Pregledni rad – Review paper
Šumarski list 150 (7–8): 341–352, 2026

Suvremeni izazovi i ograničenja obnove šuma hrasta lužnjaka: Studija slučaja iz Hrvatske i Srbije

Contemporary Challenges and Restoration Constraints in Pedunculate Oak Forests: A Case Study of Croatia and Serbia

Martina Đodan[1], Sanja Perić[1], Martina Zorić[2], Zoran Galić[2], Andrija Barišić[1]*

[1]Hrvatski šumarski institut, Jastrebarsko
[2]Institut za nizinsko šumarstvo i okoliš, Novi Sad, Srbija
* Dopisni autor: Andrija Barišić, e-mail: andrijab@sumins.hr

SAŽETAK

Šume hrasta lužnjaka imaju istaknutu povijesnu vrijednost s gospodarskog, biološkog i društvenog aspekta u obje zemlje. Danas su te šume izložene sve brojnijim prijetnjama, što je potaknulo zabrinutost operative u šumarstvu, ali i istaknulo važnost obnove šuma. Izvješća iz Hrvatske i Srbije u posljednjem desetljeću ukazuju na porast učestalosti i intenziteta biotskih i abiotskih prijetnji. Kako bi se očuvale ove šume i njihove brojne koristi za prirodu i društvo te spriječilo njihovo propadanje, nužno je provoditi aktivnosti obnove šuma. Međutim, obnova šuma hrasta lužnjaka u operativi suočava se s raznim preprekama i ograničenjima. Stoga je cilj rada olakšati obnovu šuma hrasta lužnjaka analizom postojećih znanstvenih spoznaja te prepoznavanjem: 1) prijetnji koje ugrožavaju šume hrasta lužnjaka, 2) ograničenja i prepreka te 3) smjernica i mogućnosti za obnovu šuma. Pregledom dostupne literature utvrđene su najčešće zabilježene prijetnje koje ugrožavaju šume hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji, među kojima se ističu mrežasta stjenica, pepelnica, vjetrolomi te složena interakcija štetnih biotskih i abiotskih čimbenika. Obnova šuma suočava se s nizom sustavnih i praktičnih prepreka. Najčešće prepreke koje je potrebno riješiti su okolišne, političke, ekonomske, društvene, tehničke i pravne naravi. Za svaku prepreku dani su opis i ključni problemi vezani uz obnovu šuma hrasta lužnjaka, kao i mogućnosti za prevladavanje prepreka. Prepoznavanje i razumijevanje ograničenja i mogućnosti koji potiču obnovu ključno je za izradu učinkovitih strategija obnove šuma. S obzirom na to da su i znanost i praksa obnove još uvijek u razvoju, ovakvi su uvidi od presudne važnosti za unapređenje i poboljšanje rezultata obnove.

Ključne riječi:
abiotske ugroze, biotske ugroze, gospodarenje šumama, osnivanje šuma, uzgajanje šuma, *Quercus robur* L.

DOI:
https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.5

Kako citirati / How to Cite:
Đodan, M. i dr., 2026: Suvremeni izazovi i ograničenja obnove šuma hrasta lužnjaka: Studija slučaja iz Hrvatske i Srbije. Šumarski list 150 (7–8): 341–352. https://doi.org/10.31298/sl.150.7-8.5

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

UVOD
INTRODUCTION

Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) listopadna je vrsta šumskog drveća široko rasprostranjena u Europi (Eaton i dr. 2016). Prema prvoj nacionalnoj inventuri šuma (Čavlović 2010), hrast lužnjak u Hrvatskoj zauzima 352.530 ha šumskih površina, odnosno 569.760 ha kada se u obzir uključe šumski tipovi poplavnih šuma hrasta lužnjaka i mješovitih hrastovo-grabovih šuma. Ukupna drvna zaliha iznosi 48.355.176 m^3, pri čemu se 7,50 % nalazi u privatnom, a ostatak u državnom vlasništvu. Tečajni godišnji volumni prirast iznosi 1.039.779 m^3 (ŠGO, 2016.–2025.). U Srbiji zauzima oko 32.400 ha, s najvećim površinama u dolinama rijeka Save, Dunava i Morave (Banković i dr. 2009), pri čemu je 64 % državnih, a 36 % privatnih šuma (Ballian i dr. 2010). U obje zemlje tvori šume od iznimne vrijednosti s gospodarskog, biološkog i društvenog aspekta (Morić i dr. 2018). Među najvažnijim vrijednostima šuma hrasta lužnjaka, koje se općenito prepoznaju kroz njihove općekorisne funkcije, ističu se visokovrijedno drvo i visok stupanj bioraznolikosti. Populacije hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji predstavljaju rubne populacije na južnoj granici prirodne rasprostranjenosti, koje predstavljaju rezervoare raznolikosti, čineći ih otpornijima na promjene. Ove šume odražavaju sastav prirodne potencijalne šumske vegetacije. Nastale su prirodnim ili umjetnim pomlađivanjem provedenim prema načelima prirodne dinamike šuma, razvijaju se na šumskim tlima te se njima gospodari u skladu s prirodnom silvidinamikom (Anić 2012). Najveći kompleksi ovih iznimno vrijednih šuma nalaze se u istočnom dijelu Hrvatske na području Spačve (Klepac 2003) te u Srbiji na području Srijema (Rađević i dr. 2020).

Međutim, istraživanja su pokazala da klimatske promjene imaju negativniji učinak na rubne populacije u usporedbi s populacijama u središtu areala (Popović i dr. 2023). Ugroze i izazovi razlikuju se po intenzitetu i značaju, ovisno o regijama i ekosustavima koje zahvaćaju (SER 2004). Stoga obnova i ostale uzgojne aktivnosti moraju biti alat prilagodljivog gospodarenja šumama, pri čemu se svaka obnova treba promatrati kao jedinstven slučaj (Jacobs i dr. 2015). Danas se pojavljuju brojne prijetnje i izazovi u gospodarenju šumama hrasta lužnjaka, što dovodi do njihovog propadanja (Krutovsky i dr. 2025). Hrvatska i Srbija, zajedno s ostalim europskim zemljama, prepoznaju šume hrasta lužnjaka kao okosnicu svojeg šumarstva (Dubravac i Dekanić 2009, Eaton i dr. 2016) te bi obnova ovih šuma trebala biti prioritet. Međutim, pojam obnove šuma često se koristi neselektivno, što otežava njegovo precizno definiranje na način koji obuhvaća sve situacije opisane u literaturi i praksi. Općenito, obnova šuma se promatra kao suprotnost narušavanju, odnosno proces gdje se nastoji vratiti stanje narušenih i oštećenih šuma u njihovo prirodno ili povijesno stanje, odnosno u stanje prije nastanka oštećenja. Ipak, stvarnost je složenija i potpuno obnovljeno stanje vjerojatno je nedostižno (Stanturf 2005). Stoga se obnova šuma može promatrati kao bilo koja aktivnost unutar procesa obnove koja ima za cilj poboljšanje bioraznolikosti, ekološkog integriteta i pružanja usluga u šumskim ekosustavima (Erdozain i dr. 2024). Postoji snažna ambicija za postizanjem ciljeva obnove šuma, ali postoje i brojne nepoznanice. Znanost i praksa obnove šuma još su uvijek u razvoju, a naša sposobnost potpunog obnavljanja općekorisnih funkcija šuma (OKFŠ) trenutačno je ograničena (Bullock i dr. 2011, Kovalenko i dr. 2013). Stoga je prepoznavanje suvremenih izazova, ograničenja i potencijalnih mogućnosti za obnovu šuma hrasta lužnjaka prvi korak prema boljem razumijevanju i provedbi tih aktivnosti. Cilj ovog rada je poboljšati razumijevanje obnove šuma hrasta lužnjaka analizom postojećih znanstvenih spoznaja i identificiranjem: 1) prijetnji koje ugrožavaju šume hrasta lužnjaka, 2) ograničenja i prepreka, 3) smjernica i mogućnosti za obnovu šuma.

PRIJETNJE ŠUMAMA HRASTA LUŽNJAKA
THREATS TO PEDUNCULATE OAK FORESTS

Šume hrasta lužnjaka u Europi, uključujući Hrvatsku i Srbiju, u posljednjem su desetljeću izložene brojnim prijetnjama uslijed intenzivnih klimatskih promjena, što uzrokuje njihovo propadanje (Kesić i dr. 2021). Značajnija oštećenja nastaju zbog međudjelovanja više prijetnji, odnosno ugrožavajućih čimbenika (Matisons i dr. 2013). U različitim klimatskim zonama javljaju se različite kombinacije čimbenika te se često pojavljuju tijekom dužeg vremenskog razdoblja (Gerasimenko i dr. 2022). Među svim čimbenicima posebnu pozornost treba posvetiti biotskim i abiotskim čimbenicima (Löf i dr. 2019). Općenito, tri su čimbenika sukcesivno uključena i progresivno utječu na smanjenje populacije i vitalnosti šumskog drveća (Manion 1981). Prvo, predisponirajući čimbenici koji djeluju kroz duže razdoblje uzrokujući trajni stres stabala što ih čini osjetljivijima na promjene u staništu (npr. promjene vodnih režima rijeka). Drugo, inicirajući čimbenici, kratkotrajnog djelovanja i visokog intenziteta (npr. olujni događaji, kasni mraz, defolijatori). Treće, doprinosni čimbenici, koji doprinose odumiranju stabala (npr. gljive truležnice). U Hrvatskoj su početni problemi u šumama hrasta lužnjaka uočeni 1980-ih godina kada je odumiranje stabala hrasta lužnjaka postalo izraženije (Klepac i dr. 1996). Od tada, mnogi su autori dali uvid u čimbenike koji ugrožavaju šume hrasta lužnjaka (Tablica 1).

Trend gubitka vitalnosti u šumama hrasta lužnjaka prisutan je dulje vrijeme i ne može se izravno povezati s jednim ugrožavajućim čimbenikom, nego ovisi o međusobnoj interakciji više njih. Međutim, uvijek je potpomognut naglim promjenama vodnog režima (Anić 2020). Trajanje procesa propadanja ili odumiranja vrlo je varijabilno i može trajati nekoliko desetljeća, pri čemu negativno utječe na OKFŠ (Kostić i dr. 2021, Posavec i dr. 2023, Krutovsky i dr. 2025).

