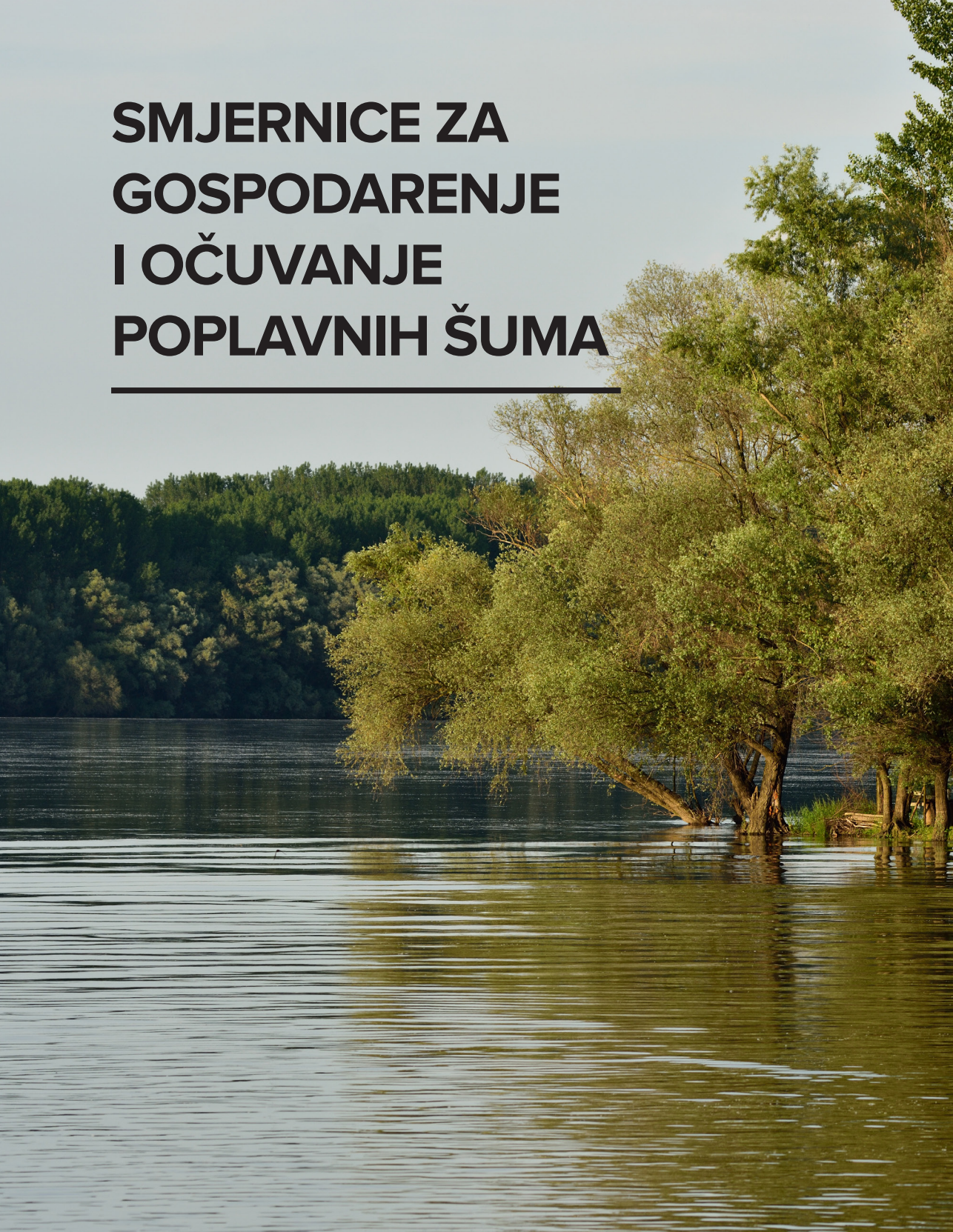


SMJERNICE ZA GOSPODARENJE I OČUVANJE POPLAVNIH ŠUMA



SMJERNICE ZA GOSPODARENJE I OČUVANJE POPLAVNIH ŠUMA

Studia Forestalia Slovenica, 173

ISSN 0353-6025

ISBN 978-961-6993-62-3

Izdavač: Slovenski šumarski inštitut, izdavaški centar *Silva Slovenica*, Ljubljana, 2021.

Naslov: Smjernice za gospodarenje i očuvanje poplavnih šuma

Urednici: Marcus Sallmannshofer, Silvio Schüler, Marjana Westergren

Tehnički urednici: Silvija Krajter Ostoić, Peter Železnik

Jezični urednici: Silvija Krajter Ostoić, Anamarija Poljančič, Mladen Ivanković

Dizajn i tisak: Klinger d.o.o.

Izdanje: prvo izdanje

Cijena: besplatno

Naklada: 100

Elektroničko izdanje: <http://dx.doi.org/10.20315/SFS.173>

Financira: Program Interreg Dunav, projekt *Resilient riparian forests as ecological corridors in the Mura Drava Danube Biosphere Reserve (DTP2-044-2.3 – REFOCuS)*. Projekt se sufinancira iz fondova Europske unije (ERDF, IPA).

Zahvala: Projektu *Celebrating Biodiversity Governance (BIOGOV PGI04824)* za smjernice za participativne pristupe korištene za potrebe ove knjige.



Perspectives for forest and conservation management in riparian forests is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630*26(035)

SMJERNICE za gospodarenje i očuvanje poplavnih šuma / [urednici Marcus Sallmannshofer, Silvio Schüler, Marjana Westergren]. - 1. izd. - Ljubljana : Slovenski šumarski inštitut, izdavaški centar *Silva Slovenica*, 2021. - (Studia Forestalia Slovenica, ISSN 0353-6025 ; 173)

ISBN 978-961-6993-61-6

COBISS.SI-ID 55648515

AUTORI

Kerstin Böck⁹
Gregor Božič²
Thomas L. Cech¹
Debojyoti Chakraborty¹
György Csóka⁷
Maarten de Groot²
László Demeter⁸
Andreas Fera⁴
Thomas Geburek¹
Gernot Hoch¹
Thomas Kirisits⁴
Alen Kiš⁶
András Koltay¹
Heino Konrad¹
Marko Kováč²
Gyula Kovács⁷
Silvija Krajter Ostoič³
Katharina Lapin¹
Aleksander Marinšek²
László Nagy⁷
Janine Oettel¹
Nikica Ogris²
Predrag Pap⁵
Werner Ruhm¹
Markus Sallmannshofer¹
Hannes Schönauer¹
Silvio Schüller¹
Katharina Schwanda¹
Srdjan Stojnić⁵
Imola Tenorio-Baigorria⁷
Gregor M. Unger¹
Viktoria Valenta¹
Marjana Westergren²
Mirjana Zavodja⁵
Milica Zlatković⁵

¹ Austrian Research Centre for Forests BFW, Austria

² Slovenian Forestry Institute, Slovenia

³ Croatian Forest Research Institute, Croatia

⁴ Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection, Department of Forest- and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences, Austria

⁵ Institute of Lowland Forestry and Environment, University of Novi Sad, Serbia

⁶ Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Srbija

⁷ University of Sopron, Forest Research Institute, Hungary

⁸ Institute of Ecology and Botany, Centre for Ecological Research, Hungary

⁹ WWF Austria, Austria

SURADNICI

Lajos Gyergyák¹

Zoltán Puskás²

Herbert Tiefenbacher³

¹ Zalaerdó PLtd., Hungary

² SEFAG Forest Management and Wood Industry Share Co., Hungary

³ Forest Estate Grafenegg, Austria

GRAFIČKI MATERIJAL

Markus Sallmannshofer, all figures except:

Gregor Božič (Figures 3.1.1-1, 3.1.1-3 a, b, 3.1.3-2, Coverpage 3.3.2)

Thomas Cech (Figures 3.3.1-3, 3.3.3-2, 3.3.3-3, 3.3.6-1, 3.3.6-2)

Jim Connel (Figure 3.3.3-1)

György Csóka (Figure 3.3.1-1)

László Demeter (Figure 3.2.5-2)

Andreja Ferreira (Figure 2.2-1)

Zoran Galić, (Figure 1.3-1)

Gernot Hoch (Figure 3.3.1-1)

Dušan Jurc (Figure 3.3.2-3)

András Koltay (Figures 3.3.2-1, 3.3.2-5, 3.3.2-7)

Aleksander Marinšek (Figures 3.1.1-2, 3.1.1-3 c)

Predrag Pap (Figure 3.3.2-4)

Janine Oettel (Figures 3.2.7-1, 3.2.7-2)

Leopold Poljaković-Pajnik (Coverpage 2.5, Figure 3.3.1-2)

Werner Ruhm (Figures 3.2.2-3, 3.2.6-2)

Gerald Schnabel (Figures 2.3-1, 2.3-2, 3.1.5-1, 3.1.5-2, 3.2.2-4)

Katharina Schwanda (Figures 3.2.5-7, 3.3.4-1, 3.3.4-2)

Thomas Thalmayr (Figure 3.3.5-1)

Gregor M. Unger (Figures 3.3.5-2, 3.3.5-3)

Viktoria Valenta (Infographics in chapter 4)

Mirjana Zavodja (Figure 1.3-2)

Milica Zlatković (Figures 3.3.2-2, 3.3.2-6, 3.3.2-7)

SADRŽAJ

1. UVOD	7
1.1 Svrha ovog priručnika, ciljne skupine i participativni proces	7
1.2 O projektu REFOCuS i rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav	8
1.3 Studija slučaja: Perspektive dionika o gospodarenju i očuvanju poplavnih šuma u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav	10
2. POPLAVNE ŠUME	17
2.1 Važnost poplavnih šuma i prijetnje	17
2.2 Gospodarenje poplavnim šumama	22
2.3 Struktura i ekologija krajobraza riječnog poplavnog područja	26
2.4 Tipovi šumskih staništa	31
2.5 Uobičajeni oblici gospodarenja u poplavnim šumama	36
3. SMJERNICE ZA GOSPODARENJE POPLAVNIM ŠUMAMA	39
3.1 Obnova šuma i genetika	39
3.1.1 Odabrati prirodnu ili umjetnu obnovu?	39
3.1.2 Podrška prilagodbi šuma odabirom prikladnog šumskog reprodukcijuskog materijala	49
3.1.3 Očuvanje šumskoga genofonda za stručnjake u praksi	55
3.1.4 Prirodna obnova i obnova sjemenom sastojina hrasta lužnjaka	60
3.1.5 Dodatno obogaćivanje, obnavljanje i osnivanje hrastovih sastojina umjetnom obnovom	66
3.2 Gospodarenje šumama i njihovo očuvanje	71
3.2.1 Ciljevi gospodarenja biološkom raznolikošću i očuvanjem šuma	71

3.2.2 Optimizacija proizvodnje visokokvalitetnih trupaca u sastojinama tvrdih listača	80
3.2.3 Izazovi promjene klime.	86
3.2.4 Kako gospodariti s divljači i zaštititi šumu od šteta	90
3.2.5 Gospodarenje stranim vrstama biljaka	97
3.2.6 Gospodarenje šumama topola i njihova raznolikost	106
3.2.7 Integracija dijelova mrtvog drva u redovno gospodarenje	111
3.3 Zdravstveno stanje šuma	116
3.3.1 Šumski štetnici i bolesti u svijetu koji se mijenja: važnost ranog otkrivanja	116
3.3.2 Bolesti topola i njihovih hibrida s naglaskom na preporuke za suzbijanje bolesti	126
3.3.3 Propadanje hrasta - primjer bolesti koju karakterizira interakcija različitih uzročnika	134
3.3.4 Odumiranje jasena kao glavna prijetnja bioraznolikosti poplavnih šuma.	139
3.3.5 Jasen u nevolji: program očuvanja i oplemenjivanja otpornih vrsta jasena u Austriji.	146
3.3.6 Mjere protiv širenja vrsta Phytophthora u poplavnim šumama.	152
4. DODATAK	157
4.1 Vjerojatnost pojave vrsta zbog klimatskim promjenama	157
4.1.1 Vjerojatnost pojavljivanja vrsta pod klimatskim promjenama	157
4.1.2 Zone prijenosa sjemena i njihove predviđene prostorne promjene tijekom vremena	157
4.2 Portreti vrsta drveća	159
4.2.1 Autohtone vrste drveća	159
4.2.2 Alternativne vrste drveća i klonovi	169
4.3 Rječnik	173
4.4 Reference po poglavljima	175

1. UVOD

Markus Sallmannshofer, Silvio Schöler, Marjana Westergren

1.1 Svrha ovog priručnika, ciljne skupine i participativni proces

Poplavne šume su među najugroženijim terestričkim ekosustavima. Pa ipak, imaju bogatu bioraznolikost i potencijal da podržavaju lokalno stanovništvo. Pružaju višestruke usluge ekosustava, uključujući pružanje staništa životinjama, drvne i nedrvne proizvode, mjesto za rekreaciju za lokalno stanovništvo i turiste, spremaju ugljik itd. One su također vrijedni ekološki koridori za ugrožene vrste životinja. Zbog toliko različitih ciljeva i interesa potrebno je razviti smjernice za gospodarenje i očuvanje poplavnih šuma kako bi se njima održivo gospodarilo.

Svrha ovog priručnika je dati smjernice za gospodarenje poplavnim šumama ne samo u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav već i drugim poplavnim šumama s ciljem pružanja smjernica za održavanje, obnovu i poboljšanje funkcija koje pružaju poplavne šume. Priručnik pokriva različite teme kao što su općeniti opis poplavnih šuma i njihovih stanišnih tipova, primjere dobre prakse za obnovu šuma, genetiku, zdravlje, gospodarenje i očuvanje poplavnih šuma. Priručnik je namijenjen prije svega šumarskoj i praksi zaštite prirode, ali također uključuje dijelova koji mogu biti zanimljivi nevladinim udrugama, civilnim inicijativama, rasadnicima i donosiocima odluka.

Participativni proces u svrhu izrade ovog priručnika započeo je 2018. godine tijekom radionice sa dionicima u Sloveniji na kojem se raspravljalo o različitim pogledima šumara, stručnjaka iz područja zaštite prirode, šumskih rasadnika i lovaca na gospodarenje i zaštitu poplavnih šuma. Na radionici je sudjelovalo 37 dionika iz šumarske administracije, malog i srednjeg poduzetništva, nevladinih udruga i istraživačkih organizacija iz Austrije, Hrvatske, Mađarske, Srbije i Slovenije. Rezultat participativnog procesa je identifikacija relevantnih tema za poplavne šume koji su poslužile kao baza za izradu ovog priručnika. Tijekom projekta REFOCuS rješenja za identificirane probleme ponuđena su kroz različite aktivnosti i projektne rezultate. Na kraju, sve rješenja i smjernice su objedinjeni u ovom priručniku te dati na raspravu dionicima tijekom online radionice u 2020. godini. Ovaj priručnik je rezultat participativnog procesa te je dostupan u šest jezika (engleski, njemački, mađarski,

slovenski, hrvatski i srpski). Iako se priručnik primarno odnosi na rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav, teme obrađene u njemu relevantne su i za druga poplavna područja.

1.2 O projektu REFOCuS i rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav

Projekt “Otporne poplavne šume kao ekološki koridori u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav - REFOCuS” dio je transnacionalnog programa Interreg Dunav i odnosi se na prioritet „Dunavska regija odgovorna za okoliš i kulturu“. Projekt je posvećen mjerama kojima se potiče gospodarenje i očuvanje poplavnih šuma u rezervatu biosfere i šire. Cilj REFOCuS-a je povećati otpornost poplavnih šuma u prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav i šire. U projektu sudjeluju stručnjaci iz Austrije, Mađarske, Slovenije, Hrvatske i Srbije. Više o projektu REFOCuS i njegovim rezultatima dostupno je na stranici <http://www.interreg-danube.eu/refocus>.

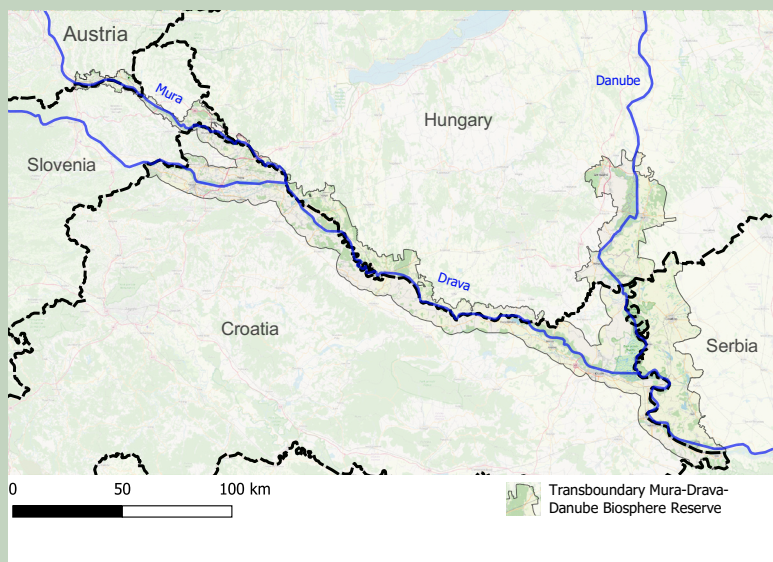
Projektne partneri su Slovenski šumarski institut (koordinator projekta), austrijski Savezni centar za istraživanje i obrazovanje za šume, prirodne opasnosti i krajobraz, Hrvatski šumarski institut, Sveučilište u Šopronu (Mađarska) te Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijško šumarstvo i životnu sredinu (Srbija).

Pridruženi partneri su Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i hrane i Zavod za gozdove, područna jedinica Murska Sobota (Slovenija), Ured pokrajinske vlade Štajerske, Jugoistočna Štajerska (Austrija), Javna ustanova za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode na području Koprivničko-križevačke županije (Hrvatska), Ministarstvo poljoprivrede i zaštite okoliša, Uprava za šume (Srbija), te Mecsek šumarstvo d.o.o. (Mađarska).



Slika 1.2-1: Projektni konzorcij, uključujući i mnoge autore poglavlja sadržanih u ovoj knjizi

Budući prekogranični rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav pokriva površinu od približno 8 300 km² u Austriji, Sloveniji, Mađarskoj, Hrvatskoj i Srbiji, a sastoji se od četiri prostorno povezana odobrena rezervata biosfere (slika 1.2-1). Novi dijelovi prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav nedavno su nominirani i zajedno čine najveće zaštićeno riječno područje u Europi koje bi UNESCO trebao odobriti u 2021. godini kao jedinstveni prekogranični rezervat biosfere. Cijela jezgra ovoga važnog ekološkog koridora - pojas poplavnih šuma uz tri rijeke - ujedno je i dio Natura 2000 mreže te sadrži zaštićena područja s različitim stupnjem zaštite. Pri tome je 27% (2.250 km²) prekograničnog rezervata biosfere pokriveno šumom, dok je udio šuma unutar jezgre čak 61%.



Slika 1.2-2: Karta Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav

1.3 Studija slučaja: Perspektive dionika o gospodarenju i očuvanju poplavnih šuma u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav

Srdjan Stojnić, Silvija Krajer Ostoić, Mirjana Zavodja

Od samog početka projekt REFOCuS uključio je relevantne dionike i olakšao razmjenu između znanosti i prakse putem radionica dionika. Rezultati dviju radionica sa dionicima sažeti su u ovom poglavlju. U obje radionice sudjelovali su dionici iz cijelog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav te iz sljedećih skupina dionika: dionici iz zaštite prirode, dionici koji gospodare šumama (uključujući i vlasnike šuma), šumarski znanstvenici, lokalno stanovništvo i poljoprivrednici.

Politike koje se odnose na šume

UNESCO-ovi rezervati biosfere, uključujući i rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav, trebali bi se razvijati kao modeli održivosti koji uključuju korištenje i očuvanje zemljišta. Nacionalne organizacije za upravljanje rezervatom biosfere trebale bi dalje razvijati nacionalne planove upravljanja kako bi postigle taj cilj. Postojeće politike koje se odnose na šume stvaraju okvir za aktivnosti očuvanja i gospodarenja poplavnim šumama. Ovaj mozaik često teških politika obično stvara zabunu u tumačenju i provedbi. Stoga se mogu pojaviti sukobi među dionicima. Svi uključeni dionici prepoznaju važnost šuma (tablica 1.3-1).

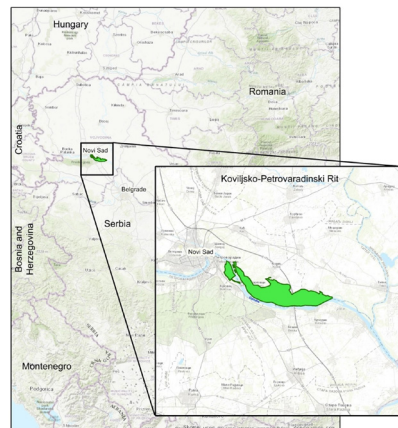
Tablica 1.3-1: Zajedničke značajke rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav (RB MDD) prikazane kroz prizmu politika, pravnih akata i propisa.

Zemlja	Izostanak posebnih propisa povezanih sa (šumama) RB MDD	Marginalna uloga RB MDD (šuma)	RB MDD šume/ rezervat kao međusektorsko mjesto
Austrija	++	++	++
Hrvatska	++	++	++
Mađarska	++	+	++
Slovenija	++	++	++
Srbija	++	+	++

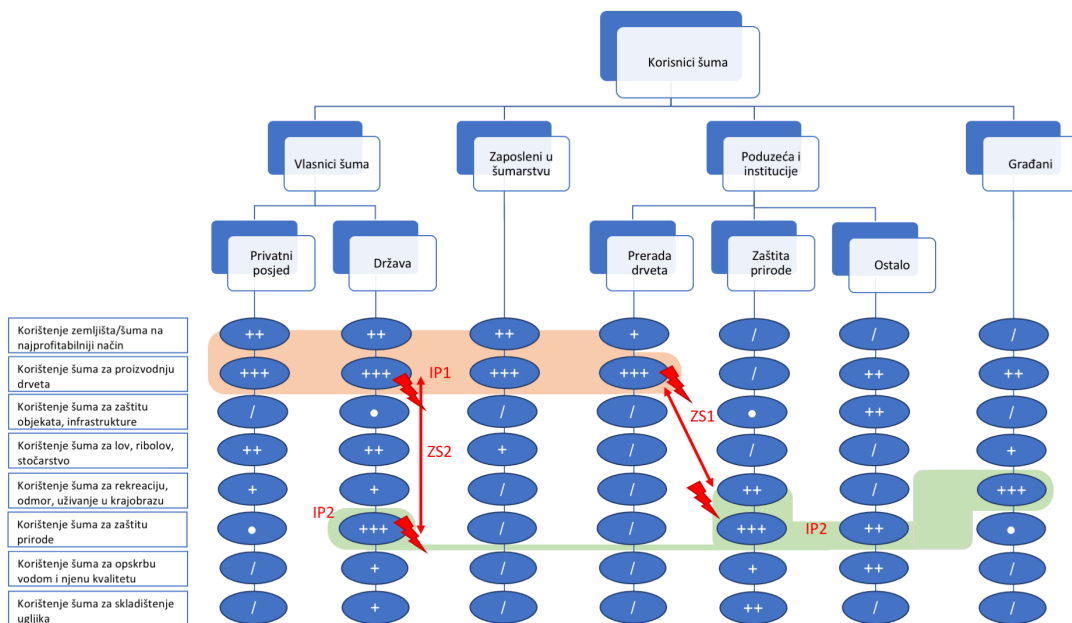
Sukobljeni interesi dionika

Kada se raspravlja o prioritetnim ciljevima gospodarenja šumama, dionici iz različitih sektora imaju različite stavove. Primjerice, za šumarski sektor prioritetni je cilj bila proizvodnja drva (tržišna orijentacija) koja je često u sukobu s prioritetom sektora zaštite prirode (orijentacija na očuvanje prirode). To se posebno odnosi na gusto naseljene poljoprivredne krajobrazne povezane s područjima bogatim biološkom raznolikošću, poput poplavnih šuma rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Taj ćemo sukob ilustrirati na primjeru Koviljsko-petrovaradinskog rita, smještenog u pokrajini Vojvodini u Srbiji (slika 1.3-1).

Korisnici šuma na tom području kategorizirani su kao vlasnici šuma (državni/pokrajinski i privatni), zaposlenici u šumarstvu, tvrtke/institucije i lokalno stanovništvo. Analiza interesa dionika (korisnika šuma) pokazala je dvije sukobljene zone (slika 1.3-2). Prva zona sukobljenih interesa identificira se između vrlo jakih interesa korisnika šuma za iskorištavanje šuma, koje su iskazali vlasnici šuma i šumsko gospodarstvo, čiji je glavni cilj profitabilna sječa drva, i područja interesa koje se sastoji od vrlo jakih i snažnih interesa korisnika u zaštiti prirode, koju predstavljaju tvrtke/institucije i građani. Druga zona sukobljenih interesa otkriva interni sukob javnog poduzeća Vojvodinašume, kao državnog poduzeća za gospodarenje šumama zaduženog za gospodarenje šumama u pokrajini Vojvodini, koje s jedne strane ima vrlo snažan interes za profitabilnu proizvodnju drva, a s druge strane za zaštitu prirode. Da bi se uskladili ovi sukobljeni interesi, kako to zahtijeva zakonski okvir, poduzeće ima prednost u mogućnosti internog traženja rješenja. Trenutni udjeli zaštićenih zona (stroga zaštita 6%, aktivna zaštita 29% i isplativo korištenje drva 65%) odražavaju stvarni kompromisni paket između vlasnika i interesa preostalih korisnika. To rješenje trajat će sve dok je pokrajina u položaju da ga “brani” raspoloživim političkim sredstvima. Potencijalne promjene mogle bi potaknuti sukobe, na primjer s drvnom industrijom, ako bi se povećao udio zona stroge i aktivne zaštite, ili sa zaštitom prirode, ako bi se pojačala sječa (slika 1.3-2).



Slika 1.3-1: Rezervat prirode Koviljsko-petrovaradinski rit u Srbiji



Legenda: vodoravno - korisnici šuma, okomito - interesi korisnika, na njihovom sjecištu (okrugla polja) procijenjeni intenzitet interesa korisnika: vrlo jak (+++), jak (++), umjeren (+), postojeći (•), nepostojeći (/); ZS - zona sukoba; IP - Interesno Polje

Slika 1.3-2: Shematska sinteza - korisnici šuma, interesi, područja interesa i zone sukobljenih interesa, predstavljene na primjeru rezervata prirode "Koviljsko-petrovaradinski rit" u pokrajini Vojvodina u Srbiji.

Analitički pristup poput ovog prikazanog u primjeru daje snažnu osnovu za aktivniju komunikaciju između sektora šumarstva i zaštite prirode kako bi se našla ravnoteža između sukobljenih interesa i ciljeva.

