонцида ослобађа клека - око 30 kg годишње на површини величине један хектар. Захваљујући фитонцидном дјеловању, кубни метар шумског ваздуха садржи од 250 до 300 пута мање бактерија него градски ваздух (Pintarić 2004).

17.7. Домаћа и међународна легислатива

Шуме су предмет различитих закона и прописа који се односе на очување биодиверзитета, ублажавање климатских промјена, употребу обновљивих извора енергије, производњу дрвета итд. Климатске промјене и рапидно смањење диверзитета врста довеле су до великог интересовања грађана за

шуме и законодавство везано за њих (Onida 2020). Шумама се баве различити сетови закона, регулатива, директива, стратегија, планова и сл., који се односе на биодиверзитет, климу, енергију, биономију, трговину и пољопривреду (Elomina and Pülzl 2021). Циљ примјене свих ових докумената јесте да обезбиједи, директно или индиректно, заштиту и очување шума и њихово одрживо управљање. Различита правила за интеракцију између шума и друштва регулисана су на међународном и националном нивоу (Bauer et al. 2004). Постојећа легислатива која се односи на сектор шумарства у земљама Западног Балкана посљедњих година прилагођава се законодавном оквиру ЕУ током процеса придруживања Унији.

Шумски ресурси пружају подршку одрживом развоју и економији уопште, а очекује се да ће још већу важност имати у будућности, посебно у економијама држава које се дефинишу као „зелене“, јер представљају извор нових материјала и биомасе за производњу енергије (Pülzl and Hognl 2013). Производи и услуге засноване на шумама имају кључну улогу у предвиђеној транзицији ка циркуларној економији (Winkel et al. 2022).

17.7.1. Стратегије и легислативе ЕУ у контексту животне средине

Због тога што се земље Европске уније суочавају са различитим климатским проблемима и зато што раније постављени циљеви за смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште и ублажавање климатских промјена нису постигнути, Европска комисија је крајем 2019. године представила нову стратегију под називом Европски зелени договор (*European Green Deal*) (ЕС 2019а). Европски зелени договор представља скуп различитих политичких иницијатива, које кроз постављене задатке и предвиђене активности, имају циљ да се постигне климатска неутралност европског континента. Овај циљ подразумијева да до 2050. године неће бити емисије гасова са ефектом стаклене баште, да ће се постићи економски развој независан од употребе ресурса и економска солидарност, односно укључивање свих региона у процес остваривања постављених задатака. Договор укључује иницијативе које се односе на климу, животну средину, енергију, транспорт, индустрију, пољопривреду и одрживе економије. У оквиру ове стратегије врши се ревизија постојећих закона и доношење нових да би законодавни систем ЕУ био усклађен са постављеним климатским циљевима. Заштита европских шума сматра се приоритетом, јер значајно доприноси остваривању постављених циљева који су у вези са климом и биодиверзитетом (Onida 2020). Као дио овог пакета 2021. године усвојени су: први Европски закон о клими (*European Climate Law*), Европска стратегија за прилагођавање

климатским промјенама (*EU Strategy on Adaptation to Climate Change*), Акциони план за циркуларну економију (*Circular Economy Action Plan*), Стратегија Европске агенције за животну средину (ЕЕА) – Европске мреже за информације и посматрање животне средине (*European Information and Observation Network, EIONET*) 2021–2030. итд. За сектор шумарства најважнији су документи: нова Стратегија биодиверзитета за 2030. годину и нова Стратегија развоја шумарства ЕУ до 2030. године.

Стратегија биодиверзитета ЕУ за 2030. годину (*European Union biodiversity strategy for 2030*) (ЕС 2020) настала је као одговор на рапидно смањење биодиверзитета као посљедице уништавања и деградације екосистема, прекомјерног коришћења врста и ресурса и пренасељености. Ова стратегија представља дугорочни план за заустављање деградације екосистема и њихову рестаурацију чиме би се стигло до благостања и просперитета људи. Циљ стратегије је стварање отпорности на климатске промјене, шумске пожаре, несигурност у снабдијевању храном, на болести и илегалну трговину врстама (Hermoso et al. 2022). Стратегијом су предвиђени строга заштита високих шума и спречавање акција унутар ЕУ које би довеле до крчења шума у другим регионима свијета. Такође, Стратегијом је предвиђено повећање површина под шумама, побољшање квалитета и отпорности, посебно на пожаре, сушу, болести, штеточине и остале негативне утицаје настале као посљедица климатских промјена. Стратегија предвиђа и садњу три милијарде садница у ЕУ до 2030. године према свим еколошким принципима. Осим повећања површине под вегетацијом, ова активност ће обезбиједити нова радна мјеста за сакупљаче сјемена, произвођаче садног материјала и за раднике који саде и одржавају посађене саднице. Међу циљевима Стратегије су и повећање удјела шумских површина са урађеним плановима газдовања, пошумљавање аутохтоним врстама које ће имати позитиван ефекат на биодиверзитет и коришћење дрвног отпада умјесто цијелих стабала за производњу биоенергије (Onida 2020).

Стратегија биодиверзитета за 2030. годину предвиђа и усвајање Закона о рестаурацији природе (*Nature Restoration Law*) (ЕС 2022а). Овај закон у форми приједлога истиче значај спровођења имплементације различитих акција за рестаурацију деградираних екосистема и ублажавања утицаја климатских промјена кроз рестаурацију деградираних влажних екосистема, ријека, шума и агроекосистема (ЕС 2022b). Екосистеми са највећим потенцијалом за секвестрацију угљеника и спречавање или смањење утицаја природних катастрофа као што су поплаве биће приоритет. Приједлог закона тежи и да спријечи даље ширење инвазивних врста. То ће се постићи постављањем обавезујућих националних циљева широм држава

чланица ЕУ за пошумљавање аутохтоним врстама дрвећа, узимајући у обзир националне специфичности и утврђено стање. Поменути приједлог је, кроз мјере рестаурације које ће повећати биодиверзитет и отпорност шума, у директној вези са новом Стратегијом шумарства ЕУ до 2030. године.

Нова Стратегија шумарства до 2030. године (*New EU Forest Strategy for 2030*) (ЕС 2021), између осталог, ослања се на Европски зелени договор и Стратегију биодиверзитета до 2030. године и представља наставак претходне стратегије шумарства, усвојене 2013. године. Истиче мултифункционалну улогу шума и сектора шумарства уопште за постизање одрживе и климатски неутралне економије уз истовремено осигурање рестаурације, повећање отпорности и заштиту екосистема.