Utjecaji na šume hrasta lužnjaka

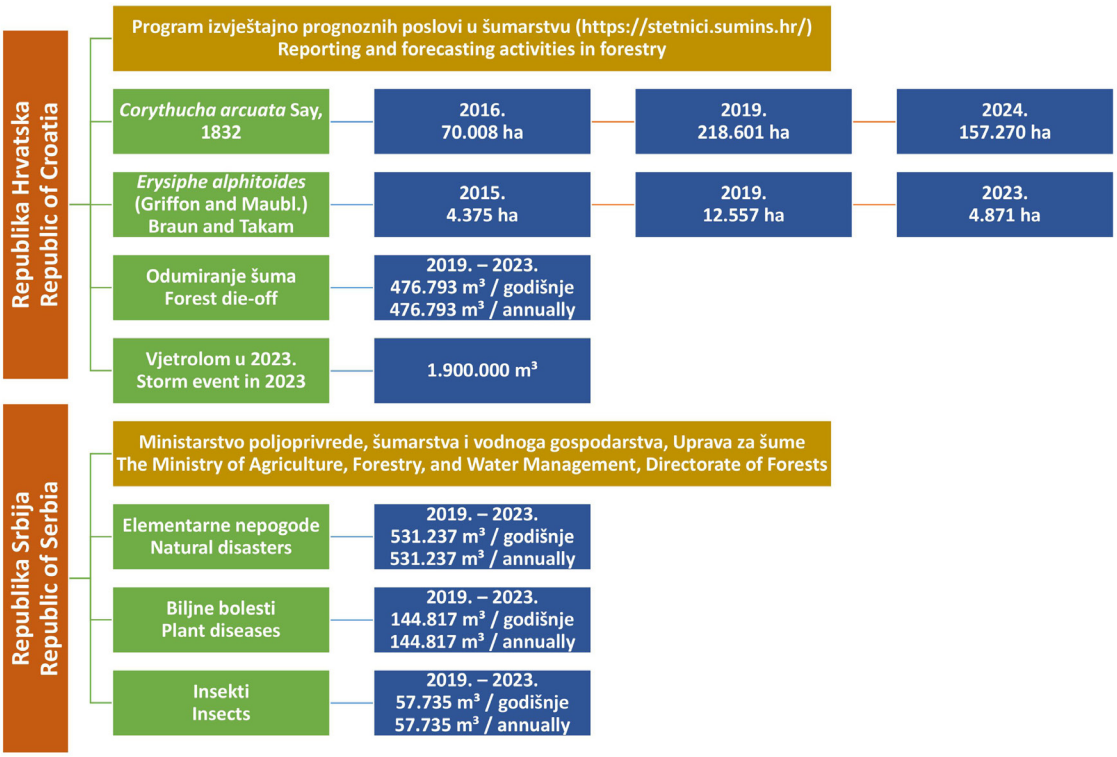
Impacts on pedunculate oak forests

Oštećenja drvnog volumena (m^3) i površine (ha) zahvaćene štetnicima u šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji prema najznačajnijim ugrožavajućim čimbenicima prikazani su na Slici 1.

Navedena oštećenja drvnog volumena nastala vjetrolomom i odumiranjem šuma u razdoblju od 2019. do 2023. godine čine 57,6 % propisanog etata hrasta lužnjaka u RH (ŠGO, 2016.–2025). U Srbiji, ukupne štete u 2023. godini bile su 2,3 puta veće nego 2019. godine, dok su oštećenja činila približno 6 % ukupnog etata. U posljednje vrijeme

Tablica 1. Čimbenici koji ugrožavaju šume hrasta lužnjaka.
Table 1 Threats affecting pedunculate oak forests.

Ugrožavajući čimbenici *Threats*	**Izvori** *References*
Promjene u vodnom režimu staništa *Changes in the water regime of the habitat*	Pilaš i dr. 2007, Stojanović i dr. 2015, Mikac i dr. 2020 Pilaš et al. 2007, Stojanović et al. 2015, Mikac et al. 2020
Dugotrajna sušna razdoblja *Long periods of drought*	Kostić i dr. 2021, Ugarković i dr. 2025 Kostić et al. 2021, Ugarković et al. 2025
Kasni mraz *Late frost*	Čehulić i dr. 2019 Čehulić et al. 2019
Štete od kukaca i gljiva *Insect and fungi damages*	Hrašovec i dr. 2013, Marković i dr. 2024, Ciceu i dr. 2024 Hrašovec et al. 2013, Marković et al. 2024, Ciceu et al. 2024
Štete od biljojeda i glodavaca *Damages from herbivores and rodents*	Vucelja i dr. 2015, Licht i dr. 2023 Vucelja et al. 2015, Licht et al. 2023
Invazivne strane vrste *Invasive alien species*	Petrović i dr. 2013, Lončar i dr. 2020 Petrović et al. 2013, Lončar et al. 2020
Olujna nevremena *Storm events*	Margaletić 2023, Margaletić 2024a
Posljedice prethodnog korištenja zemljišta *Consequences of previous land use*	Prpić 1987, Vrbek i dr. 2010, Anić i dr. 2020 Prpić 1987, Vrbek et al. 2010, Anić et al. 2020
Neprilagođeno genetsko porijeklo *Unsuitable genetic origin*	Gračan 1993, Perić 2001, Đodan i dr. 2026 Gračan 1993, Perić 2001, Đodan et al. 2026
Intenzivan rast u juvenilnoj fazi *Intensive growth during the juvenile phase*	Levanič i dr. 2011 Levanič et al. 2011



Slika 1. Prikaz oštećenja drvnog volumena (m^3) i površine (ha) zahvaćene štetnicima u šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji (izvor za Hrvatsku: https://stetnici.sumins.hr/; izvor za Srbiju: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva, Uprava za šume).
Figure 1 Overview of timber volume damage (m^3) and affected area (ha) caused by pests in pedunculate oak forests in Croatia and Serbia (source for Croatia: https://stetnici.sumins.hr/; source for Serbia: Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, Directorate of Forests).

šume se suočavaju sa sve češćim i intenzivnijim ugrožavajućim čimbenicima povezanima s klimatskim promjenama (Vacek i dr. 2023). Šumske vrste drveća imaju ograničenu sposobnost prilagodbe brzim promjenama. To može dovesti do neprilagođenosti, lokalnog izumiranja vrsta i smanjenja OKFŠ u preostalim šumama (Frank i dr. 2017, Isaac-Renton i dr. 2018). Stoga su pravovremene i učinkovite gospodarske aktivnosti ključne za poticanje prilagodbe stabala uvjetima koji se ubrzano mijenjaju.

HRAST LUŽNJAK – OGRANIČENJA POVEZANA S GOSPODARENJEM ŠUMAMA I POVIJESNIM NASLJEĐEM

PEDUNCULATE OAK – CONSTRAINTS LINKED TO FOREST MANAGEMENT AND HISTORICAL LEGACIES

Obnova šuma hrasta lužnjaka oduvijek je bila bitna tema u povijesti šumarstva (Kozarac 1886, Petračić 1926) te i danas ostaje u fokusu šumarskih stručnjaka u obje države. Prve nama dostupne osnove gospodarenja za šume hrasta lužnjaka (prikazano u Anić 2025) izradili su Pressler za šume Gradiške imovne općine (1874., Ferdinand Zikmundovsky 1876.) i Mijo Radošević (1875.) za šume Brodske imovne općine. Prvo uređivanje šuma za državne šume kojima je gospodario Carski i Kraljevski šumarski ured u Vinkovcima provedeno je u razdoblju od 1881. do 1882. godine (Zikmundovsky 1877, Baranac 1933, Lucarić 1974). Međutim, Erdeši i dr. (2008) navode da je prvi gospodarski plan za šume Spačvanskog bazena i Srijemskog područja donesen 1865. godine te da su u vrijeme njegova donošenja šume na tom području bile redovito plavljene. Početkom 2000-ih sugerirano je da se šume hrasta lužnjaka mogu prirodno pomlađivati i obnavljati bez većih poteškoća (Matić 2003). Međutim, obnova šuma hrasta lužnjaka danas je znatno zahtjevnija te se suočava s brojnim preprekama i izazovima, uključujući ograničeno razumijevanje problema i mogućih rješenja (Meerbeek i dr. 2019).

Ovaj rad ne treba promatrati kao sveobuhvatan popis prepreka i mogućnosti za obnovu, već kao okvir za kritičko razmatranje i vrednovanje obnove šuma od slučaja do slučaja. Na temelju pregleda literature izdvojili smo neke od najvažnijih prepreka, kao i mogućnosti za obnovu šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji kao suvremene primjere.

Okolišne prepreke

Environmental barriers

Tijekom 20. stoljeća prekomjerna sječa, hidromelioracijski zahvati i izgradnja infrastrukture uzrokovali su probleme poput zamočvarenja, zakorovljenosti, naglih promjena u režimu podzemne i poplavne vode te neujednačene strukture sastojina. To je otežalo ili onemogućilo pomlađivanje i obnovu šuma (Matić 1996). Kao rezultat toga, pojedine su šume hrasta lužnjaka prešle iz optimalnog stanja u stadij starenja, truljenja i raspadanja (Matić 2003), što je dovelo do financijskih i bioloških gubitaka. Izostanak rasta ponika hrasta lužnjaka pod zastorom ili njihov mali udio predstavlja dodatni problem (Annighöfer i dr. 2015). Invazivne vrste (npr. *Amorpha fruticosa* L.), sprječavaju rast hrasta lužnjaka zbog većeg broja i bržeg rasta na obnovljenim površinama (Mölder i dr. 2019) te se ulažu značajni napori kako bi se spriječilo njihovo širenje (Idžojtić i dr. 2009). Dodatni problem predstavlja izostanak uroda sjemena (Ortmann-Ajkai i dr. 2017). Nedovoljna količina sjemena dovela je do uvoza sjemena upitne kvalitete iz različitih država (Bogdan i dr. 2023), kao i do pojave širenja gljivica trgovinom (Franić i dr. 2024).

Političke prepreke

Political barriers

Nedostatno financiranje, zajedno s konfliktnim interesima različitih dionika i niskim političkim prioritetom obnove, predstavljaju glavne prepreke napretku obnove šuma (Cortina-Segarra i dr. 2021). To je osobito izraženo kod šuma hrasta lužnjaka, budući da su njihovi okolišni uvjeti i društvene okolnosti međusektorski povezani. S obzirom na ove izazove, spor napredak država u ostvarivanju ciljeva obnove izaziva ozbiljnu zabrinutost u pogledu ostvarivosti globalnih obveza programa Bonn Challenge (Holl i Brancalion 2020). Također, nedostaju i zajednički pokazatelji za procjenu uspješnosti obnove (Versluijs i dr. 2019). U Uredbi o obnovi prirode (EU 2024/1991) predloženo je šest pokazatelja za praćenje obnove šuma: a) stojeće mrtvo drvo, b) ležeće mrtvo drvo, c) udio šuma s raznodobnom strukturom, d) povezanost šuma, e) indeks uobičajenih šumskih ptica i f) zaliha organskog ugljika. Međutim, zbog nedostatka cjelovitih podataka i ograničene primjenjivosti, većina trenutno prihvaćenih pokazatelja nije pogodna za ocjenu uspješnosti obnove šuma hrasta lužnjaka. Kako bi se usporedile različite obnove, nužno je standardizirati pokazatelje radi dosljedne evaluacije (Menéndez-Miguélez i dr. 2024).