Mišljenja dionika o glavnim problemima gospodarenja i očuvanja poplavnih šuma kao i preporuke kako se nositi s tim problemima

Radionice s dionicima pružile su važan uvid u pet „vrućih pitanja“ unutar rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav: pad podzemnih voda, štetnici i bolesti, prirodna obnova, planiranje gospodarenja šumama i dostupnost šumskog reprodukcijjskog materijala (tablica 1.3-2):

- Pad podzemnih voda široko je prisutan problem u zemljama partnerima na projektu REFOCuS, posebno u slučaju hrasta lužnjaka. Propadanje hrastovih stabala uobičajen je za cijeli rezervat biosfere ne samo na zrelijim sastojinama, već i na mjestima obnove, što uzrokuje neuspjeh pošumljavanja. Nadalje, klimatske promjene identificirane su kao dodatni problem, jer se predviđa da će negativno utjecati na

ekosustave hrasta lužnjaka i održivu proizvodnju drva u njima.

- Uzimajući u obzir štetnike i bolesti, pored uobičajeno prisutnih problema u rezervatu biosfere, poput odumiranja jasena, bolesti uzrokovane vrstama *Phytophthora* sp., vjetroloma i vjetroizvala, srbijanski predstavnik je istaknuo pitanje hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*), kao i prisutnost kompleksnih bolesti na plantažama hibridnih topola, odnosno bakterijske bolesti raka uzrokovane bakterijom *Lonsdalea populi*.
- Dostupnost autohtonog šumskog reprodukcijskog materijala, općenito, ne predstavlja ograničavajući faktor za pošumljavanje u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav. Primjerice, u Sloveniji tri rasadnika udovoljavaju potrebama za šumsko reprodukcijskim materijalom za cijelo područje rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Međutim, dionici su naglasili da u većini zemalja neredovit uroda hrasta lužnjaka ponekad može predstavljati problem. Osim toga, dionici iz Austrije naglasili su važnost uspostavljanja novih trgovinskih veza sa zemljama jugoistočne Europe, jer sjeme uvezeno iz zapadne Europe nije dobro prilagođeno lokalnim uvjetima. U tom smislu, dionici iz Slovenije su sugerirali da bi se proizvođači u rasadnicima trebali više orijentirati na međunarodnu trgovinu kako bi proširili tržište izvan granica svojih zemalja, na primjer uspostavljanjem regionalnog tržišta.

Što se tiče šumskog reprodukcijskog materijala za strane vrste drveća, smatra se da crni orah (*Juglans nigra*) i hibridne topole mogu biti korištene u rezervatu biosfere za pošumljavanje, iako je njihova uporaba u određenim zemljama ograničena. Međutim, uočene su određene kontradikcije u postupanju sa stranim vrstama drveća između različitih zemalja. Primjerice, u Srbiji i Mađarskoj rasadnici godišnje proizvode velike količine sadnica topola za uspostavljanje plantaža, dok se u Sloveniji nove plantaže osnivaju samo u eksperimentalne svrhe.

- Sve zemlje imaju planove gospodarenja šumama koji u različitoj mjeri uključuju očuvanje šuma, upravljanje vodama i druge ciljeve. Dionici u Sloveniji mišljenja su da se plantaže topola i vrba trebaju osnivati na napuštenim zemljištima, a ne dopuštati privatnim vlasnicima da ih sade na malim površinama, što potencijalno može uzrokovati veće probleme, poput hibridizacije s autohtonim vrstama drveća. Prema mišljenju dionika iz Austrije, velik je broj malih

šumskih posjeda i, prema tome, vrlo raznoliko gospodarenje, često usmjereno samo na proizvodnju ogrjevnog drva. Dionici iz Srbije, kako iz sektora očuvanja šuma, tako i iz gospodarenja šumama, istakli su nepostojanje klimatski pametnog prilagodljivoga gospodarenja šumama (engl. *climate-smart adaptive forest management*) s obzirom da je proizvodnja drva u komercijalne svrhe i dalje dominantna u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav. Izjavili su da je većina šuma jednodobna, a karakterizirane niskom otpornošću na poremećaje. Stoga bi buduće planiranje gospodarenja u šumarstvu trebalo uzeti u obzir sve aspekte šumarske znanosti. Predstavnici sektora zaštite prirode istakli su da su potrebne zakonske promjene kako bi se ublažili negativni učinci klimatskih promjena na šumske ekosustave.

- Smatra se da je prirodnu obnovu općenito izuzetno teško postići zbog guste prizemne vegetacije i stoga zahtijeva ljudsku intervenciju. Prizemna vegetacija prepoznata je kao jedan od ograničavajućih čimbenika uspješne obnove. U slučajevima kada vegetacija na tlu nije gusta, predlažu se gospodarski zahvati za potporu prirodnoj obnovi.

Postoji velika zabrinutost hoće li se domaće vrste drveća moći nositi s brzim klimatskim promjenama. Predloženo je nekoliko vrsta koje bi se potencijalno mogle koristiti za pošumljavanje, uključujući hrast kitnjak i strane vrste crni orah i bagrem, iako postoji zabrinutost za njihovu potencijalnu invazivnost. Nadalje, u svjetlu klimatskih promjena zbog prirodnih uvjeta i rizika koji su postali ozbiljniji u proteklim desetljećima. Treba razmotriti strategije osiguranja šuma.

- Nedostatak prirodne obnove u Mađarskoj i Srbiji smatra se iznimno bitnim, iako je dokumentirano da se određene vrste uspješno spontano obnavljaju čak i na rubnim zemljištima (poput hrasta lužnjaka koji raste na pješčanim dinama ili zasoljenom tlu). Stoga, unatoč problemima s prirodnom obnovom, ne smije se zanemariti mogućnost prirodne obnove. Velika područja pod ekstenzivnim plantažama hibridnih topola i vrba u spomenutim zemljama, kao i pritisak divljači također predstavljaju prepreku prirodnoj obnovi u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav.

1. UVOD

Tablica 1.3-2: Glavni problemi s gospodarenjem i očuvanjem poplavnih šuma u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav, na osnovu procjene dionika tijekom radionice u Novom Sadu (održane u travnju 2019.), a doradena tijekom mrežne radionice održane 15. listopada 2020.

Zemlja	Pad razine podzemne vode	Štetnici i bolesti	Problemi prirodne obnove (uključujući štete od divljači)	Planiranje gospodarenja šumama	Dostupnost šumskog reprodukcijskog materijala	
					Autohtone vrste	Strane vrste
Austrija	++	++	+	-	++	-
Hrvatska	+	++	+	-	++	-
Mađarska	++	++	++	-	+	-
Slovenija	++	++	++	-	++	+
Srbija	++	++	++	+	+	-

Legenda: (++) jako prisutno, (+) djelomično prisutno, (-) nije prisutno



2. POPLAVNE ŠUME

Marko Kovač, Markus Sallmannshofer

2.1 Važnost poplavnih šuma i prijetnje

Šumski ekosustavi nizinskih poplavnih područja pružaju važne usluge ekosustava. Oni djeluju kao prirodni zaštitni slojevi uz rijeke pružajući zaštitu od opasnosti od poplave te fizičku, kemijsku i biološku zaštitu tla. Karakterizira ih velika biološka raznolikost i produktivnost te igraju važnu ulogu u održavanju raznolikosti vrsta. Tijekom posljednjih desetljeća sve se više prepoznaju i njihova rekreacijska i estetska vrijednost. Ipak, poplavne šume su pod pritiskom povijesnog i trenutnog neprikladnog gospodarenja, velikih promjena u okolišu i globalizacije. Istodobno se povećava potreba za zdravim poplavnim šumama jer se, primjerice, očekuje učestalost pojava vezanih za klimatske promjene, poput visokih vodenih riječnih valova uzrokovanih nevremenom, dok visokoproduktivne šume mogu značajno pridonijeti ublažavanju klimatskih promjena.

Povijesne transformacije poplavnih šuma

Čovjekova prisutnost i njegov utjecaj na srednjoeuropske rijeke i njihove poplavna područja prate se daleko u povijest. Bez obzira na ovaj dugotrajni suživot, transformacije u tim krajolicima događale su se paralelno s društvenim razvojem. Prva i možda najznačajnija zadiranja u poplavne šume dogodila su se najranije u 7. stoljeću poslije Krista, kada je naseljavanje uzrokovalo krčenje i kontrolirano spaljivanje većih šumskih površina kako bi se osiguralo dovoljno poljoprivrednih površina za hranu i ispašu. Sve do 17. stoljeća ove su se šume koristile samo umjereno za izgradnju kuća, ogrjev i lov. Sljedeći val promjena koji je počeo na prijelazu iz 17. u 18. stoljeće, uveo je opsežne regulacije odvodnje i vodotokova riječnih poplavnih područja. Obje aktivnosti, vidljive kroz preusmjerena i produbljena korita vodotoka i promijenjene režime plavljenja (podzemne vode mogle su se spustiti i za nekoliko metara), značajno su narušile dugotrajne ekološke uvjete poplavnih šuma i skoro ih dovele na rub izumiranja. Paralelno s opsežnim aktivnostima korištenja zemljišta, gospodarenje šumama uvelo je neophodne građevinske radove (npr. izgradnju šumskih cesta i tračnica, kanaliziranje potoka, premošćivanje vodotoka) i čiste sječe na velikim površinama, u takve, do tada samo umjereno korištene šume (slika 2.1-1). Sljedeća u nizu



Slika 2.1-1: Čiste sječe na velikim površinama promijenile su šumske krajolike te su nastale jednodobne gospodarske jedinice

akcija gospodarenja šumama bila je postupna zamjena domaćih vrsta drveća stranima. Posebno su bile popularne brzorastuće vrste drveća poput topola, oraha, hrastova, jasena kao i borova i čempresa. U potrazi za kvalitetnom proizvodnjom drveta pojavile su se plantažne zasađene brzorastućim vrstama i dobro oblikovanim i robusnim klonovima. Budući da su sve ove vrste trebale slične ekološke uvjete, plantaže su često bile pomiješane s gospodarenim poluprirodnim poplavnim šumama. Tijekom prošlog stoljeća i do današnjih dana poljoprivreda je uništila 90% europskih poplavnih šuma. Širom svijeta, krčenje šuma, fragmentacija i konverzija prirodnih poplavnih šuma i dalje su glavni problem.

Na prijelazu iz 17. u 18. stoljeće uveden je novi val promjena, s opsežnim odvodnjama i prvim regulacijama vodotoka u riječnim poplavnim područjima (slika 2.1-2). Do danas su riječni sustavi u velikoj mjeri promijenjeni kako bi se omogućila plovidba i proizvodnja hidroelektrične energije. Regulacija riječnih tokova i odvodnja poplavnih voda dovela je do ozbiljnih posljedica na područje nizvodno od tih promjena, poput povećane opasnosti od poplava. Uzvodno, posljedice promijenjene riječne dinamike uglavnom su ekološke prirode. Kao zaštita od poplave izgrađeni su zaštitni nasipi koji su uzrokovali ozbiljnu ekološku fragmentaciju i izoliranjem aluvijalnih šuma ovisnih o poplavnim vodama. Regulacija vodotoka ometaa prirodnu dinamiku poplavnih područja s povremenim poplavama i prekida lateralnu opskrbu hranjivim tvarima. To je značajno narušilo dugoročne ekološke uvjete, dovelo do gubitka šuma mekih listača i drastično smanjilo prirodnu obnovu tipičnih šumskih vrsta poput vrba ili crne topole (slika 2.1-3). Hidroelektrane u kombinaciji s povećanom brzinom protoka i skraćivanjem prijenosa sedimenta uzrokuju brzo produbljivanje korita i spuštanje vodostaja. Uz to, vađenje podzemne vode smanjuje razine podzemne vode. Ova promijenjena dostupnost vode čini poplavne vrste drveća osjetljivim na sušu, a očekuje se da će se sušna razdoblja češće pojavljivati u uvjetima promjene klime.



Slika 2.1-2: Promjene u vodotoku i korištenju zemljišta uz rijeku Muru između 1829. i 2020. godine (blizina Bistrice, Prekmurje, Slovenija)



Slika 2.1-3: Regulacija vodotoka dovela je do gubitka pogodnih staništa za meke listače i drastično smanjila prirodnu obnovu tipičnih poplavnih vrsta poput vrba (*Salix* sp.) ili crne topole (*Populus nigra*)

Klimatske promjene

Poremećaji šuma i staništa sastavni su dio šumskih ekosustava, posebno u poplavnim šumama gdje su periodične poplave važne za održavanje specijaliziranog sastava vrsta. Klimatske promjene, interakcija zatopljenja, promijenjene oborine kao i promjenjivi obrazac, učestalost i veličina ekstremnih događaja koji uzajamno djeluju na šumske poremećaje imat će nepoznate posljedice na poplavne šume. Već sada se mijenja prikladnost staništa i njegova ranjivost u trenutnom području rasprostranjenosti lokalnih poplavnih zajednica šumskih vrsta. Očekuje se da će biotski poremećaji također promijeniti stanišni raspon štetnika i patogena što dovodi do novih, rizičnih preklapanja. Uz to, zbog kraćih životnih ciklusa očekuje se da će sposobnost prilagodbe biti

veća za štetnike i bolesti nego za vrste domaćina. Kao posljedica toga, interakcije između abiotskih i biotskih štetnih čimbenika vjerojatno će postati glavni pokretači povećanja populacija štetnika i bolesti. Slično štetnicima i bolestima, rasprostranjenost stranih, neautohtonih vrsta biljaka može se povećati što rezultira većim konkurentskim pritiskom na autohtone biljne zajednice.

Globalizacija

Još od prapovijesti događa se namjerni prijenos biljaka i životinja koji je još uvijek uobičajen u šumarstvu, poljoprivredi i vrtlarstvu. Uz to, globalizacija s međunarodnom trgovinom i putovanjima danas snažno pridonosi slučajnom širenju stranih vrsta. To može rezultirati povećanom učestalošću stranih štetnika i bolesti i stranih biljnih vrsta u šumama. Poplavne šume su vrlo podložne invaziji stranih biljnih vrsta zbog velike dostupnosti hranjivih sastojaka, ponavljajućih poremećaja koji uzrokuju povoljne svjetlosne uvjete i prirodne karakteristike rijeka koje djeluju kao prijenosnici sjemena i vegetativnog materijala.

Mnogo je vjerojatnije da će se strane vrste štetnika i patogena proširiti nenamjernim prijenosom od biljnog materijala zbog svoje male veličine i/ili aktivnog kretanja. Budući da autohtono drveće nije koevoluiralo sa stranim vrstama štetnika i patogena, ono je obično osjetljivije na njihov napad od vrsta drveća u prirodnom staništu tih štetnika i patogena. Zahvaljujući svojoj patogenosti, strani štetnici i patogeni imaju velik potencijal da promijene sastav i strukturu šumskih sastojina.

Invazivne strane biljke, štetnici ili patogeni mogu izmijeniti sastav i strukturu šumskih vrsta što može imati snažan ekološki učinak mijenjajući pružanje usluga ekosustava u poplavnim šumama.

Nedavno priznanje

Zbog njihove važnosti i nepovoljnog stanja zaštite (slika 2.1-4), poplavne šume nedavno su dobile nacionalno i međunarodno priznanje te ih se spominje u brojnim procesima i pravnim dokumentima. Treba naglasiti barem neke: Ramsarska konvencija, Forest Europe, Strategija EU-a za biološku raznolikost do 2030. i Direktiva o staništima. Svi ovi procesi i dokumenti smatraju poplavne šume vrijednim resursima te pozivaju sve koji su za njih odgovorni da njima gospodare na održiv način tako da se stavi u ravnotežu njihov dugoročni razvoj i usluge ekosustava koje pružaju.

2. POPLAVNE ŠUME



Slika 2.1-4: Odumiranje stabala u poplavnim šumama uz Dravu, Hrvatska

2.2 Gospodarenje poplavnim šumama

Ravnoteža u razvoju poplavnih šuma i raznolikih usluga ekosustava zahtijeva uključivanje novih pristupa održivom gospodarenju šumama. Dva prikladna pristupa su krajobrazna perspektiva (bitna u gospodarenju ekosustavima) i koncept ekološke cjelovitosti. Pri tome prvi treba shvatiti kao integrirano, holističko gospodarenje šumama na razini krajobraza, a drugi kao sposobnost poplavne šume da podrži i održi svoje površinske, strukturne, kompozicijske i funkcionalne komponente.

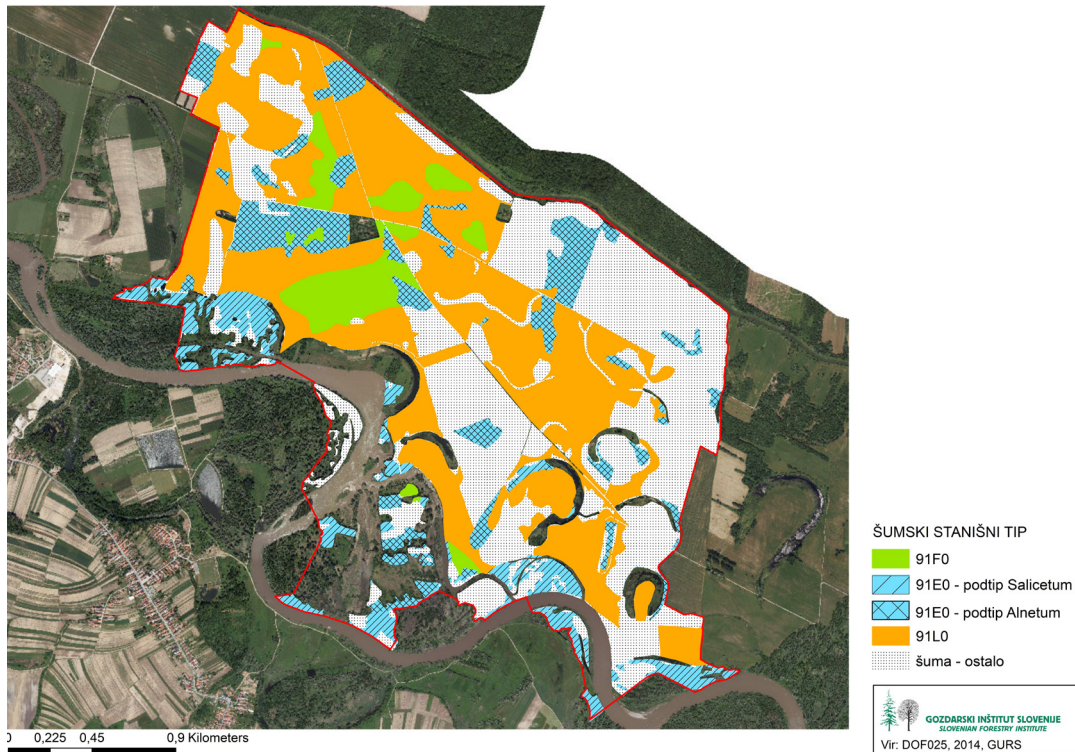
S gledišta krajobraza, poplavna šuma može se smatrati šumskom matricom, koja se sastoji od različito oblikovanih šumskih ploha (kompleksa) i koridora. U većini slučajeva, oba su krajobrazna elementa heterogena s obzirom na svoju strukturu, jer su u njima smješteni različiti tipovi i podtipovi šumskih staništa, s jezgrom i tampon-zonama različite veličine. Razmatrajući neke od učinaka izolacije, primjerice 1) da je šumsko stanište koje je široko rasprostranjeno u svom izvornom arealu postojanije od staništa ograničenog na male dijelove, da je 2) veći tip šumskog staništa s većim površinama jezgre superiorniji od manjeg staništa i da je 3) neprekidan tip šumskog staništa robusniji prema utjecajima izvana od fragmentiranog, jasno je da se ekološki integritet tipova šumskih staništa povećava s veličinom i kompaktnošću kompleksa tipova šumskih staništa.

Takvo razumijevanje poplavnih šuma ima nekih prednosti u odnosu na trenutnu praksu gospodarenja šumama. Poplavna šuma se smatra cjelinom, umjesto zbrojem zemljišnih dijelova (odjela).

Trenutačna rasprostranjenost poplavnih šuma (slika 2.2-1) pokazuje da se uspostavljanje većih kompleksa može postići boljim prostornim planiranjem šuma i ulaganjem više napora u raspodjelu dobnih razreda i razvojnih faza. To ne vrijedi za podtipove riječnih staništa uz vodotoke, koji zbog duguljastog oblika (slika 2.3-1) često ne može imati vlastita jezgrena područja. Slijedom toga, ove podtipove staništa treba učinkovito motriti i njima gospodariti (npr. pojedinačni i skupni sustav selekcije) kako bi se spriječila njihova fragmentacija. Kao što se pretpostavlja, gospodarenje kompleksima također predlaže premještanje plantaža, rasadnika ili sjemenskih sastojina za nespecifične stanišne vrste od stanišnih tipova jezgara i tampon-zona kako bi se izbjegao potencijalni prodor invazivnih vrsta i neželjeni učinci (npr. eventualno oprašivanje, protok hranjiva).

Potrebno je uložiti više napora u bolje razumijevanje biološke

raznolikosti, hipoteza o poremećajima (*disturbance hypotheses*) i njihovih implikacija na prakse gospodarenja šumama. Među hipotezama vrijedi istaknuti *intermediate disturbance hypothesis*



Slika 2.2-1: Gospodarenje šumama na principu odjela (stanišni tipovi Murske šume)

(za koju nemamo adekvatan prijevod na hrvatski) i hipotezu osiguranja. Prva podrazumijeva da je biološka raznolikost najveća između dva uzastopna poremećaja, ako je samo razdoblje između dva uzastopna poremećaja dovoljno dugo (ni predugo, ni prekratko). Ova hipoteza je primjenjiva na mnoge šume, uključujući i poplavne. Njezin se ishod lako može otkriti duž transektu koji se proteže između vodenog kanala i vanjske granice poplavnog područja (poglavlje 2.3 „**Struktura i ekologija krajobraza riječnoga poplavnoga područja**“). U ovom transektu, pionirske sukcesijske faze, bogate strukturama, sastavima i tokovima hranjiva (riječne šume), mogu se pronaći u blizini vodotoka gdje su poremećaji najčešći i najteži. Suprotno tome, najrazvijenija sukcesijska faza poplavnih šuma, šume hrasta lužnjaka, obično obitavaju u jezgrama poplavnih područja. Kao takve i dalje ostaju ovisne o vodnom režimu, ali su sigurnije od

čestih poremećaja.

Hipoteza osiguranja bavi se postojećim sastavima vrsta drveća i njihovim funkcioniranjem. Sugerira da vrste, koje su trenutno suviše u funkcioniranju šumskog staništa, mogu u određenom trenutku, primjerice nakon poremećaja, preuzeti neke funkcije koje su ranije obavljale nestale vrste. Ta je činjenica značajna za razumijevanje sastava vrsta drveća tipova i podtipova šumskih staništa, koje ne treba shvatiti kao trajne i fiksne, već kao privremene koji se razvijaju u prostoru i vremenu. Hipoteza osiguranja može igrati značajnu ulogu u budućim poplavnim šumama. Razlog tome je što mnoge dominantne vrste drveća u sadašnjim šumskim zajednicama pate od raznih bolesti i štetnih utjecaja okoliša te stoga mogu lokalno izumrijeti (poglavlje **3.1.2 „Podrška prilagodbi šuma odabirom prikladnog šumskog reprodukcijskog materijala“** i poglavlja **3.3 „Zdravstveno stanje šuma“**).

Poplavne šume složeni su ekološki sustavi izloženi i ovisni o raznim prirodnim poremećajima i poremećajima koje je uzrokovao čovjek. Zbog njihove krhkosti i vjerojatnosti da se učinci štetnih utjecaja mogu odraziti na većim dijelovima krajobraza riječnog poplavnog područja, tim bi se šumama trebalo gospodariti u različitim prostornim razmjerima te u skladu s dobrom praksom i razvijenim ekološkim znanjem. Oni koji gospodare poplavnim šumama potiču se na primjenu prikladnih pristupa gospodarenju šumama, uključujući odgovarajuće prostorno uređenje tipova i podtipova šumskih staništa poplavnih šuma (prostorno planiranje), svjesni rizika koji predstavlja izmijenjena riječna dinamika, klimatske promjene, štetnici i bolesti te invazivne vrste kako bi se održao ekonomski potencijal i ekološka vrijednost tih šuma za buduće generacije.



2.3 Struktura i ekologija krajobraza riječnog poplavnog područja

U ovom poglavlju izraz riječni povezujemo s krajolikom i vegetacijom (kao šumski tip), a pojam poplavni s vegetacijom. Međutim, znanstvena literatura ne radi strogu razliku između ta dva izraza, već ih koristi kao sinonime.

Dinamična interakcija između vode i kopna glavni je proces koji stvara i održava različite tipove krajobraza riječnih poplavnih područja i stvara različita staništa koja koloniziraju biote (biljni i životinjski svijet nekog područja), prilagođavaju im se i u njima prebivaju.

Vrste riječnih krajobraznih poplavnih područja

Neuravnotežena poplavna ravnica: npr. bujična voda, koja je usmjerena kroz uske kanjone

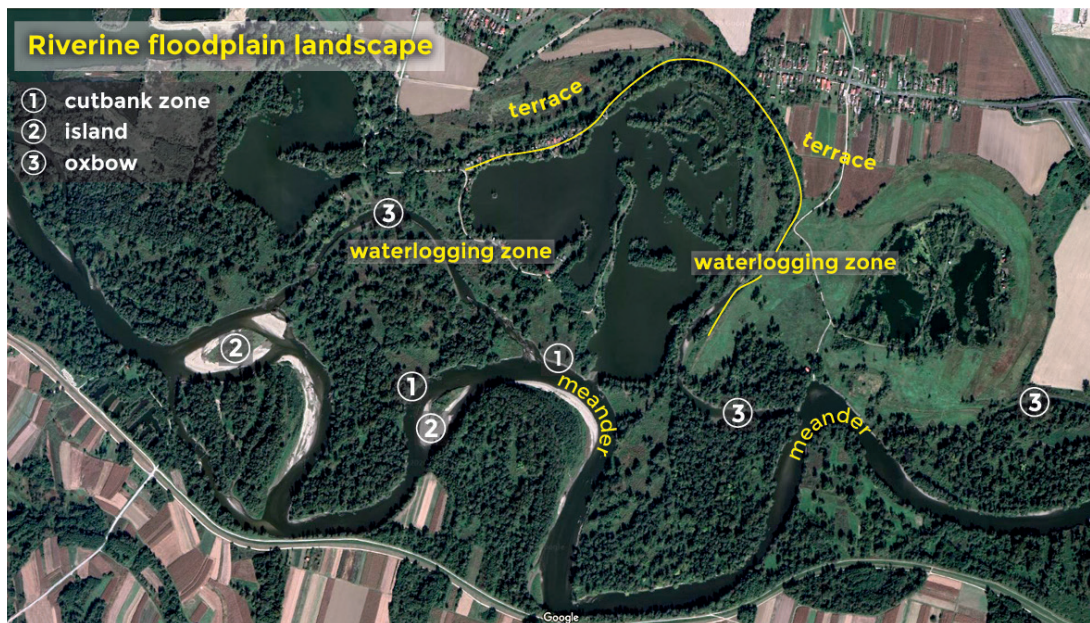
Uravnotežena poplavna ravnica: ravnica, voda koja vijuga kroz nekohezivni sedimentni materijal, javljaju se promjene krajolika

Niskogradijentna poplavna ravnica: ravnica, voda koja vijuga kohezivnim sedimentnim materijalom, zanemarive promjene krajolika

Riječni krajolik poplavnog područja sastoji se od četiri različite skupine krajobraznih elemenata, dalje podijeljenih na ekotope i eko-elemente. Prva i najznačajnija skupina obuhvaća stajaće i tekuće vode. Povezane mrežom kanala, vode olakšavaju poplavnim biljkama da nastanjuju različita staništa (mnoge od njih smatraju zaštitnim biljkama jer pripremaju stanište za dolazak šumskih pionirskih vrsta), da se održe u njima podržavajući ih tokovima grubog i sitnozrnatog materijala, tlom i hranjivima.