Очекује се да ће предложене активности, превиђене Европским законом о клими, допринијети смањењу емисије гасова са ефектом стаклене баште. Планирано је повећање површина под шумама, побољшање њиховог здравственог стања и диверзитета врста, што ће допринијети секвестрацији угљеника, смањењу загађења ваздуха, смањењу губитка станишта и врста. Стратегија подстиче одрживу употребу дрвета за добијање нових материјала и производа. Тако ће се смањити употреба фосилних горива. Стратегија даје препоруке које подржавају социо-економске функције шума, а наглашена је и важност заштите, рестаурације и повећања површине под шумама да би се ублажиле климатске промјене, зауставило смањење биодиверзитета и повећала отпорност шума и њихова мултифункционалност. Осим тога, дате су смјернице за стратешко праћење шума, извјештавање и прикупљање података и мјере за подстицај истраживања и иновација које ће довести до нових сазнања чија примјена ће повећати отпорност шума на климатске промјене и диверзитет врста. Посебан дио Стратегије предвиђа јачање сарадње у оквиру земаља чланица ЕУ и формирање партнерства за истраживање и иновације у шумарству. У овом документу налази се оквир ЕУ за управљање шумама, имплементацију и спровођење постојећих прописа релевантних за шуме и њихово управљање, као што су Директива о стаништима, Директива о птицама и сл.

У закључку Стратегије истакнута је важност укључивања свих заинтересованих страна у дебату о будућности европских шума. Наглашена је потреба укључивања грађана и заједнице у предвиђену садњу три милијарде садница до 2030. године. Предвиђено је да ће 2025. године бити постигнут напредак у односу на постављене циљеве и потреба за доношењем нових мјера да би постављени циљеви били испуњени до 2030. године. Нова Стратегија шумарства ЕУ до 2030. у складу је и са Циљевима одрживог развоја (*Sustainable Development Goals, SDG*). Посебно је значајно

слагање са циљем 15 одрживог развоја (*Sustainable Development Goals, SDG*), који упућује на одрживо управљање шумама, њихово очување, обнову, одрживо коришћење и повећање процента пошумљености.

Шуме и шумарска проблематика на нивоу ЕУ регулисани су бројним директивама, уредбама и другим прописима. Значајне су и конвенције које се примјењују у ЕУ, а тичу се очувања биодиверзитета, односно станишта и врста. Конвенција о биолошкој разноврсности (*The Convention on Biological Diversity, CBD*) релевантна је за спровођење шумарске политике, јер је њен циљ очување биодиверзитета и одрживо коришћење свих његових компоненти.

Конвенција о међународном промету угрожених врста дивље фауне и флоре и природних станишта (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES*) ограничава међународну трговину угроженим врстама од којих су неке значајне за производњу дрвне грађе. Затим, Конвенција о заштити миграторних врста дивљих животиња – Бонска конвенција (*Bonn Convention on Migratory Species, CMS*) између осталог дефинише како и када је могуће сакупљање или сјеча врста и поновна садња врста (Onida 2020). Циљ Директиве о стаништима (*Habitats Directive (92/43/EEC)*) јесте да се очува биодиверзитет заштитом и очувањем природних станишта и дивље флоре. Заједно са Директивом о птицама (*Birds Directive (79/406/EEC, допуњена 2009/147/EC)*) Директива о стаништима представља основу европске политике очувања природе и успостављања еколошке мреже заштићених подручја (*Natura 2000*).

Инвазивне врсте данас представљају једну од највећих пријетњи биодиверзитету (Vjedov et al. 2018; Скоџајић et al. 2020; Нешић et al. 2022), а њихова интродукција представља опасност за структуру и састав заједница и за екосистемске процесе (Obratov-Petković et al. 2016; Нешић 2017). Инвазивне врсте се брзо шире и у шумама па је због тога на снази и неколико закона и уредби које регулишу ширење инвазивних врста у природним и полуприродним стаништима (Langmaier and Lapin 2020).

Потреба за прописима и активностима за рјешавање проблема инвазивних страних врста у земљама Европске уније званично је препозната и означена као приоритет за политику ЕУ у области заштите биодиверзитета (Vjedov et al. 2022). Уредба (ЕУ) бр. 1143/2014 Европског парламента и Савјета из 2014. године (ЕС 2014) о спречавању уношења и ширења инвазивних страних врста најважнији је документ који, између осталог, регулише инвазивне врсте кроз листу инвазивних врста које је забрањено уносити у ЕУ, узгајати, транспортовати, продавати или на било који начин дистрибуирати у животну средину (Klapwijk et al. 2016).

На овој листи се налазе и неке шумске врсте чије сјеме нарочито није препоручљиво за уношење према Уредби ажурирања пописа инвазивних врста (ЕС 2022/1203) које изазивају забринутост у ЕУ (*Hakea sericea* Schrad. & J. C. Wendl., *Koenigia polystachya* (Wall. ex Meisn.) T. M. Schust. & Reveal, *Celastrus orbiculatus* Thunb. и др.).

Крчење шума изазива драстичне промјене на стаништима. Крчењем долази до уклањања кључних врста које одржавају структуру заједнице и дефинишу сав екосистем (Nešić et al. 2021). Процијењено је да у свијету 80% дефорестације потиче од пољопривреде, односно због крчења шума ради добијања нових обрадивих површина земљишта. За 2023. годину планирано је да Уредба ЕУ број 995/2010 о утврђивању обавеза привредних субјеката који стављају у промет дрво и производе од дрвета (ЕС 2010) буде замијењена новом уредбом. У том документу треба да буде јаснији циљ спречавања дефорестације и деградације шумских екосистема, смањења биодиверзитета и емисије гасова са ефектом стаклене баште (ЕС 2022b). Новом уредбом забрањује се увоз производа који су повезани са дефорестацијом и деградацијом шумских екосистема. Листа производа обухвата палмино уље, говедину, соју, кафу, какао, дрво и гуму. Примјеном уредбе спријечиће се продаја поменутих производа ако је њихова производња допринијела дефорестацији. Тако ће се смањити и производња гасова са ефектом стаклене баште и конверзија природних шума у пољопривредне површине.

17.7.2. Законодавни оквир у Републици Српској

С обзиром на то да је према Уставу БиХ надлежност за сектор шумарства и области које се тичу заштите природне и животне средине дат ентитетима, највиши акт који на индиректан начин уређује питање шума јесте Устав Републике Српске (Караџић и сар. 2012). Основни правни акти који регулишу сектор шумарства су Закон о шумама (Закон 2008, 2013 и 2020), Закон о репродуктивном материјалу шумског дрвећа (Закон 2009), Закон о ловству (Закон 2009 и 2013), Закон о заштити природе (Закон 2014), Закон о заштити животне средине (Закон 2012, 2015 и 2020), Закон о заштити здравља биља у Републици Српској (Закон 2009) и Закон о концесијама (Закон 2013, 2018, 2020 и 2021). Област је регулисана и подзаконским актима, а до почетка 2010. године усвојени су правилници предвиђени Законом о шумама (Караџић и сар. 2012).