Ekonomske prepreke

Economic barriers

Troškovi obnove šuma variraju ovisno o geografskom položaju, stupnju i vrsti degradacije, specifičnim ciljevima i kontekstu obnove te primijenjenim metodama (Sukhdev 2008). Posljedično, veće oštećenje šuma i staništa rezultira većim troškovima obnove (Pacheco i dr. 2024). Obnova šuma zahtijeva materijale poput sjemena, sadnica, ograda i poboljšivača tla, kao i značajan rad i mehanizaciju za pripremu staništa, transport i sadnju (Sukhdev 2008). Primjerice, na obnovljenoj plohi, preporučuje se sadnja 10.000 – 15.000 sadnica/ha, ili u slučaju sjetve žira omaške uporabiti 700 – 1000 kg/ha, odnosno 400 – 600 kg/ha u slučaju sadnje žira pod motiku (Matić 1993, 1994), što zahtijeva angažiranje velikog broja radnika. S obzirom na to da je hrast lužnjak klimatogena vrsta šumskog drveća, posebnu pozornost potrebno je posvetiti njezi pomlatka, ponajprije regulaciji konkurentske vegetacije (Posarić 2008). Postavljanjem ograda ili lovnim aktivnostima može se doprinijeti smanjenju šteta od divljači na obnovljenim plohama (Mölder i dr. 2019). Radi konfiguracije terena, odnosno mikroudubina potrebni su detaljno razrađeni planovi i pravci izvlačenja drvnih sortimenata kako bi se izbjeglo stvaranje dubokih kolotraga. Također, na tim dijelovima potrebno je dodatno obraditi tlo za odvodnju stagnirajuće vode (Posarić 2008). Uzimajući navedeno u obzir, može se zaključiti da je obnova sastojina hrasta lužnjaka zahtjevnija i skuplja u usporedbi s obnovom sastojina drugih vrsta šumskog drveća.

Naknada za OKFŠ u Hrvatskoj gotovo je izgubila svoju izvornu svrhu (Margaletić 2024b) jer se većina sredstava usmjerava

u nešumarski sektor. S obzirom na zahtjevne uvjete obnove šuma hrasta lužnjaka te brojne uzroke degradacije njihovih staništa, smanjena dostupnost financijskih sredstava izravno ograničava obnovu i smanjuje njezinu uspješnost. Koristi od obnove degradiranih površina ostvaruju se kroz razdoblje od 10 do više od 200 godina, dok se troškovi obnove najčešće podmiruju unaprijed (Daily 1995). Stoga obnova šuma uvelike ovisi o javnim financijskim instrumentima, odnosno o važnosti dugoročnog financiranja (Thomas i dr. 2017). Odluka o obnovi šuma često ovisi o financijskoj dobiti od dobara i usluga ekosustava (Goldstein i dr. 2008). Uslugama šumskih ekosustava obično se ne trguje na tržištu te nemaju jasno izražene cijene, zbog čega vlasnici zemljišta imaju malo poticaja za njihovo obnavljanje (Chee 2004). Stoga se obnova često promatra kao trošak (Bullock i dr. 2011). Kvantificiranje troškova i koristi šuma predstavlja važan argument za prihvaćanje troškova obnove (Menz i dr. 2013) i njihovu integraciju u nacionalne financijske planove (Dasgupta 2021).

Društvene prepreke

Social barriers

Depopulacija ruralnih područja otežava osiguravanje potrebne radne snage u šumarstvu, osobito u Europi (Blombäck i dr. 2003), gdje se taj trend dodatno pojačao. Prema podacima FAO-a i UNECE-a (2020), ukupan broj šumarskih radnika u Europi smanjio se za 18 % između 2008. i 2016. godine. Ovaj trend doveo je i do smanjenja broja zaposlenih u državnom šumarskom sektoru (Šporčić i dr. 2009). Poslovi u šumarstvu često se klasificiraju kao poslovi „crne kragne" (eng. *black collar jobs*), odnosno poslovi koji uključuju fizički zahtjevan rad, povećanu izloženost opasnostima i rad u nepovoljnim radnim uvjetima (Landekić i dr. 2017). Mlađe generacije često percipiraju šumarske poslove (npr. sjekače, rukovatelje mehanizacijom i vezače trupaca) kao degradirajuće, a šumarske radnike kao društveno marginaliziranu skupinu. Takva percepcija doprinosi sve većoj nepopularnosti šumarskih zanimanja, čineći ih nepoželjnima, što otežava privlačenje novih radnika (Błuszkowska i Nurek 2014). Nadalje, javna dobra su nekonkurentna, što znači da nitko ne može biti spriječen u njihovom korištenju. Te značajke smanjuju poticaje privatnih poduzetnika za pružanje usluga šumskih ekosustava, poput pročišćavanja vode ili skladištenja ugljika jer ne postoji tržišni mehanizam kojim bi nadoknadili troškove proizvodnje (Verdone i Seidl 2017).

Tehničke prepreke

Technical barriers

Poduzeća odgovorna za gospodarenje državnim šumama i šumskim zemljištem u Hrvatskoj (2,11 milijuna ha) i Srbiji (1,194 milijuna ha) sve više se oslanjaju na vanjske izvođače radova (Banković 2009, Šporčić i dr. 2017). To otežava pronalazak zainteresiranih radnika i osiguravanje potrebne radne snage za redovite aktivnosti održivog gospodarenja šumama (Šporčić i dr. 2025). Nedostatak radne snage stvorio je i potrebu za pronalaženjem novih rješenja temeljenih na mehanizaciji. Iako određene mehanizirane tehnologije za sadnju postoje, osobito na sjevernoj hemisferi, još su uvijek u ranim fazama razvoja i zahtijevaju daljnja istraživanja prije primjene (Ramantswana i dr. 2020). Jedan od značajnih nedostataka odnosi se na dostupnost šumskog reprodukcijskog materijala (ŠRM), osobito sadnog materijala. Proizvedeni sadni materijal ne zadovoljava potrebe privatnih šumoposjednika, kao ni potrebe biološke revitalizacije poput eksploatacijskih polja i odlagališta. Također, postignuti su slabi rezultati u izvozu, unatoč potencijalima hrvatskih rasadnika. Postoje i mogućnosti za daljnje proširenje i optimizaciju proizvodnje sadnog materijala, što će biti nužno za zadovoljavanje sadašnjih potreba i očekivanog povećanja potražnje u bliskoj budućnosti. Također, nije prepoznat potencijal proizvodnje alohtonih i pionirskih vrsta drveća, kao ni potreba za dugoročnim planiranjem rasadničke proizvodnje (Đodan i Perić 2022). U RH rasadnici za proizvodnju sadnica šumskog drveća u vlasništvu su Hrvatskih šuma d.o.o., što ukazuje na njihovu ključnu ulogu u opskrbi sadnim materijalom te ih je trenutno 19 u funkciji (Đodan i dr. 2023). S druge strane, U Srbiji rasadničku proizvodnju provode i državni i privatni sektor, pri čemu vlasnici šuma razvijaju vlastitu proizvodnju radi osiguranja kvalitetnog sadnog materijala. Proizvodnja se dodatno potiče kroz programe Uprave za šume Srbije i proračunske fondove. Osim toga, postojeći alati za obnovu šuma, od sjemenskih zona do modela rasta, predviđeni su za upotrebu u uvjetima stabilne klime te prilagođenih lokalnih izvora (Park i Rodgers 2023), unatoč brojnim prijetnjama kojima svjedočimo.

Pravne prepreke

Legal barriers

Najjasniji primjer pravnih prepreka obnovi šuma odnosi se na strogo zaštićena šumska područja. Zaštita šuma ograničava stručne uzgojne zahvate povezane s gospodarenjem šumama (zbog zakonskih propisa o zaštiti prirode), što je u suprotnosti s načelima uzgajanja šuma (Matić 2003). Zahvati njege ključni su za osiguravanje kvalitete i produktivnosti strukture sastojina, osobito u mladim šumama. Izostanak njege može dovesti do prekomjernog izdužívanja stabala s malim, metličastim krošnjama te posljedično slabog razvoja korijena (Dubravac i dr. 2017). Također, prorjede poboljšavaju opću stabilnost i vitalnost obnovljenih sastojina te osiguravaju veću sigurnost već pohranjenog ugljikova dioksida. Omjer smjese i dobnih razreda u šumama hrasta lužnjaka često odstupa od omjera koji bi se razvio bez ljudskog utjecaja. Stoga oslanjanje isključivo na prirodne mehanizme nosi značajne rizike (Jandl i dr. 2019). Odnos između zaštićenih područja i gospodarenja šumama često je obilježen sukobima (Wiersma i dr. 2015). Iako je postignut napredak u ostvarivanju globalnih ciljeva zaštite, napredak u drugim ključnim područjima i dalje je ograničen (Hirsch i dr. 2020). Iz tog je razloga nužno jasnije razumjeti očekivane ishode mjera očuvanja (Powlen i dr. 2021), što dobiva na važnosti s novim ciljevima Europske komisije za obnovu prirode. Osim toga, pravne prepreke u obnovi šuma često se odnose na korištenje ŠRM-a. Iako je zaštita prirodnih resursa (tj. lokalnih provenijencija) ključna za očuvanje vrsta i održavanje genetske raznolikosti, aktivna obnova treba biti vođena budućom prikladnošću staništa i vrste. To je osobito važno za rubne populacije na granici areala, koje bi trebalo obnavljati prema načelima preventivne obnove i očuvanja, uzimajući u obzir očekivane promjene stanišnih uvjeta i prikladnosti vrsta odnosno populacija.

NOVE STRATEGIJE ZA OBNOVU ŠUMA HRASTA LUŽNJAKA

NEW STRATEGIES FOR RESTORATION OF PEDUNCULATE OAK FORESTS

Prilagodba gospodarenja zahtijeva razumijevanje učinaka klimatskih promjena na šume, industriju i zajednice, predviđanje kako se ti učinci mogu razvijati te uključivanje tog znanja u odluke (Keenan 2015). Buduće promjene mogu se odvijati brzinom koja nadilazi prirodnu sposobnost prilagodbe šumskih vrsta ili ekosustava, što može rezultirati lokalnim izumiranjima i gubitkom OKFŠ (Seppälä i dr. 2009). Iako istraživanja usmjerena na odgovor hrasta lužnjaka na promjene staništa daju različite rezultate, općenito se ova vrsta smatra perspektivnom za klimatski otporno šumarstvo u Europi (Buras i dr. 2020). Međutim, u Hrvatskoj i Srbiji hrast lužnjak se nalazi na rubu prirodne rasprostranjenosti populacije što ga čini osjetljivijim na promjene te posljedično dovodi do smanjenja vitalnosti stabala i njihovog odumiranja. Iako prosječne vrijednosti klimatskih elemenata i indeksa na području Spačvansko-bosutskog bazena zasad ne ugrožavaju ekološku nišu hrasta lužnjaka (Ugarković i dr. 2025), trendovi procijenjeni linearnim modelima (Ugarković i dr. 2015) ukazuju na porast temperature zraka, promjene u oborinama, evaporaciji i indeksima aridnosti, što upućuje na povećanu sušnost područja. Dakle, prema projekcijama, ekološka niša hrasta lužnjaka na području Hrvatske i Srbije u budućnosti bi se mogla smanjivati.