Druga skupina elemenata predstavlja podzemnu vodu koja je dio složenijeg sustava nazvanog podzemni vodni rezervoari. Uz tekuću vodu, podzemne vode su drugi izvor vlage u poplavnim šumama i postaju kritični čimbenik tijekom sušnih razdoblja. Pulsiranje razine podzemne vode također stvara i održava vlastita staništa, nazvana močvarnim šumama.

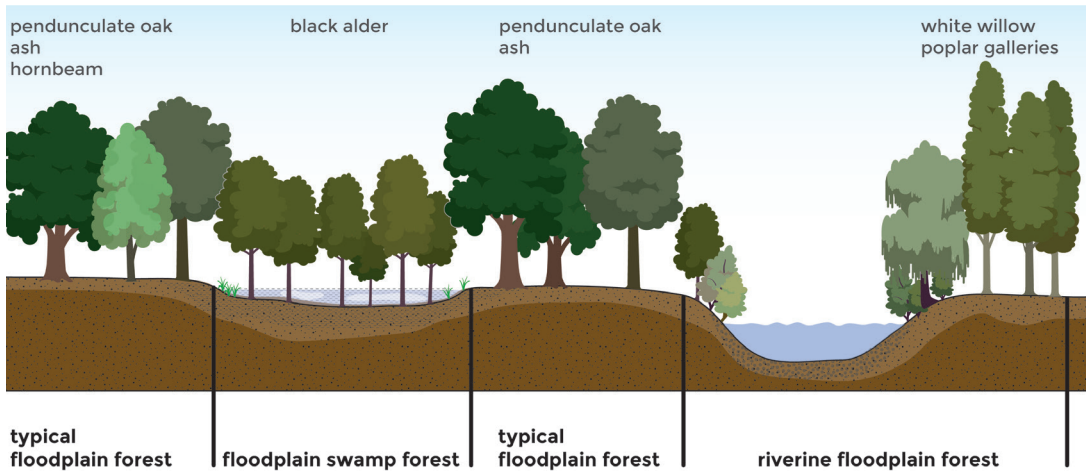
Treća skupina riječnog krajolika poplavnog područja, koja je bitna za poplavne biljne zajednice, jest skupina geomorfničkih obilježja. Međusobna povezanost vodnih tokova u krajobrazu riječnih poplavnih područja stvara vijugave, pletene i isprepletene kanale koji stvaraju usjeko, otoke, nasipe i valovite ravnice sklone poplavama, bogate udubinama i grebenima, a sve su



Slika 2.3-1: Shema potencijalnih riječnih staništa s obalama, sprudovima, otocima, terasama, nasipima i grebenima.

to potencijalna staništa pojedinačnih šumskih biljaka i malih i velikih dijelova šumskih zajednica (slika 2.3-1). Posljednja skupina elemenata riječnog krajolika poplavnog područja predstavlja vegetacijski pokrov, u našem slučaju biljne zajednice poplavnih šuma. Iako ekološki čimbenici koji određuju šumske biljne zajednice u krajobrazima riječnih poplavnih područja nisu uvijek toliko prepoznatljivi kao u krajolicima s mnogo oštrijim ekološkim gradijentima (npr. planinski krajolici, krški krajolici), poplavne šumske zajednice jako ovise o njima. Nesumnjivo najkritičniji za njihovo postojanje su stanišni hidroperiodi, makro i mikro morfološki gradijenti (npr. relativna nadmorska visina), oborine i tipovi tla.

Predstavljeni čimbenici omogućuju razlikovanje tri glavne poplavne šumske zajednice duž bočnog transektu koji povezuje vodni kanal s vanjskom granicom poplavnog područja, a to su riječne, poplavne i močvarne šume (slika 2.3-2).



Slika 2.3-2: Bočni transekt s tipičnim poplavnim tipovima šuma

Riječne šume naseljavaju najniža i vodi najbliža staništa kao što su usjeci, otoci, kao i obale vodotoka, nasipi i ravnice (terase), na koje utječu promjene protoka vode. Iako su ta staništa sposobna podnijeti stalne promjene razine vode, dugotrajno zadržavanje vode i vodene struje, ona koja su izravno susjedna vodotocima često su nestabilna. Nestabilnost je posljedica strujanja koje nagriza neutvrđene prirodne i poluprirodne obale rijeka, prevoze aluvijalni materijal u korita, ispiru nastanjene biljne zajednice i olakšavaju kolonizaciju novih staništa. Plodnost tla na ovim mjestima je siromašna zbog dugotrajne zasićenosti vodom i nerazvijenih tala. Topole (*Populus* sp.), jasei (*Fraxinus* sp.), vrbe (*Salix* sp.) i brijestovi (*Ulmus* sp.) rastu na dobro dreniranim, stabiliziranim mjestima. Suprotno tome, pionirske vrbe (*Salix eleagnos*, *S. purpurea*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. alba*), te siva i crna johe (*Alnus incana*, *A. glutinosa*) javljaju se na mjestima uz vodu (tj. obale, sprudovi, otoci).



Slika 2.3-3: a) Kolonizacija novih staništa na riječnim otocima; b) Stabilizirana područja sposobna su podnijeti stalne promjene razine vode, ali također je erozija riječnih obala ključna komponenta sustava; c) Poplavno područje kolonizirano vrbama.

Druga vrsta staništa su više poplavne ravnice koje su izvan dosega promjena toka, ali još uvijek unutar granica redovito poplavljenih područja (poplavnih tokova). Ta su područja uglavnom naseljena tipičnim poplavnim šumama s vrstama drveća kao što su brijest (*Ulmus laevis*), hrast lužnjak (*Quercus robur*), bijeli grab (*Carpinus betulus*) i jasen (*Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia*) te povremeno gorski i poljski javor (*Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*), pri čemu obje potonje vrste zahtijevaju dobro drenirana tla i vrlo kratkotrajno poplavljanje. Osim javora (*Acer* sp.) i pratećih vrsta, poput lipe (*Tilia* sp.) i trešnje (*Prunus avium*), ostatak vrsta obitava na redovito plavljenim mjestima s ponekad slabo dreniranim tlima. Ipak, za razliku od riječnih šuma, koje su vrlo tolerantne na vlagu i dugotrajno poplavljanje i stajaću vodu, poplavne šume preferiraju redovite sezonske poplave. Kako ove šume naseljavaju i mjesta udaljena od vodenih kanala, gdje su razdoblja plavljenja znatno kraća, više su ovisne o podzemnim vodama i oborinama. Oborine su posebno važne u sušnim razdobljima prije listanja drveća, jer je nekim vrstama, poput hrasta lužnjaka, potrebno dovoljno vode za stvaranje provodnog sustava za provođenje vode i otopljenih hranjivih sastojaka od lišća do korijenja.

Posljednja vrsta poplavnih šuma su močvarne šume. Nastanjuju male i velike depresije u poplavnim ravninama, od kojih su hidromorfna glejna tla slabo drenirana zbog visokih podzemnih voda i dugotrajnog potapanja. Za razliku od riječnih i tipičnih poplavnih šuma, ove šume mogu preživjeti na mjestima s čestim anaerobnim uvjetima uzrokovanim stajaćim vodama. Glavna vrsta ovih šuma je crna joha (*Alnus glutinosa*). Međutim, zbog valovitih terena (često u rasponu od jednog metra), na manje poplavljenim mjestima rastu brijest (*Ulmus laevis*), hrast lužnjak (*Quercus robur*) i jasen (*Fraxinus* sp.).

S obzirom na krajobraz riječnog poplavnog područja u cjelini, ravnice sklone poplavama su mjesta na kojima se proizvodi, skladišti i razgrađuje najveći volumen hranjivih tvari, te se transportira na druga manje plodna mjesta tijekom poplava.



Slika 2.3-4: Poplavna šuma s *Fraxinus excelsior*, *Ulmus laevis* i *Quercus robur* izvan dosega promjena toka, ali još uvijek unutar granica redovito poplavljenih područja



Slika 2.3-5: Močvarne šume crne joha



2.4 Tipovi šumskih staništa

Uvod

Poplavna područja uz rijeke Muru, Dravu i Dunav dom su mnogim tipovima i podtipovima šumskih staništa. Kako bi ih sačuvali, mnogi od njih su službeno definirani i uključeni u mrežu Natura 2000. Možda najraširenije, s ekološkog, ekonomskog i društvenog gledišta poznate i relevantne su aluvijalne šume *91E0 s *Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*), 91F0 Poplavne mješovite šume *Quercus robur*, *Ulmus laevis* i *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* ili *Fraxinus angustifolia*, duž velikih rijeka (*Ulmenion minoris*), 91L0 ilirskih šuma hrasta i graba (*Erythronio-Carpinion*) i 9160 sub-atlantskog i srednjoeuropskog hrasta ili hrasta-graba u *Carpinion betuli*.

Četiri tipa šumskih staništa razlikuju se u svojoj ekologiji. Prvi i najheterogeniji tip šumskog staništa *91E0 obuhvaća različite podtipove staništa, koji obično pripadaju dvjema većim skupinama, iz praktičnih razloga nazvanih šumarcima vrbe i crne johe. Šumarak vrbe je tipični predstavnik riječne šume jer obitava na vlažnim, često poplavljenim, ali dobro dreniranim mjestima uz vodotok (slika 2.4-1). Suprotno tome, podtip staništa šume crne johe obično naseljava mokra i slabo drenirana područja u poplavnom području i tvori močvarne šume. Takve lokalitete često karakteriziraju anaerobni uvjeti uzrokovani dugotrajnim poplavama i stajaćim vodama te teškim tlima.

Ostali šumski stanišni tipovi nastanjuju jezgre poplavnih područja i stoga su nazvana tipičnim poplavnim šumama. Njihova dominantna vrsta je hrast lužnjak. Međutim, za razliku od močvarnih šuma crne johe, šumske zajednice hrasta lužnjaka uvelike ovise o redovnim poplavama uzrokovanim tekućom vodom, podzemnim vodama i oborinama. Razlike u sastavu vrsta drveća među ovim stanišnim vrstama su često teško uočljive, a posljedica su suptilnih promjena u nadmorskim visinama na valovitom terenu.



Slika 2.4-1: Prirodni šumarci vrbe u Bavarskoj, Njemačka

Tip šumskog staništa *91E0 Aluvijalne šume s *Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

Prioritetni tip šumskog staništa *91E0 sadrži tri podtipa. Prvi, koja pripada šumarcima vrba, obično razvija dva sukcesivna prikaza. Prilično nestabilna pionirska faza naseljava mjesta uz vodotoke kao što su usjeci, prudovi i otoci, a sastoji se od grmlja i malih stabala vrbe i johe (*Salix* sp., *Alnus* sp.). Suprotno tome, razvijeniji stadij sastoji se od većih vrba (*Salix* sp.), joha (*Alnus* sp.), brijestova (*Ulmus* sp.) i jasena (*Fraxinus* sp.). Obično se nalazi na stabiliziranim susjednim ravnicama koje su često izložene redovitim poplavama uzrokovanim promjenama protoka vode.

Plodnost tla na oba staništa loša je zbog sedimentnih tala, sastavljenih od grubog i sitnozrnatog šljunka, pijeska i mulja. Na stabiliziranim mjestima razvijaju se hidromorfna tla.

Drugi podtip staništa karakteriziraju drvenaste galerije uz obale vodotoka, uglavnom sastavljene od velikih stabala bijele vrbe (*Salix alba*) i crne topole (*Populus nigra*). Obje vrste također tvore pojedinačne sastojine. Takva mjesta su dobro do umjereno drenirana i često se sastoje od umjereno dubokih i dubokih ilovača i glinovitih tala.

Posljednji podtip staništa predstavljaju nizinske močvarne šume crne johe (*Alnus glutinosa*). Ovaj podtip staništa nastanjuje najniže razine terena u poplavnim ravnicama, a veći su dio godine poplavljeni stajacim vodama zbog oborina i podzemnih voda. Crna joha tvori homogenu i mješovite sastojine. Kod mješovitih šuma, teren je valovit i tako razvija močvarne i više lokalitete, pri čemu na višim često žive hrast lužnjak (*Quercus robur*), brijest (*Ulmus laevis*), jasen (*Fraxinus excelsior*) i slične vrste.

Ovaj je stanišni tip bogat vrbom, topolom, brijestom, jasenom i različitim vrstama grmlja te objedinjuje mnoštvo šumskih zajednica. Pomlađivanje ovog stanišnog tipa razlikuje se od lokaliteta do lokaliteta. Strukture staništa riječnih šuma, uz vodotoke, aktivne i neaktivne riječne zavoje, s vrbama i malim močvarnim šumarcima crne johe prirodno se pomlađuju. Za razliku od njih, sastojine vrbe, topole i crne johe mogu se i umjetno pomladiti (primjer: šume crne johe Črni i Polanski Log, smještena između sela Mala Polana i Mostje/Banuta u Sloveniji). Glavni razlog je agresivna prizemna vegetacija koja guši pomladak i otežava (ili čak) proces klijanja (nema dodira s tlom).

Ovo šumsko stanište ima veliku ekološku ulogu. Kako je ono kombinacija kopnenog i vodenog okoliš, dom je brojnim biljnim

i životinjskim vrstama. Također ima ogromnu zaštitnu ulogu jer regulira režim i ciklus vode i na taj način doprinosi sigurnosti od poplava. Također je važna njegova uloga s gledišta gospodarenja šumama. Poznato je da sastoje crne johe, bijele vrbe i topole proizvode kvalitetnu i brzo rastuću drvenu građu koja se koristi u drvnjoj i energetskej industriji.

Mnogo podtipova ovog riječnog šumskog staništa osjetljivo je i vrlo podložno odumiranju i uništavanju. Najznačajniji čimbenici koji utječu na njihovu daljnu postojanost u okolišu su njihova posebnost/rijetkost, oblici njihovih staništa, dodirivanje s kompaktnijim šumskim zajednicama i zadiranje/uništavanje od strane čovjeka. Prva dva čimbenika su čisto ekološki. Oblici staništa mogu se održati i poboljšati održavanjem njihovih temeljnih područja stabilnim i bez konkurencije domaćih i stranih vrsta drveća koje ih ugrožavaju. Ljudska zadiranja, poput fragmentacije staništa, odvodnje zbog poljoprivrede, prenamjene zemljišta, trebaju se pažljivo planirati, motriti i regulirati odgovarajućim zakonodavstvom.

91F0 Poplavne mješovite šume *Quercus robur*, *Ulmus laevis* i *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* ili *Fraxinus angustifolia*, uz velike rijeke (*Ulmion minoris*), 91L0 šume ilirskog hrasta-graba (*Erythronio-Carpinion*) i 9160 sub-atlantski i srednjoeuropski hrast ili hrast-grab od *Carpiniona*

Tipovi staništa s kodovima 91F0, 91L0 i 9160 imaju sličnu ekologiju i često se mogu razlikovati samo u smislu specifičnih čimbenika kao što su sposobnost odvodnje, vrsta tla, vlaga, oborine, prisutnost podzemne vode i režim poplave. U smislu sukcesije ti se plavni tipovi šumskih staništa smatraju najrazvijenijim od svih riječnih poplavnih šuma. Vrijedi spomenuti da se tip šumskog staništa 9160 često smatra samo drugačije klasificiranim stanišnim tipom 91F0.

Zbog neravnomjerno nataloženih tala, aluvijalne poplavne ravnice nisu uistinu ravne. Njihove valovitosti na razini mikroreljefa stvaraju razna staništa (što su niža, to su vlažnija i obratno) za prizemnu vegetaciju, grmlje i vrste drveća koja se razlikuju s obzirom na to kako podnose vlagu. Staništa su uglavnom slabo drenirana i sastavljena od umjereno dubokih ili dubokih ilovastih, glinovitih, pa čak i sedimentnih čestica i materijala.

Razlike u sastavu vrsta drveća u ova tri tipa staništa su vrlo često neprimjetne. U sva tri tipa dominira hrast lužnjak (*Quercus robur*) koji je pomiješan s brijestom (*Ulmus laevis*), jasenom (*Fraxinus*

angustifolia, *F. excelsior*) i nekim drugim popratnim vrstama. Međutim, ako je ravnica dovoljno povišena i time manje izložena dugotrajnim poplavama, u njoj se nalaze i grab (*Carpinus betulus*), javor mliječ (*Acer platanoides*) i neke druge vrste koje teže podnose vlagu u tlu. Stoga značajno kraća poplava, kao i manje vlažan teren, čine glavne razlike između tipova šumskih staništa 91F0 / 9160 i 91L0. Unatoč tome, sve tri vrste staništa imaju mnoštvo vrsta drveća, grmlja i prizemnog rašća.

Porijeklo ovih tipova staništa poplavnih šuma uvelike se razlikuje. Iako su njihovi opisi slični prirodno obnovljenim staništima, veliki kompleksi se često osnivaju umjetnim putem (sadjnom mladica i sjetvom žira. Prirodna obnova hrasta lužnjaka izazovna je i često neuspješna. Glavni su čimbenici potreba za svjetlošću, prisutnost mnogih vrsta kraljeznjaka, nedovoljno plodonosnje, agresivna prizemna vegetacija, brštenje divljači i transport materijala tijekom poplava (poglavlje 3.1.4 „**Prirodna i sjemenska obnova sastojina hrasta lužnjaka**“).

Potencijal gospodarenja šumama poplavnih tipova staništa 91F0 i 91E0 je velik. Kao i svi tipovi staništa poplavnih šuma, pridonose vodnom režimu i kruženju vode i obitavalište je mnogim biljnim i životinjskim vrstama. Uz to, drvo hrasta lužnjaka i primiješanih vrsta poput brijesta, jasena i povremeno graba vrijedno je u drvnoj industriji gdje se koristi u proizvodnji furnira, dasaka, namještaja i drvene galanterije (poglavlje 3.2.2 „**Optimizacija proizvodnje trupaca visoke kvalitete u sastojinama tvrdih listača**“).

Kako sva tri tipa šumskih staništa nastanjuju ekološki slične položaje, na sve njih utječu istih nepovoljni čimbenici, tj. sustavi odvodnje, biljne bolesti, prodor stranih i konkurentnijih vrsta drveća, kao i fragmentacija i prenamjena zemljišta. Čini se da su daleko najštetniji čimbenici biljne bolesti, koje su dovele do lokalnog izumiranja nekih od elementarnih vrsta drveća ovih staništa i snižene podzemne vode koja je nastala zbog isušivanja susjednih poljoprivrednih zemljišta.



2.5 Uobičajeni oblici gospodarenja u poplavnim šumama

Iako se na prvi pogled čini da su poplavne šumske zajednice stabilne tijekom vremena, one su izložene raznim poremećajima koji se mijenjaju s obzirom na njihovu blizinu vodotocima. Posljedično, sastojine uz vodotoke izloženije su promjenama vodenog toka, poplavama, jakim strujama i prijenosu materijala i naslagama što je vidljivo u slomljenim i srušenim stablima, ranama na deblima, ispranim tlima i organskim tvarima, zajedno sa sjemenjem, klijancima i mladim biljkama. Suprotno tome, sastojine udaljenije od izravnih utjecaja vode izloženije su dugotrajnom prekomjernom plavljenju i redovnom gospodarenju šumama. Prirodno, sve šume povremeno su izložene šumskim požarima, snažnim vjetrovima i snježnim olujama, što rezultira izgorenim, izvaljenim i slomljenim stablima na većim površinama), ali poplavne vrste drveća posebno su prilagođene ekološkim nišama koje su često ugrožene poplavama.

Kako bi se prilagodili okolišnim uvjetima koji se neprestano mijenjaju, vrste drveća i gmlja razvili su dva suprotna mehanizma regeneracije i razmnožavanja; aseksualno vegetativno razmnožavanje, u gospodarenju šumama poznato kao uzgajanje iz panja i kloniranje, te spolna regeneracija iz sjemena. Uzgajanje iz panja, najranije poznati način vegetativnog razmnožavanja, obilježje je šuma niskog uzgojnog oblika ili *panjač* (mala stabla zbog kratkih perioda rotacije), dok druga tehnika regeneracija iz sjemena daje šume *visokog uzgojnog oblika* ili *sjemenjače* s visokim i zrelim drvećem.

Panjače i sjemenjače su dva su najčešća uzgojna oblika poplavnih šuma. Zbog nestabilnih stanišnih uvjeta i gospodarenja na malim površinama, prevladavaju panjače. Njihove su najčešće lokacije sprudovi i otoci tik uz vodotok, obale kao i najniže terase. Većinu ovih lokaliteta nastanjuju grmovi vrbe i johe, dok se topola, jasen, brijest i hrast mogu pojaviti u stabilnijim i sušnijim nižim ravninama.

Panjače se javljaju i u tipičnim poplavnim ravninama, daleko od vodotoka. Unatoč tome, zbog promijenjenih ljudskih potreba i prioriteta prije otprilike 200 godina, velika područja panjača zamijenjena su visokim šumama, stvorenim prirodnom obnovom i sadnjom žira (slika 2.5-1). Glavni razlog te promjene bila je proizvodnja visokokvalitetne građe za drvnu industriju. Najčešće vrste drveća koje čine visoke šume su hrast, brijest, jasen, grab i neke pridružene vrste. Uz to, bijela vrba, crna topola i razni klonovi topola, također se koriste u formiranju velikih šumskih kompleksa.

Posljednji, također vrlo tradicionalni oblik sastojina koji je gotovo nestao iz poplavnih šuma je panjača sa pojedinačnim sjemenjacima (standardima). Ovaj oblik ima obilježja oba spomenuta oblika, jer sadrži određeni broj velikih i visokih stabala, tradicionalno hrasta i jasena koji dominiraju u gornjoj etaži krošanja i panjače, koja dominira u donjoj etaži. Visoko drveće koje se tradicionalno uzgajalo sjemenom često se naziva sjemenjacima (standardima). Donja etaža se više puta siječe i vegetativno regenerira dok sjemenjaci ne sazriju. Ovaj sustav primjenjuje dva različita razdoblja ophodne, ophodnja donje etaže je višestruko (najmanje tri) puta kraća od ophodnje sjemenjaka. Što se tiče sječe sjemenjaka ona može biti vrlo slična stablimičnoj ili grupimičnoj selekciji.

Sva tri oblika igraju važnu ulogu u očuvanju poplavnih šuma. Iako je potencijal visokih šuma koje doprinose poboljšanju genofonda, drvenaste biomase i proizvodnji visokokvalitetne proizvodnje drva prilično dobro istražen, studije koje se bave panjačama i srednjim šumama još uvijek su u tijeku. Nedavna istraživanja u mnogim različitim šumskim okolišima pokazuju da su njihovi sastavi vrsta drveća općenito raznolikiji u usporedbi sa sastavima visokih šuma i da mogu značajno pridonijeti očuvanju nekih vrsta koje imaju veće zahtjeve za svjetlosti. Nadalje, obje varijante panjača vrlo su stare tehnike gospodarenja šumama koje su tijekom posljednjih stoljeća značajno pridonijele društvenom razvoju u mnogim europskim regijama i stoga bi trebale zaslužiti da budu sačuvane kao kulturna baština. Konačno, za razliku od konvencionalnog grupimičnog sijeka („Femelschlag“) koji je vrlo pogodan za upravljanje većim šumskim predjelima, oba oblika panjača, posebno onaj sa standardima, vrlo su prikladni za male šumovlasnike jer im mogu pružiti razne drvene sortimente (npr. drvo i drvo za ogrjev) i ne drvene proizvode.



Slika 2.5-1: Povijesna fotografija solitarnog stabla jasena ispred velikog jednolično obnovljenog područja u Vinkovcima, Slavonija, Hrvatska



3. SMJERNICE ZA GOSPODARENJE POPLAVNIM ŠUMAMA

3.1 Obnova šuma i genetika

3.1.1 Odabrati prirodnu ili umjetnu obnovu?

Marjana Westergren, Gregor Božič, László Nagy

Uvod

Obnova je najvažniji dio životnog ciklusa šume. To je faza kroz koju se šuma prirodnim odabirom može prilagoditi izmijenjenim uvjetima okoliša.

I prirodna i umjetna obnova imaju važnu ulogu u prirodi bliskom održivom gospodarenju poplavnim šumama. Kad je moguće, treba poticati prirodnu obnovu jer

- prirodni odabir već je djelovao na potomstvo tijekom klijanja i ranog razvoja klijanaca što je rezultiralo njihovom povećanom prilagodljivosti
- izbor smjese vrsta može se temeljiti na autohtonim vrstama drveća
- manje košta.

Međutim, prirodna obnova često nije moguća u poplavnim šumama jer je sastav vrsta drveća previše promijenjen, prizemna vegetacija (često sastavljena od stranih biljnih vrsta) vrlo je gusta i može spriječiti potrebne uvjete svjetlosti i vlage; previše je promijenjena i fluvijalna dinamika, prevelik je utjecaj ispaše itd. U takvim slučajevima rješenje je umjetna obnova. Umjetnom obnovom, šumovlasnik također može manipulirati sastavom vrsta drveća i očekivanim drvnim sortimentom kako bi postigao što bolje financijske prihode.

Za umjetnu obnovu može poslužiti sjeme (npr. kod hrastova) ili sadnice, reznice, izdanci iz panja i korijena (kod vrba, crne topole, crne joha).

Najbolja opcija za umjetnu obnovu je pristup visokokvalitetnom šumskom reprodukcijском materijalu koji ima povećanu toleranciju na biotski i abiotski stres. Proizvodnja takvog materijala podrazumijeva odgovarajući odabir izvora sjemena,

sakupljanje i preradu sjemena, poticanje genetske raznolikosti i dobre rasadničarske uvjete koji također potiču mikorizu. Sa stajališta očuvanja genetske raznolikosti, to znači da sjeme treba sakupljati u jednakim količinama od odgovarajućeg broja odraslih, obično najmanje 25, bolje 50, nepovezanih stabala koja su prilagođena trenutnim ili mogućim budućim uvjetima okoliša. Korištenje kvalitetnog i testiranog šumskog reprodukcijskog materijala obično će imati najvišu genetsku kvalitetu i donijeti najveću dodanu vrijednost šumarstvu.