Република Српска усвојила је и низ стратешких, планских и развојних докумената. Стратегија развоја шумарства Републике Српске (2011–2021. године) даје смјернице за одрживи развој шумарства да би се унаприједиле

све функције шума и успоставио уравнотежен однос шумарства и уопште привредног и друштвеног система Републике Српске. Временски оквир Стратегије је истекао, а у наредном периоду се очекује доношење нове, која ће свакако бити и у складу са новом ЕУ Стратегијом шумарства до 2030, али и осталим планским и стратешким документима ЕУ и Републике Српске.

Програмом очувања шумских генетичких ресурса Републике Српске (2013–2025. године) дате су мјере за очување, одрживо коришћење и заштиту шумских генетичких ресурса. Усвојен је Оквир за реализацију циљева одрживог развоја у БиХ (2021), који треба да допринесе остваривању Циљева одрживог развоја у БиХ и помогне при стратешком планирању на свим нивоима. Постављени индикатори омогућавају праћење степена остварености свих циљева, па и циља 15 (*Sustainable Development Goals*, SDG), који се односи на одрживо управљање шумама, сузбијање десертификације и деградације земљишта и на спречавање губитка биодиверзитета.

Стратегија прилагођавања климатским промјенама и нискоемисионом развоју БиХ (2020–2030. године) упућује на то да је битно обезбиједити ефикасно прилагођавање климатским промјенама и дефинисати мјере за ублажавање утицаја насталих промјена. Процјењује се да ће емисије гасова стаклене баште (*Green Houses Gasses*, GHG) у Босни и Херцеговини порасти за готово 30% између 2005. и 2030. године. Промјена климата узрокује развој појединих патогених организама и појаву дефолијације. То умањује виталност шума и често доводи до њиховог сушења. У Стратегији је препознато седам приоритетних сектора, а међу њима су и шумарство и шумски ресурси. Између осталог, Стратегијом су предложене мјере за повећање понора GHG у шумарству. Те мјере обухватају пошумљавање голети, изданачких и деградираних шума, оснивање плантажа брзорастућих врста, пошумљавање ерозијом захваћених подручја и примјену адаптивних система газдовања шумама. Наглашена је потреба ефикаснијих мјера заштите шума од пожара, болести и штеточина и повећања површина шума посебне намјене.

Стратегија заштите животне средине Републике Српске за период од 2022. до 2032. године дефинише циљеве заштите животне средине и даје план активности за њихово постизање. Посебан акценат стављен је на повећање отпорности на климатске промјене и повећање усклађености прописа Републике Српске са прописима и релевантним споразумима ЕУ. Стратегија обухвата седам тематских области: (1) управљање водама; (2) управљање отпадом; (3) биодиверзитет и заштита природе; (4) квалитет ваздуха, климатске промјене и енергија; (5) хемијска безбједност и бука; (6) одрживо

управљање ресурсима (укључујући пољопривреду, шумарство, рибарство и рударске активности) и (7) управљање животном средином. За сваку од кључних области дефинисани су приоритети и кључна поља дјеловања да би се остварили постављени циљеви. Тематске области 3, 4 и 6 у директној су вези са сектором шумарства.

Потписивањем Софијске декларације о Зеленој агенди земље Западног Балкана прихватиле су Европски зелени договор. Зелена агенда за Западни Балкан (ЕС 2019b) даје план активности по областима распоређеним у пет стубова: Декарбонизација: акција за климу, чиста енергија и одржив транспорт; Кружна или циркуларна економија; Борба против загађења; Одржива производња хране и одржива сеоска подручја; Биодиверзитет.

Важан услов за придруживања ЕУ за земље Западног Балкана, па и Републику Српску, јесте усклађивање њихових прописа из области заштите природе, заштите животне средине, шумарства и др. са легислативом Европске уније.

17.8. Закључак

Шума је посебан тип биогеоценозе који се налази у непрекидној интеракцији са животном средином. Шумски макроекосистеми највише учествују у глобалним и регионалним биогеохемијским циклусима и испуњавају еколошке, економске и социјалне функције. Шуме су извор значајних природних сировина, али и један од снажних регулатора природних процеса, па могу бити искоришћене за побољшање животне средине и очување природе. Уништавање шумских екосистема праћено је опадањем способности складиштења угљеника, што доводи до повећања ефекта стаклене баште и доприноси глобалном загријавању планете Земље. Основни позитивни значај шума за климу огледа се у спречавању и ублажавању климатских екстрема и успостављању равнотеже у процесу кружења кисеоника и угљен-диоксида. У атмосфери појединих географских рејона врло су честе појаве ремећења биланса кисеоник – угљен-диоксид, што је посљедица различитог степена индустријализације и урбанизације. Неопходно је открити одговарајуће алате потребне да би се аутохтоне и засађене шуме у умјереним регионима успјешно развијале упркос климатским промјенама. Критична фаза у имплементацији механизма развоја одрживих шума је регенерација шума, јер су младе биљке дубоко подложне и зависне од варијација у нивоу зрачења и доступности воде. Овај неуспјех у оснивању могао би подједнако да угрози стабилност изворних и новозасађених шума.

Шумски екосистеми садрже више угљеника по јединици површине него било који други тип екосистема на копну. Еколошке функције шумских земљишта су у средишту њихових еколошких карактеристика условљених констелацијом педогенетских фактора. Шуме и шумска земљишта којима се газдује на принципима одрживог развоја обновљиви су ресурси јер производе суштински значајне сировине са минималним отпадом и потрошњом енергије. Измјерене концентрације тешких метала у органским слојевима земљишта најзначајнијих шумских екосистема указују да је атмосферска депозиција главни извор ових елемената у шумским земљиштима. Акумулацијом у земљишту тешки метали се укључују у биогеохемијске процесе кружења елемената, гдје подлијежу различитим нивоима промјена, које утичу на њихову покретљивост, везивање и испирање или површински транспорт. Шумска вегетација представља аеросолни филтер, јер сумарна лисна површина вишеструко надмашује пројекције круна на површини земљишта. Количина угљеника у шумским земљиштима повећава се током времена. Шумски екосистеми садрже више угљеника по јединици површине него било који други тип коришћења земљишног простора.