Na temelju utvrđenih prepreka, analizirali smo mogućnosti obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji.

Okolišne mogućnosti

Environmental enablers

Obnova šumskih krajolika (eng. *Forest Landscape Restoration*) i prilagođeno gospodarenje šumama (eng. *Adaptive Forest Management*) prepoznati su kao rješenja za globalni gubitak i degradaciju svjetskih šuma te kao doprinos održivom razvoju kroz obnovu ekoloških, društvenih i gospodarskih vrijednosti i funkcija narušenih krajolika (Stanturf i dr. 2017, Höhl i dr. 2020). Oba pristupa daju prioritet prilagodbi klimatskim promjenama i zahtijevaju provedbu koja nadilazi strateško planiranje, tehničke smjernice ili ekološke procjene. Kako bi se u potpunosti uključili u obnovu šuma, mnogi će dionici trebati nova znanja i vještine kako bi prepoznali potencijalne sinergije među ciljevima. Primjerice, to zahtijeva aktivan angažman u unaprjeđenju rasadničke proizvodnje kako bi se osigurala proizvodnja visokokvalitetnih sadnica koje imaju veću vjerojatnost preživljavanja i rasta na obnovljenim površinama (Grossnickle i MacDonald 2018).

Različite šumske vrste drveća doprinose različitim OKFŠ, a usmjeravanje samo na jednu funkciju može značajno podcijeniti bioraznolikost potrebnu za održavanje multifunkcionalnih ekosustava (Isbell i dr. 2011). Stoga su potrebna dodatna istraživanja, specifična za pojedina staništa u različitim državama, kako bi se bolje razumjela praktična uspješnost obnove šuma s više različitih aspekata (Höhl i dr. 2020). Primjerice, klimatski analozi (eng. *climate analogues*) uspostavljeni su u mnogim područjima koja istražuju utjecaj klimatskih promjena (prikazano u Mette i dr. 2021). Primjenom klimatskih analoga za različite buduće klimatske scenarije razvijena je praktično usmjerena kategorizacija skupina vrsta šumskog drveća koja uzima u obzir neizvjesnost budućih klimatskih uvjeta. Takav pristup omogućuje učinkovitije planiranje i prilagodbu bez potrebe za preciznim predviđanjem budućih klimatskih promjena. Također, jedan od odgovora na klimatske promjene jest premještanje vrsta šumskog drveća i populacija u pogodnija staništa. Ovaj pristup, poznat kao potpomognuta migracija (eng. *assisted migration*), služi kao strategija prilagodbe za prevladavanje jaza između promjenjive klime i sporog evolucijskog odgovora šumskog drveća. Međutim, među šumarskim stručnjacima postoji određena nesigurnost u pogledu opravdanosti ove metode te se ulažu značajni napori kako bi se opravdala njezina učinkovitosti (Stanturf i dr. 2024). Uz to, potrebno je prilagoditi međunarodno i nacionalno zakonodavstvo kako bi se u budućnosti olakšala provedba potpomognute migracije. Konačno, očuvanje šumskih genetskih resursa oduvijek je bilo važan dio obnove šuma, ali u posljednje vrijeme postaje temelj budućih aktivnosti preventivne obnove i očuvanja. Stoga kvaliteta i količina reprodukcijskog materijala te sva povezana ulaganja (npr. istraživanja, obrazovanje, uzgojni zahvati / intervencije, nova i inovativna rješenja itd.), kao i svi uključeni dionici, predstavljaju ključne čimbenike koji omogućuju preventivnu obnovu i očuvanje.

Političke mogućnosti

Political enablers

Proširenje opsega obnove šuma zahtijeva promjene u političkom i institucionalnom okruženju, uključujući poticaje za obnovu i destimulirajuće mjere za narušavajuće oblike korištenja zemljišta (Stanturf 2021). Šumarski sektor trebao bi biti barem ravnopravno tretiran s drugim sektorima, poput poljoprivrede i vodnog gospodarstva, koji primaju državne subvencije i financijske poticaje u RH. Primjerice, dok se naknada za OKFŠ stalno smanjivala, naknada za obnovljive izvore energije se povećavala (Margaletić 2024b). Postizanje takvih rezultata zahtijeva dobro osmišljene i usklađene planove obnove šuma, čak i izvan onih koje zahtijeva Europska komisija u okviru Uredbe o obnovi prirode. Integracija obnove šuma s prostornim i krajobraznim planiranjem omogućuje učinkovitije donošenje odluka o korištenju zemljišta, podržava ekološku povezanost i sprječava buduću degradaciju (Smithwick i dr. 2023). Daljnji razvoj postojećih okvira i instrumenata je ključan. Integrativni pristupi koji uključuju obnovu šuma u nacionalne razvojne planove i sektorske strategije vjerojatnije će donijeti dugoročne i pravedne rezultate (Holl i Brancalion 2020). Stoga je nužno nastaviti potragu za zajedničkim pokazateljima kako bi se olakšale buduće strategije obnove, uz istovremeno prepoznavanje važnosti povezivanja znanstvenih spoznaja s iskustvima stečenima na terenu (Menéndez-Miguélez i dr. 2024). Kako bi se osigurao uspjeh, političke obveze na visokoj razini trebaju se temeljiti na jasnim i eksplicitnim razlozima za obnovu šuma, širokim društvenim i ekološkim ciljevima, potencijalnim lokacijama, uključenim dionicima te odabranim metodama i vrstama šumskog drveća (Mansourian i dr. 2017).

Ekonomske mogućnosti

Economic enablers

Financijska potpora šumarstvu ključan je alat za poticanje (bio)gospodarstva i prijelaza društva na održiviji sustav gospodarenja (Libert-Amico i Larson 2020). Budući da Strategija

EU-a za šume navodi naknadu za OKFŠ u Hrvatskoj kao primjer dobre prakse unutar EU-a, važno je obnoviti njezinu izvornu svrhu i dodatno je unaprijediti (Margaletić 2024b). EU prepoznala je važnost zaštite šuma zbog čega pruža financijsku potporu kroz različite projekte i inicijative (Perunová i Zimmermannová 2023). Međutim, potrebno je voditi računa o osiguravanju društveno prihvatljive stope dobiti za šumoposjednike, s obzirom na to da oni pružaju važne usluge za održavanje odgovarajuće strukture šuma (Giertliova i dr. 2019). Primjerice, kompenzacija je moguća putem financiranja sekvestracije ugljika (Perunová i Zimmermannová 2023). Ovaj pristup prepoznat je u novoj Strategiji EU-a za šume do 2030. (Europska komisija 2021), koja naglašava korištenje biomase i potrebu za financijskom potporom šumoposjednicima i ruralnim zajednicama. Razvoj obnove šuma također ovisi o razvoju ekoturizma. Iako je ekoturizam u obje zemlje slabo razvijen, njegova perspektiva (prirodni resursi) relativno je dobra. Bogatstvo flore, faune, kulture i tradicije pružaju snažnu osnovu za daljnji razvoj ekoturizma (Golub i dr. 2019), osobito u šumama hrasta lužnjaka. Obnova šumskih krajolika ne bi se trebala provoditi samo radi smanjenja degradacije okoliša, već kao strateško ulaganje koje donosi istodobne financijske, okolišne i društvene koristi. Ostvarenje ovog cilja zahtijeva uspostavu inovativnih institucionalnih i upravljačkih okvira koji osnažuju dionike i osiguravaju konkretne koristi lokalnim zajednicama, čime se poboljšava njihova ukupna dobrobit (Adams i dr. 2016).

Društvene mogućnosti

Social enablers

Kako bi se u potpunosti ostvario njezin potencijal, obnova šuma mora aktivno uključiti lokalno stanovništvo i zajednice (Pritchard i Brockington 2019), budući da aktivnosti povezane s gospodarenjem šumama mogu predstavljati vrijedan izvor prihoda za lokalno stanovništvo. Pristupi koji isključuju lokalno stanovništvo i zajednice, uključujući pojedina zaštićena područja, povezani su s okolišnim sukobima, slabijim rezultatima očuvanja i negativnim društvenim ishodima (Oldekop i dr. 2016). S obzirom na razmjere međunarodnih obveza obnove šuma, što se više odnosi na Hrvatsku nego na Srbiju zbog članstva u EU, nužno je uzeti u obzir uključivanje dionika jer različiti korisnici zemljišta djeluju unutar istog krajobraza (Romanelli i dr. 2024). Primjer iz SAD-a pokazuje kako su brojna izvješća istaknula hitnu potrebu za boljim osposobljavanjem šumarskih stručnjaka za uključivanje različitih društvenih skupina u ključne rasprave, procese planiranja i donošenja odluka vezanih uz šume (Sample i dr. 2015). Osnaživanje lokalnih zajednica za obnovu šuma ili sudjelovanje u državnim programima obnove može biti od koristi za ljude i okoliš (Erbaugh i dr. 2020). Tehnička obuka i pravedan pristup resursima mogu smanjiti određene rizike povezane s upravljanjem resursima na razini zajednice (Brooks i dr. 2012). U raznim kontekstima, omogućavanje zajednicama da sudjeluje u upravljanju šumama u svrhu obnove predstavlja strategiju za suočavanje s kontekstualnim neizvjesnostima, integraciju tradicionalnog ekološkog znanja i osiguravanje da lokalno stanovništvo dobije koristi koje očekuje od obnove (Lewis i dr. 2019).

Tehničke mogućnosti

Technical enablers

Šumarski stručnjaci stalno su suočeni s izazovima prilagodbe promjenjivim sociološkim i ekološkim uvjetima (Sample i Bixler 2014). To zahtijeva procjenu učinkovitosti obrazovnih programa u šumarstvu kako bi se studentima i stručnjacima osigurala znanja, vještine i sposobnosti potrebne za ispunjavanje sve složenijih zahtjeva profesionalnih šumarskih zanimanja (Sample i dr. 2015). S obzirom na brojne izazove s kojima se suočava šumarski sektor u EU kao visoko specijalizirana niša, međunarodna suradnja i formiranje klastera postaju sve važniji, pri čemu je prijenos znanja vezan uz uspostavu partnerstava u području edukacije ključan (Landekić i dr. 2017). Dodatni temelj za unapređenje šumarske struke leži u poboljšanju radnih uvjeta (Šporčić i dr. 2018).