I prirodna i umjetna obnova šuma važni su u poplavnim šumama prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Prema stručnoj procjeni u okviru projekta REFOCuS, prirodna obnova prevladava u Srbiji (64%) i Hrvatskoj (80%), dok u Mađarskoj, Sloveniji i Austriji prevladava umjetna obnova s 80%, 75% i 60% cjelokupne obnove šuma u rezervatu biosfere. Na ove brojke snažno utječu prevladavajući tipovi šuma i odgovarajuće tehnike obnove. Prirodna obnova je najbolja za hrast i vrbe, ali donosi manje uspjeha kad se radi o ostalim poplavnim vrstama.



Slika 3.1.1-1: Obnova šume mekih listača uz rijeku Muru u Sloveniji; a) Prirodna obnova; b) Rezultat umjetne obnove bijele vrbe na aluvijalnom staništu

Vodeća načela za obnovu poplavnih šuma

I prirodna i umjetna obnova trebaju slijediti vodeća načela koja se temelje na prirodnim procesima poplavnih šuma i uzeti u obzir biologiju i ekologiju vrsta drveća. Ova su vodeća načela:

- Izbor vrsta drveća i provenijencija trebao bi biti prilagođen uvjetima koji vladaju na šumskim staništima. To podrazumijeva korištenje vrsta i provenijencija koje su dobro prilagođene lokalnim uvjetima i stoga otpornije na biotske i abiotske štetne čimbenike.
- Pretpostavka je da su domaće vrste drveća i provenijencije

bolje prilagođene lokalnim uvjetima budući da su koevoluirali s drugim biljnim i životinjskim vrstama u određenom području i to područje predstavlja najbolje stanište za njih. Ipak zbog klimatskih promjena to ne mora uvijek biti najbolja opcija. Ponekad je prikladnije nabavljanje šumskog reprodukcijskog materijala iz susjednih područja (poglavlje **3.1.2 „Podrška prilagodbi šuma pravilnim prijenosom šumskog reprodukcijskog materijala“**).

- Strane vrste drveća treba saditi samo ako nisu invazivne i u situacijama kada je to ekonomska potreba ili kao osiguranje kada sve autohtone vrste drveća propadaju. Pri tome se moraju poštivati zakonske odredbe vezane za unos stranih vrsta drveća. U svim slučajevima, strane vrste drveća trebale bi biti zastupljene u manjoj mjeri.
- Unošenje bilo koje strane vrste može poremetiti simbiozu unutar staništa i dovesti do smanjenja biološke raznolikosti. Ako prisutnost stranih vrsta ima štetne učinke, potrebno ih je ukloniti prije ili tijekom obnove.
- Tijekom obnove posebnu pozornost treba dati zaštiti rijetkih i ugroženih vrsta drveća i provenijencija.
- Gustoća populacije divljači mora biti u ravnoteži s kapacitetom staništa.

Prirodna obnova

Kad god je moguće, prioritet treba dati prirodnoj obnovi. Da bi prirodna obnova bila uspješna i potaknula očuvanje genetske raznolikosti, u sastojini mora biti prisutno najmanje 50 zdravih sjemenskih stabala ciljanih vrsta drveća, odvojenih najmanje 30 m kako bi se izbjeglo srodstvo. Istodobno, prizemno rašće ne smije biti pregusto. Nakon uspješne selekcije sadnica, odrasla stabla u sastojini moraju se sjeći na način da se omogućuje odgovarajući uvjeti svjetlosti i vlage za razvoj mladica ciljanih vrsta drveća.

Prirodna obnova najbolje uspijeva kod hrastova i vrba, a donekle i topola. Uspješna prirodna obnova topole zahtijeva povoljan raspored padalina, podzemnu vodu bogatu hranjivim tvarima i prisutnost prikladne površine, osigurane odgovarajućom riječnom dinamikom. Plavljena područja s nedostatkom kisika nisu prikladna. Međutim, prirodna obnova crne topole može se sastojati i od hibrida sa stranim vrstama topolama. Zbog toga se u Mađarskoj ne koristi prirodna obnova crne topole. Prirodna obnova vrba i topola u Hrvatskoj gotovo da i ne postoji.

Ako je uspjeh prirodne obnove slab, kao dopunu prirodnoj obnovi

može se provesti podsadnja ili treba provesti umjetnu obnovu.

Otvaranje sklopa krošanja

Kako bi se potaknula prirodna obnova, otvaranje sklopa krošanja potiče odrasla stabla na proizvodnju sjemena i osigurava dovoljno svjetla na tlu. Međutim, prejako otvaranje sklopa može rezultirati gustim slojem prizemnog rašća što sprječava prirodnu obnovu. Moguće je stvoriti različite uvjete osvjetljenja, podešavajući odgovarajuće uvjete za različite vrste.

Priprema tla

Za crnu topolu i vrbe potrebno je narušeno tlo na pjeskovitoj podlozi za uspostavu prirodne obnove prije postavljanja sjemena, tj. u proljeće, ako nijedan prirodni geomorfološki proces nije stvorio odgovarajuće stanište. Za ostale vrste drveća, ako je potrebno, sloj grmlja ili prizemnog rašća treba sjeći ili kositi krajem ljeta prije sijanja sjemena. Ponekad se tlo mora preorati kako bi se olakšalo klijanje sjemena.

Zaštita od divljači

Uspješna obnova, posebno u područjima koja obiluju jelenskom divljači i divljim svinjama, ovisi o gospodarenju divljači. Pomladne površine moraju biti ograđene, a ograda treba biti ukopana u tlo najmanje 30 cm kako bi se spriječilo da ih životinje maknu.



Slika 3.1.1-2: Prirodna obnova tvrdih listača

Umjetna obnova

Umjetna obnova koristi se u situacijama kada prirodna obnova nije moguća ili dovoljna. To uključuje, ali nije ograničeno na: potrebu za promjenom sastava vrsta drveća, nedostatak odgovarajućih svjetlosnih uvjeta zbog guste prizemne vegetacije (koja se može sastojati i od stranih biljnih vrsta), sniženi vodostaji koji sprječavaju prirodnu obnovu itd. Umjetna obnova se stoga uglavnom koristi za obnovu starih poplavnih sastojina, za obnavljanje sastojina narušenog zdravstvenog stanja zbog bolesti, štetnika ili vjetroloma, za uspostavljanje novih poplavnih šuma na golim površinama (supstitucija plantaža, pošumljavanje), kod vrsta koje se teško pomlađuju prirodnim putem te za osiguravanje genetske raznolikosti i potporu prirodnim procesima koje vode k otpornijim i fleksibilnijim šumama.

Priprema tla

Prije sadnje ili sjetve mora se ukloniti većina ostataka, poput panjeva ili grana, koja je ostala nakon uklanjanja stabala. Pri tome treba ostaviti i do 10% drvnog ostatka u svrhu zaštite biološke raznolikosti jer pružaju stanište brojnim životinjama i gljivama (poglavlje **3.2.6 „Gospodarenje šumama topola i njihova raznolikost“**). Ako su prisutni korovi poput kupine (*Rubus* sp.), grmlje ili strane vrste biljaka, njih također treba ukloniti prije sjetve ili sadnje (slika 3.1.1-4).

Na osjetljivim tlima i na osjetljivim staništima kao što su močvare, mala korita itd. treba izbjegavati upotrebu teških strojeva jer uzrokuju oštećenje i sabijanje tla.

Selekcija šumskog reprodukcijskog materijala

Postoje četiri kategorije šumskog reprodukcijskog materijala: poznato porijeklo, selekcioniran, kvalificiran i testiran. Genetska kvaliteta i kontrola obilježja umjetno obnovljene sastojine povećava se od kategorije poznato porijeklo do kategorije testiran. Općenito, kvalificirani i testirani reproduktivni materijal proizaći će iz sjemenskih sastojina, roditelja iz obitelji, klonova ili klonskih smjesa, dok reproduktivni materijal poznatog porijekla može potjecati iz sjemenskih izvora ili sastojina, a selekcionirani reproduktivni materijal iz šumskih sastojina pokazuje vizualnu superiornost u brojnim važnim karakteristikama.

Kad je moguće, treba koristiti kvalificirani ili testirani šumski reprodukcijski materijal. Kad to nije moguće, selekcionirani materijal ima prednost pred onim iz kategorije poznato porijeklo. Međutim, kvalificirani i testirani šumski reprodukcijski materijal često je rezultat intenzivnih uzgojnih aktivnosti, što uključuje smanjenje genetske raznolikosti.

Mora se poštivati nacionalno zakonodavstvo o podrijetlu šumskog reprodukcijskog materijala koji će se koristiti.

Selekcija vrsta

Za umjetnu obnovu u poplavnim šumama preporučuju se različite vrste, ovisno o staništu. (1) Riječni grm vrbe pionirska je vegetacija koja se posebno razvija na obalama rijeka; povezan je s većim rijekama i često tvori uski pojas između korita i šuma meke bjelogorice. Grmlje vrba obično zauzima područja koja nemaju površinsku odvodnju kao i stara jezera i zavoje rijeke. (2) Poplavne šume meke bjelogorice rastu u donjim dijelovima poplavnih područja. Takve higrofilne šume kojima dominiraju vrbe i topole i dalje se redovito plave. (3) Poplavne šume tvrde bjelogorice javljaju se na višim dijelovima stvarnih ili bivših poplavnih ravnica u nizinama, širokim dolinama brežuljkastih područja i u podnožju gorja. (4) Prijelazne šume uključuju jako transformirane, umjetne šume ili plantaže kojima se intenzivno gospodari.

Tabica 3.1.1-1: Vrste drveća koje se preporučuje koristiti za umjetnu obnovu u poplavnim šumama, ovisno o vrsti staništa.

Vrsta	Grmlje vrbe	Šuma meke bjelogorice	Šuma tvrde bjelogorice	Prijelazne šume
<i>Acer campestre</i>			X	X
<i>Acer pseudoplatanus</i>			X	X
<i>Alnus glutinosa</i>		X	X	X
<i>Alnus incana</i>		X	X	X
<i>Carpinus betulus</i>			X	X
<i>Fraxinus angustifolia</i>			X	X
<i>Fraxinus excelsior</i>			X	X
<i>Juglans nigra</i>				X
<i>Malus sylvestris</i>			X	X
<i>Prunus avium</i>		X	X	X
<i>Prunus padus</i>		X	X	X
<i>Populus alba</i>		X	X	X
<i>Populus hybrids</i>				X
<i>Populus nigra</i>	X	X	X	X
<i>Populus x canescens</i>		X		X
<i>Pyrus pyraeaster</i>			X	X
<i>Quercus robur</i>			X	X
<i>Salix alba</i>	X	X		X
<i>Salix fragilis</i>	X	X		X
other <i>Salix</i> spp.*	X			
<i>Tilia cordata</i>			X	X
<i>Ulmus glabra</i>			X	X
<i>Ulmus laevis</i>			X	X
<i>Ulmus minor</i>			X	X

*uključujući *S. cinerea*, *S. eleagnos*, *S. purpurea*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. daphnoides*, *S. fragilis*, *S. petandra*

Kada je korištenje stranih vrsta drveća opravdano i dopušteno zakonodavstvom, mogu se koristiti strane vrste topola i njihovi hibridi kao i crni orah (*Juglans nigra*). Svaka odluka treba biti pažljivo donesena, dobro isplanirana, a sve radnje se moraju pratiti. Bagrem (*Robinia pseudoacacia*) i crveni hrast (*Quercus rubra*), dvije vrste koje su česte u poplavnim šumama, ponekad su konkurentnije od domaćih vrsta i njihovo nekontrolirano širenje može dovesti do gubitka biološke raznolikosti. Iako su bagrem i crni orah važne strane vrste s mnogim prednostima za vlasnike šuma i druge dionike, poput pčelara, treba izbjegavati intenzivne plantaze u neposrednoj blizini šumskih rezervata i ugroženih staništa kako bi se spriječila daljnja invazija.

Sadnja stranih vrsta drveća u poplavne šume moguća je samo ako to dopušta odgovarajuće zakonodavstvo koje regulira šumarstvo i zaštitu prirode.

Sjetva i sadnja

U poplavnim šumama sjetva ili sadnja na većim otvorenim površinama ima bolji uspjeh. Veličina površine sadnje ispod 1 ha potiče kolonizaciju invazivne vegetacije koja pokriva tlo. Međutim, u nekim zemljama trenutačno zakonodavstvo nalaže najveću veličinu otvorene površine za sadnju, koja je često premala za optimalan uspjeh.

Sadnju treba provoditi između listopada i ožujka kada sadnice potpuno miruju i najbolje podnose stres uzrokovan podizanjem, rukovanjem, skladištenjem, transportom i samom sadnjom.

Ovisno o udaljenosti između zasađenih sadnica u rasponu od 3 do 2 m, za površinu od 1 ha bit će potrebno između 1100 i 2500 sadnica.

Za većinu poplavnih vrsta drveća najbolja starost sadnica je 1 + 2 kada su sadnice stare tri godine. Za hrast, sadnice koje se sade u male rupe trebale bi biti visoke od 1 do 1,3 m. Sadnice crne topole i vrbe trebale bi biti visoke između 2 i 4 m i zasađene u dubine od 0,8 do 1 m.

Ponekad se sjetvi hrasta može dati prednost pred sadnjom zbog manjeg intenziteta posla i postizanja usporedivih rezultata ukoliko se divljači, posebno divljoj svinji, može onemogućiti pristup području obnove (postavljanjem ograde). Na ravnom terenu uspješnom se pokazala sjetva žira u proljeće specijaliziranim strojem koji otvara tlo i istovremeno sije žir (poglavlje **3.1.4 „Prirodna obnova i obnova sjemenom sastojina hrasta lužnjaka“**). Na brdovitom terenu uspješnom se pokazala sjetva dva do četiri žira, u proljeće, u male rupe nakon ručne pripreme tla.

Njega

Potrebno je ručno njegovanje ponika i pomlatka (uklanjanje korova oko biljke) najmanje jednom u vegetacijskom razdoblju. U slučaju agresivne okolne vegetacije uobičajena je ručna njega nekoliko puta u vegetacijskom razdoblju. Međutim, preživljavanje sadnica povećava se sa svakom dodatnom njegom. Najbolje je provesti dva do četiri ciklusa njege u vegetacijskom razdoblju.

Njegu treba provoditi barem dok mladica ne bude viša od okolnog korova. Njega topola trebala bi se provoditi jednom godišnje, dvije do četiri godine nakon što su mladice više od prizemnog raslinja, kako bi se uklonila konkurencija i ubrzao njihov rani rast.

Zaštita od divljači

Ograđivanje velikih površina radi zaštite sadnica i mladih stabala najučinkovitija je zaštita od divljači. Ogradu treba umetnuti u tlo duboko, najmanje 30 cm, kako bi se spriječilo da je životinje uklone. Također se može koristiti individualna zaštita sadnica (poglavlje 3.2.4 „Kako gospodariti divljači i zaštititi šume od šteta“).



Slika 3.1.1-3: Umjetna obnova u Sloveniji; a) Rast sadnica hrasta lužnjaka u prvom periodu rasta; b) Potrebni su radovi njege kako bi se oslobodile zasadene sadnice crne joha; c) Individualna zaštita crne topole neposredno nakon sadnje nužna je mjera za zaštitu sadnica od pašarenja

Panjača i srednja šuma

Panjača je česti uzgojni oblik u poplavnim šumama i dobar je način uzgoja za topolu, vrbu, hrast, jasen i joha. Uzgoj panjača temelji se na brzom ponovnom rastu nakon sječe stabala, što omogućava panjevima da se obnavljaju niz godina.

Panjača se vegetativno obnavlja iz panja (izbojci iz panja) i korijena (izbojci iz korijena). Pri tome dovoljna količina svjetla mora prodrijeti do zemlje kako bi se podržao snažan rast. Zbog toga treba istodobno sjeći dovoljno veliku površinu panjače, tj. 0,1 do 0,2 ha. Međutim, stabla se ne mogu neprekidno koristiti u ophodnjama, jer nakon nekoliko ophodnji imaju tendenciju gubljenja snage, ne uspijevaju potjerati izbojke i na kraju odumiru.

U slučaju hrastova, jasena i johe prihvaćaju se dvije, ponekad i tri ophodnje. Topole i vrbe, posebno na siromašnim staništima, često se koriste u nekoliko ophodnji. Stoga se povremeno mora omogućiti priljev sadnica proizvedenih spolnim razmnožavanjem. I prirodna obnova i sadnja mogu se koristiti, slijedeći gore opisana pravila, za obnovu dijelova panjača.

Panjače mogu poslužiti kao koristan alat za mjere genetskog očuvanja *in situ* ili, ako je cilj smanjenje intenziteta gospodarenja, općenito za očuvanje biološke raznolikosti.



Slika 3.1.1-4: Agresivna divlja loza prerasta pomladak u progali među krošnjama uz Dravu, Mađarska

Izgleđi za budućnost i sažetak

Obnovom se šuma može prilagoditi izmijenjenim uvjetima okoliša. I prirodna i umjetna obnova igraju važnu ulogu u održivom, prirodni bliskom gospodarenju poplavnim šumama. Prednost treba dati prirodnoj obnovi jer omogućuje prilagodbu prirodnom selekcijom i jeftinija je, ali često nije moguća u bolesnim i oslabljenim šumama, kao i u nedostatku odgovarajućih izvora sjemena. U tim slučajevima koristi se umjetna obnova. Izbor vrsta drveća i provenijencija, posebno s obzirom na buduću klimu, presudan su korak u umjetnoj obnovi.

Zahvale

Zahvaljujemo se Silviji Krajter Ostoić, Markusu Sallmannshoferu i Marku Kovaču na njihovoj pomoći u pripremi ovoga poglavlja.



3.1.2 Podrška prilagodbi šuma odabirom prikladnog šumskog reprodukcijskog materijala

Markus Sallmannshofer, Silvio Schöler

Ograničenja nacionalnog prenošenja sjemena i provenijencijskih regija

Prisutnost i rasprostranjenost šumskih ekosustava u Europi i Podunavlju, kao i rasprostranjenost vrsta drveća nisu ograničeni državnim granicama. Također, lokalna prilagodba vrsta drveća slijedi prvenstveno topografske strukture (npr. planinski lanci) i klimatske zone, a zatim državne ili regionalne granice. Međutim, propisi o korištenju i očuvanju šumskog reprodukcijskog materijala (sjeme, sadnice, reznice ...) razvijeni su uglavnom na državnoj, a u nekim slučajevima čak i na regionalnoj razini.

Na državnoj razini, poplavne šume često čine samo mali udio u ukupnoj površini šuma neke zemlje. Upravo zbog ove činjenice čest je nedostatak prikladnog sadnog materijala dobro prilagođenog poplavnim šumama u slučajevima kada se može koristiti samo šumski reprodukcijski materijal proizveden u toj zemlji. Prilikom zakonske regulacije korištenja šumskog reprodukcijskog materijala treba uzeti u obzir prekograničnu povezanosti poplavnih šuma. Ukoliko se o tome ne vodi računa, takvo rješenje neće biti u skladu s postojećim ekološkim uvjetima u poplavnim šumama. Na primjer, šumski reprodukcijski materijal ne-poplavnih šuma iste provenijencijske regije može biti neprilagođen i općenito neprikladan za sadnju u poplavnoj šumi što rezultira nižom stabilnošću šuma, većom stopom zaraženosti štetnicima i nižom plastičnošću i otpornošću šuma.

Abiotički stresni čimbenici uzrokovani klimatskim promjenama

Očekuje se da će klimatske promjene rezultirati promjenom okolišnih uvjeta u svim šumama, uključujući i one poplavne. Klimatske promjene uključuju ne samo porast temperature, već i promjene u učestalosti i sezonskoj raspodjeli oborina, kao i sve veću učestalost i veličinu klimatskih ekstremnih događaja, poput oluja, suša i poplava. U južnoj Europi učestalost suše raste, posebno u proljeće i ljeto, dok se u južnoj i istočnoj Europi očekuje smanjenje poplava. Kao posljedica klimatskih promjena, rasponi rasprostranjenosti vrsta šumskog drveća mijenjaju se - prateći promjene u njihovoj prikladnosti i prilagodljivosti staništu.

Posljedice i interakcije klimatskih promjena s biotičkim stresnim čimbenicima

Očekuje se da će se biotički poremećaji povećavati s promjenjivim područjima rasprostranjenosti štetnika i patogena i njihovih drvenastih domaćina. Primjerice, toplije zimske temperature mogu povećati stope preživljavanja štetnika i pozitivno utjecati na razvoj bolesti što može rezultirati njihovim potencijalnim širenjem, dok osjetljivost domaćina može rasti. Uz to, očekuje se da će sposobnost prilagodbe biti veća za štetnike i bolesti nego za vrste drvenastih domaćina zbog brže izmjene generacija. Slično kao štetnici i bolesti, rasprostranjenost stranih vrsta biljaka može se povećati što rezultira većim konkurentskim pritiskom na autohtone biljne zajednice.

Kašnjenja u prilagodbi i potpomognuta migracija

U usporedbi s drugim organizmima životni ciklusi stabala su dugi. Dakle, sposobnost prilagodbe i migracijske sposobnosti šumskog drveća manja je od brzine klimatskih promjena, narušavajući vezu između klimatskih i lokalnih prilagodbi. Ovo se suprotstavlja paradigmi "lokalno je najbolje". Očekuje se da će se kod velikog broja vrsta šumskog drveća pojaviti takozvano „kašnjenje u prilagodbi“. Očekuje se da će kašnjenje u prilagodbi, uzrokovano brzim promjenama u uvjetima okoliša, dovesti do ozbiljnog poremećaja u šumskim ekosustavima.

Predlaže se umjetni prijenos šumskog reproduktivnog materijala s odgovarajućih lokacija kako bi se ubrzali procesi prilagodbe i smanjilo kašnjenje u prilagodbi. Ne samo da bi se stopa preživljavanja mogla potencijalno povećati, nego postoji i mogućnost za poboljšanje rasta i otpornosti. Stoga su šumarski stručnjaci suočeni s izazovom pronalaska dobro prilagođenog sadnog materijala za obnovu budućih šuma.

Smjernice za korištenje REFOCuS zona prijenosa sjemena i modela distribucije vrsta s promjenama klime

Kako bi se podržalo planiranje umjetne obnove u poplavnim šumama, razvijeni su modeli rasprostranjenosti vrsta i zone prijenosa sjemena za zemlje projekta REFOCuS (<http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/refocus/outputs>).

S klimatskim promjenama, ove će zone također dinamički promijeniti svoj prostorni opseg. Razvijeni alat omogućuje onima koji gospodare šumama i bave se njihovim očuvanjem da odaberu šumski reproduktivni materijal koji je pogodan za buduće

klimatske uvjete određenog područja.

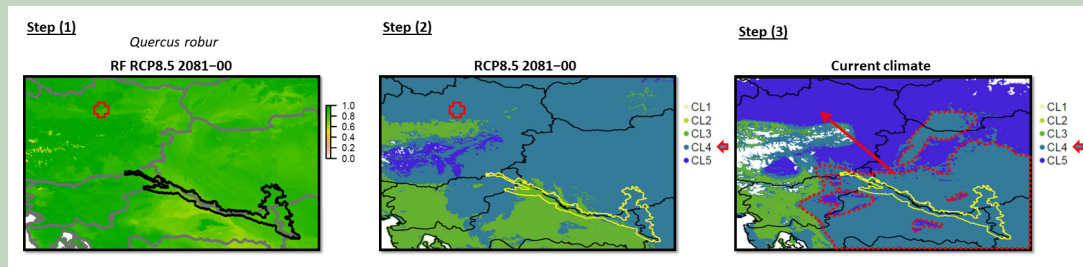
Rezultati su prikazani kao niz prekograničnih karata (opisi i poveznice u Dodatku) za sedam poplavnih vrsta drveća prisutnih u Austriji, Hrvatskoj, Mađarskoj, Srbiji i Sloveniji, kao i u dijelovima susjednih zemalja. Da bi se identificirao šumski reprodukcijski materijal koji će se saditi, treba koristiti dvije vrste karata u tri koraka:

1. Treba provjeriti buduću prikladnost klimatskih uvjeta na mjestu sadnje.
2. Ako su uvjeti u budućnosti prihvatljivi za određenu vrstu na planiranom mjestu sadnje, odabire se provenijencija prikladna za buduće uvjete. Da bi se pronašla ova provenijencija, mora se odrediti zona prijenosa sjemena koja će se vjerojatno pojaviti u budućnosti na mjestu sadnje.
3. Nakon toga, karta zone prijenosa sjemena koja će se pojaviti u budućnosti na mjestu sadnje mora biti smještena u trenutačnoj klimi. Zona prijenosa sjemena u trenutačnoj klimi predstavlja područje odakle će se nabavljati šumski reprodukcijski materijal za sadnju.

Dostupni su kompleti karata za ekstremni (RCP 8.5) i umjereni scenarij klimatskih promjena (RCP 4.5).

Primjer A

Poduzeće za gospodarenje šumama smješteno u zapadnoj Donjoj Austriji (crveni križ na karti, slika 3.1.2-1) suočava se s gubitkom glavnih vrsta drveća uzrokovanim klimatskim promjenama. Nakon provjere prikladnosti hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) u budućim klimatskim uvjetima s RCP 4.5 i 8.5 za lokaciju poduzeća (oba s vjerojatnošću pojave 0,8-1,0 za vrstu), uprava odlučuje saditi taj hrast lužnjak (korak 1). Nakon toga trebaju odabrati provenijenciju. Odabrana provenijencija mora se prilagoditi relevantnim klimatskim uvjetima koji će se vjerojatno pojaviti u budućnosti. Stoga se utvrđuje koja će zona prijenosa sjemena „CL4“ biti prisutna na mjestu lokacije poduzeća oko 2100. godine (korak 2). Konačno, za prijenos je odabran šumski reprodukcijski materijal provenijencije koji već danas raste u istim klimatskim uvjetima, odnosno odabrana je zona „CL4“ (korak 3).