Развој великих урбаних цјелина утицао је на повећање значаја шумских екосистема за животну средину и напуштање монофункционалног шумарства у којем је само производна функција долазила до изражаја. Наиме, за урбане средине значајно је да шума ствара специфичну фитоклиму, одређену шумском вегетацијом, која утиче на температуру, влажност, режим свјетлости и друге климатске факторе. Осим тога, у градским условима еколошки потенцијали шумских комплекса важни су за апсорпцију честица прашине и сумпор-диоксида, за ослобађање кисеоника, везивање угљен-диоксида и ослобађање фитонцида.

Брзе климатске промјене, нарочито отопљавање климата, узрокују појаву суша, најезде инсеката, шумских пожара и трансформације шумских екосистема, мијењајући њихов распоред и састав. Који ће фактор спољашње средине бити лимитирајући зависи од еколошких услова станишта и биолошких карактеристика врсте. Најчешће посљедице промјене климе односе се на дефицит воде, количину и квалитет свјетлости и топлоте. Посљедице климатских промјена одразиће се на: продуктивност шумских екосистема, састав врста (посебно су угрожене врсте нижих надморских висина), учесталост пожара и фитопатолошких и ентомолошких епидемија. Интензитет и природа поремећаја неће бити свуда исти.

Богатство станишта и разноликост врста омогућава шумским екосистемима да допринесу повећању стабилности климе, а тиме и биосфере. Шуме могу

да апсорбују ефекте нежељеног таложења загађујућих честица и других загађивача и да заштите сусједне екосистеме одржавајући стабилан циклус кружења хранљивих материја и енергије. Могу и да спријече деградацију земљишта и ерозију. Ако су у периоду суше и високих температура у шуми присутне и загађујуће материје, смањује се виталности дрвећа и тада се стварају оптимални услови за развој многих патогених организама.

Ризици узроковани бројним поремећајима природних процеса (климатске промјене, суша, олујни вјетрови, ерозија, пожари и др.) имају велики утицај на одрживи развој природних ресурса и угрожавају животну средину, инфраструктуру, шумске екосистеме, пољопривредну производњу, доступност воде и јавно здравље. Посљедица угрожавања шума, нарочито посљедица деградације и сушења шума јесте нарушавање равнотеже у биосфери, смањење продуктивности шума и угрожавање животне средине. Посебно су штетни све учесталији шумски пожари, који доводе до губитка великих количина биомасе, а нису занемарљиве ни посљедице које оставља висока температура на земљиште и живи свијет. Учестала и дуготрајна суша и пожари доводе до смањења виталности и постепеног пропадања шума због смањења влаге у земљишту, појаве климатских екстрема, скраћивања вегетационог периода, отежане регенерације, смањења отпорности на штетне биотичке факторе (појава епифитација патогених гљива или градација економски штетних инсеката). Због свега овог може се десити сушење шума у ширим размјерама.

За животну средину посебно су значајне општекорисне функције шума које се односе на туристичко-рекреативне, здравствене, водозаштитне, историјске, културолошке и друге вриједности. Те функције се смањују усљед деградације и девастације шума, када настаје смањење биодиверзитета, смањење обновљивих извора енергије, опадање економског развоја, јављају се ерозије и бујице, повећава садржаја атмосферског CO₂, опада квалитет живота, шире се болести и др. Нерационално газдовање, нарушавање одрживог развоја шума и опадање укупних вриједности и функција шума узрокује угрожавање општих услова животне средине. Сложеност односа шумских екосистема и животне средине потребно је сагледати са више аспеката и схватити је кроз еколошки, економски и друштвени међусобно повезани систем. Разумијевање утицаја шуме изискује проучавања свих карактеристика шумских екосистема кроз педолошка, фитоценолошка, типолошка и друга истраживања. Домаћа и међународна легислатива и стратешка одређења у вези са шумским екосистемима у уској су вези са прописима о животној средини уопште. Законски документи углавном указују на потребу повећања шумовитости, очување постојећих шума, мултифункционалност коришћења шумских ресурса и одрживи развој.

Литература

- Attenborough D (2020) A Life on Our Planet. My Witness Statement and Vision for the Future. Laguna
- Bauer J, Kniivilä M, Schmithüsen F (2004) Forest Legislation in Europe. Geneva Timber and Forest Discussion Paper 37
- Белановић С, Кошанин О, Ристић Р (2002) Садржај тешких метала у вегетативним деловима шумског дрвећа, монографија „Тешки метали у шумским екосистемима Србије“ (ед. Кадовић Р, Кнежевић М). Шумарски факултет Универзитета у Београду и Министарство, за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије. Београд, стр 149–170.
- Betts MG, Yang Z, Hadley AS, Smith AC, Rousseau JS, Northrup JM, Nocera JJ, Gorelick, Gerber BD (2022) Forest degradation drives widespread avian habitat and population declines. *Nat Ecol Evol.* 6:709–719. doi:10.1038/s41559-022-01737-8
- Bjedov I, Obratov-Petković D, Čavlović D, Nešić M, Skočajić D (2018) The influence of climate change on invasive plants spreading in degraded native communities at several localities in Belgrade. In: Zlatić M, Kostadinov S (eds.) Soil and water resources protection in the changing environment. *Advances in Geocology* 45. CATENA VERLAG 161–171.
- Bjedov I, Obratov-Petković D, Stojanović V, Nešić M, Marisavljević D (2022) Invasive alien species in Serbia: legislation, strategy, and plans. *Proceedings 29th International Scientific Conference Ecological truth and environmental research – EcoTER'22*, June 21–24, Sokobanja, Serbia, pp 264–270
- Brašanac-Bosanac Lj, Ćirković-Mitrović T, Cule N (2011) Adaptation of forest ecosystems on negative climate change impacts in Serbia. *Sustainable Forestry: Collection.* 63–64:41–50. Доступно на: www.forest.org.rs/pdf/SustainableForestryZBORNKRADOVA63-642011god.pdf#page=43, Приступљено: 10. јануара 2023
- Breshears DD, Cobb NS, Rich PM, Price KP, Allen CD, Balice RG, Romme WH, Kastens JH, Floyd ML, Belnap J, Anderson JJ, Myers OB, Meyer CW (2005) Regional vegetation die-off in response to global-change type drought. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102:15144–15148. doi:10.1073/pnas.0505734102
- Бурлица Ч, Кнежевић М, Кадовић Р, Јовић Н, Белановић С, Кошанин О (1997) Садржај неких тешких метала у шумским земљиштима Црног Врха и Голије. Монографија: „Уређење, коришћење и очување земљишта“. Југословенско друштво за проучавање земљишта. Нови Сад, стр 166 – 171.
- Van Mantgem PJ, Stephenson NL (2007) Apparent climatically induced increase of tree mortality rates in a temperate forest. *Ecol Lett* 10:909–916. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01080.x
- Van Mantgem PJ, Stephenson NL, Byrne LD, Daniels LD, Franklin JF, Fule PZ, Harmon ME, Larson AJ, Smith JM, Taylor AH, Veblen TT (2009) Widespread increase of