Rasadničko okruženje, zajedno s opremom, zalihama i znanjem potrebnim za učinkovitu proizvodnju sadnica, jedan je od ključnih čimbenika uspješne rasadničke proizvodnje (Haase i Davis 2017). Rasadnici bez odgovarajuće infrastrukture, opreme ili kvalificiranog osoblja češće proizvode sadnice loše kvalitete (Edralin i Mercado 2010). Stoga su stalna stručna edukacija i odgovarajući uvjeti nužni za učinkovitu rasadničku proizvodnju (Gregorio i dr. 2015). Tehnička i financijska potpora rasadnicima šumskih sadnica mora biti stalni prioritet. Kontinuirana podrška i stručna edukacija ključne su za uspješnu primjenu tehnologija, rješavanje problema, obnavljanje zaliha te osnaživanje osoblja za stjecanje potrebnih znanja, vodstva i samostalnosti (Haase i Davis 2017).

Pravne mogućnosti

Legal enablers

Pravni instrumenti mogu biti pokretači obnove (Trouwborst 2021). To se odražava u uspješnoj provedbi velikih projekata obnove šuma, pri čemu su postojeći pravni instrumenti koji potiču obnovu prepoznati kao važan čimbenik uspjeha u EU (Schoukens i Cliquet 2016). Razmjena znanja jača društveni i ljudski kapital te može pomoći u rješavanju pravnih pitanja i pristupu poticajima. Pravne pretpostavke za obnovu šuma, koje se mogu primijeniti na šume hrasta lužnjaka, opisali su Foster i Bell-James (2024). Nužno je postaviti jasne i mjerljive ciljeve obnove ekosustava, osobito u kontekstima gdje prevladava pristup usmjeren na zaštitu. To uključuje procjenu potrebe za zakonodavstvom koje bi omogućilo aktivnu obnovu unutar zaštićenih područja. Potrebno je integrirati razmatranja klimatskih promjena jer promjenjive okolišne osnove zahtijevaju fleksibilnije i prilagodljivije pristupe obnovi šuma. Pristup koji kombinira zakonodavne ciljeve s detaljnom provedbom kroz političke instrumente može pružiti strateški smjer i operativnu jasnoću. Nadalje, važno je procijeniti treba li obnova biti obvezna ili dobrovoljna u različitim jurisdikcijama, ovisno o lokalnim kapacitetima, prioritetima i okolišnim potrebama. Kako bi se olakšala obnova, potrebno je reformirati postupke izdavanja dozvola radi uklanjanja nepotrebnih administrativnih prepreka. Konačno, zakonodavstvo treba jasno definirati pojam obnove šuma, postaviti realne i provedive ciljeve obnove te pružiti smjernice za odabir odgovarajućih referentnih stanja i sustava za praćenje napretka.

ZAKLJUČCI
CONCLUSIONS

Hrast lužnjak jedna je od najvažnijih šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj i Srbiji. Brojni negativni čimbenici u posljednjem desetljeću pridonijeli su narušavanju tih šuma. Uočen je rastući trend abiotskih i biotskih ugroza, osobito mrežaste stjenice i pepelnice, kao i odumiranja šuma koje je posljedica složenog međudjelovanja štetnih biotskih i abiotskih čimbenika bez jasnog razgraničenja. Oluja iz 2023. godine bila je osobito pogubna, s velikim brojem zabilježenih šteta u obje zemlje.

Identificirane su i istaknute najznačajnije prepreke obnovi šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji, zajedno s relevantnim činjenicama o svakoj od njih te mogućnostima za njihovo prevladavanje. Okolišne prepreke uključuju promjene u prikladnosti staništa, utjecaj invazivnih vrsta, štetne učinke klimatskih promjena, nedostatne biosigurnosne i uvozne mjere za šumski reprodukcijski materijal te potrebu za povećanjem količine i kvalitete sadnog materijala. Političke prepreke uključuju ograničeno prepoznavanje u politikama, nedostatak međusektorske koordinacije i niske razine subvencija. Ekonomske prepreke obuhvaćaju nedostatak tržišnih instrumenata, nedovoljne nacionalne poticaje za obnovu šuma te visoke troškove aktivnosti obnove šuma hrasta lužnjaka. Društvene prepreke odnose se na sukobe između različitih namjena korištenja zemljišta, depopulaciju ruralnih područja i nedostatak interesa javnosti za obnovu šuma. Tehničke prepreke obuhvaćaju nedostatak radne snage, slabu razvijenost mehanizacije, ograničenu dostupnost ŠRM-a, neadekvatne programe rasadničke proizvodnje i nedovoljno znanje o jačanju otpornosti šuma. Pravne prepreke uključuju ograničenja u mogućnostima gospodarenja i nedostatak međusektorske usklađenosti.

Mogućnosti za obnovu šuma s okolišnog aspekta nastoje identificirati potencijalne sinergije između strategija, koristiti klimatske analoge za demonstraciju mogućnosti obnove šuma i preventivne obnove i očuvanja, unaprijediti rasadničku proizvodnju i prilagoditi prakse gospodarenja šumama. Političke mogućnosti uključuju jačanje međusektorskih političkih okvira, razvoj integriranih planova obnove te učinkovitu javnu komunikaciju društvenih i ekoloških koristi obnove. Ekonomske mogućnosti uključuju potporu poduzećima temeljenima na prirodi i stvaranje poticaja za usluge ekosustava i šumarski sektor. Društvene mogućnosti naglašavaju uključivanje lokalnih dionika, obrazovanje i podizanje svijesti. Tehničke mogućnosti usmjerene su na poboljšanje radnih uvjeta, mehanizaciju te stručno osposobljavanje i obrazovanje. Pravne mogućnosti usmjerene su na identificiranje i uklanjanje regulatornih ograničenja te usklađivanje šumarskog i okolišnog zakonodavstva.

Istraživanje je prikazalo mogući način preispitivanja aktivnosti preventivne obnove i očuvanja šuma kroz sveobuhvatan pregled i analizu prepreka i mogućnosti u njihovoj provedbi. Time se ističe složenost i međudjelovanje različitih čimbenika, što rezultira nizom različitih događaja koji utječu na aktivnosti obnove šuma. Stvarni rezultati obnove šuma, sa svim njihovim utjecajima na okoliš, gospodarstvo i društvo, bit će u potpunosti vidljivi tek u narednim desetljećima. Stoga ova spoznaja dodatno naglašava važnost unaprijeđenog, proaktivnog i informiranog pristupa donošenju odluka danas. Nadalje, budući da se i znanost i praksa obnove šuma i dalje razvijaju, dublje razumijevanje tih dinamika bit će ključno za unapređenje učinkovitih strategija obnove. Takvi uvidi važni su ne samo za obnovu šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj i Srbiji, već i za aktivnosti obnove u drugim europskim regijama te za različite vrste šumskog drveća.

ZAHVALE
ACKNOWLEDGEMENTS

Ovaj rad financiran je sredstvima Europske unije kroz sljedeće projekte: Interreg IPA Hrvatska – Srbija (projekt REBIOFORESTS), H2020 SUPERB te NextGenerationEU u okviru projekta 400-01/23-01/6-3: Uspostava i razvoj LABoratorija za ADAPTirani šumski reprodukcijski materijal (LABADAPT). Izneseni stavovi i mišljenja isključivo su odgovornost autora i ne odražavaju nužno službena stajališta Europske unije ili Europske komisije. Ni Europska unija ni Europska komisija ne mogu se smatrati odgovornima za njih.

LITERATURA
REFERENCES

- Adams, C., S.T. Rodrigues, M. Calmon, C. Kumar, 2016: Impacts of large-scale forest restoration on socioeconomic status and local livelihoods: What we know and do not know. Biotropica 48 (6): 731–744. https://doi.org/10.1111/btp.12385
- Anić, I., 2012: Raznolikost i prirodnost šuma u Hrvatskoj. U (Matić, S., F. Tomić, I. Anić, ur.): Zbornik radova okruglog stola Šume tla i vode – neprocjenjiva prirodna bogatstva Hrvatske. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 17–36.
- Anić, I., 2020: Zaključci sa znanstvenog skupa Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. U (Anić, I., ur.): Zbornik radova Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 183–189.
- Anić, I., 2025: Povijest obnove šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj. Šumarski list 149 (5–6): 279–290. https://doi.org/10.31298/sl.149.5-6.6
- Anić, I., M. Oršanić, S. Matić, 2020: Uzgajanje šuma u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. U (Anić, I., ur.): Zbornik radova Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 161–181.
- Annighöfer, P., P. Beckschäfer, T. Vor, C. Ammer, 2015: Regeneration patterns of European oak species (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus robur* L.) in dependence of environment and neighborhood. PloS one 10 (8): e0134935. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134935
- Ballian, D., M. Memišević, F. Bogunić, N. Bašić, M. Marković, D. Kajba, 2010: Morfološka varijabilnost hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) na području Hrvatske i zapadnog Balkana. Šumarski list 134 (7–8): 371–386.
- Banković, S., M. Medarević, D. Pantić, N. Petrović, 2009: Nacionalna inventura šuma Republike Srbije – šumski fond Republike Srbije. Ministarstvo poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije – Uprava za šume, Beograd, Srbija.
- Baranac, S. (ur.), 1933: Šumsko gospodarstvo imovnih opština (1919. – 1930.). Ministarstvo šuma i rudnika, Beograd, pp. 124.
- Blombäck, P., P. Poschen, M. Lövgren, 2003: Employment trends and prospects in the European forest sector. Geneva Timber and Forest Discussion Papers, FAO-UNECE, Geneva, Switzerland, pp. 37. https://digitallibrary.un.org/record/491264?v=pdf
- Błuszkowska, U., T. Nurek, 2014: Effect of mechanization level on manpower needs. Folia Forestalia Polonica 56 (4): 194–201. https://doi.org/10.2478./ffp-2014.-0022.
- Bogdan, S., I. Katičić Bogdan, M. Temunović, 2023: O korištenju inozemnog šumskog reprodukcijskog materijala za obnovu domaćih sastojina hrasta lužnjaka iz perspektive genetičara. Šumarski list 147 (11–12): 565–571. https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.7