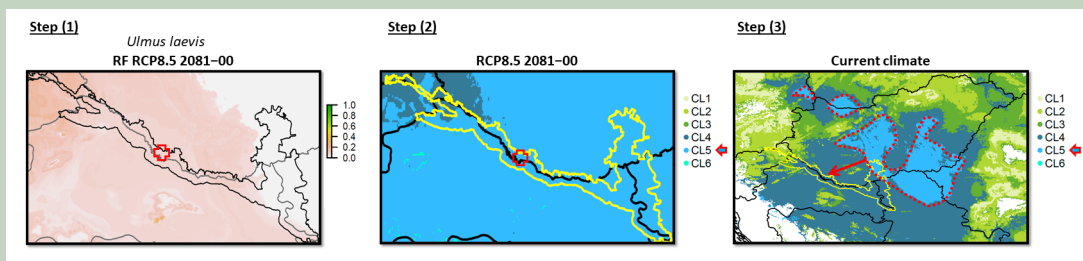
Slika 3.1.2-1: Primjer prijenosa prema modeliranim zonama prijenosa sjemena razvijen u sklopu projekta REFOCuS

Primjer B

Šumarsko poduzeće ima za cilj obnovu i očuvanje postojeće potencijalne vegetacije u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav na hrvatsko-mađarskoj granici (crveni križ na karti, slika 3.1.2-2). Vrsta koja nas zanima je brijest vez (*Ulmus laevis*). Trenutni klimatski uvjeti su izvrsni (vjerojatnost pojave 0,8-1,0, nije prikazano u nastavku), ali klimatski uvjeti u scenarijima RCP 4,5 i 8,5 predviđaju da će mjesto postati manje pogodno za željenu vrstu. Predviđena vjerojatnost pojave pod scenarijem RCP 8.5 je ispod 0,2 (korak 1). Ipak, u svrhu očuvanja upravitelji odlučuju zasaditi brijest vez računajući na

- prirodnu sposobnost vrsta drveća da se prilagode budućim uvjetima i
- određivanje podrijetla klimatskih uvjeta koji će se vjerojatno pojaviti u budućnosti.

Stoga se utvrđuje da je zona prijenosa sjemena „CL5“ prisutna na mjestu oko 2100. godine (korak 2). Konačno, šumski reprodukcijski materijal je podrijetla koji već danas pokazuje iste klimatske uvjete, pa je odabran za prijenos iz trenutne zone „CL5“ (korak 3).



Slika 3.1.2-2: Primjer prijenosa prema modeliranim zonama prijenosa sjemena razvijenim u sklopu projekta REFOCuS

Ograničenja

Karte su moderni alat za podršku praksi. Ipak, postoje neka ograničenja koja treba uzeti u obzir prilikom korištenja karata:

- Modeli uključuju samo klimatske varijable. Oni koji gospodare šumama moraju uzeti u obzir ostale biotičke i abiotičke čimbenike na temelju svog poznavanja lokalnih uvjeta (npr. opskrba i razina podzemne vode, tlo, oluje, štetnici i bolesti itd.).
- Sposobnost vrsta drveća da se prilagode promjenjivim klimatskim uvjetima teško je kvantificirati za vrste drveća i pojedinačne populacije. Stoga se opseg “kašnjenja u prilagodbi” ne može precizno kvantificirati. Ipak, pažljiv prijenos šumskog reprodukcijskog materijala uzimajući u obzir i navodne negativne učinke (npr. povećana osjetljivosti na mraz) za neke je vrste drveća najbolja opcija za prevladavanje kašnjenja u prilagodbi.
- Scenariji klimatskih promjena uključuju nesigurnosti što i predviđanja čini nesigurnima.

3. SMJERNICE ZA GOSPODARENJE POPLAVNIM ŠUMAMA

- Interpolirani i smanjeni klimatski podaci možda se neće uklapati u lokalne uvjete (mikro)lokacija od interesa ili provenijencija koje treba preseliti.
- Današnja rasprostranjenost drveća, što je osnova za modele, pod jakim je utjecajem čovjeka.



3.1.3 Očuvanje šumskoga genofonda za stručnjake u praksi

Gregor Božič, Marjana Westergren, Marko Kovač

Dugovječno šumsko drveće tijekom života mora se boriti s raznim abiotičkim (npr. klimatskim) i biotičkim stresnim čimbenicima. Stoga bit šumarske etike koja vodi profesionalni rad u šumarstvu mora biti održivo gospodarenje šumama, uz poštivanje načela genetske održivosti. Samo to će u budućnosti osigurati sve dobrobiti koje nam daje šuma. Vrste šumskog drveća rastu u različitim ekološkim uvjetima kojima su se prilagodile prirodnom (a ponekad i umjetnom) selekcijom. U prosjeku vrste šumskog drveća imaju visoku genetsku raznolikost unutar populacije. Ova velika raznolikost unutar populacije čini šumske sastojine otpornijima na razne abiotičke i biotičke stresne čimbenike, jer genetske razlike među drvećem mogu nekima omogućiti da prežive i razmnožavaju se čak i ako drugi to ne čine, čime se omogućava kontinuirana prilagodba na nova okruženja putem evolucijskih promjena.

Genetsku raznolikost drveća nije lako uočiti i kvantificirati. Obično je promatramo i proučavamo kroz:

- fenološku raznolikost,
- razlike u rastu,
- oblik debla,
- stupanj otpornosti na biotičke i abiotičke štetne čimbenike,
- polimorfizam alela (molekularni biljezi) unutar i između populacija.

Očuvanje i održivo korištenje genetske raznolikosti šuma nužan je, ali ne i lak zadatak. U prošlosti (a u većini svijeta i danas), šuma, usluge ekosustava koje pruža i njezini genetski resursi u praksi imaju malu vrijednost. Globalno, glavne prijete šumskim genetskim resursima su: industrijsko šumarstvo koje koristi materijale uske genetske baze, gubitak staništa uslijed krčenja šuma, fragmentacije, urbanizacije i požara, zamjena autohtonih šuma plantažama stranih vrsta drveća, neprikladna i nekontrolirana upotreba šumskog reprodukcijskog materijala, gubitak lokalnih rasa i autohtonih populacija, invazivne vrste, klimatske promjene.

Međutim, brzina klimatskih promjena i njihovi nepredvidivi obrasci na lokalnoj razini, kao načelo opreza, zahtijevaju očuvanje genetske raznolikosti i njihove otpornosti, uključujući adaptivni potencijal šuma. Ove teme postaju jedan od najvažnijih zadataka



Slika 3.1.3-1: Crna topola (*Populus nigra*) *in-situ* očuvanje i sjemenska sastojina u Hrvatskoj

šumarske znanosti, politike i prakse.

Obnova šuma ključna je faza u prenošenju genetičkih podataka sa stare sastojine na novu. Međutim, šumski genetski izvori mogu biti ugroženi unatoč prirodnoj obnovi, ovisno o korištenim šumsko uzgojnim postupcima i broju stabala koja gene prenose na sljedeću generaciju. Ponekad je potrebna umjetna obnova kako bi se sastojina obogatila novim genetskim varijantama. Pri odabiru provenijencija za sadnju, prioritet mora imati očuvanje genetske raznolikosti i stabilnosti. Šumski reprodukcijski materijal iz naprednih programa oplemenjivanja ima superiorne kvalitete rasta, ali često smanjenu genetsku varijabilnost. S druge strane, genetska varijabilnost obično se povećava u sjemenskim sastojinama, gdje se promiče unakrsno oprašivanje i izmjena gena među drvećem. Novo područje je i oplemenjivanje radi otpornosti na bolesti poput odumiranja jasena. Rezervoar postojeće genetske raznolikosti mora biti dostupan kako bi se programi oplemenjivanja obogatili novim genetskim varijantama, kada se pojave novi stresni čimbenici.

Genetski resursi mogu se sačuvati statičkim i dinamičkim očuvanjem, *ex situ* ili *in situ*. Postoji konsenzus da je dinamičko očuvanje *in-situ* u tzv. jedinicama za očuvanje gena najprikladnije za održavanje evolucijskih procesa u populacijama drveća, a time i adaptivni potencijal šumskog drveća. Jedinice za zaštitu gena su šumske sastojine koje su se prilagodile određenim uvjetima okoliša ili imaju različite karakteristike. Tipično se nalaze u šumama kojima se upravlja za različite namjene, zaštićenim područjima ili sjemenskim sastojinama i njihovo gospodarenje ima za cilj održavanje i jačanje dugoročnog evolucijskog potencijala ovih populacija drveća. Obično se obnavljaju prirodno, a povremeno



Figure 3.1.3-2: *Ex situ* kolekcija klonova odabranih starih stabala crne topole iz rijeke Mure u Sloveniji

i šumskim reprodukcijskim materijalom prikupljenim u istoj sastojini ili u njezinoj blizini, tj. u istoj populaciji (slika 3.1.3-1).

Određivanje sjemenskih sastojina i proizvodnja šumskog reprodukcijskog materijala mora slijediti ne samo ekonomske interese (npr. poboljšanje kvalitete drva), već i održavanje genetske raznolikosti i poboljšanje otpornosti populacija šumskog drveća. Dakle, dovoljno stabala za razmnožavanje (dominantna i kodominantna stabla koja cvjetaju i međusobno se oprašuju) mora biti prisutna u sjemenskim sastojinama na dovoljnoj udaljenosti da bi se izbjegle obiteljske strukture i križanje u srodstvu. Uz dovoljni broj takvih stabala za razmnožavanje, šumski reprodukcijski materijal treba sakupljati s dovoljno stabala kako bi se osigurala odgovarajuća genetska varijabilnost. Podrijetlo šumskog reprodukcijskog materijala također je bitno. Korištenje lokalnog šumskog reprodukcijskog materijala i dalje se smatra najpoželjnijim (savjetuje se pročitati poglavlje **3.1.2 „Podrška prilagodbi šuma odabirom odgovarajućeg šumskog reprodukcijskog materijala“**).

Praktične mjere očuvanja šumskih genetskih resursa u poplavnim šumama

Razvoj poplavnih šuma modulira se vodom. U neposrednoj blizini plovnih putova, šume su izložene svakodnevnim kolebanjima pulsiranja vodotoka, neprekidnom kretanju materijala i dugotrajnim poplavama. Suprotno tome, šume dalje od vodotoka manje su pod utjecajem poremećaja, poplave i kretanje materijala sezonski su, a podzemne vode imaju puno veći utjecaj. Ovisno o udaljenosti od vodotoka, drveće je razvilo različite strategije prirodne obnove. Tamo gdje se javljaju dnevne fluktuacije, vegetativno razmnožavanje (sa samog stabla ili plutajućeg biljnog materijala) najučinkovitije je zbog velikih poremećaja. Spolno razmnožavanje sjemenom obično se događa u područjima koja su manje izložena stalnim kolebanjima vode. Zbog poremećaja u poplavnim šumama i poteškoća u njihovoj obnovi, za očuvanje šumskih genetskih resursa preporučuju se sljedeće mjere:

- Obnova panjača pionirskih vrsta drveća koje rastu izravno uz vodotoke trebala bi biti postupna.
- Njega sastojina trebala bi se temeljiti na uklanjanju oštećenih i sliabo vitalnih stabala ili njihovih dijelova. Treba poticati sve autohtone vrste vrbe (*Salix* sp.), topole (*Populus* sp.) i johe (*Alnus* sp.).
- U panjačama treba izbjegavati sječū stabala iznad određenog

prsnog promjera, jer se time uklanjaju najvitalnija i najkvalitetnija stabla, a time i genetska varijabilnost tih stabala iz sastojine. Slaba i manje vitalna stabla ipak treba ukloniti, dok kvalitetna i vitalna treba ostaviti da daju sjeme i razmnožavaju se.

- Tamo gdje je moguća prirodna obnova, treba je poticati i provoditi stvaranjem nehomogenih svjetlosnih uvjeta uklanjanjem odraslih stabala. Ako su prisutne vrste drveća koje vole sunce, treba dopustiti dovoljno svjetlosti da se izbjegne plagiotropni rast (npr. kod hrasta). Tijekom njege sastojine treba koristiti pionirske vrste drveća.
- U područjima gdje je prirodna obnova narušena, treba saditi ciljane vrste lokalnih provenijencija. Kako bi se spriječilo fragmentiranje poplavnih šuma, treba razmotriti odgovarajuću minimalnu širinu i površinu nasada.
- Tamo gdje je planirana ili je u tijeku prirodna obnova, treba spriječiti ispašu goveda i ovaca. Gustoću populacije divljači također treba regulirati tako da se omogući uspostavljanje dovoljnog broja sadnica po hektaru. Ako se to ne može osigurati, obnova bi se trebala odvijati unutar ograđenih područja.
- Za vrijeme obnove (pa i inače) treba spriječiti zakorjenjivanje i rast invazivnih biljaka (poglavlje **3.2.5 „Gospodarenje stranim vrstama biljaka“**).
- Uz vodotoke, treba ostavljati grmlje i druge biljke jer čine staništa za različite vrste životinja. Tamo gdje je prisutan dabar, treba posaditi ili ostaviti duž vodotoka vrste mekih listača (*Salix* sp., *Populus* sp., *Alnus* sp.) kako bi se izbjegle štete.

Uvijek kad se koristi sadnja, mora se osigurati odgovarajući šumski reprodukcijski materijal. Primjerice, unatoč visokim financijskim ulaganjima u pripremu tla, sadnju, zaštitu i njegu sadnica, posao može biti uzaludan ako zasađena stabla određene provenijencije neće moći preživjeti i dobro rasti ili se prilagoditi budućim uvjetima.

Izgleđi za budućnost i sažetak

Očuvanje i zaštita šumskih genetskih resursa ne isključuje gospodarenje šumama. To samo znači da se svaka mjera mora uzeti u obzir s obzirom na njezine učinke na genetsku raznolikost i strukturu populacije. Ako se to ne učini, gospodarenje može imati dugotrajne negativne posljedice na genetske resurse.

Preporuka za web stranicu: [EUFORGEN: www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)



3.1.4 Prirodna obnova i obnova sjemenom sastojina hrasta lužnjaka

Gyula Kovács, Markus Sallmannshofer

Uvod

Prirodna obnova hrastova vrlo je povoljno rješenje s ekološkog i sa stajališta zaštite prirode. Ekonomska prednost ove metode je u tome što se koristi lokalni reprodukcijски materijal koji je jeftin. Mana je što svake godine urod žira ne mora biti dovoljan. Zbog klimatskih promjena suše su postale češće i intenzivnije, što stvara probleme u prirodnoj obnovi. U slučaju hrasta lužnjaka još važniji čimbenik je sniženje razine podzemne vode. Važan uvjet za dobar urod žira je i da krošnja stabla bude dovoljno velika kako bi mogla proizvesti dovoljnu količinu žira. U slučaju male krošnje uzaludni su dobri terenski uvjeti.

Nadalje, velika populacija divljači, potreba hrasta lužnjaka za svjetlom, jaka konkurencija korova i invazivnih stranih biljnih vrsta (npr. *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*) znatno otežavaju prirodnu obnovu.

Nedostatak uroda žira može se nadoknaditi podsijavanjem kojim se oponaša prirodna obnova. Prednost ove metode je u tome što se može koristiti reprodukcijски materijal s boljim genetskim svojstvima. To povećava vrijednost šumskog fonda, ali tehnika je skuplja od prirodnog pomlađivanja.

Na primjer, u Mađarskoj se sastojine hrastovih poplavnih šuma gotovo isključivo umjetno obnavljaju sada i prije, sadnicama ili sjetvom žira. Sjetva žira se preferira u šumarskoj praksi, jer nema troškova proizvodnje sadnica i mogu se izbjeći negativni učinci presađivanja. Međutim, nije moguće dobiti odgovarajuću količinu i kvalitetu žira svake godine, a sadnju sadnicama je lakše planirati. Sjetva žira je stoljetna praksa.

Danas je svijest o pravilnom odabiru šumskog reprodukcijskog materijala koji odgovara ciljevima gospodarenja, posebno budućim uvjetima okoliša, mnogo veća.

Upravljanje prirodnom obnovom

U poplavnim hrastovim šumama prirodna je obnova zahtjevan i ozbiljan profesionalni izazov. Trajanje razdoblja obnove određeno je velikom potrebom za svjetlošću mladih biljaka hrasta lužnjaka. Stoga se prirodno iznikle biljke mogu zasjeniti 1-2 (najviše 3) godine, ali samo uz značajno smanjenje sklopa. Također se ne

preporučuje dogoditi dovršni sijek preostale sastojine kad za to dođe vrijeme.

Koraci za postizanje prirodne obnove

Priprema šumskih sastojina za proizvodnju žira. Smanjenje zastora krošanja: uklanjanje pojedinačnih stabala s malim krošnjama, s lošom genetikom, potisnutih i deformiranih jedinki kako bi se izbjeglo njihovo razmnožavanje. Preporučuje se samo umjereno smanjenje zbog rizika od jačeg izbijanja izbojaka i živica i nove konkurencije korova. Ako je prisutan podstojni sloj drveća ili grmlja, mora se djelomično posjeći ako je pregust, kako bi se omogućilo uspostavljanje obnove. Mora se održati važna funkcija zasjenjivanja debila i tla.

Nakon *pojave pomlatka*, potrebno je postaviti traktorske vlake, nakon čega slijedi *dovršni sijek* u roku od 1-2 (3) godine.

Popunjavanje se obično može obaviti umjetno uzgojenim sadnicama iz šumskih rasadnika. Ovdje je moguće uključiti primiješane vrste, ali često se one pojavljuju i same te mogu prerasti hrastove u početnoj fazi. Potrebno je pratiti dinamiku rasta i pažljivo planirati prostornu raspodjelu različitih vrsta u jednoj sastojini (poglavlje 3.2.6 „**Pristupi kombiniranju gospodarenja šumama topola i raznolikosti u gospodarenju poplavnim šumama**“ i 3.2.2 „**Optimizacija proizvodnje visokokvalitetnih trupaca u sastojinama tvrdih listača**“).

Suzbijanje korova potrebno je provoditi (3-) 4 godine. To se obično radi mehanički, a ponekad je kemijsko suzbijanje jedina šansa za uspješnu kontrolu korova i drugih stranih vrsta. Takvi se problemi javljaju posebno na vlažnim mjestima i sa sve većom pojavom stranih vrsta biljaka (npr. *Impatiens glandulifera* na Muri i Dravi). Posebno je važno ukloniti strane invazivne vrste drveća (npr. *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, poglavlje 3.2.5 „**Gospodarenje stranim invazivnim biljkama**“). Na nekim lokalitetima (npr. šuma Gemenc uz Dunav u Mađarskoj) ove invazivne strane vrste su toliko brojne da onemogućavaju prirodnu obnovu ili se ona može postići samo uz velike troškove.

Metode prirodne obnove

- **Obnova oplodnim sječama:** kontinuirana metoda u više koraka, primjenjiva u homogenim zalihama, najčešći postupak u velikim hrastovim sastojinama npr. u Slavoniji, Hrvatska.
- **Grupimična obnova:** Može se koristiti u heterogenim

sastojinama i zahtijeva duži vremenski period. Zbog toga je teško udovoljiti svjetlosnim zahtjevima hrasta lužnjaka. Ovom metodom se postiže strukturna raznolikost i omogućava uključivanje drugih vrste drveća kontrolirajući raznolikost svjetlosnih uvjeta.

- **Oplodna sječa na krugove:** Slično grupimičnoj obnovi, ali u manjem mjerilu, s promjerom kruga maksimalno do jedne duljine stabla. Kad je pomladak unutar kruga star 2-3 godine, krugovi se šire u skladu s rastom pomlatka.



Slika 3.1.4-1: a) U napludnom sijeku izvrsni hrastovi ostaju u šumskoj sastojini za proizvodnju žira do završnog sijeka. b) Hrastov trupac duljine 23,4 m ispred sastojine gospodarene oplodnim sječama u posljednjoj fazi sječe

Praktična primjena metoda prirodne obnove

Uz Dravu na mađarskoj strani provjerena metoda koja se primjenjuje kada su dostupni veliki urodi žira je takozvano “rezanje uroda žira”. Gola sječa se obavlja zimi neposredno nakon uroda žira. Cilj ove metode je obuhvatiti veliku količinu pomlatka koja na ovaj način neće ostati u sjeni matičnih stabala.

U slučaju normalnog uroda žira u godini uroda radi se redukcija sklopa krošanja za 40-60% (napludni sijek). Istodobno se uklanjaju vrste sjene, podstojna etaža i sloj grmlja prije dovršnog sijeka u roku od najviše dvije godine. Minimalna gustoća pomlatka za zadovoljavajuću obnovu je 3-4 biljke po kvadratnom metru. Ako nije zabranjeno, kemijsko suzbijanje korova u godini uroda žira može značajno poboljšati obnovu.

Podsijavanje

Postupak je kombinacija prirodne i umjetne obnove. Niski ili nedovoljni urodi žira mogu se nadopuniti ili zamijeniti sa do 300-400 kg/ha žira. Prednost ove metode je u uspostavljanju obnove s boljom genetskom kvalitetom od postojeće šumske sastojine. U slučaju sjetve u linije, suzbijanje korova može se mehanizirati. Očekivana gustoća sadnica je također 3-4 biljke po kvadratnom

metru.

Umjetna obnova sjetvom žira

U poplavnim sastojinama hrasta umjetna je obnova tipična praksa koja podrazumijeva sadnju sadnica (poglavlje **3.1.5 „Dodatno obogaćivanje, obnavljanje i osnivanje hrastovih sastojina umjetnom obnovom“**) ili sjetvu žira na velikim površinama. Sjetva je poželjna kada je na raspolaganju dovoljno žira. Stoga je u Austriji sadnja (po mogućnosti u skupinama) česta. U Mađarskoj se uspješnom pokazala umjetna obnova hrasta, količina od 300-400 kg/ha žira, nakon cjelovite ili djelomične pripreme tla, mehaničkom ili ručnom sjetvom žira u količini od 300 do 400 kg/ha s razmakom u redovima od 1,5-1,8 m. Tlo se priprema plugom ili malčerom kako bi se olakšalo preživljavanje mladih biljaka.

Problemi i preporuke

Posljednjih godina klimatski uvjeti poput suhih zima praćenih sušama u toplom travnju i kolovozu onemogućili su obnovu. U prvim godinama nakon klijanja poseban problem je pepelnica. Ponekad žderanje ličinke hrušta može onemogućiti obnovu. Pretpostavlja se da zaraza starih odraslih hrastova hrastovom mrežastom stjenicom (*Corythucha arcuata*) utječe na proizvodnju sjemena (slika 3.1.4-2, poglavlje **3.3.1 „Šumski štetnici i bolesti u svijetu koji se mijenja: važnost ranog otkrivanja“**).



Slika 3.1.4-2: Pepelnica (*Erysiphe*, lijevi list) i hrastova stjenica (*Corythucha arcuata*, desni list) oštećuju list i ugrožavaju obnovu hrasta

Kontrola ličinki hrušta najbolje se provodi u umjetnoj obnovi. Nakon uklanjanja preostalih panjeva iz stare sastojine, tlo se može u potpunosti pripremiti, a kemijska dezinfekcija tla može se napraviti preokretanjem gornjih 30-50 cm. Injektiranje tla, koje je obično manje uspješno, može se primijeniti u obnovama s povećanim i već uočljivim oštećenjima. Jedan od najvažnijih problema je negativan utjecaj divljih životinja na obnovu. I glodavci i kopitari mogu biti ozbiljna opasnost. Trenutno se od kopitara učinkovito može obraniti samo izgradnjom ograda za divljač (poglavlje 3.2.4 „**Kako upravljati divljači i zaštititi šume**“). Ipak, u većini područja i neovisno od primijenjene tehnike obnove, oграда protiv divljači apsolutno je potrebna za uspješnu obnovu.

Izgleđi za budućnost i sažetak

Obnova hrasta zahtijeva veliko šumarsko znanja i vještine. I u umjetnoj i u prirodnoj obnovi konkurencija korova i invazivnih vrsta drveća (*Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*) mora se kontinuirano uklanjati, a zaštita od divljači neophodna je za pomoć pri obnavljanju naših hrastovih sastojina. Već poznati i novi specifični problemi čine ovaj pristup još složenijim i troškovno zahtjevnijim. Ipak, postoji prilično znanja i iskustva o tome kako pravilno obnavljati ovu vrstu.

Zahvala

Zahvaljujemo se na raspravi prilikom pisanja ovoga poglavlja Lajos Gyergyáku i Zoltánu Puskásu.





Slika 3.1.5-1: Grupna sadnja sadnica hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) s 18-25 biljaka na 1 m udaljenosti trenutno je pogodno rješenje za obnovu hrasta u Austriji

3.1.5 Dodatno obogaćivanje, obnavljanje i osnivanje hrastovih sastojina umjetnom obnovom

Silvio Schüller, Hannes Schönauer, Werner Ruhm, Gyula Kovács

I gospodarene i negospodarene šume su podložne stalnim promjenama. U negospodarenim riječnim krajobrazima promjene se događaju zbog fluktuacija vodostaja, poplava i velikih promjena riječnog toka što može rezultirati stvaranjem napuštenih kanala i zamuljivanjem nekadašnjih vodenih putova. Tako nekadašnja šumska staništa meke bjelogorice postaju neprikladna za većinu karakterističnih pionirskih stabala i ustupaju mjesto šumama tvrde bjelogorice. Regulacije vodotoka samo ubrzavaju ovaj proces promjena u šumama. Danas su mnoge šume meke bjelogorice izolirane od riječnih staništa, pa tako i prirodno rasprostranjene i zasađene vrste meke bjelogorice imaju slabi vitalitet i postaju neprikladne za modificirana staništa. Štoviše, invazija stranih vrsta drveća, kao i štetnika i bolesti predstavljaju dodatne izazove i ugrožavaju usluge ekosustava koje pružaju poplavne šume.

Hrast lužnjak, koji je karakteristična vrsta poplavnih šuma tvrdih listača, pokazuje relativno visoku otpornost na štetnike i bolesti, pa bi trebao predstavljati jednu od glavnih ciljanih vrsta za održavanje poplavnih šuma visoke ekološke i ekonomske vrijednosti. Međutim, prirodna obnova hrastova ovisi o dostupnosti obližnjih starih hrastovih sastojina, o dovoljnoj količini sjemena tijekom godina obilnog uroda, o konkurentskoj vegetaciji pri tlu, kao i o gospodarenju s divljači. Stoga bi umjetno osnivanje hrastovih sastojina moglo biti potrebno kako za obnavljanje šuma tvrde bjelogorice u zaštićenim područjima, tako i za uspostavljanje uređenih šumskih područja za proizvodnju visokokvalitetnih trupaca. Tipičan šumskouzgojni cilj gospodarenja hrastom je proizvodnja 60-80 trupaca visoke kvalitete po hektaru s minimalnim prsnim promjerom od 60 cm u roku od 80-150 godina. Za proizvodnju takvih trupaca potrebna je velika gustoća sastojina u ranim fazama (kvalifikacija) kako bi se potaknulo prirodno čišćenje od grana i postigla dovoljna duljina debla bez grana.