- tree mortality rates in the western United States. *Science* 323:521–524. doi:10.1126/science.
- Вучићевић С (1999) Шума и животна средина (Бурлица Ч, Љешевић М (eds.); Београд). Ј.П. „Србијашуме“, Шумарски факултет Универзитета у Београду.
- Gedalof Z, Peterson DL, Mantua NJ (2005) Atmospheric, climatic, and ecological controls on extreme wildfire years in the Northwestern United States. *Ecol Appl.* 15:154–174. doi:10.1890/03-5116
- Govedar Z (2022) Улога и значај социјалних функција шумских екосистема. *Defendologija* 49–50:25–47. doi:10.7251/DEFSR4922025G
- Govedar Z, Keren S, Petkovic D (2015) Natural regeneration in fire-affected pure stand of *Pinus nigra* Arn. in the area of Trebinje. *Interanational Scientific Conference – „Forestry: Bridge to the Future“*. 90 Years Higher Forestry Education in Bulgaria, 6–9. May 2015, Sofia, Bulgaria, pp 58
- Govedar Z, Krstić M (2016) Gajenje šuma posebne namjene. *Univerzitetski udžbenik, Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, Banja Luka, str 306*
- Govedar Z, Medarević M (2020) Adaptive forest management: Case study of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) forests in the Ozren mountain of the Republic of Srpska. «Известия вузов. Лесной журнал», 3(375):93–105. doi:10.37482/0536-1036-2020-3-93-105
- Говедар З, Станивуковић З, Керен С, Бјелановић И (2010) Истраживање микроклиматских карактеристика мјешовите шуме јеле и смрче (*Abieti-Piceetum illyricum*) на подручју Дринића у Републици Српској. *Шумарство* 3-4:51-60. Доступно на: www.srpskosumarskoudruzenje.org.rs/index.php?option=com_content&task=view&id=277, Приступљено: 10. јануара 2023
- Godfrey A (2005) *The Ever-Changing View-A History of the National Forests in California* USDA Forest Service Publishers, pp 399
- Greenpeace International (2019) IPCC Report reveals tough land-use choices needed to stem climate crisis. Доступно на: www.greenpeace.org/international/press-release/23668/ipcc-report-reveals-tough-land-use-choices-needed-to-stem-climate-crisis/, Приступљено: 10. јануара 2023
- Dale VH, Joyce LA, McNulty S, Neilson RP, Ayres MP, Flannigan MD, Hanson PJ, Irland LC, Lugo AE, Peterson CJ, Simberloff D, Swanson FJ, Stocks BJ, Wotton BM (2001) Climate Change and Forest Disturbances: Climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. *BioScience*, 51(9):723–734. doi:10.1641/0006-3568(2001)051[0723:CCAFD]2.0.CO;2
- Elomina J, Pülzl H (2021) How are forests framed? An analysis of EU forest policy. *For. Policy Econ.* 127:102448. doi:10.1016/j.forpol.2021.102448
- EC (2010) Regulation (EU) No 995/2010 of the European Parliament and of the Council of 20 October 2010 laying down the obligations of operators who

- place timber and timber products on the market. OJ L 295, 12.11.2010, pp 23–34. <http://data.europa.eu/eli/reg/2010/995/oj>, Приступљено: 25. јануара 2023
- EC (2014) Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. OJ L 317, 4.11.2014, pp 35–55. <http://data.europa.eu/eli/reg/2014/1143/oj>, Приступљено: 25. јануара 2023
- EC (2019a) The European Green Deal. Доступно на: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>, Приступљено: 10. јануара 2023
- EC (2019b) Guidelines for the Implementation of the Green Agenda for the Western Balkans, Brussels, 6.10.2020 SWD(2020) 223 final. Доступно на: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020SC0223>, Приступљено: 10. јануара 2023
- EC (2020) EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives. Brussels, 20.5.2020 COM(2020) 380 final. Доступно на: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380>, Приступљено: 10. јануара 2023
- EC (2021) 572 Final, New EU Forest Strategy for 2030. Доступно на: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN>, Приступљено: 10. јануара 2023
- EC (2022a) Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Nature Restoration, Доступно на: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:304:FIN>, Приступљено: 24. новембра 2022
- EC (2022b) Deforestation-free products. Доступно на: https://environment.ec.europa.eu/topics/forests/deforestation/regulation-deforestation-free-products_en, Приступљено: 24. новембра 2022
- Jain TB, Pilliod DS, Graham RT, Lentile LB, Sandquist JE (2012) In dex for Characterizing Post-Fire Soil Environments in Temperate Coniferous Forests, *Forests* 3:445–466. doi:10.3390/f3030445
- Jobbágy EG, Jackson RB (2000) The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecol. Appl.* 10:423–436. doi:10.1890/1051-0761(2000)010[0423:TVDOSO]2.0.CO;2
- Juárez-Orozco SM, Siebe C, Fernández y Fernández D (2017) Causes and effects of forest fires in tropical rainforests: a bibliometric approach. *Trop. Conserv. Sci.* 10:1–14. doi:1940082917737207.
- Kadović R, Belanović-Simić S, Knežević M, Košanin O, Miljković P, Tošić S (2014) Šumski požari i zagrevanje zemljišta: Rekonstrukcija požara u NP „Tara“ primenom modela FOFEM6. *Zaštita prirode.* 64(2):5–12. Доступно на: <http://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=0514-58991402005K>, Приступљено: 10. јануара 2023
- Кадовић Р, Белановић С, Кнежевић М, Кошанин О, Даниловић М, Белоица Ј (2012) Садржај органског угљеника у неким шумским земљиштима у Србији. *Гласник Шумарског факултета.* 105:81–98. doi:10.2298/GSF111230002K