- Brooks, J.S., K.A. Waylen, M.B. Mulder, 2012: How national context, project design, and local community characteristics influence success in community-based conservation projects. Proceedings of the National Academy of Sciences 109: 21265–21270. DOI: 10.1073/pnas.1207141110.
- Bullock, J.M., J. Aronson, A.C. Newton, R.F. Pywell, J.M. Rey Benayas, 2011: Restoration of ecosystem services and biodiversity. Trends in Ecology & Evolution 26 (10): 541–549. https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.06.011
- Buras, A., U. Sass-Klaassen, I. Verbeek, P. Copini, 2020: Provenance selection and site conditions determine growth performance of pedunculate oak. Dendrochronologia 61: 125705. https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125705
- Chee, Y.E., 2004: An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. Biological Conservation 120 (4): 549–565. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.028
- Ciceu, A., F. Bălăcenoiu, M. De Groot, D. Chakraborty, D. Avtzis, M. Barta, S. Blaser, M. Bracalini, B. Castagneyrol, U.A. Chernova, E. Çota, G. Csóka, M. Dautbasic, M. Glavendekic, Y.I. Gninenko, G. Hoch, K. Hardil, M. Husemann, V. Meshkova, O. Mujezinovic, S. Schueler, 2024: The ongoing range expansion of the invasive oak lace bug across Europe: Current occurrence and potential distribution under climate change. Science of the Total Environment 949: 174950. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174950.
- Cortina-Segarra, J., I. García-Sánchez, M. Grace, P. Andrés, S. Baker, C. Bullock, K. Decleer, L.V. Dicks, J.L. Fisher, J. Frouz, A. Klimakowska, A.P. Kyriazopoulos, D. Moreno-Mateos, P.M. Rodríguez-González, S. Sarkki, J.L. Ventocilla, 2021: Barriers to ecological restoration in Europe: expert perspectives. Restoration Ecology 29 (4): e13346. https://doi.org/10.1111/rec.13346
- Čater, M., T. Levanič, 2015: Physiological and growth response of *Quercus robur* in Slovenia. Dendrobiology 74: 3–12. http://dx.doi.org/10.12657/denbio.074.001
- Čehulić, I., K. Sever, I. Katičić Bogdan, A. Jazbec, Ž. Škvorc, S. Bogdan, 2019: Drought impact on leaf phenology and spring frost susceptibility in a *Quercus robur* L., provenance trial. Forests 10 (1): 50. https://doi.org/10.3390/f10010050
- Daily, G.C., 1995: Restoring value to the world's degraded lands. Science 269 (5222): 350–354. https://doi.org/10.1126/science.269.5222.350
- Dasgupta, P., 2021: The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. London, UK, HM Treasury, pp. 610. https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review
- Dubravac, T., M. Turk, R. Licht, 2017: Structural elements and morphological characteristics of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in young even-aged stands of Spačva forest. South-east European forestry 8 (1): 59–66. https://doi.org/10.15177/seefor.17-09
- Dubravac, T., S. Dekanić, 2009: Struktura i dinamika sječe suhih i odumirućih stabala hrasta lužnjaka u Spačvanskom bazenu od 1996. do 2006. godine. Šumarski list 133 (7–8): 391–405. https://hrcak.srce.hr/40466
- Đodan, M., R. Bogdanić, M. Gradečki Poštenjak, S. Perić, 2023: Proizvodnja šumskog sadnog materijala bjelogorice u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2017. do 2021. godine. Šumarski list 147 (11–12): 555–564. https://doi.org/10.31298/sl.147.11-12.6
- Đodan, M., S. Perić, 2022: Stručni nadzor i pregled rasadničke proizvodnje šumskog sadnog materijala u Republici Hrvatskoj tijekom 2021. godine. Radovi Hrvatski šumarski institut 48 (1): 48–56. https://hrcak.srce.hr/306997
- Đodan, M., S. Perić, A. Barišić, 2026: Productivity of pedunculate oak provenances in the Republic of Croatia – importance for forest restoration. Šumarski list 150 (3–4): 117–125. https://doi.org/10.31298/sl.150.3-4.2
- Eaton, E., G. Caudullo, S. Oliveira, D. de Rigo, 2016: *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. U (San-Miguel-Ayanz, J., D. de Rigo, G. Caudullo, T. Houston Durrant, A. Mauri, ur.): European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office of the European Union: Luxembourg, pp. 160–163.
- Edralin, D.I., A. Mercado, 2010: The need for improved nursery management practices and marketing in the tree nurseries of Northern Mindanao. Annals of Tropical Research 32 (2): 27–34. https://doi.org/10.32945/atr3223a.2010
- Erbaugh, J.T., N. Pradhan, J. Adams, J.A. Oldekop, A. Agrawal, D. Brockington, R. Pritchard, A. Chhatre, 2020: Global forest restoration and the importance of prioritizing local communities. Nature Ecology & Evolution 4 (11): 1472–1476. https://doi.org/10.1038/s41559-020-01282-2
- Erdeši, J., S. Orlović, Z. Galić, N. Radosavljević, 2008: Istorijat šuma ravnog Srema. U (Tomović, Z., ur.): Monografija 250 godina šumarstva ravnog Srema, JP Vojvodinašume, pp. 1–37.
- Erdozain, M., I. Alberdi, R. Aszalos, K. Bollmann, V. Detsis, J. Dicai, M. Đodan, G. Efthimiou, L. Gálhidy, M. Haase, J. Hoffmann, D. Jaymond, E. Johann, H. Jørgensen, F. Krumm, T. Kuuluvainen, T. Lachat, K. Lapin, M. Lindner, P. Madsen, L. Nichiforel, M. Pach, Y. Paillet, C. Palaghianu, J. Palau, J. Pemán, S. Perić, S. Raum, S. Schueler, J. Skrzyszewski, J. Svensson, S. Teeuwen, G. Vacchiano, K. Vandekerkhove, I. Cañellas, M. Menéndez-Miguélez, L.L.K. Werden, A. Àvila, S. de-Miguel, 2024: The evolution of forest restoration in Europe: A synthesis for a step forward based on national expert knowledge. Current Forestry Reports 11 (1): 4.
- European Commission, 2021: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions New EU Forest Strategy for 2030, European Commission, Brussels, Belgium, 28p. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0572
- FAO-UNECE, 2020: Forest sector workforce in the UNECE region – Overview of the social and economic trends with impact on the forest sector. Geneva Timber and Forest discussion paper 76. United Nations, Geneva, Switzerland, pp. 77.
- Foster, R., J. Bell-James, 2024: Legal barriers and enablers to upscaling ecological restoration. Restoration Ecology 32 (7): e14203.
- Franić, I., M. Cleary, K.G. Aday Kaya, H. Bragança, G. Brodal, L.C. Thomas, A. Chandelier, T. Doğmuş-Lehtijärvi, R. Eschen, A. Lehtijärvi, M. Ormsby, S. Prospero, K. Schwanda, K. Sikora, H. Szmidla, V. Talgø, M. Tkaczyk, A.M. Vettraino, A. Perez-Sierra, 2024: The biosecurity risks of international forest tree seed movements. Current Forestry Reports 10: 89–102. https://doi.org/10.1007/s40725-023-00211-3
- Frank, A., G.T. Howe, C. Sperisen, P. Brang, J. Bradley St Clair, D.R. Schmatz, C. Heiri, 2017: Risk of genetic maladaptation due to climate change in three major European tree species. Global Change Biology 23: 5358–5371. https://doi.org/10.1111/gcb.13802
- Gerasimenko, V.V., G.A. Markova, I.V. Chekurov, S.S. Tyulebaeva, E.M. Anhalt, 2022: On the state of the pedunculate oak plants (*Quercus robur* L.) of the Orenburg climatype. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1010: 012124 DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012124
- Giertliova, B., D. Halaj, Z. Dobsinska, 2019: Use of financial instruments to support forest ecosystem services. U (Ibrahimov, M., A. Aleksic, D. Dukic, ur.): 37th International Scientific Conference on Economic and Social Development – Socio Economic Problems of Sustainable Development, Varaždin, Croatia, 14–15 February 2020, pp. 1399–1406.
- Goldstein, J.H., L. Pejchar, G.C. Daily, 2008: Using return-on-investment to guide restoration: A case study from Hawaii. Conservation Letters 1 (5): 236–243. https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00031.x
- Golub, B., B. Jaković, D. Tubić, 2019: Potencijali razvoja ekoturizma na hrvatskim rijekama. U (Geić, S., ur.): Zbornik radova 2. kongresa eko i održivog turizma, Zagreb, 15.–16. 12. 2016., LUX i Aspira, pp. 30–35.
- Gračan, J., 1993: Preliminary results of common oak (*Quercus robur* L.) provenance experiments in Croatia. Annals of Forest Science 50 (1): 215–221. https://doi.org/10.1051/forest:19930720
- Gregorio, N., J. Herbohn, S. Harrison, C. Smith, 2015: A systems approach to improving the quality of tree seedlings for agroforestry, tree farming and reforestation in the Philippines. Land Use Policy 47: 29–41. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.03.009
- Grossnickle, S.C., J.E. MacDonald, 2018: Seedling quality: History, application, and plant attributes. Forests 9 (5): 283. https://doi.org/10.3390/f9050283
- Haase, D.L., A.S. Davis, 2017: Developing and supporting quality nursery facilities and staff are necessary to meet global forest and landscape restoration needs. Reforesta 4: 69–93. https://dx.doi.org/10.21750/ REFOR.4.06.45
- Hirsch, T., K. Mooney, D. Cooper, E. Maruma Mrema, 2020: Secretariat of the Convention on Biological Diversity Global Biodiversity Outlook 5. Montreal, Canada.