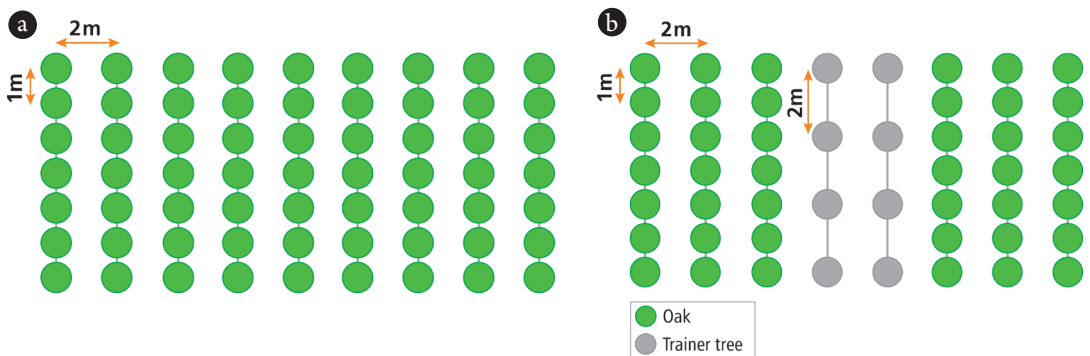
Kako bi se ostvario takav željeni razvoj sastojine, umjetna obnova hrasta može se izvesti u dva različita nacrtu sadnje: ili redovitim sadnjama s visokom početnom gustoćom od najmanje 5000 sadnica po ha ili grupnom/klaster sadnjom gdje se 60 do 80 skupina sastoji od po 25 sadnica po grupi koje se sade po ha na razmacima od 10 do 13 m. Udaljenost između skupina približno je slična budućoj ciljanoj udaljenosti kako bi se omogućio optimalan razvoj krošnje stabla. Oba dizajna sadnje imaju prednosti i nedostatke, a

odabir ovisi o odgovarajućim karakteristikama lokaliteta sadnje i mogućnostima održavanja tog lokaliteta. Treći nacrt sadnje je takozvana sadnja gnijezda, gdje se sadi 20-30 sadnica s vrlo gustim razmakom od oko 0,2 m između stabala. Međutim, utvrđeno je da sadnja gnijezda rezultira nižim preživljavanjem, rastom i kvalitetom stabala. Stoga se ne može preporučiti na temelju dosadašnjeg negativnog iskustva u pokusnim ispitivanjima tijekom posljednjih desetljeća.

Sadnja u redove

Sadnja u redove je uobičajeniji dizajn sadnje. Ovdje se sadnice sade u redove s razmakom od 1-2 m između redova i 1 m unutar redova. Dok je nekad razmak između redova bio obično oko 1 m, što je rezultiralo sa 8000-10.000 sadnica/ha, utvrđeno je da razmaci između redova od 2 m jamče dovoljnu kvalitetu, pa im se stoga daje prednost u posljednjim desetljećima. U sadnji u redove hrast se može kombinirati s vrstama poput graba (*Carpinus betulus*) ili drugim mješovitim vrstama otpornim na sjenu. U takvim slučajevima, nakon 3 reda hrasta trebala bi slijediti 2 reda odgovarajuće miješane vrste, kako bi se omogućila konkurencija među vrstama.

Sadnja u redove ima prednosti kada je riječ o sadnji na velikim površinama i održavanju mjesta sadnje, jer udaljenost redova od 2 m omogućuje učinkovito upravljanje korovom malim strojevima i na taj način smanjuje troškove održavanja. To je posebno važno u poplavnim šumama gdje konkurentna vegetacija autohtonih ili čak stranih invazivnih biljaka lako prerastu sadnice hrasta koje imaju velike zahtjeve za svjetlom. Također, ako se suzbijanje korova radi ručno, radnici mogu lakše prepoznati redove hrasta što rezultira manjim gubitkom sadnica.



Slika 3.1.5-2: Dva nacrti sadnje za sadnju hrasta u redove: a) umjetna obnova samo hrastom; b) hrast pomiješan sa vrstama drveća koja toleriraju zasjenu. Njihov odabir ovisi o mjestu sadnje, ali trebaju biti konkurencija hrastu.

Sadnja u grupama ili klasterima

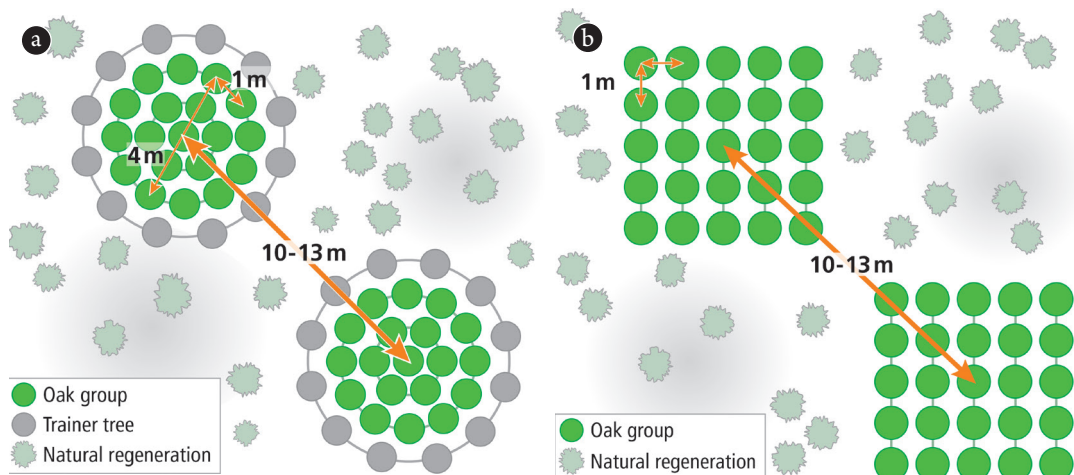
Sadnice hrasta sade se samo na onim mjestima, gdje je potrebno potencijalno ciljano stablo. Prostorna raspodjela skupina ovisi o planiranom razmaku ciljanog stabla, koji se obično može naći na udaljenostima od 10-13 m. Svaka se skupina sastoji od 20-25 sadnica s razmakom od 1 m između stabala. Skupine se mogu rasporediti u kvadrat ili u 2-3 kruga s povećavajućim promjerom. Ovaj drugi način se često naziva sadnja u klasteru. U slučaju sadnje u klasteru, preporučuje se dodatni krug sa stablima „trenerima“.

Između grupa ili klastera može se zasaditi vrsta drveća „trenera“ koji podnosi zasjenu. Međutim, ako je dostupna prirodna obnova jedne ili nekoliko drugih vrsta drveća, one mogu poslužiti kao buduće vrste za „trening“. Prednosti sadnje u grupe i u klasteru su sljedeće:

- Grupe hrasta i potencijalna ciljana stabla nalaze se tamo gdje su potrebne, što omogućava primjenu i u malim i srednjim sastojinama.
- Zbog male udaljenosti među hrastovima, kvaliteta i rast su usporedivi ili čak superiorniji od sadnje u redove, što pokazuje meta-analiza u cijeloj Srednjoj Europi.
- Niži su troškovi zbog manjeg broja sadnica (1500 sadnica/ha), kao i zahtjeva za suzbijanjem korova, jer se korov suzbija samo unutar i oko grupa ili klastera.
- Idealno za sadnju kad se želi povećati raznolikost vrsta drveća i u potpunosti iskoristiti prirodna obnova bez gubitaka u produktivnosti.

Mane grupne sadnje su male i uključuju:

- Zahtijeva strogu kontrolu kompeticije duž kontaktne linije između hrastovih skupina i prirodne obnove kako bi se izbjeglo nadvladavanje hrasta brzorastućim pionirskim vrstama drveća.
- Suzbijanje korova zahtijeva više manualnog rada, kao i stručno i motivirano osoblje za identificiranje skupina hrasta i izbjegavanje gubitka sadnica tijekom gospodarenja. Stoga bi svaka sadnica ili barem vanjski red trebali biti označeni štapićima kako bi se identificirale sadnice tijekom suzbijanja korova.



Slika 3.1.5-3: Dva dizajna sadnje za sadnju hrasta: a) u grupama; b) u klasterima. Kad god je moguće, trebalo bi koristiti prirodnu obnovu za popunjavanje područja između hrastovih grupa/klastera. Međutim, ako nisu dostupne, umjesto prirodne obnove bilo koja druga vrsta drveća ili mješavina vrsta drveća otpornih na zasjenu može se saditi s manjom gustoćom sadnica.

Smjernice za budućnost i sažetak

Umjetna obnova hrasta važna je tehnika za obnovu hrastovih šuma zbog očuvanja šuma i proizvodnje ciljane sortimentne strukture. Ovisno o odgovarajućim uvjetima na određenom lokalitetu i mogućnostima gospodarenja, mogu se uspješno primijeniti i sadnje u redove i sadnje u grupe. Oba dizajna sadnje zahtijevaju, slično kao kod prirodne obnove hrasta, šumskouzgojne vještine i znanja, kontinuirano uklanjanje korova i invazivnih vrsta, kao i zaštitu od divljači. Prednost sadnje u grupe ili klastera su niži troškovi tijekom osnivanja i puna integracija dostupne prirodne obnove što vjerojatno rezultira većom raznolikošću vrsta drveća.



3.2 Gospodarenje šumama i njihovo očuvanje

3.2.1 Ciljevi gospodarenja biološkom raznolikošću i očuvanjem šuma

Katharina Lapin, Janine Oettel, Kerstin Böck, Maarten de Groot, Alen Kiš, Marjana Westergren

Biološka raznolikost u poplavnim šumama je u opasnosti

Biološka raznolikost je varijabilnost među živim organizmima iz svih izvora uključujući kopnene, morske i druge vodene ekosustave i ekološke komplekse čiji su dio. To uključuje raznolikost unutar i između vrsta ili ekosustava. Poplavne šume pružaju višestruke usluge ekosustava i domaćin su velikom udjelu kopnene biološke raznolikosti u Europi. Međutim, biološka raznolikost poplavnih šuma je ugrožena. Glavne prijetnje poplavnim šumama su degradacija staništa, klimatske promjene, regulacija rijeka i invazivne vrste (poglavlje **2.1 „Važnost i prijetnje poplavnim šumama“**).

Kako bi se prevladala globalna kriza biološke raznolikosti u 21. stoljeću, šumska biološka raznolikost predmet je međunarodnih, regionalnih i lokalnih politika s ciljem postizanja ciljeva očuvanja biološke raznolikosti. Naime, Strateški plan Ujedinjenih naroda za šume 2030. u okviru Globalnog šumskog cilja 2 predviđa da se doprinos svih vrsta šuma očuvanju biološke raznolikosti poveća do 2030. Održivo gospodarenje šumama, koje poštuje genetsku i biološku raznolikost vrsta i sve usluge ekosustava, ključan je alat za postizanje ovog cilja. U ovom poglavlju raspravljamo o mjerama za očuvanje i promicanje biološke raznolikosti u poplavnim šumama (slika 3.2.1-1).

Indikatori za biološku raznolikost

Očuvanje biološke raznolikosti jedan je od ključnih ciljeva održivog gospodarenja šumama. Preduvjet za njegovu integraciju u planove gospodarenja je poznavanje stanja biološke raznolikosti, koje se može dobiti njezinim praćenjem. Praćenje biološke raznolikosti izuzetno je zahtjevno i skupo, posebno za rijetke vrste i staništa. Prema sveeuropskim kriterijima za održivo gospodarenje šumama, nastalim pod pokroviteljstvom procesa *Forest Europe*, bioraznolikost u okviru održivog gospodarenja šumama povremeno se prati pod kriterijima održavanje, očuvanje i odgovarajuće unaprjeđenje biološke raznolikosti u šumskim ekosustavima. Ovaj kriterij uključuje 10 pokazatelja: raznolikost vrsta drveća, obnova, prirodnost, unesene vrste drveća, mrtvo drvo, genetski izvori, fragmentacija šuma, ugrožene šumske vrste,



Slika 3.2.1-1: Biološka raznolikost može se izraziti bogatstvom vrsta, ali i raznolikošću staništa i krajobraza ili genetskom raznolikošću

zaštićena područja i česte vrste šumskih ptica. Ti se pokazatelji (uglavnom) mjere nacionalnim inventurama šuma na unaprijed definiranoj mreži trajnih ploha na standardiziran način. Budući da su poplavne šume površinski male, nema puno točaka koje bilježe stanje njihove biološke raznolikosti.

Rizici za biološku raznolikost u poplavnim šumama unutar prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav

Poplavne šume u zaštićenim područjima unutar prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav pružaju staništa za nekoliko zaštićenih i ugroženih biljnih i životinjskih vrsta. Ekološki neodrživa praksa gospodarenja šumama, invazivne vrste, promjenjiva klima, gradnja i nedostatak suradnje između različitih dionika predstavljaju rizike za biološku raznolikost.

Intenzivne šumarske prakse poput čistih plantaža topola mijenjaju kvalitetu staništa i biološku raznolikost. Čiste sječe velikih razmjera dovode do brzog i značajnog gubitka staništa, biljaka i životinja i stoga imaju značajan utjecaj na biološku raznolikost. Sa stajališta zaštite prirode, važna je velika raznolikost autohtonih vrsta (biljaka i životinja), njihove starosti i prirodnih procesa, a trebala bi ih podržati i šumarska praksa.

Mjere očuvanja biološke raznolikosti

Postoje brojne opcije pomoću kojih se može pomoći očuvanju biološke raznolikosti u poplavnim šumama koje mogu biti od prilagođenih sustava gospodarenja, prilagođene kompozicije drvnih vrsta, osiguravanja strukturne heterogenosti do uključivanja mrtvog drveta, osiguravanja područja kojima se ne gospodari i drugih.

Prilagođeni sustavi gospodarenja

Sustavi gospodarenja šumama značajno utječu na biološku raznolikost. Stablimična sječa osigurava kontinuirano zatvoreni pokrov krošnji, što je važno za mnoge organizme, a rezultira raznodobnom strukturom na razini sastojine. Grupimična sječa daje mogućnost kontrole dostupnosti svjetlosti u progalama i uključivanje mnoštva različitih vrsta drveća i zeljastog bilja. Čista sječa obično generira jednodobne šume. Tim tipom sječe uklanjaju se velike površine krošanja s učincima koji su slični onima kod velikih prirodnih poremećaja poput šumskih požara ili vjetroizvala. To može dovesti do brzih promjena staništa, neravnomjernog razvoja staništa tijekom dugog razdoblja, nestanka hranjivih sastojaka i brže mineralizacije humusa.

Za poplavne šume moraju se naći i ekonomski i ekološki isplativi oblici održivog gospodarenja. Jedna opcija bi mogla biti pretvaranje postojećih plantaža i šumskih kultura u poluprirodne šume s kontinuiranim šumskim pokrivačem, sadnjom domaćih, ali i stranih neinvazivnih vrsta drveća koje odgovaraju budućoj klimi. Razvojem novih tehnika uporaba pesticida mogla bi se

smanjiti. Posebnu pozornost treba posvetiti pravednim mjerama kompenzacije za vlasnike šuma kada zaštita biološke raznolikosti postane primarni cilj gospodarenja. To bi se moglo postići trajnim pregovaračkim procesom između uprava za gospodarenje šumama i uprava za zaštitu prirode.

Osigurati horizontalnu i vertikalnu strukturnu heterogenost

Strukturna heterogenost odnosi se na razlike u prsnim promjerima i visini stabla. Time se osigurava uspostavljanje raznoliko strukturiranih šuma sa stablima različitih dimenzija i starosti. Povećana strukturna heterogenost važan je alat za promicanje stabilnih šuma otpornih na prirodne opasnosti. Heterogenost stvara niše s različitim biotičkim i abiotičkim uvjetima, pružajući stanište mnogim vrstama. Ipak, pružanje takvih uvjeta unutar iste šume može smanjiti raznolikost vrsta zbog kontinuirano slabe dostupnosti svjetla.

Prilagoditi sastav vrsta drveća

Sastav vrsta drveća može se prilagoditi selektivnim promicanjem jedne ili skupine ciljanih vrsta drveća u postupcima njege i sječe. Na taj će se način njihov udio u šumskoj sastojini povećati, a sastav vrsta drveća može se orijentirati prema zadanom smjeru. Sastav vrsta drveća također se može prilagoditi obogaćivanjem, odnosno sadnjom odgovarajućeg šumskog reprodukcijskog materijala u pogledu vrsta i genetike (poglavlja **3.1.1 „Odabir prirodne ili umjetne obnove“** i **3.1.2 „Podrška prilagodbi šuma odabirom odgovarajućeg šumskog reprodukcijskog materijala“**). Ipak, kada su prisutna odgovarajuća sjemenska stabla, prednost treba dati prirodnoj obnovi kako bi se održala genetska raznolikost prisutnih vrsta. No, što više, tim bolje, nije uvijek najbolja opcija. Ponekad je i manja raznolikost prikladnija za određeno šumsko područje, ovisno o uvjetima i da li su ti uvjeti poremećeni. Međutim, treba ciljati na funkcionalnu raznolikost za sadašnje i buduće uvjete.

Raznolikost prikladnih vrsta drveća, zajedno sa strukturnom i genetskom heterogenošću, općenito povećava biološku raznolikost šumskog područja. Povećava i pripadajuću biološku raznolikost stvaranjem više niša za ptice, kukce, biljke, gljive i druge vrste prisutne u šumama.

Vlasništvo nad šumskim zemljištem, pravo na njegovo korištenje, prava lokalnog stanovništva da ga koriste, veličina sastojine i zakon o nasljeđivanju igraju središnju ulogu za šume uz tri rijeke Muru, Dravu i Dunav. U uzvodnim dijelovima prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav ima mnogo malih vlasnika šuma koji su naslijedili zemljišta sa stranim i djelomično nepoplavnim vrstama (poput *Robinia pseudoacacia* ili *Picea abies*). Za te šumoposjednike može biti korisno pronaći alternativni sastav vrsta koji može smanjiti rizik od gubitaka i dati odgovarajući prihod te dodatno promijeniti strukturu njihove šume u onu autohtoniju.

U većem opsegu bit će potrebne različite metode za osnivanje raznolikih i otpornijih šuma. Strukture potpore za daljnji razvoj gospodarenja šumama trebale bi se izgraditi zajedničkim naporima vlasnika šuma, vlasti i dionika u očuvanju šuma. To bi se moglo kretati u rasponu od savjetodavnih struktura do potpora za konverziju. Uz to, treba planirati i izgradnju specijaliziranih šumskih rasadnika za autohtone vrste drveća (uključujući njihove lokalne/regionalne prilagodbe i raznolik genski fond) s visokom vrijednošću drva ili visokom ekološkom vrijednošću.

Gospodarenje i očuvanje šuma treba aktivno promovirati prirodna staništa i ciljane vrste (slika 3.2.1-2). Takve ciljane vrste mogle bi biti kišobran vrste (engl. *umbrella species*) koje su regionalno odabrane za očuvanje, jer njihova zaštita podrazumijeva zaštitu mnogih drugih vrsta koje grade ekološku zajednicu odgovarajućeg staništa (npr. *Dendrocopos medius*, *Ficedula albicollis*, *Felix sylvestris* mogu pokriti i nizinska i brdska šumska staništa u prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav).

Akcije očuvanja vrsta mogu ograničiti šumarske radove tijekom glavne sezone parenja/mrijesta, npr. zatvaranje odabranih šumskih cesta u vrijeme mrijesta i migracije vodozemaca ili izgradnja prolaza ispod cesta. Za većinu akcija potrebne su subvencije iz državnih/lokalnih fondova ili proračuna za zaštitu okoliša. Jedan od načina je i sporazum koji bi se mogao postići suradnjom i ugovorima između upravitelja šuma i tijela za zaštitu prirode.



Slika 3.2.1-2: *Nycticorax nycticorax* tipična je vrsta koja se može naći u poplavnim šumama koje imaju bogatu strukturu raznolikost

Obnavljanjem rijeka prirodna obnova mogla bi se poboljšati vraćanjem prirodnih pionirskih staništa. Time bi se moglo doći do prirodnijeg stanja ekosustava rješavanjem jednog od glavnih razloga degradacije staništa u poplavnim šumama.

Promovirati količinu i kvalitetu mrtvog drva

Promocija mrtvog drva znači povećanje njegove količine i kvalitete. Kvaliteta mrtvog drva definira se nagomilavanjem, raspodjelom, dimenzijom, razgradnjom i tipom, te se može razlikovati stajaće, ležeće mrtvo drvo ili panjevi. Panjevi su obično prisutni zbog česte sječe. Na taj način mnoge saproksilne vrste poput kukaca i ptica mogu preživjeti u poplavnim šumama (poglavlje 3.2.7 „**Integracija dijelova mrtvog drveta u redovno gospodarenje**“).

U okviru Akcijskog plana za prekogranični rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav, koji je pripremio WWF, predlaže se program za vrste koje žive u mrtvom drvu, a u vezi s poboljšanjem staništa u šumama. Cilj takvog programa bio bi povećati količinu i kvalitetu mrtvog drva (stojećeg ili ležećeg), kako bi se stvorila odgovarajuća staništa za vrste koje ovise o mrtvom drvu (npr. lišajevi, gljive, djetlići, šišmiši ili kukci). Tipične ciljane kišobran vrste koje se prate mogu biti npr. *Osmoderma eremita* ili *Cucujus cinnaberinus*. Povećanje količine mrtvog drva u šumama Prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav predlaže se ili povećanjem postotka negospodarenih šuma ili povećanjem postotka mrtvog drva preostalog nakon sječe ili njege u šumama. Praćenje ove dvije mogućnosti trebalo bi dati pokazatelje koliko je mrtvog drveta potrebno ostaviti u gospodarenim šumama kako bi se postigla skoro prirodna brojnost i raznolikost vrsta koje su vezane uz mrtvo drvo. Uz to, posebno u slučajevima velikih monokultura, u vrijeme ponovne sadnje mogu se uvesti pruge prirodne sukcesije. Te pruge mogu ostati neposječene i njima se ne gospodari, tako da se s vremenom može stvoriti mrtvo drvo od raznih vrsta drveća, što pozitivno utječe na raznolikost vrsta koje su vezane uz to mrtvo drvo.

Očuvati stanišna i veteranska stabla

Stanišna stabla su ili živa ili mrtva stabla visoke ekološke vrijednosti. Mogu imati razne vrste rupa, trule dijelove, brojne i grube grane, epifitsku vegetaciju poput mahovine ili lišajeva ili su rijetka vrsta drveća u okolnoj šumi. Veteranska stabla starija su od ostatka sastojine (slika 3.2.1-3). Uključivanjem takvih stabala, čak i sastojine s kratkim ophodnjama, pružaju potencijalno stanište i prepuštene su prirodnom razvoju. Održavanje pojedinačnih ili skupina stanišnih i veteranskih stabala značajno povećava biološku raznolikost.



Slika 3.2.1-3: Masivna stara crna topola (*Populus nigra*) na Muri uz mađarsko-hrvatsku granicu

Osigurati dijelove šume kojima se ne gospodari

Uobičajeni pristup dopuštanja prirodi da se razvija i raste na neometan i prirodan način je definicija zabranjenih područja i izrada plana očuvanja takvih područja. Posebno su šume-galerije pokazatelj prirodnih riječnih sustava i prioritetna prirodna staništa. Prirodni razvoj može uključivati i njihovo uništavanje zbog vijuganja vodotoka (meandri). Budući da su poplavne šume pod pritiskom, a prirodni razvoj možda neće dovesti do stanja šuma na koji ciljaju oni koji su zaduženi za njihovo očuvanje, možda će biti potrebne određene mjere gospodarenja poput borbe protiv stranih vrsta (poglavlje 3.2.5 „**Gospodarenje stranim vrstama bilja**“) kako bi se očuvale autohtone zajednice stabala (slika 3.2.1-4).

Povećati ophodnju

Ophodnja se odnosi na period od osnivanja do sječe sastojine. Za raznodobne šume odnosi se na starost pojedinog stabla prije sječe. Povećanje ophodnje vezano je uz više razine zrelosti, ali i uz veći rizik od napada štetnika i bolesti te smrtnosti. Stoga, povećanje starosti sastojina osigurava staništa vrstama koje ovise o zrelim šumama i omogućuje veće količine mrtvog drva.

Izbjegavati fragmentaciju šuma i omogućiti heterogenost na razini krajobraza

Na razini krajobraza, strukturna raznolikost šuma i rubova šuma odnosi se na različit sastav vrsta drveća, dobne razrede i razvojne faze. To može uključivati praznine s niskim šumskim pokrivačem ili različite intenzitete gospodarenja i sustave gospodarenja. Gubitak šuma, čista sječa šuma i opsežna izgradnja šumskih



Slika 3.2.1-4: Invazivne strane vrste kao što je bagrem (*Robinia pseudoacacia*) intenzivno se šire u šumskim ekosustavima

cesta mogu dovesti do fragmentacije šuma. Smanjenje broja i korištenje postojećih prepreka unutar prirodnih ili doprirodnih šuma ponovno povezuje prirodni tok rijeke i njezino oticanje te pridonosi postizanju prirodnije šume. To se može učiniti npr. uklanjanjem postojećih umjetnih struktura iz kanala, otvaranjem kanala izgradnjom mostova ili velikih cijevi umjesto zatvorenih brana. Na taj način životinje i biljke imaju mogućnost održavanja metapopulacija ranjivih šumskih vrsta, dajući im mogućnost migracije prema drugim populacijama i dovoljno velikim područjima u kojima populacije mogu preživjeti.

Provoditi aktivno praćenje (motrenje)

Aktivno motrenje šuma odnosi se na kontinuirano praćenje različitih vrsta i procesa. To je osnova za otkrivanje promjena tijekom vremena. Gospodarenje se može prilagoditi tim promjenama. Motrenje se onda dalje koristi za procjenu uspjeha mjera transformacije i prilagodbe.

Što se tiče zaštite prirode, potrebno je kontinuirano motrenje i inspekcija zaštićenih područja kako bi se osiguralo poštivanje postojećih zakona i propisa. U tom pogledu mogla bi se uspostaviti legalna mreža čuvara prirode za kontrolu poštivanja važećih propisa i kontrolu mjera. To bi također ljude učinilo svjesnijima postojećih propisa. Nadzor je također potreban kako bi se utvrdile nefunkcionalne ili nedovoljne mjere i po potrebi ih se prilagodilo.

Primjena shema certificiranja šuma

Proizvodnja drva i drugih prirodnih dobara s certifikatom može dovesti do tržišnih prednosti. Povećava se svijest šumarskih tvrtki u vezi s označavanjem i certificiranjem kao minimalnim standardom za održivu proizvodnju drveta. Uz biološku raznolikost, gospodarenje šumama može na taj način dugoročno sačuvati ili poboljšati socijalnu i ekonomsku dobrobit zaposlenih šumskih radnika i lokalnog stanovništva te steći ekonomske prednosti. Potrebno je uspostaviti potporu procesu certificiranja, ovisno o mogućnostima i preprekama u različitim zemljama. Primjeri dobre prakse su plaćanje troškova za prvi krug certificiranja od strane lokalnog ili prekograničnog projekta, savjetodavna podrška različitih vlasnika certifikata onima koji ga žele provesti ili zajednička promocija onih šumarskih tvrtki koje rade na zajednički postavljenim standardima. Daljnju provedbu morat će potaknuti oni koji gospodare šumama.

Sama oznaka UNESCO-ovog rezervata biosfere pogodna je za marketinške svrhe sve robe proizvedene u prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav. Za daljnje certificiranje, zajednički pregovarački proces koji uključuje važne dionike iz šumarstva i očuvanja prirode iz cijelog prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav za postojeće sheme ili standarde za certifikaciju šuma (npr. FSC, PEFC, ProSilva, ...) trebao bi procijeniti prikladnost tih shema za uporabu u prijelaznim i tampon-zonama. Tako bi se moglo uskladiti gospodarenje unutar prekograničnih zona.