- Кадовић Р, Кнежевић М (2002) Садржај тешких метала у вегетативним деловима шумског дрвећа. Тематски зборник националног значаја „Тешки метали у шумским екосистемима Србије“, Шумарски факултет Универзитета у Београду и Министарство, за заштиту природних богаства и животне средине Републике Србије. Београд, стр 1–278.
- Кадовић Р, Кошанин О, Белановић С, Кнежевић М (2005) Тешки метали у органском слоју земљишта букових шума Србије. Гласник Шумарског факултета. 92:55–69. doi:10.2298/GSF0592055K
- Kaplan JO, Krumhardt KM, Zimmermann NE (2012) The effects of land use and climate change on the carbon cycle of Europe over the past 500 years. *Glob. Chang. Biol.* 18(3):902–914. doi:10.1111/j.1365-2486.2011.02580.x
- Караџић Д, Љубојевић С, Медаревић М, Михајловић Л, Тодоровић З, Говедар З (2011) Стратегија развоја шумарства Републике Српске [Стратегија]. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске, Бања Лука, стр 73
- Klarwijk MJ, Hopkins AJ, Eriksson L, Pettersson M, Schroeder M, Lindelöw Å, Rönnberg J, Keskkitalo EC, Kenis M (2016) Reducing the risk of invasive forest pests and pathogens: Combining legislation, targeted management and public awareness. *Ambio.* 45:223–234. doi:10.1007/s13280-015-0748-3
- Кнежевић М, Белановић С, Кошанин О, Кадовић Р (2000) Садржај тешких метала у шуми букве на Црном Врху и китњака на Фрушкој Гори. Земљиште и биљка. 49(1):19–28. doi:10.2298/GSF0592055K
- Кнежевић М, Кошанин О, Вићентијевић М (2016) Еколошке карактеристике шумских земљишта Србије. Деградација и заштита земљишта. (Ур. Белановић-Симић С), Универзитет у Београду Шумарски факултет, стр 49–63
- Кнежевић М, Кошанин О, Перовић М, Љубичић Ј (2018) Еколошко-флористичке карактеристике парк-шуме у оквиру споменика природе „Топчидерски парк“. Шумарство, бр. 1–2(LXX):129–143. Доступно на: www.srpskosumariskoudruzenje.org.rs/pdf/sumarstvo/2018_1-2/sumarstvo2018_1-2_rad09.pdf, Приступљено: 10. јануара 2023
- Knowles N, Dettinger MD, Cayan DR (2006) Trends in snowfall versus rainfall in the western United States. *J. Climate* 19:4545–4559. doi:10.1175/JCLI3850.1
- Košanin O, Ljubičić J, Beloica J, Belanović-Simić S, Miljković P, Knežević M (2021a) Soil types and their sensitivity to the acidification process in the municipalities of Kosjerić, Požega and Užice. 3rd International and 15th National Congress – Soils for future under global challenges. Serbian Society of Soil Science and University of Belgrade, Faculty of Agriculture.
- Košanin O, Perović M, Knežević M, Cvjetičanin R, Ljubičić J (2021b) Forest Sites Mapping in Serbia. *Fresenius Environ. Bull.* 30(7):8244–8251.
- Кошанин О, Кнежевић М (2017) Исхрана биља. Уџбеник. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, стр 163
- Кошанин О, Кнежевић М, Љубичић Ј (2022) Земљиште – основни ресурс. Тематски зборник: Процена деградације земљишта – методе и

- моделу. Универзитет у Београду Шумарски факултет, Српско друштво за проучавање земљишта и Комисија за земљиште и животну средину. Београд, стр 14–39
- Langmaier M, Lapin K (2020) A systematic review of the impact of invasive alien plants on forest regeneration in European temperate forests. *Front. Plant Sci.* 11:524969. doi:10.3389/fpls.2020.524969
- Littell JS (2006) Climate impacts to forest ecosystem processes: Douglas-Fir growth in Northwestern U.S. Mountain Landscapes and Area Burned by Wildfire in Western U.S. Ecoprovinces. PhD dissertation. University of Washington, College of Forestry, Seattle, p 160
- Littell JS, McKenzie D, Peterson DL, Westerling AL (2009) Climate and wildfire area burned in western US ecoprovinces, 1916–2003. *Ecol. Appl.* 19(4):1003–1021. doi:10.1890/07-1183.1
- Littell SJ, Oneil EE, McKenzie D, Hicke AJ, Lutz AJ, Norheim AR, Elsner MM (2010) Forest ecosystems, disturbance, and climate change in Washington State, USA. *Scientific Journal (JRNL). Climatic Change.* 102:129–158. Доступно на: www.fs.usda.gov/research/treesearch/38936, Приступљено: 10. јануара 2023
- Lowman M (2021) *The Arbonaut*, London, Allen & Unwin.
- Lutz JA, Halpern CB (2006) Tree mortality during early forest development: a long-term study of rates, causes, and consequences. *Ecol Monogr* 76:257–275. doi:10.1890/0012-9615(2006)076[0257:TMDEFD]2.0.CO;2
- Ljubičić J, Košanin O, Sperlich D, Kazimirović M, Stajić B, Petrović N, Vasić I, Nedeljković J, Nonić D, Hanewinkel M, Weinreich A, Baković D (2022) Development of digital site mapping and estimating future tree species suitability in Serbia. International conference: Socio-ecological conflicts in forest management: risks of (not) adapting? organized by IUFRO Division 4.04.07 Risk analysis. Доступно на: <https://workshop.inrae.fr/iufro-risk-analysis-nancy/Programme>, Приступљено: 10. јануара 2023
- Ljubičić J, Košanin O, Cvjetičanin R, Knežević M (2022) Soil characteristics and types of forest sites in the „Zaštićene šume“ management unit. International scientific conference „Perspectives of forestry and related sectors as drivers of sustainable development in the post-Covid era“, Banja Luka.
- Maltus TR (1798) *An Essay on the Principle of Population*. London: Oxford University Press, p 208
- Медаревић М, Банковић С (2005) Планирање газдовања буковим шумама. Удружење шумарских инжењера и техничара Србије, Београд; Шумарски факултет Универзитета у Београду. Београд, стр 335–352
- Moreira F (2011) The contribution of the PHO-ENIX project centre to post-fire research in Europe. Proceedings of the 3rd International Meeting of Fire Effects on Soil Properties 15–19 March 2011, António Bento Gonçalves, António Vieira (Eds.), University of Minho, Guimarães, Portugal, pp 38
- McKenzie D, Gedalof Z, Peterson DL, Mote PW (2004) Climatic change, wildfire, and conservation. *Conserv. Biol.* 18:890–902. doi:10.1111/j.1523-1739.2004.00492.x