- Höhl, M., V. Ahimbisibwe, J.A. Stanturf, P. Elsasser, M. Kleine, A. Bolte, 2020: Forest landscape restoration — what generates failure and success? Forests 11 (9): 938. https://doi.org/10.3390/f11090938
- Holl, K.D., P.H.S. Brancalion, 2020: Tree planting is not a simple solution. Science 368 (6491): 580–581. DOI: 10.1126/science.aba8232
- Hrašovec, B., D. Posarić, I. Lukić, M. Pernek, 2013: First record of oak lace bug (*Corythucha arctuata*) in Croatia. Šumarski list 137 (9–10): 499–503. https://hrcak.srce.hr/111641
- Idžojtić, M., I. Poljak, M. Zebec, S. Perić, 2009: Biological, morphological and ecological characteristics of indigobush (*Amorpha fruticosa* L). U (Krpan, A.P.B., ur.): Biological-ecological and energetic characteristics of indigobush (*Amorpha fruticosa* L.) in Croatia. Book of Abstracts, Zagreb, pp. 13–39.
- Isaac-Renton, M., D. Montwé, A. Hamann, H. Spiecker, P. Cherubini, K. Treydte, 2018: Northern forest tree populations are physiologically maladapted to drought. Nature Communications 9: 5254. https://doi.org/10.1038/s41467-018-07701-0
- Izvještajno prognozni poslovi u šumarstvu. https://stetnici.hr/ (pristupljeno 21.1.2026)
- Jandl, R., P. Spathelf, A. Bolte, C.E. Prescott, 2019: Forest adaptation to climate change—is non-management an option? Annals of Forest Science 76 (2): 48. https://doi.org/10.1007/s13595-019-0827-x
- Keenan, R.J., 2015: Climate change impacts and adaptation in forest management: a review. Annals of Forest Science 72: 145–167. https://doi.org/10.1007/s13595-014-0446-5
- Kesić, L., K. Cseke, S. Orlović, D.B. Stojanović, S. Kostić, A. Benke, A. Borovics, S. Stojnić, E.V. Avramidou, 2021: Genetic diversity and differentiation of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) populations at the southern margin of its distribution range—Implications for conservation. Diversity 13 (8): 371. https://doi.org/10.3390/d13080371
- Klepac, D. (ur.), 1996. Hrast lužnjak u Hrvatskoj. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Croatia, pp. 9–13.
- Klepac, D., 2003: Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) – spoznaje. U (Klepac, D., K. Čorkalo Jemrić, ur.): Retrospektiva i perspektiva gospodarenja šumama hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb – Vinkovci, pp. 23–32.
- Kostić, S., S. Orlović, V. Karaklić, L. Kesić, M. Zorić, D.B. Stojanović, 2021: Allometry and post-drought growth resilience of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) varieties. Forests 12 (7): 930. https://doi.org/10.3390/f12070930
- Kovalenko, K.E., J.J.H. Ciborowski, C. Daly, D.G. Dixon, A.J. Farwell, A.L. Foote, K.R. Frederick, J.M. Gardner Costa, K. Kennedy, K. Liber, M.C. Roy, C.A. Slama, J.E.G. Smits, 2013: Food web structure in oil sands reclaimed wetlands. Ecological Applications 23: 1048–1060. https://doi.org/10.1890/12-1279.1
- Kozarac, J., 1886: O prorieđivanju šuma. Šumarski list X (8–9): 956–359, Zagreb.
- Krutovsky, K.V., A.A. Popova, I.A. Yakovlev, Y.A. Yanbaev, S.M. Matveev, 2025: Response of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) to adverse environmental conditions in genetic and dendrochronological studies. Plants 14 (1): 109. https://doi.org/10.3390/plants14010109
- Landekić, M., I. Martinić, M. Bakarić, R. Ricart, M. Šporčić, 2017: Stručno osposobljavanje radnika u sektoru šumarstva – stanje u Hrvatskoj i trendovi u Europi. Šumarski list 141 (7–8): 395–406. https://doi.org/10.31298/sl.141.7-8.6
- Levanič, T., M. Čater, N.G. McDowell, 2011: Associations between growth, wood anatomy, carbon isotope discrimination and mortality in a *Quercus robur* forest. Tree Physiology 31 (3): 298–308. https://doi.org/10.1093/treephys/tpq111
- Lewis, S.L., C.E. Wheeler, E.T.A. Mitchard, A. Koch, 2019: Regenerate natural forests to store carbon. Nature 568: 25–28. https://doi.org/10.1038/d41586-019-01026-8
- Libert-Amico, A., A.M. Larson, 2020: Forestry decentralization in the context of global carbon priorities: New challenges for subnational governments. Frontiers in Forests and Global Change 3: 15. https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00015
- Licht, R., T. Dubravac, B. Liović, S. Šokčević, Ž. Tomašić, 2023: Study of the effects of polypropylene tree shelters and hydrophilic polymers on growth, survival, health and physiological condition of pedunculate oak seedlings (*Quercus robur* L.). South-east European forestry 14 (2): 225–234. https://doi.org/10.15177/seefor.23-22.
- Löf, M., P. Madsen, M. Metslaid, J. Witzell, D.F. Jacobs, 2019: Restoring forests: regeneration and ecosystem function for the future. New Forests 50: 139–151. https://doi.org/10.1007/s11056-019-09713-0
- Lončar, G., V. Hršak, M. Kerovec, S. Dekanić, D. Vranješ, 2020: Removal methods for invasive species *Amorpha fruticosa* – example of Odransko polje. Inženjerstvo okoliša 7 (2): 75–83. https://doi.org/10.37023/ee.7.2.5
- Lucarić, T., 1974: Uređivanje šuma jugoistočne Slavonije. U (Vidaković, M., S. Horvatinović, D. Švagelj, ur.): Zbornik o stotoj obljetnici šumarstva jugoistočne Slavonije, knjiga I, Centar za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima, Vinkovci – Slavonski brod, pp. 267–292.
- Manion, P.D., 1981: Tree disease concepts. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, USA.
- Mansourian, S., J.A. Stanturf, M.A.A. Derkyi, V.L. Engel, 2017: Forest landscape restoration: increasing the positive impacts of forest restoration or simply the area under tree cover? Restorion Ecology 25 (2): 178–183.
- Margaletić, J., 2023: The effects of stormy weather on forests. Šumarski list 147 (7–8): 306–306. https://hrcak.srce.hr/307845
- Margaletić, J., 2024a: Godišnjica nezapamćenoga olujnog nevremena u Republici Hrvatskoj. Šumarski list 148 (7–8): 325–325.
- Margaletić, J., 2024b: What does Croatian Forestry Society expect from the future government? Šumarski list 148 (3–4): 119–120. https://hrcak.srce.hr/315875
- Marković, Č., B. Kanjevac, U. Perišić, J. Dobrosavljević, 2024: The effect of the oak powdery mildew, oak lace bug, and other foliofagous insects on the growth of young pedunculate oak trees. Frontiers in Forests and Global Change 6: 1297560. DOI: 10.3389./ffgc.2023.1297560
- Matić S, 1996. Uzgojni radovi na obnovi i njezi sastojina hrasta lužnjaka. U (Klepac, D., ur.): Pedunculate oak in Croatia. Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, Hrvatska, pp. 169–212.
- Matić, S., 1994: Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemena za kvalitetno pomlađivanje i pošumljavanje. Šumarski list 118 (3–4): 71–79.
- Matić, S., 1993: Brojnost pomlatka glavne vrste drveća kao temeljni preduvjet kvalitetne obnove, podizanja i njege šuma. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 4: 365 – 380.
- Matić, S., 2003: Tending and regeneration of forest of pedunculate oak. U (Klepac, D., K. Čorkalo-Jermić, ur.): A retrospective and perspective on managing forests of pedunculate oak in Croatia. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Centar za znanstveni rad u Vinkovcima, Zagreb–Vinkovci, Hrvatska, pp. 143–166.
- Matisons, R., D. Elferts, G. Brūmelis, 2013: Possible signs of growth decline of pedunculate oak in Latvia during 1980–2009. in tree ring width and vessel size. Baltic Forestry 19 (1): 137–142.
- Meerbeek, K., B. Muys, S. Schowanek, J.C. Svenning, 2019: Reconciling conflicting paradigms of biodiversity conservation: human intervention and rewilding. BioScience 69: 997–1007. https://doi.org/10.1093/biosci/biz106
- Menéndez-Miguélez, M., Á. Rubio-Cuadrado, I. Cañellas, M. Erdozain, S. de Miguel, K. Lapin, J. Hoffmann, L. Werden, I. Alberdi, 2024: How to measure outcomes in forest restoration? A European review of success and failure indicators. Frontiers in Forests and Global Change 7: 1420127. https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1420127
- Menz, M.H., K.W. Dixon, R.J. Hobbs, 2013: Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. Science 339: 526–527. DOI: 10.1126/science.1228334
- Mette, T., S. Brandl, C. Kölling, 2021: Climate analogues for temperate European forests to raise silvicultural evidence using twin regions. Sustainability 13 (12): 6522. https://doi.org/10.3390./su13126522
- Mikac, S., D. Trlin, A. Žmegač, S. Dekanić, B. Miklić, I. Anić, 2020: Utjecaj recentnih promjena klime na nizinske šumske ekosustave hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. U (Anić, I., ur.): Zbornik radova Gospodarenje šumama u uvjetima klimatskih promjena i prirodnih nepogoda, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, pp. 1–15.
- Mölder, A., H. Sennhenn-Reulen, C. Fischer, H. Rumpf, E. Schönfelder, J. Stockmann, R.V. Nagel, 2019: Success factors for high-quality oak forest (*Quercus robur*, *Q. petraea*) regeneration. Forest Ecosystems 6 (1): 49. https://doi.org/10.1186/s40663-019-0206-y
- Morić, M., S. Bogdan, M. Ivanković, 2018: Kvantitativna genetska diferencijacija populacija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u pokusnom

nasadu Jastrebarski lugovi. Nova mehanizacija šumarstva 39 (1): 35–45. https://hrcak.srce.hr/215653