Poticati i provoditi suradnju između sektora na regionalnoj i prekograničnoj razini

Suradnja između dionika i vlasti različitih sektora na nacionalnoj i prekograničnoj razini i, uzimajući u obzir različite interese, pomaže povećanju razumijevanja potreba, uzajamnog poštovanja, povjerenja i učinkovitosti. Takva suradnja trebala bi obuhvaćati šumarski sektor i zaštitu prirode, kao i stanovnike, poljoprivredu i upravljanje vodama. Takva suradnja ima potencijal za povećanje znanja, razumijevanja i povjerenja između sektora, a može stvoriti i nove sinergije za pomoć u očuvanju biološke raznolikosti.



3.2.2 Optimizacija proizvodnje visokokvalitetnih trupaca u sastojinama tvrdih listača

Markus Sallmannshofer, Werner Ruhm, Hannes Schönauer



Slika 3.2.2-1: Proizvodnja visokokvalitetnih trupaca željenih dimenzija, kvalitete i količine zahtijeva planiranje šumskouzgojnih radova tijekom cijele ophodnje

Prirodne poplavne ravnice tvrdih listača karakteriziraju nepravilne kratkotrajne poplave. Ovi šumski ekosustavi imaju zrela tla s višim sadržajem humusa u usporedbi s poplavnim šumama mekih listača. Određeni uvjeti tla, koji pogoduju bogatstvu hranjivim tvarima i dobroj opskrbi vodom, kao i prozračivanju tla, podupiru jaki rast listopadnih vrsta drveća. Od kako su izgrađene riječne regulacije, dugotrajne poplave postale su vrlo rijetke. Posebna svojstva takvih staništa čine ih idealnim za uzgoj plemenitih tvrdih listača. One najbolje uspijevaju na tlima koja su dobro opskrbljena hranjivim tvarima i vodom. Samo hrast može proizvesti visokokvalitetnu drvenu građu na sušim lokacijama s manje hranjiva.

Podaci o prodaji drva tvrdih listača svjedoče o desetljećima dugoj potražnji za visokokvalitetnim drvom. Ciljno orijentirano uzgajanje šuma uključuje odgovarajuće osnivanje sastojina i kvalitetnu i redovitu njegu što povećava prinos visokokvalitetnih debala (slika 3.2.2-1). Genetska predispozicija (pravilno podrijetlo) također postavlja put prema održivom rastu u budućnosti. Tradicionalno, sastojine tvrdih listača osnivane su s velikim brojem biljaka, a gospodarenje je bilo usmjereno na posebno dugačka debala bez kvrga.

Do danas se često premalo uzimala u obzir sposobnost rasta pojedinih vrsta drveća u odnosu na željena svojstva konačnog proizvoda. Moderno uzgajanje šuma tvrdih listača usredotočuje se na svojstva pojedinačnih stabala. Budući da uglavnom samo vrlo ograničen broj postojećih stabala uopće može postati vrijedan, samo su za takva stabla opravdana daljnja ulaganja. Svojstva vrijednosti određuju se razvojem parametara za promjer i kvalitetu odabranih stabala. Ispravnim odabirom staništa, genetike i šumskouzgojnih mjera mogu se kontrolirati oba parametra. Što se tiče tvrdih listača, idealna kvaliteta podrazumijeva čvrsti plašt bez kvrga s najmanjom mogućom unutaršnjom srži bez kvrga, ravno deblo cilindričnog oblika niske napetosti drvenih vlakana i dovoljnih dimenzija trupaca. Ovaj ideal vjerojatno će ostati nepromijenjen u budućnosti, jer značajno određuje prinos i profitabilnost sljedećih proizvodnih koraka.

Ključni parametar duljine debala bez kvrga

Većina vrsta tvrdih listača su takozvani odbacivači suhih grana.

Ovim vrstama drveća željena duljina debla bez kvrga može se postići prirodnim postupcima čišćenja od kvrga u gustim šumskim sastojinama. U slučaju onih vrsta koje zadržavaju suhe grane (topola, divlja trešnja) ili u slučaju širokih šumskih sastojina bez sekundarnog rasta, neophodno je orezivanje kako bi se izbjegao gubitak kvalitete.

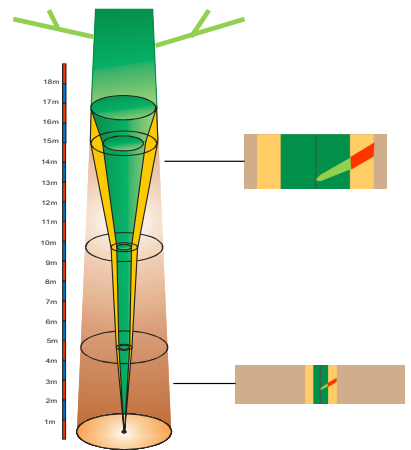
Budući da visina stabla prvenstveno ovisi o uvjetima staništa, relativna vrijednost ukupne visine potpuno uzgojenog stabla može se preporučiti kao cilj za duljinu debla bez grana. Da bi se dobila dovoljno zelena krošnja za brzi rast plašta bez kvrga, oko 25 do 30% ukupne visine stabla pokazalo se kao ciljana dužina debla bez kvrga. To znači da primjerice na tlima na kojima se može uzgojiti odraslo stablo visine oko 32 m, ciljana duljina debla bez kvrga iznosi od 8 do 10 m.

Unutarnja kvrgavost je posljedica ostataka mrtvih grana. Budući da ova unutarnja srž s granama, slična obliku mrkve (slika 3.2.2-2) zauzima sve više i više prostora s povećanjem visine te tako vrijedni drveni slojevi bez kvrga postaju sve mlađi i ima ih sve manje, nema nikakvog ekonomskog smisla zadržati gustoću sastojine i dodatno smanjiti duljinu krošnje. Međutim, na užem kraju trupa, vrijedno drvo bez kvrga trebalo bi duljine najmanje 2/3 promjera.

Osnivanje sastojine

Pod pretpostavkom da se više od 80% ukupne vrijednosti sastojine obično ostvari završnom sječom, trebalo bi stvoriti najbolje moguće uvjete za stabla koje će ostati do završne sječe. Cilj je postići što ravnomjerniju raspodjelu stabala završne sastojine, a on se može postići samo ako je željena konačna prostorna raspodjela već bila uključena u početnoj fazi planiranja.

Kad god je to moguće i genetski opravdano, prirodna obnova treba se koristiti kako bi se uštedjeli troškovi i podržala prilagodba. Vrste drveća poput jasena, javora mliječa i crnog oraha, često i zadovoljavajuće fruktificiraju. S druge strane, hrast lužnjak je inferioran u odnosu na konkurenciju drugih listopadnih vrsta, posebno u mladosti, te stoga zahtijeva odgovarajuću regulaciju gospodarenja smjese stabala. Snažan rast gmlja i prizemnog rašća uobičajen je u mnogim staništima poplavnih šuma. Stoga bavljenje s prirodnom obnovom zahtijeva puno osjetljivosti u pogledu šumskouzgojnih zahvata. Osim oplodne sječe, uspješnim se pokazala i grupimična sječa s kontinuiranim proširenjem progala za obnavljanje određenih područja.



Slika 3.2.2-2: Shematski prikaz unutarnje srži s granama (na slici zeleno) sličan je obliku mrkve. Povećava se s visinom, što dovodi do manjeg broja mladih visokovrijednih slojeva drva bez kvrga (na slici smeđe).

U nedostatku dovoljne prirodne obnove, sadnja je nužna (poglavlje 3.1.1 „**Odabrati prirodnu ili umjetnu obnovu?**“). Odabirom udaljenosti sadnje mogu se optimizirati troškovi i koristi. Preporuča se malčiranje i sadnja u redove. Kako bi se smanjili troškovi, razmak u redovima odabire se prema željenoj veličini krošnje u konačnoj sastojini. Velike krošnje omogućuju snažan rast promjera. Za sastojine tvrdih listača dovoljan je razmak od 10 do 12 m s razmakom od 1 m u redu. To znači da u redu postoji dovoljan broj stabala kako bi se na raspolaganju imalo dovoljno najbolje oblikovanih stabala za odabir za konačnu sastojinu.

Kako bi se spriječilo da krošnja postane prevelika u ranoj dobi i istodobno se potaknuo visinski rast, potrebna je odgovarajuća zasjena debla tijekom mladosti sastojine. U tu svrhu koristi učinak uslužne sekundarne sastojine kako bi se smanjili troškovi osnivanja sastojine s malim brojem biljaka. Mješavina vrsta drveća koja se prirodno javlja (uglavnom razmnožena vegetativno) na većini lokacija koja su pogodna za uzgoj plemenitih tvrdih listača može se koristiti za ovu sekundarnu sastojinu. Interspecifična konkurencija može zamijeniti pozitivne učinke intraspecifične konkurencije, iako je pažljivo praćenje odnosa rasta izuzetno bitno. U takvim konceptima, moraju se razmotriti uvjeti natjecanja specifični za svaku lokaciju i, ako pritisak između krošnji postaje prevelik, trebaju se provesti pravodobni kontrolni zahvati kako bi se spriječili visoki omjeri promjera i visine.

U slučaju nedovoljnog sekundarnog rasta nakon prirodne obnove, alternativno se može preporučiti nasad redova topola između redova plemenitih tvrdih listača, kako bi se postigle funkcionalne, privremeno ograničene smjese (slika 3.2.2-3). Topole pozitivno utječu na kvalitativni razvoj tvrdih listača i sijeku se kao industrijsko drvo u starosti od oko 10 godina. Alternativno se može uvesti podređena smjesa (npr. divlja trešnja, siva joha ili poljski javor), koja ostaje u sastojini kao trajna smjesa cijelo vrijeme.



Slika 3.2.2-3: Red javora sa sekundarnom sastojinom topola u međuprostoru. Interspecifična konkurencija može zamijeniti pozitivne učinke intraspecifične konkurencije zbog uštede troškova sadnje, iako je pažljivo promatranje odnosa rasta ključno. Topole imaju pozitivan utjecaj na kvalitativni razvoj tvrdog drva i sijeku se kao industrijsko drvo kad imaju oko 10 godina.

Njega kultura

Slojevi prizemnog rašća i grmlja mogu biti jaka konkurencija mladim stablima. Gore opisani dizajn s niskom gustoćom koji štedi resurse optimiziran je za konačnu sastojinu. Novčane uštede stečene ovim pristupom omogućuju provođenje troškovno intenzivnih mjera održavanja. U velikim šumskim poduzećima zbog troškova prednost se daje mehaničkom suzbijanju korova. Prostor između redova mora se osloboditi najmanje 3 do 4 godine

nakon osnivanja plantaže. Uzduž reda preporučuje se rotacijska kosilica, a flakserica se treba primjenjivati u redovima. Biljke penjačice mogu se ukloniti škarama, a obećavajuća stabla trebaju se orezivati. Uklanjanjem kosih i debelih grana treba promicati razvoj dovoljno dugog, ravnog dijela trupca.

Dok se ne postigne željena duljina debla bez kvrga, ne preporučuju se druge intervencije na mladim sastojinama kako ne bi došlo do prekida procesa diferencijacije i čišćenja od kvrga koji su bitni za visoku kvalitetu. Međutim, regulacija omjera smjese nužna je kada željene vrste nisu dovoljno dominantne. Konkurencija usporava debljinski prirast, smanjuje širenje kvrgave srži unutar trupa i potiče visinski rast. Ovisno o dobnoj strukturi i prostornoj raspodjeli mladih stabala, mogu biti potrebne selektivne intervencije. Kasne intervencije mogu rezultirati ne samo prirodno smanjenim brojem glavnih vrsta, već i vrlo tankim, neuravnoteženim biljkama koje često leže pod zimskim snijegom i trajno gube uspravnu os donjeg i najvrjednijeg dijela debla. Slično se može dogoditi kod bujičnih poplava ili uklještenja u ledu.

Proreda

Kada stablo dosegne visinu koja odgovara željenoj duljini bez zelenih grana (što odgovara potencijalu staništa), odabire se najboljih 70-100 stabala po ha, trajno obilježenih i dosljedno im se daje više prostora. Ovakva zajednica odabranih stabala sada se potiče na rast promjera na najbolji mogući način, a to je dosljednim poticanjem krošnje. Postoji uska veza između razvoja širine krošnje i debljinskog rasta: ako je krošnja pod pritiskom, donje grane krošnje počinju odumirati i baza krošnje se pomiče prema gore. Za željeni razvoj odabranih stabala, koja nose karakteristike, prostor oko stabala mora se neprestano proširivati tako da se podnožje krošnje ne pomiče prema gore (slika 3.2.2-4).

Intervencije u vidu prorjeđivanja u nekoliko navrata provode se s ciljem podupiranja najkvalitetnijih stabala do konačne sastojine. Poticanje razvoja krošnje povećava debljinski prirast, skraćuje vrijeme ophodnje za ciljani promjer stabla, smanjuje udio proizvedenih tankih trupaca i smanjuje rizik od gubitka vrijednosti povezane s dobi (trulež, obojene srži). Intervencije se preporučaju provoditi samo na području gdje su odabrana najbolja stabala. U međuprostoru, intervencije su preporučljive samo ako je takva intervencija potrebna da bi se održala stabilnost sastojine. Prstenovanjem se može trajno povećavati prostor, dok se zasjena debla mora održavati do određene visine ili se postupno smanjuje tijekom vremena.



Slika 3.2.2-4: Za željeni razvoj odabranih ekonomski vrijednih stabala, prostor rasta za svako stablo mora se neprestano proširivati kako bi se dobila dovoljno zelena krošnja za brzi rast plašta bez kvrga i kako osnova krošnje ne bi pomicala prema gore.

Udaljenost između odabranih stabala ovisi o površini pojedinačnih, zrelih krošnji, što je neophodno za postizanje određenog ciljanog promjera. Da bi se postigli ciljani prsni promjeri od 50 - 90 cm, potrebne su veličine krošnje od cca 100 - 150 m². Iz toga se mogu izvesti maksimalne vrijednosti. Za vrste drveća s velikim kapacitetom širenja krošnje, poput hrasta lužnjaka, jasena ili crnog oraha, odabiru se veće prosječne udaljenosti stabala od približno 12 m, što znači da ima prostora za najviše 70 odraslih stabala po ha. Za vrste drveća sa srednjim kapacitetom širenja krošnje, poput divlje trešnje, samoniklog drveća i javora, odabire se najviše 100 stabala po ha s prosječnim razmakom stabala od oko 10 m.

Izgleđi za budućnost i sažetak

Objašnjeni pristup pomaže u optimizaciji proizvodnje vrijednog drveta jakih i vitalnih stabala kako bi se maksimalizirala dobit. Resursi se štede pri osnivanju sastojine i fokusiranju samo na jedno stablo, a prinosi se povećavaju zbog veće kvalitete. U literaturi se takav koncept opisuje izrazima “kvalifikacija” (faza 1 kao čišćenje grana do selekcije i prorede Z-stabla) i “dimenzioniranje” (faza 2) kao dvofazni koncept za proizvodnju drva tvrdih listača.



3.2.3 Izazovi promjene klime

Katharina Lapin, Maarten de Groot, Debojyoti Chakraborty

Uvod

Klimatske promjene jedan su od najvećih izazova našeg vremena. Zaštićena područja širom svijeta pomažu kod ublažavanja i prilagodbe klimatskim promjenama. Tradicionalni način određivanja zaštićenih područja možda neće funkcionirati u budućnosti zbog prekogranične prirode klimatskih promjena. Prepoznajući važnost kritičnih staništa, biološke raznolikosti i kulturnih krajolika, u svijetu su određene razne vrste zaštićenih područja ili područja za očuvanje. Međutim, pod utjecajem klimatskih promjena, upitna je učinkovitost ovih zaštićenih područja u ispunjavanju njihovih ciljeva. Veliki broj studija prikazao je rezultate o vjerojatnim posljedicama klimatskih promjena na zaštićena područja, usredotočujući se uglavnom na gubitak staništa i biološku raznolikost. U Europi su se intenzivno istraživali učinci klimatskih promjena na zaštićena područja.

Zaštićena područja pohranjuju 15% kopnenog ugljika i pružaju usluge ekosustava kao što su ublažavanje katastrofa, opskrba vodom, hranom i javno zdravlje. Zaštićeno je gotovo 30 milijuna ha europskih šuma. Stoga posebno šumski ekosustavi igraju važnu ulogu u zaštiti okolišnih funkcija. Na primjer, između 2005. i 2015., prosječna godišnja sekvestracija ugljika u šumskoj biomasi dosegla je 719 milijuna tona CO₂. No klimatske promjene također spadaju među najveće izazove s kojima su suočena zaštićeni područja. Na primjer, najveće su trenutne prijetnje UNESCO-vom popisu svjetske prirodne baštine invazivne vrste, klimatske promjene i štetni utjecaji turizma. Procjena Outlook-a za 2014. godinu navela je da su klimatske promjene najbrže rastuća prijetnja prirodnoj svjetskoj baštini.

Poplavni šumski ekosustavi spadaju u najzaštićenija područja u Europi. Oni su od posebne važnosti za akumuliranje zaliha ugljika, brzu sekvestraciju ugljika u kratkom roku i za pružanje usluga ekosustava, iako pokrivaju samo 0,5% do 1% globalne površine kopna. Razumijevanje izazova klimatskih promjena na ekosustavima ritskih i poplavnih šuma pomaže u prilagodbi tim novim klimatskim uvjetima i povećanju otpornost poplavnih šuma u budućnosti.

U ovom poglavlju sintetiziramo glavne izazove uzrokovane klimatskim promjenama za one koji se bave zaštitom, očuvanjem i gospodarenjem šumama te im dajemo uvid u strategije upravljanja za prilagodbu i ublažavanje u poplavnim šumama.

Abiotički utjecaji

Nedavna motrenja pokazuju različite reakcije šuma na klimatske promjene. Abiotički izazovi uključuju štete od požara i oluja, suše i pad padalina te promjene u njihovoj raspodjeli. Klimatska predviđanja u Europi pokazuju zemljopisno raznoliku sliku promjena, uključujući porast ekstrema visoke temperature, sušu i obilne oborine. Ekstremne vremenske pojave uzrokovat će smanjenje šumske produktivnosti i vitalnosti. U južnoj Europi predviđa se porast šumskih požara, dok će se u srednjoj Europi povećati štete od oluja zbog klimatskih promjena.

Biotički utjecaji

Biotički utjecaji usko su povezani s abiotičkim utjecajima. Mnogi abiotički utjecaji uzrokuju promjene biotičkih prijetnji šumskim ekosustavima. Štete u europskim šumama najčešće su uzrokovane biotičkim utjecajima. Klimatske promjene uzrokuju porast biotičkih prijetnji, koje su izuzetno izazovne zbog svoje nepredvidljivosti. Biotički izazovi uključuju nedavno uočene promjene u stopama rasta, fenologiji, sastavu, promjeni rasprostranjenosti vrsta i povećanju populacija štetnika i bolesti koji napadaju šume. Rasprostranjenost štetnika i bolesti u šumama vrlo vjerojatno će se pomaknuti s jugozapada na sjeveroistok i povećati štete u šumskim ekosustavima pod utjecajem klimatskih promjena. Nadalje, povećanje zimskih temperatura utječe na mogućnosti preživljavanja nekih vrsta štetnika i vremenski period tijekom kojeg vrsta štetno utječe na stabla. Zbog toga, veličina biotičkih prijetnji može dovesti do transformacije glavnih tipova vegetacije u Europi.

Adaptivno gospodarenje šumama

Izazovi klimatskih promjena zahtijevaju kratkoročne, kao i dugoročne mjere gospodarenja. Evo nekoliko primjera mjera prilagodbe gospodarenja kojima je cilj podržati i poduprijeti otpornost i elastičnost šuma prema stresu i dinamički odgovor kako bi se očuvale funkcije ekosustava.

Integrativno prostorno planiranje

Elastičnost zaštićenih područja može se podržati integriranjem mjera prilagodbe u prostorno planiranje. Pristup planiranju korištenja zemljišta na krajobraznoj razini nadići će međusektorska ograničenja.

Sustavi ranog upozoravanja

Uspostavljanje sustava ranog upozoravanja na biotičke i abiotičke prijetnje uzrokovane klimatskim promjenama - ugrađenog u

međunarodni transdisciplinarni okvir - presudno je za uspjeh nadzornog programa.

Šumskouzgojne mjere prilagodbe

Prilagođavanje gospodarenja sastojinskim strukturama kroz uzgojne mjere ima za cilj transformaciju šume u elastični ekosustav s obzirom na lokalne stanišne uvjete, potrebe, rizike, ciljeve gospodarenja i izvodljivost. Na primjer, kraća razdoblja ophodnje smanjuju rizik od vjetrolova. Međutim, dulja razdoblja ophodnje mogu potaknuti prirodnu obnovu zbog prisutnosti zasjene. Drugi je pristup namjerno korištenje prirodnih procesa sukcesije i migracije vrsta. Povećanje raznolikosti vrsta drveća učinilo bi šume otpornijima na napade štetnika i bolesti kao posljedicu klimatskih promjena.

Izbor vrsta drveća i provenijencija

Odgovor šuma na prijetnje klimatskih promjena snažno ovisi o provenijenciji, potencijalu obnove i sastavu vrsta drveća. Korištenje dobro prilagođenih autohtonih vrsta drveća i provenijencija na promijenjene klimatske uvjete široko je prihvaćena prilagodbeni mjera. Prije unošenja stranih vrsta drveća potrebno je izvršiti procjenu rizika. Strane vrste drveća koje se već smatraju invazivnim ne mogu se preporučiti za sadnju (poglavlje 3.2.5 „Upravljanje invazivnim biljkama“).

Obnova ekosustava

Čovjek je značajno modificirao ekosustave poplavnih šuma. Kanalizacija riječnih potoka dovela je do promjena razina podzemnih voda i karakteristika poplava, kao i do smanjenja povezanosti staništa vodenih i kopnenih ekosustava.

Izgleđi za budućnost i sažetak

Klimatske promjene utječu na zaštićena poplavna područja jer predstavljaju prijetnju ekosustavima širom svijeta. Glavni izazovi klimatskih promjena uključuju porast ekstremno visokih temperatura, sušu i jake oborine, kao i biotičke prijetnje, poput širenja štetnika i bolesti u šumama. Mjere gospodarenja šumama mogu pomoći u podršci i potpori otpornosti šuma, elastičnosti i dinamičnom odgovoru kako bi se očuvale funkcije ekosustava.



3.2.4 Kako gospodariti s divljači i zaštititi šumu od šteta

Markus Sallmannshofer, Silvio Schüller

Gospodarenje s divljači i metode zaštite



Slika 3.2.4-1: Jelen

Fragmentirana staništa, razdvojeni migracijski putovi i poremećaji u prometu i drugim ljudskim aktivnostima natjerali su divljač da se koncentrira u mirna područja s dobrom zaštitom. Kao rezultat toga, ove su vrste danas jače povezane sa šumskim ekosustavima. Poplavne šume bogate su produktivnim staništima i biljnom raznolikošću što ih čini atraktivnim za mnoge vrste papkara, poput srna, jelena i divljih svinja (slika 3.2.4-1, slika 3.2.4-2). Na atraktivnost šumskog staništa za divljač utječe širok raspon izvora hrane i karakteristike koje nisu ovisne o hrani, kao što su zaštitne strukture, klima i mala učestalost uznemiravanja. Uz to, jelen lopatar, sika jelen i muflon uvedeni su u neka područja u lovne svrhe. U povijesti lov na brojne vrste divljači bio je užitek plemićkih zemljoposjednika, a danas se lov smatra važnim izvorom prihoda šumarskih poduzeća.



Slika 3.2.4-2: Divlja svinja

Biotički nosivi kapacitet šuma za divljač opisuje koju bi veličinu populacija divljači mogla dosegnuti bez prirodne ili umjetne regulacije. Opisana je kvalitetom staništa, koja se uglavnom sastoji od dostupne hrane i prostora. Ekonomska nosivost opisuje veličinu populacije koja ne utječe na šumskouzgojne ciljeve. Ako je ispod biotičke, dolazi do šteta od divljači pri obnovi šuma i na drvnjoj zalihii što može smanjiti važne funkcije ekosustava. Negativne posljedice uključuju probleme s obnovom šuma selektivnim brštenjem, infekciju trupaca štetnim gljivama s posljedicom gubitka vrijednosti drvene mase, gubitke godišnjeg prirasta i sveukupni pad šumske stabilnosti i bioraznolikosti (slika 3.2.4-3). Neophodan je kompromis između ekonomske koristi od prihoda od lova i šumskouzgojnih gubitaka. U izračunima ukupnih troškova, gubici prihoda uzrokovani štetom divljači u šumama često premašuju prihod od najma zemljišta za lov.

Štete od divljači i njihova procjena

Iako utjecaj divljači ne mora biti samo negativan, već može biti i koristan, klasifikacija šteta uvijek je subjektivna. Šteta od divljači može se procijeniti usporedbom ciljanih i sadašnjih šumskih uvjeta. Ciljani uvjeti u šumama izvedeni su iz nekoliko kriterija, uključujući potrebe za obnovom šuma, predviđeni udio stabala unutar određenog regeneracijskog sloja i očekivano vrijeme do uspostavljanja prirodne obnove. Postojeći šumski uvjeti mogu se učinkovito procijeniti trajnim ili vremenskim slučajnim uzorkovanjem ključnih brojki. Takvi su pokazatelji količina mladih stabala po hektaru, broj i stupanj oštećenja te udio vrsta drveća i

vrsta smjese u različitim šumskim slojevima te starosne ili visinske klase. Osim prirodne obnove, potrebno je procijeniti i starije dobne razrede, na primjer vezano uz guljenje kore. Različiti kriteriji trebaju biti povezani s vrstom šume, načinom gospodarenja, postojećom vrstom divljači, ciljanim funkcijama šuma i očekivanim uslugama ekosustava.

Međutim, štete od divljači nisu jedini razlog problema s obnovom. Ostali čimbenici koje treba uzeti u obzir uključuju ispašu stoke, nedostatak svjetlosti zbog gustih slojeva krošnje, gustih slojeva prizemnog rašća, nedostatak roditeljskih stabala i uroda i potencijalni nedostatak njege (poglavlje **3.1.1 „Odabрати prirodnu ili obnovu?“**). Standardni postupak za procjenu utjecaja divljači na obnovu šuma je uspostavljanje malih ograđenih kontrolnih područja za praćenje i usporedbu prirodne obnove koja se događa sa i bez zaštite. Takva područja mogu biti mala (3x3 m), ali ih treba ponavljati kroz šumu.

Sa sve većom razlikom između biotičke i ekonomske nosivosti, povećava se pritisak hranjenja divljači na šumske biljke i obnovu pa raste potreba za primjenom dodatnih mjera zaštite i gospodarenja divljači.