- McKenzie D, Hessl AE, Peterson DL (2001) Recent growth in conifer species of western North America: assessing the spatial patterns of radial growth trends. *Can. J. For. Res.* 31:526–538. doi:10.1139/x00-191
- National Space Research Institute (2022) Amazon deforestation in Brazil remains near 15-year high. Доступно на: www.abqjournal.com/2554147/amazon-deforestation-in-brazil-remains-near-15-year-high.html, Приступљено: 10. јануара 2023
- Nešić M, Bjedov I (2021) Habitat Degradation: Pressures, Threats, and Conservation. In: Leal Filho W, Azul AM, Brandli L, Lange Salvia A, Wall T (eds) *Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-95981-8_65
- Nešić M, Obratov-Petković D, Skočajić D, Bjedov I, Čule N (2022) Factors Affecting Seed Germination of the Invasive Species *Symphytotrichum lanceolatum* and Their Implication for Invasion Success. *Plants* 11(7):969. doi:10.3390/plants11070969
- Нешић М (2017) Утврђивање степена потенцијалне инвазивности биљних врста. У: Обратов-Петковић Д (Ур.) *Украсне и инвазивне биљке у условима климатских промена-утицаји и адаптације – Монографија*. Универзитет у Београду – Шумарски факултет, Београд, стр 140–153.
- Nunes LJ, Meireles CI, Pinto Gomes CJ, Almeida Ribeiro NM (2020) Forest Contribution to Climate Change Mitigation: Management Oriented to Carbon Capture and Storage. *Climate* 8(2):21. doi:10.3390/cli8020021
- Obratov-Petković D, Bjedov I, Nešić M, Belanović Simić S, Đunisijević-Bojović D, Skočajić D (2016) Impact of invasive *Aster lanceolatus* Willd. populations on soil and flora in urban sites. *Pol. J. Ecol.* 64:289–295. doi:10.3161/15052249PJE2016.64.2.012
- Оквир за реализацију циљева одрживог развоја у БиХ (2021). Влада Шведске и Развојни програма Уједињених нација (УНДП)
- Onida M (2020) Forest and forestry policy between the EU and its Member States. *ELNI Rev:* 22–30
- Pülzl H, Hogl K (2013) Forest governance in Europe. *Forest Governance:* 11
- Penman J, Gytarsky M, Hiraishi T, Krug T, Kruger D, Pipatti R, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, Wagner F (2003) Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. In: Penman J, Gytarsky M, Hiraishi T, Krug T, Kruger D, Pipatti R, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, Wagner F (eds.) *IPCC/OECD/IEA/IGES*. Hayama, Japan. Доступно на: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpoglulucf/gpoglulucf_contents.html, Приступљено: 10. јануара 2023
- Peterson DW, Kerns BK, Dodson EK (2014) Climate change effects on vegetation in the Pacific Northwest: A review and synthesis of the scientific literature and simulation model projections. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Technical Report. Доступно на:

- www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112721008859,
Приступљено: 10. јануара 2023
- Пецељ М, Јовић Г, Станивуковић З, Говедар З (2001) Глобалне климатске промјене и анализа температурних промјена у Босни и Херцеговини. Зборник природно – математичких наука, II(2–3):307–316
- Pintarić K (2004) Značaj šume za čovjeka i životnu sredinu. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara FBiH, Sarajevo, str 92
- Програм очувања шумских генетичких ресурса Републике Српске (2013–2025). Бања Лука
- Robert M (2001) Soil Carbon Sequestration for improved land management. World Soil Resources Reports 96, FAO, Rome
- Roche MA (1981) Watershed investigations for development of forest resources of the Amazon region in French Guiana. In (eds) Lal R and Russell E.W. Tropical agricultural hydrology; watershed management and land use. Wiley, New York pp 75–82
- Skočajić D, Nešić M (2020) Invasive Species: Routes of Introduction, Establishment, and Expansion. In: Leal Filho W, Azul A, Brandli L, Özuyar P, Wall T (eds) Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-71065-5
- Стратегија заштите животне средине Републике Српске за период 2022– 2032. Стокхолмски институт за животну средину (SEI)
- Стратегија прилагођавања климатским промјенама и нискоемисионог развоја БиХ (2020–2030). Глобални фонд за животну средину (ГЕФ), Развојни програм Уједињених нација (УНДП), Министарство за просторно уређење, грађевинарство и екологију Републике Српске
- Стратегија развоја шумарства Републике Српске (2011–2021). Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске, 2011, Бања Лука
- Sheikh MA, Kumar M, Bussmann RW (2009) Altitudinal variation in soil organic carbon stock in coniferous subtropical and broadleaf temperate forests in Garhwal Himalaya, Carbon Balance Manag. 4:6. doi:10.1186/1750-0680-4-6
- Schimel DS, Braswell BH, Holland EA, McKeown R, Ojima DS, Painter TH, Parton WJ, Townsend AR (1994) Climatic, edaphic, and Biotic controls over storage and turnover of carbon in soils. Glob. Biogeochem. Cycles 8:279–293. doi:10.1029/94GB00993
- Schneider SH (2001) What is 'dangerous' climate change? Nature 411:17–19. doi:10.1038/35075167
- Tabaković-Tošić M, Lazarev V, Rajković S (2006) O integralnoj zaštiti šuma. Sustainable Forestry: Collection, 57–76. Доступно на: www.forest.org.rs/pdf/SustainableForestryZBORNIKRADOVA54-552006god.pdf, Приступљено: 10. јануара 2023

- Thurig E (2005) Carbon budget of Swiss forests: evaluation and application of empirical models for assessing future management impacts. [Dissertation ETHY No. 15872]. Swiss Federal Institute of Technology, Zurich
- Ункашевић М (2014) Шумарска екоклиматологија. Универзитет у Београду Шумарски факултет.
- FAO (2020) Глобална оцена лесних ресурса 2020 года. Основные выводы. Рим. doi:10.4060/ca8753ru
- FAO (2020) Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings. Rome. doi:10.4060/ca8753en
- Forests and Terrestrial Ecosystems (Landscapes). Доступно на: www.worldbank.org/en/topic/forests, Приступљено: 10. јануара 2023
- FSC (2019) FSC Standardi za održivo gospodarenje šumama u Bosni i Hercegovini. FSC International Center, str 177
- Hermoso V, Carvalho SB, Giakoumi S, Goldsborough D, Katsanevakis S, Leontiou S, Markantonatou V, Rumes B, Vogiatzakis IN, Yates KL (2022) The EU Biodiversity Strategy for 2030: Opportunities and challenges on the path towards biodiversity recovery. Environ. Sci. Policy 127:263–271. doi:10.1016/j.envsci.2021.10.028
- Hicke JA, Logan JA, Powell J, Ojima DS (2006) Changing temperatures influence suitability for modeled mountain pine beetle (*Dendroctonus ponderosae*) outbreaks in the western United States. J. Geophys. Res. B 111:002019. doi:10.1029/2005JG000101
- Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, Noguer M, van der Linden PJ, Dai X, Maskell K, Johnson CA (Eds.) (2001) Climate Change: The Scientific Basis. A Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 881
- Case MJ, Peterson DL (2007) Growth-climate relations of lodgepole pine in the North Cascades National Park, Washington. Northwest Sci. 81(1):62–75. doi:10.3955/0029-344X-81.1.62
- Cvetković D, Amidžić L, Đorđević S (2015) Biodiversity adaptation on climate change in the Republic of Serbia. Ecologica. 22(80):1-9
- Цвјетићанин Р, Кошанин О, Перовић М, Јанић М, Љубичић Ј (2021) Еколошке и флористичке карактеристике новог налазишта маклена (*Acer monspessulanum* L.) на локалитету Глоговита коса на Борањи. Гласник Шумарског факултета, бр. 123:33–53. doi:10.2298/GSF2123033C
- Cienciala E, Exnerová Z, Macků J, Henžlík V (2006) Forest topsoil organic carbon content in Southwest Bohemia region. J. For. Sci. 52(9):387–398. Доступно на: www.agriculturejournals.cz/pdfs/jfs/2006/09/01.pdf, Приступљено: 10. јануара 2023
- Conte N (2021) Mapped: 30 Years of deforestation and forest, Growth, by Country. Visual Capitalist, Доступно на: www.visualcapitalist.com/mapped-30-years-of-deforestation-and-forest-growth-by-country/, Приступљено: 10. јануара 2023