- Oldekop, J.A., G. Holmes, W.E. Harris, K.L.A. Evans, 2016: Global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. Conservation Biology 30: 133–141. https://doi.org/10.1111/cobi.12568
- Ortmann-Ajkai, A., G. Csicsek, M. Lukács, F. Horváth, 2017: Regeneration patterns in a pedunculate oak (Quercus robur L.) strict forest reserve in Southern Hungary. Šumarski list 141 (1–2): 39–46. https://doi.org/10.31298/sl.141.1-2.4
- Pacheco, P., C. Beatty, J. Patel, 2024: An economic view on the costs and benefits of forest restoration. U (Katila, P., W. de Jong, G. Winkel, P. Paecho, G. Galloway, C.J. Pierce Colfer, ur.): Restoring Forests and Trees for Sustainable Development: Policies, Practices, Impacts, and Ways Forward, Oxford Academic, New York, USA, pp. 238–260. https://doi.org/10.1093/9780197683958.003.0009
- Park, A., J.L. Rodgers, 2023: Provenance trials in the service of forestry assisted migration: A review of North American field trials and experiments. Forest Ecology and Management 537: 120854. https://doi.org/10.1016./j.foreco.2023.120854.
- Perić, S., 2001: Šumsko-uzgojna svojstva različitih provenijencija hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb.
- Perunová, M., J. Zimmermannová, 2023: Economic and financial instruments of forest management in the Czech Republic. Frontiers in Forests and Global Change 6: 1237597. https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1237597
- Petračić, A., 1926: Pomlađivanje naših hrastovih šuma je u opasnosti. Šumarski list (8–9): 467–469.
- Petrović, J., N. Stavretović, S. Ćurčić, I. Jelić, B. Mijović, 2013: Invazivne biljne vrste i trčci i mravi kao potencijal njihove biološke kontrole na primjeru spomenika prirode "Bojčinska šuma" (Vojvodina, Srbija). Šumarski list 137 (1–2): 61–68.
- Pilaš, I., N. Lukić, B. Vrbek, T. Dubravac, V. Roth, 2007: The effect of groundwater decrease on short- and long-term variations of radial growth and dieback of mature pedunculate oak (*Quercus robur* L.) stand. Ekologia (Bratislava) 26 (2): 122–131.
- Popović, M., I. Katičić Bogdan, F. Varga, Z. Šatović, S. Bogdan, M. Ivanković, 2023: Genetic diversity in peripheral pedunculate oak (*Quercus robur* L.) provenances – Potential climate change mitigators in the center of distribution despite challenges in natural populations. Forests 14: 2290. https:// doi.org/10.3390./f14122290
- Posarić, D., 2008: Obnova spačvanskih šuma hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) oplodnim sječama – Mogućnosti poboljšanja postojećeg načina rada. Šumarski list 132 (1–2): 53–63.
- Posavec, S., K. Beljan, I. Milković, 2023: The economic outcomes of high pedunculate oak (*Quercus robur* L.) forest management in Croatia. U (Japelj, A., V. Leban, Š. Pezdevšek Malovrh, L. Zadnik Stirn, ur.): Deal for Green? Contribution of managerial economics, accounting, and cross-sectoral policy analysis to climate neutrality and forest management. Proceedings of IUFRO 4.05.00 & 9.05.03 International Conference, Ljubljana, 25–27 September, pp. 39–45.
- Powlen, K.A., M.C. Gavin, K.W. Jones, 2021: Management effectiveness positively influences forest conservation outcomes in protected areas. Biological Conservation 260: 109192. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109192
- Pritchard, R., D. Brockington, 2019: Regrow with locals' participation. Nature 569: 630–630. DOI: 10.1038/d41586-019-01664-y
- Prpić, B., 1987: Ekološka i šumsko-uzgojna problematika šuma hrasta lužnjaka u Jugoslaviji. Šumarski list 111 (1–2): 41–52.
- Radošević, M., 1876: Šumsko-gojitberna osnova za šume Brodske imovne općine. Vinkovci.
- Rađević, V., P. Pap, V. Vasić, 2020: Gazdovanje šumama hrasta lužnjaka u Ravnom Sremu: juče, danas, sutra. Topola 206: 41–52.
- Ramantswana, M., S.P.S. Guerra, B.T. Ersson, 2020: Advances in the mechanization of regenerating plantation forests: A review. Current Forestry Reports 6: 143–158. https://doi.org/10.1007/s40725-020-00114-7
- Regulation (EU) 2024./1991. of the European Parliament and of the Council of 24 June 2024. on nature restoration and amending Regulation (EU) 2022./869. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj/eng
- Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2019, Bilten 660, pp. 66
- Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2020, Bilten 674, pp. 72
- Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2021, Bilten 684, pp. 72
- Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2022, Bilten 697, pp. 72
- Republički zavod za statistiku, Šumarstvo u Republici Srbiji 2023, Bilten 717, pp. 66
- Romanelli, J.P., M.R. Piana, V.H. Klaus, P.H.S. Brancalion, C. Murcia, F. Cardou, K.J. Wallace, C. Adams, P.A. Martin, P.J. Burton, H.L. Diefenderfer, E.S. Gornish, J. Stanturf, M. Beyene, J.P. Bispo Santos, R.R. Rodrigues, M.V. Cadotte, 2024: Convergence and divergence in science and practice of urban and rural forest restoration. Biological Reviews 99 (1): 295–312. https://doi.org/10.1111/brv.13022
- Sample, V.A., R.P. Bixler, 2014: Forest conservation and management in the Anthropocene: Adaptation of science, policy and practice (RMRS-P-71). Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Sample, V.A., R.P. Bixler, M.H. McDonough, S.H. Bullard, M.M. Snieckus, 2015: The promise and performance of forestry education in the United States: Results of a survey of forestry employers, graduates, and educators. Journal of Forestry 113 (6): 528–537. https://doi.org/10.5849/jof.14-122
- Schoukens, H., A. Cliquet, 2016: Biodiversity offsetting and restoration under the European Union habitats directive: balancing between no net loss and deathbed conservation? Ecology and Society 21 (4): 10.
- Seppälä, R., A. Buck, P. Katila, 2009: Adaptation of forests and people to climate change: A global assessment report, IUFRO World Series Volume 22. Helsinki.
- Smithwick, E., J. Baka, D. Bird, C. Blaszscak-Boxe, C. Cole, J. Fuentes, S.E. Gergel, L.L. Glenna, C. Grady, C.A. Hunt, L.D. Iulo, J. Kaye, K., Keller, 2023: Regenerative landscape design: an integrative framework to enhance sustainability planning. Ecology and Society 28 (4): 5. https://doi.org/10.5751/ES-14483-280405
- Society for Ecological Restoration (SER) 2004. The SER international primer on ecological restoration. http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration (pristupljeno 26.01.2026.)
- Stanturf, J.A., 2005: What is forest restoration. Restoration of boreal and temperate forests. CRC Press, Boca Raton, 3–11.
- Stanturf, J.A., 2021. Forest landscape restoration: building on the past for future success. Restoration Ecology 29 (4): e13349. https://doi.org/10.1111/rec.13349
- Stanturf, J.A., I. Ivetić, R.K. Dumroese, 2024: Framing recent advances in assisted migration of Trees: A, Special Issue. Forest Ecology and Management 551: 121552. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121552
- Stanturf, J.A., S. Mansourian, K. Michael, 2017: Implementing Forest Landscape Restoration: A Practitioner's Guide. International Union of Forest Research Organisations, Special Programme for Development of Capacities (IUFRO-SPDC), Beč, Austrija, pp. 128.
- Stojanović, D.B., T. Levanič, B. Matović, S. Orlović, 2015: Growth decrease and mortality of oak floodplain forests as a response to change of water regime and climate. European Journal of Forest Research 134: 555–567. https://doi.org/10.1007/s10342-015-0871-5
- Sukhdev, P., 2008: The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB): interim report. European Community, Cambridge, United Kingdom.
- ŠGO, 2016–2025: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2016.–2025. https://poljoprivreda.gov.hr/ (pristupljeno 26.01.2026.)
- Šporčić, M., I. Martinić, M. Landekić, M. Lovrić, M. Svakidan, 2009: Prikaz stanja poduzetništva u šumarstvu srednje i istočne Europe. Nova mehanizacija šumarstva 30 (1): 37–46.
- Šporčić, M., M. Bakarić, I. Crnić, M. Landekić, 2018: Pregled dobre prakse u šumarskom poduzetništvu. Nova mehanizacija šumarstva 39 (1): 67–82.
- Šporčić, M., M. Landekić, I. Papa, K,. Lepoglavec, H. Nevečerel, A. Seletković, M. Bakarić, 2017: Current status and perspectives of forestry entrepreneurship in Croatia. South-east European Forestry 8 (1): 21–29. https://doi.org/10.15177/seefor.17-01

- Šporčić, M., M. Landekić, Z. Pandur, M. Bačić, M. Šušnjar, D. Mijoč, 2025: Strategic directions for strengthening sustainability of forestry workforce. Croatian Journal of Forest Engineering 46 (1): 179–195. https://doi.org/10.5552/crojfe.2025.3010
- Thomas, R., M. Reed, K. Clifton, N. Appadurai, A. Mills, C. Zucca, E. Kodsi, J. Sircely, F. Haddad, C. von Hagen, E. Mapedza, K. Wolderegay, S. Kumar, M. Bellon, Q. Le, S. Mabikke, S. Alexander, S. Leu, S. Schlinglloff, Q. Roberto, 2017: Scaling Up Sustainable Land Management and Restoration of Degraded Land. Bonn, Switzerland: UNCCD.
- Trouwborst, A., 2021: Megafauna rewilding: addressing amnesia and myopia in biodiversity law and policy. Journal of Environmental Law 33 (3): 639–667. https://doi.org/10.1093/jel/eqab016
- Ugarković, D., 2015: Klimatske promjene i njihov potencijalni utjecaj na ekološku nišu hrasta lužnjaka na području nizinskih šumskih ekosustava Republike Hrvatske. Zbornik radova sa znanstvenog skupa Proizvodnja hrane i šumarstvo – temelj razvoja istočne Hrvatske. Hrvatska aksdemija znanosti i umjetnosti, Zagreb, Hrvatska, pp. 237–253.
- Ugarković, D., I. Tikvić, M. Knezičić, 2025: Kolebanja klimatskih i hidroloških elemenata u odnosu na ekološku konstituciju hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). U (Anić, I., ur.): Gospodarenje šumama hrasta lužnjaka u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti. Zbornik radova sa znanstvenog skupa Centra za znanstveni rad HAZU u Vinkovcima. Vinkovci, 18.–19. 4. 2024., pp. 113–130. https://dx.doi.org/10.21857/y26kecgvl9
- Vacek, Z., S. Vacek, J. Cukor, 2023: European forests under global climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies. Journal of Environmental Management 332: 117353. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117353
- Verdone, M., A. Seidl, 2017: Time, space, place, and the Bonn Challenge global forest restoration target. Restoration Ecology 25 (6): 903–911. https://doi.org/10.1111/rec.12512
- Versluijs, M., J.M. Roberge, S. Eggers, J. Boer, J. Hjältén, 2019: Ecological restoration for biodiversity conservation improves habitat quality for an insectivorous passerine in boreal forest. Biological Conservation 237: 90–96. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.06.025
- Vrbek, B., I. Pilaš, N. Pernar, 2010: Observed climate change in Croatia and its impact on the hydrology of lowlands. U (Bredemeier, M., S. Cohen, D. Godbold, E. Lode, V. Pichler, P. Schleppi, ur.): Forest Management and the Water Cycle. Ecological Studies 212, Springer, Dordrecht, pp. 141–162. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9834-4_8
- Vucelja, M., L. Bjedov, K. Tomljanović, J. Kranjec Orlović, M. Boljfetić, M. Matijević, J. Margaletić, 2023: Forest residue management impact on rodent (Rodentia: Murinae, Arvicolinae) damage in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) forests in Croatia. Croatian Journal of Forest Engineering 44 (1): 121–135. https://doi.org/10.5552./crojfe.2023.2028.
- Wiersma, Y.F., P.N. Duinker, W. Haider, G.T. Hvenegaad, F.K.A. Schmieglow, 2015: Introduction: relationships between protected areas and sustainable forest management: where are we heading? Conservation and Society 13 (1): 1–12. https://www.jstor.org/stable/26393180
- Zikmundovsky, F., 1877: Gradiška imovna občina sa šumarskoga stanovišta. Šumarski list 3 (1): 189–201.

SUMMARY

Pedunculate oak forests have prominent historical value from commercial, biological, and social aspects for both countries. Recently, these forests have been exposed to rising threats, which raised both the concern of practical foresters and the importance of forest restoration efforts. Reports from both Croatia and Serbia over the past decade indicate an increase in the frequency and intensity of biotic and abiotic threats. To preserve the forests and their numerous benefits for nature and society, as well as to prevent their further degradation, it is essential to undertake the restoration. However, defferenet barriers and constraints are associated with restoring pedunculate oak forests in practical forestry. Therefore, our goal was to facilitate restoration of pedunculate oak forests by analysing current scientific knowledge and by identifying: 1) threats posed to pedunculate oak forests, 2) constraints and barriers, and 3) enablers and guidelines for forest restoration. Reviewing the available literature, we identified the most reported threats affecting pedunculate oak forests in Croatia and Serbia, among which lace bug, powdery mildew, wind damage, and the complex interplay of harmful biotic and abiotic factors stand out. Forest restoration is challenged by a range of systemic and practical barriers. The most common barriers are economic, legal, political, environmental, technical, and social. For each barrier, a description and binding issue for the restoration of pedunculate oak forests is given, as well as possible enablers for addressing them. Identifying and comprehending the barriers and enablers is essential for creating effective forest restoration strategies. Given that both the science and practice of restoration are still in a developmental phase, such insights are vital for advancing and improving restoration outcomes.

Keywords: abiotic threats, biotic threats, forest management, forest restoration, silviculture, *Quercus robur* L.