- WEF (2021) 8 reasons we need to protected forests. World Day Forests, World Economic Forum Annual Meeting
- Williams JW, Jackson ST (2007) Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises. *Front. Ecol. Environ.* 5(9):475–482. doi:10.1890/070037
- Williams M (2003) *Deforesting the earth: from prehistory to global crisis*, Chicago: University of Chicago Press.
- Winkel G, Lovrić M, Muys B, Katila P, Lundhede T, Pecurul M, Pettenella D, Pipart N, Plieninger T, Prokofieva I, Parra C (2022) Governing Europe's forests for multiple ecosystem services: Opportunities, challenges, and policy options. *For. Policy Econ.* 145:102849. doi:10.1016/j.forpol.2022.102849
- World bank (2022) *Forests and all terrestrial ecosystems (landscapes)*. Доступно на: www.worldbank.org/en/topic/forests, Приступљено: 10. јануара 2023

The importance of forests in the environment

Olivera Košanin, Zoran Govedar, Janko Ljubičić, Marija Nešić

Summary

The complexity and interdependence of all factors of forest ecosystems is reflected in the general state of the environment. The forest moderates air temperature fluctuations by 1.5–4° C, and creates a more favorable temperature regime in the soil. Atmospheric precipitation in the forest is absorbed by the forest litter, which slows down surface runoff and prolongs the period of water infiltration. The wind speed in the forest is 30% lower than the wind speed in the open space, and wind protection is manifested in a radius 3–5 times greater than the average height of the trees. Forest vegetation absorbs carbon dioxide from the atmosphere and uses it for its growth in the process of photosynthesis. This process leads to a decrease in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere and contributes to reducing the negative effects of the greenhouse. In this way, forests influence the prevention of the occurrence of unfavorable scenarios of surface global warming, which may manifest with an increase in temperature by as much as 5.8° C. Forests play a key role in maintaining the oxygen-carbon dioxide balance because they annually release 9–13 t/ha of CO₂, and bind 6–18 t/ha of CO₂. A monofunctional approach to forest ecosystems, where forests are viewed exclusively through the prism of the production (assortment) function, still exists it burdens the perception and evaluation of numerous ecological and social functions. However, even today, around 1.15 billion hectares of forests (30%) are used primarily for the production of wood and non-wood forest products. Some of the ecological potential of forest complexes is reflected in the absorption of dust particles, sulfur dioxide, the release of oxygen, the binding of carbon dioxide, and the release of phytoncides. One hectare of forest absorbs 30 to 70 tons of dust annually. Coniferous forests absorb 30–35 tons of dust annually, and deciduous forests 50-76 tons. A hectare of forest absorbs about 100 kg of SO₂, releases 3 to 11 t of oxygen and binds 4 to 15 t of CO₂ per day. Thanks to the phytoncide action, a cubic meter of forest air contains 250 to 300 times less bacteria than city air. Forest ecosystems contain more carbon per unit area than any other terrestrial ecosystem. Amounts of soil organic carbon in the upper 30 cm of soil vary from 1.7 to 4.2 kg C.m⁻² for organic layers and from 5.0 to 9.5 kg C.m⁻² for mineral layers. The layers of the forest mat and the surface horizons of the forest soil of coniferous forests are large acceptors of heavy metals. Risks caused by numerous disruptions of natural processes (climate change, drought, storm winds, erosion, fires, etc.) have a major impact on the sustainable

development of natural resources and threaten the environment, infrastructure, forest ecosystems, agricultural production, water availability and public health. The threat of forests, disappearance, degradation and drying of forests affect the reduction of the impact of the forest on the balance in the biosphere, the reduction of the volume of biomass production and the endangerment of the environment. Existing forests continue to suffer the direct and indirect effects of human action, whether from deliberate deforestation, damage from numerous conflicts and wars, to the careless actions of mining companies and illegal activities, or damage from legal and illegal logging. Around the world, severe forest fires have not only shown the combined effects of careless human activities in and around forests and global warming, but have also shown how quickly forests can be lost. In Europe, almost 45.000 forest fires occur every year, covering of 500.000 ha. The Balkan Peninsula is one of the areas with the highest risk of drought. Frequent and long-lasting drought leads to a decrease in the vitality and gradual deterioration of forests due to a decrease in soil moisture, the appearance of climatic extremes, a shortening of the vegetation period, difficult regeneration, a decrease in resistance to harmful biotic factors (the appearance of epiphytopytes of pathogenic fungi or gradation of economically harmful insects), all of which can lead to the drying of forests on a wider scale. For the environment, the general utility functions of forests related to tourist-recreational, health, water protection, historical, cultural and other values are particularly important. These functions are reduced due to the degradation and devastation of forests because these processes affect the increase in the intensity of climate change, the reduction of biodiversity, the reduction of renewable energy sources, the decline of economic development, the occurrence of erosion and flood, increase in atmospheric CO₂, decline in quality of life, occurrence of diseases, etc. The complexity of the relationship between forest ecosystems and the environment needs to be viewed from multiple aspects and understood through an ecological, economic and social interconnected system. Understanding the impact of the forest requires the study of all characteristics of forest ecosystems, such as pedological, phytocenological, typological and other research. The destruction and fragmentation of urban forests, the loss of certain valuable trees, as well as the loss of fauna, threaten the ecological integrity and functioning of natural ecosystems, which directly affects the quality of life in urban areas. Domestic and international legislation and strategic decisions related to forest ecosystems are closely related to similar documents related to the environment. These documents mainly indicate the need to increase forest cover, preserve existing forests, multifunctional use of forest resources and sustainable development.

Keywords: Forest ecosystems, environment, importance of forests, climate change, forest protection