Ekološko prostorno planiranje divljih životinja za izbjegavanje šteta od divljači

Ima za cilj zaštitu staništa divljači i izbjegavanje štete od divljači na šumi, predlaže se kao prikladan instrument za integriranje divljih životinja u gospodarenje zemljištem. Njegova provedba u velikim razmjerima zahtijeva uključivanje svih dionika iz šumarstva, lovstva, poljoprivrede, turizma i drugih namjena zemljišta. Ekološko prostorno planiranje divljih životinja trebalo bi težiti boljoj prostornoj raspodjeli populacija divljači kako bi se izbjegle štete od divljači. Moguće mjere mogu uključivati identifikaciju (sezonskih) staništa, ponovno povezivanje biotopa te koordinaciju i modificiranje lovnih aktivnosti. Smanjenjem relativne kvalitete staništa (atraktivnost za divljač u usporedbi s okolnim okolišem) u osjetljivim područjima može se kontrolirati prostorna raspodjela divljači.

Profesionalna regulacija divljači i mjere lova

Da bi se smanjila atraktivnost staništa, trebalo bi povećati poremećaje unutar prioritarnog područja, na primjer koncentriranjem lovnih mjera unutar prioritarnih područja. To zahtijeva jasno ocrtavanje područja (preporučeno do 100 ha) i dosljedno provođenje akcije.

Istodobno, potrebno je smanjiti poremećaje izvan područja prioriteta. Lov u vremenskim intervalima, poput vremena lova smanjenog na nekoliko intenzivnih tjedana, može smanjiti poremećaj, dok se naponi za smanjenje populacije smanjuju (jer će divljač biti manje sramežljiva). Uz to, divljač se može privući i na druga područja slabe osjetljivosti povećanjem kvalitete biotopa putem livada, namjenskih područja za ispašu ili opsežnog hranjenja. Hranjenjem se smanjuje smrtnost divljači zimi i povećava stopa razmnožavanja. Potrebna je velika koordinacija i profesionalna opskrba hranom (kvaliteta, količina i intervali hranjenja privremeno prilagođeni ciljanoj vrsti divljači). Regulacija divljači treba slijediti kvantitativno i kvalitativno planiranje regulacije, uključujući i poznavanje omjera spola divljači. Primjerice, regulacija ženki ima najjači utjecaj na rast populacije. Gospodarenje smanjenjem mora uzeti u obzir i kontrolirati i nevidljive, nebrojive dijelove populacije (pri promatranju se često propusti do 50% populacije jelena). Potrebno je provjeriti djelotvornost razgraničenja lovnih područja. Trajnom promjenom lovnih navika (vremenski i prostorno) izbjegava se prilagodba divljači. Neophodni su odgovarajući lovni objekti i infrastruktura. Nužno je potrebno profesionalno lovačko osoblje s visokom sviješću o problemima i, dok zakupnike koji ne surađuju treba zamijeniti. Ako je moguće, trebalo bi se dati prednost fleksibilnim ugovorima o najmu s godišnjim mogućnostima prekida i prodajom pojedinačnih dozvola za lov.

Šumarske mjere

Šumarstvo ima utjecaj na osjetljivost šumskih sastojina na štete od divljači: šumskouzgojni način gospodarenja, vrsta i trajanje obnove, kao i struktura sastojine, smjesa i prorjeđivanje utječu na osjetljivost. Šumari su odgovorni za objektivnu kontrolu šumskouzgojnog uspjeha, za održavanje grmlja i vrsta drveća za kojeg nema šumskouzgojnog interesa (raspodjela pritiska hranjenja), za pokretanje mjera tehničke zaštite za vrste drveća od interesa, za suradnju s lovcima i potporu regulaciji divljači izradom koridora za gađanje.

Poljoprivredne mjere

Strukturni elementi u šumama koje okružuju krabraz važni su kako bi divljač mogla napustiti šumu i još uvijek biti zaštićena, posebno zimi. Livade treba ostaviti za ispašu tijekom zime kako bi se smanjio pritisak hranjenja na šume.

Upravljanje posjetiteljima

Stanišna područja i mirne zone za divljač u osjetljivim područjima mogu se osigurati ograničavanjem broja staza, obaveznim vođenjem pasa na povodcu, edukacijom dionika i izbjegavanjem jednosmjernih staza. Posjetitelji moraju biti vremenski i prostorno koncentrirani u manje osjetljivim područjima.

Tehnička zaštita stabala

Zbog guste populacije visoke divljači, uobičajena je praksa u prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav da se tehničkim načinima štite područja prirodne i umjetne obnove, jer je pritisak divljači previsok da bi se mogle koristiti druge opcije (slika 3.2.4-3). Izbor zaštite ovisi o vrsti divljači i onime što se treba zaštititi. Najčešće vrste zaštite sažete su u sljedećoj tablici:

Zaštita područja				
Tip	Jelen	Divlja svinja	Prednosti	Nedostaci
Strukturna čelična mreža s drvenim stupovima	Sigurna	Sigurna	Iznimno robustno	Visoki troškovi postavljanja
Žičana ograda s drvenim stupovima	Sigurna	Samo ukoliko je ukopana u zemlju	Robustna	Visoki troškovi postavljanja
Drvene ograde	Sigurna	Sigurna	Jednostavno postavljanje gotovih elemenata Jednostavno popravlanje u slučaju šteta Moguće ponovo korištenje	Troškovi nabave i postavljanja
Plastična mreža s drvenim stupovima	Ne	Ne	Učinkovita protiv srneće divljači Jednostavna za postavljanje i jeftina	Slaba izdržljivost
Individualna zaštita stabala				
Žičana zaštita oko biljke	Sigurno protiv guljenja kore	Druga svrha	Sama se otvara s debljinskim prirastom	Nužne su biljke od 2-3 m visine
Plastična zaštita s drvenim stupom	Prekratko za zaštitu	Druga svrha	Jednostavno postavljanje	Učinak staklenika unutar zaštite može uzrokovati prerano listanje

U Mađarskoj, Hrvatskoj i Srbiji dominantna vrsta divljači koja nanosi štetu prilikom obnove je jelen. Stoga visina ograda mora biti najmanje 230-250 cm. Jelen može preskakati niže ograde. Kada treba zaštititi samo žir od divljih svinja, dovoljne su ograde visoke 120-130 cm. (vidi također poglavlje 3.2.6 „Gospodarenje šumama topola i njihova raznolikosti“).

Očuvanje

Područja bez gospodarenja, kao što su jezgre nacionalnih parkova, vrlo su atraktivna za divljač. U odnosu na okolna staništa takva su područja često mirna i smatraju se sigurnima. Divljač će se koncentrirati u takvim područjima u gustoćama koje prelaze prirodne razine. Posljedica je visok pritisak hranjenja na dostupnim biljkama. Ovisno o ciljevima gospodarenja, regulacija divljači može biti potrebna i na onim područjima visoke zaštitne vrijednosti kako bi se omogućio suživot s raznolikom zajednicom šumskih biljaka. Osobito je potrebno gospodarenje divljači ako su glavni cilj zaštite određene biljne zajednice i staništa te njihovo stanje očuvanosti. Suprotno tome, ako su zaštićeni sami prirodni procesi velikih razmjera, utjecaj divljači može se smatrati dijelom prirodnog sustava koji na kraju modificira prirodnu vegetaciju i budući sastav šuma.



Slika 3.2.4-3: Tehničke instalacije za zaštitu stabla različitih jačina i troškova

Izgledi za budućnost i sažetak

Cilj pravilnog gospodarenja s divljači je omogućiti koegzistenciju različitih šumskih drveća i biljnih zajednica s populacijama divljih životinja, stvoriti održiv prihod od šumarstva i lovnih aktivnosti, održavati ruralne tradicije i ispuniti visoke etičke i moralne standarde kada je potrebna regulacija. Divljač je važan dio naših šuma i po prirodi ne nanosi štetu biljnim zajednicama. Klasifikacija štete vrlo je subjektivna i proizlazi iz sukoba s drugim ljudskim ciljevima. Posljednjih desetljeća u šumarstvu je postala nužna troškovno intenzivna tehnička zaštita. Kompromis između prihoda od lova i gubitaka, odnosno troškova zaštite u šumarstvu i gospodarenju bioraznolikošću potreban je da bi se postigli dugoročni ciljevi očuvanja i gospodarenja šumama. Očekuje se da će ekološko prostorno planiranje divljih životinja na prostornoj skali područja kretanja divljači koja uključuje sve dionike podržati pametno i uravnoteženo upravljanje zemljištem i izbjeći sukobe.

Zahvala

Hvala prof. dr. Reimoseru, čiji je rad na Sveučilištu BOKU u Beču temelj ovog poglavlja. Također zahvaljujemo Gyulai Kovacsu i Silviji Krajter Ostoić na njihovim komentarima.



3.2.5 Gospodarenje stranim vrstama biljaka

Katharina Lapin, Aleksander Marinšek, Maarten de Groot, László Demeter, László Nagy, Marjana Westergren

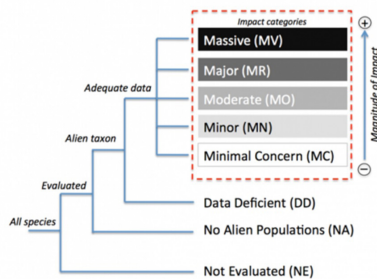
Uvod

Strane ili alohtone biljne vrste su vrste unesene izvan njihove prirodne prošle ili sadašnje rasprostranjenosti. Ako strana biljna vrsta postane problematična, naziva se invazivnom stranom biljnom vrstom. Jednom kada se invazivna strana biljna vrsta udomaći na novom području, ona može imati negativne ekološke, socijalno-ekonomske i posljedice na ljudsko zdravlje. Danas su invazivne strane biljke jedna od glavnih prijetnji globalnoj i lokalnoj biološkoj raznolikosti, a njihovo širenje još nije kulminiralo. Poplavne šume bogate hranjivim sastojcima, ali i često poremećene ravnoteže, spadaju u vrste šuma koje su najosjetljivije na invaziju stranih biljaka. U poplavnim šumama visoka razina hranjivih sastojaka i česte prirodne i čovjekom uzrokovane smetnje olakšavaju invazije, a rijeke dodatno služe kao vrlo učinkoviti koridori za širenje invazivnih stranih biljaka. Stoga je gospodarenje invazivnim stranim biljkama u poplavnim područjima vrlo važno za očuvanje i/ili obnavljanje biološke raznolikosti i usluga ekosustava ovog ugroženog ekosustava.

Ovo poglavlje priručnika za gospodarenje i očuvanje poplavnih šuma ima za cilj prikupljanje i pružanje sinteze praktično orijentiranih informacija o mjerama gospodarenja, primjenjivim za svaku fazu biološke invazije: od prve pojave invazivnih biljaka do uspješnog širenja u novo područje. Iako smo namjeravali što bolje obuhvatiti mjere gospodarenja, potrebno je naglasiti da svaku predstavljenu mjeru gospodarenja treba prilagoditi lokalnim okolnostima određenog područja. Nadalje, moramo napomenuti da na određene mjere iskorjenjivanja mogu snažno utjecati fenologija i druge ekološke značajke svake pojedine strane biljne vrste. Stoga uvijek preporučujemo istraživanje biologije invazivne strane biljke prije planiranja i provođenja akcija gospodarenja. Nadalje, važno je poštivati lokalno zakonodavstvo kada se provode mjere suzbijanja kemijskim i nekemijskim proizvodima. Svrha ovog poglavlja je, uz pomoć prikupljenih podataka, pomoći u sprječavanju uspostavljanja populacija i širenju invazivnih stranih biljaka u poplavnim šumama vašeg radnog područja. Poglavlje nudi mjere prevencije koje se mogu koristiti.

Mehanizmi utjecaja i procjene utjecaja

Prijetnje izazvane invazivnim stranim biljkama u šumskim



Slika 3.2.5-1: EICAT kategorije prikazane u shemi postupka procjene koja klasificira strane vrste u jednu od pet kategorija prema veličini štetnog utjecaja na okoliš

ekosustavima uključuju hibridizaciju, prijenos bolesti i konkurenciju vrsta. Natjecanje za resurse, na primjer da se strana biljka natječe s izvornim svojstama za resurse (svjetlost, voda, prostor), najčešći je primjer mehanizma utjecaja, koji dovodi do štetnog utjecaja na domaće svoje u poplavnim šumama. Primjerice, nadmetanje za svjetlost s autohtonim vrstama primijećeno je za invazivne biljne vrste *Solidago gigantea*, *Impatiens glandulifera* i *Conyza canadensis* u poplavnim mješovitim šumama tvrdih listača hrasta, brijesta i jasena uz velike rijeke.

Sljedeći mehanizam utjecaja invazivnih stranih biljaka su kemijski utjecaji, poput sposobnosti stranih biljaka da mijenjaju kemijska i biokemijska svojstva tla, što zauzvrat može uzrokovati promjene u bogatstvu autohtonih vrsta iznad i ispod zemlje. Na primjer, invazivna strana vrsta *Impatiens glandulifera* mijenja gljivične i bakterijske zajednice u tlu. Nadalje, kemijski sastav biljnih ostataka od stranih biljaka kao što je invazivna drvenasta vrsta *Robinia pseudoacacia* može uzrokovati visoku razinu dušika u gornjim horizontima tla, djelujući tako na obnovu autohtonih vrsta drveća.

Postoji nekoliko politika i zakona koji reguliraju širenje invazivnih stranih biljaka radi ublažavanja negativnog utjecaja na šumske ekosustave. Budući da su financijski resursi za gospodarenje invazivnim stranim biljkama obično ograničeni, preporučujemo davanje prioriteta sadašnjim i potencijalnim stranim vrstama, prema veličini utjecaja stranih vrsta na okoliš. Međunarodno prihvaćena metodologija protokola o klasifikaciji utjecaja stranih taksona na okoliš (EICAT) može se učinkovito primijeniti za kategorizaciju i kvantificiranje utjecaja svih stranih vrsta u cijeloj taksonomskoj klasi na temelju sustavnog pregleda literature (slika 3.2.5-1).

Procjena EICAT-a o invazivnim stranim vrstama (kukci, gljive i biljke) u prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav otkrila je da su strane vrste *Amorpha fruticosa*, *Fallopia japonica* i *F. sachalinensis*, *Heracleum persicum*, *Humulus japonicus* i *Impatiens glandulifera* među stranim vrstama s najvećim potencijalnim štetnim utjecajem na okoliš u poplavnim šumama.

Preventivne mjere

Veliki broj ljudskih aktivnosti podržava unošenje i širenje invazivnih stranih biljaka u poplavne šume. Mjere prevencije, čiji je cilj identificirati i prihvatiti ove ljudske aktivnosti, kao i

puteve unosa invazivnih stranih biljaka, među najučinkovitijim su i troškovno učinkovitim mjerama gospodarenja. Na primjer, u poplavnim šumama, čista sječa ili sječa velikim intenzitetom mijenja svjetlosne uvjete i dostupnost resursa na načine koji favoriziraju strane vrste biljaka. Takve vrste su obično heliofiti, prilagođeni staništu s vrlo intenzivnom osunčanošću, što im je potrebno zbog izgradnje vlastite strukture i metabolizma. Nadalje, izgradnja šumskih cesta i pješačkih staza može potaknuti širenje stranog sjemena i vrsta kretanjem kontaminiranog tla i građevinskog materijala. Stoga se ne smije podcijeniti rizik da šumske ceste funkcioniraju kao putovi za invaziju. Stočna hrana koja se koristi u zimskoj ishrani krupne divljači također može biti izvor zaraze.

Uz to, sposobnost determinacije stranih biljnih vrsta je otkrivanje invazivnih stranih biljaka u ranoj fazi širenja u poplavnom šumskom području. Materijal za obuku, specifičan za ciljanu skupinu, može pomoći u povećanju znanja o rizicima invazivnih stranih biljaka. Programi građanske znanosti (engl. *citizen science*), poput alata DanubeForestHealth, također nude veliki niz tehničkih alata za interakciju s javnošću radi identificiranja invazivnih stranih biljaka.

Mjere prevencije također uključuju pravno obvezujuće i neobvezujuće mjere koje sprječavaju uspostavljanje invazivnih stranih vrsta na nekom području. Uredba Europske unije (br. 1143/2014) o sprječavanju i upravljanju unošenja i širenja invazivnih stranih vrsta, koja je stupila na snagu 1. siječnja 2015., primjerice, ograničava namjerno ili nenamjerno unošenje invazivnih stranih vrsta u Uniju, razmnožavanje, uzgoj, transport, kupnju, prodaju, korištenje, razmjenu, čuvanje i puštanje invazivnih stranih vrsta koje zabrinjavaju EU, u EU. Trenutni popis invazivnih stranih vrsta koje zabrinjavaju Uniju sadrži 36 biljnih vrsta, a mnoge od njih pojavljuju se u poplavnim područjima, poput pajasena (*Ailanthus altissima*), japanskog hmelja (*Humulus scandens*) ili himalajskog balzama (*Impatiens glandulifera*).

Procjene rizika

Ponekad se strane biljke, kao što su strane vrste drveća ili zeljastog bilja u mješavinama livadskog sjemena, namjerno koriste u šumarstvu ili obnovi ekosustava. U takvim slučajevima namjerne uporabe stranih vrsta, preporučujemo provođenje procjene rizika specifičnog za specifična staništa. Minimalni standardi za procjenu rizika uključuju sljedeće: (1) osnovni opis vrsta; (2) vjerojatnost naturalizacije ili invazije; (3) rasprostranjenost, širenje i utjecaji;

(4) procjena putova unosa; (5) procjena utjecaja na biološku raznolikost i ekosustave; (6) procjena utjecaja na usluge ekosustava; (7) procjena socijalno-ekonomskih utjecaja; (8) razmatranje statusa vrste (ugrožene ili zaštićene) ili staništa pod prijetnjom; (9) procjena budućih učinaka klimatskih promjena; (10) mogućnost dovršavanja čak i kad nedostaje informacija; (11) dokumentirati izvore informacija; (12) priložiti sažetak u dosljednom i razumljivom obliku; (13) uključiti neizvjesnost; (14) uključiti osiguranje kvalitete. Međutim, preporučujemo da kontaktirate nacionalnog stručnjaka kako bi vam pružio detaljnije informacije o procjeni rizika na vašem području i za strane vrste koje vas zanimaju.

Motrenje (engl. *monitoring*)

Rano otkrivanje i brzo iskorjenjivanje u ranoj fazi invazije isplativa je mjera za zaustavljanje širenja invazivnih stranih biljaka, što obično slijedi nakon uspješnog otkrivanja populacije invazivne strane biljke tijekom motrenja. Tijekom posljednjih nekoliko desetljeća implementirani su mnogi različiti sustavi praćenja na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini. Osnovno načelo motrenja invazivnih stranih biljaka je stalno i redovito promatranje sustavno smještenih ploha na mjestu koje je pod nadzorom tijekom nekoliko godina. Motrenje zahtijeva obučeno osoblje i materijal za identifikaciju. Razvijeni su i drugi tehnički alati za pojednostavljivanje i poboljšanje postupka motrenja: DNA okoliša (Environmental DNA, eDNA), na primjer, može se koristiti za istraživanje genetskog materijala dobivenog izravno iz uzoraka vode ili sedimenta.

Mehanička kontrola

Mehaničke mjere kontrole uključuju ručno plijevljenje, rezanje, malčiranje, tretiranje prstenovanjem, uključujući upotrebu različitih alata poput kosilica ili trimera, kako bi se iskorijenilo, izrezalo, zakopalo, ili spalilo cijele invazivne strane biljke ili dijelove biljaka.

Uspjeh mehaničke kontrole, poput ručnog plijevljenja, ovisi o morfologiji invazivnih stranih biljnih vrsta kao i vještinama i tehnikama obučenog osoblja. Za većinu biljnih vrsta važno je potpuno ili u više navrata ukloniti korjenov sustav, kao i nadzemne dijelove biljke, ako je vrsta sposobna za vegetativno razmnožavanje. Ponekad treba nekoliko godina da se biljka uspješno ukloni ili iscrpi (npr. *Solidago gigantea/canadensis*,

Fallopia japonica, *F. x bohemica*, *Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*, itd.). U ovom slučaju potrebna je ustrajnost i dosljednost. Posebnu pozornost treba posvetiti i postupanju s biljnim ostacima. Moraju se sakupljati na plastičnim pločama i transportirati u plastičnim vrećama, kako se sjeme, plodovi i drugi dijelovi biljaka (mogućnost vegetativnog razmnožavanja!) ne bi dalje širili na drugim područjima. Biljne ostatke treba osušiti, spaliti ili predati nadležnim službama koje se bave takvim otpadnim materijalom.

Sječa i ispaša učinkovito su rješenje za zeljaste i drvenaste invazivne strane vrste. Preporučuje se provođenje mjera sječe i ispaše prije cvatnje i proizvodnje sjemena. Posebno je ispaša manje radno zahtjevna i navodno ima pozitivne nuspojave za krajobraznu ekologiju. Na primjer, s obzirom na lokalno zakonodavstvo, ispaša goveda, konja, domaćih svinja i ovaca može se učinkovito koristiti za sprječavanje širenja stranih invazivnih vrsta grmova u poplavnim šumama (slike 3.2.5-2, 3.2.5-3). Jednom kada se zakorijene ove invazivne vrste grmlja (2-5 godina nakon nicanja), smanjenje njihove obilnosti zahtijeva strpljenje i trajnu ispašu u poplavnim šumama (npr. u plantažama topola).



Slika 3.2.5-3: Ispaša konja u močvarnom prirodnom rezervatu Isola Della Cona u Furlaniji-Juljskoj na sjeveroistoku Italije



Slika 3.2.5-2: a) Redovnom ispašom sprječava se uspostavljanje i širenje invazivnih vrsta grmova u plantažama topola duž rijeke Timiš u Srbiji; b) Gusti sloj grmlja *Amorpha fruticosa* i *Fraxinus pennsylvanica* u plantaži topole gdje nema ispaše

Malčiranje je relativno nedestruktivna mehanička metoda kontrole koja onemogućava dostupnost svjetla i inhibira fotosintezu prekrivanjem sadnice slamom, korom, plastičnim pokrovima ili papirom. Ova se mjera obično koristi u poljoprivrednoj praksi za suzbijanje uglavnom jednogodišnjih korova. Malčiranje se uspješno koristi za suzbijanje *Impatiens glandulifera*.

Ovisno o području preporučujemo stjecanje znanja o ograničenjima i reproduktivnoj biologiji vrste. Općenito, uporaba mehaničkih mjera kontrole zahtijeva planiranu strategiju koja uključuje nadzor, ograničavanje, tretiranje i mjere za praćenje uspjeha. U mnogim su slučajevima mehaničke mjere kontrole izvedive samo u početnim fazama invazije. S jedne strane, cilj mehaničke kontrole rijetko se postiže bez velikih napora i troškova. Stoga se mehaničke mjere kontrole obično koriste na malim definiranim područjima. S druge strane, ako su pravilno primijenjene, mehaničke mjere kontrole manje su štetne za okoliš i izvorni ekosustav, nego kemijske mjere. To čini mjere mehaničke kontrole vrlo korisnim za zaštićena područja gdje kemijska ili biološka kontrola nije moguća ili je zakonski zabranjena. U poplavnim šumama uspješno se koriste mehaničke mjere suzbijanja za iskorjenjivanje malih populacija himalajskog balzama (*Impatiens glandulifera*), pajasena (*Ailanthus altissima*), (*Heracleum* sp.) ili ciganskog perja (*Asclepias syriaca*).

Kemijska kontrola

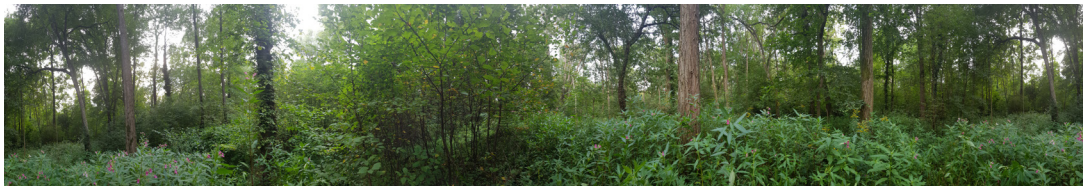
Mjere kemijske kontrole odnose se na selektivno i lokalizirano prskanje ili razmazivanje sredstava za zaštitu bilja (SZB). Primjena herbicida, posebno primjena glifosata, isplative su kemijske mjere suzbijanja koje pomažu u izbjegavanju poremećaja površine tla i naknadnog klijanja invazivnih stranih biljaka, ali negativno utječu na neciljane biljne vrste i okoliš. Lokalitete na kojima je provedeno tretiranje je potrebno pratiti u narednim godinama kako bi se procijenio uspjeh i negativne nuspojave tretiranja. Povremeno, tretiranje treba ponoviti u narednim godina. U poplavnim šumskim ekosustavima ne preporučuje se upotreba kemijskih mjera. Nadalje, zakonska ograničenja često sprječavaju upotrebu herbicida u šumskim ekosustavima.

Biološka kontrola

Mjere biološke kontrole odnose se na unošenje živih organizama (biološko sredstvo za suzbijanje) radi smanjenja konkurentske sposobnosti stranih invazivne vrsta biljaka. Te mjere mogu imati

negativne dugoročne učinke i zahtijevaju savjetovanje s lokalnim stručnjakom prije njihove provedbe. Potrebno je poštovati nacionalno i lokalno zakonodavstvo, kao i provesti odgovarajuću procjenu rizika prije bilo kakvog ispuštanja u prirodu bioloških sredstava za suzbijanje. Primjena mjera biološke kontrole u praksi uključuje širok raspon organizama:

Ispaša zečeva korištena je za suzbijanje ciganskog perja (*Asclepias syriaca*) u Nacionalnom parku Kiskunság, Mađarska. U eksperimentalnim ispitivanjima korištene su specifične gljive rđa (*Puccinia komarovii* var. *glanduliferae*) za suzbijanje *Impatiens glandulifera* (slika 3.2.5-4). Nadalje, gljive iz roda *Verticillium* spp., poput izolata *Verticillium nonalfalfae*, trenutno se smatraju najučinkovitijim biološkim sredstvom protiv pajasena (*Ailanthus altissima*).



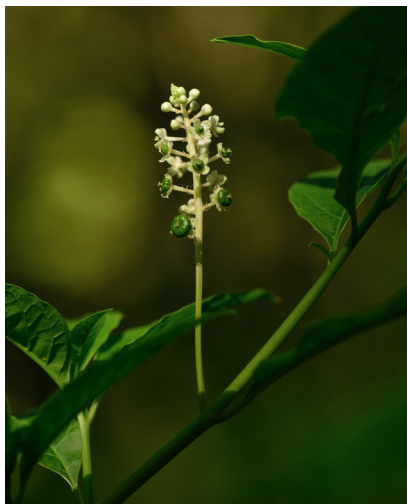
Slika 3.2.5-4: Invazija biljaka *Impatiens glandulifera* i *Fallopia sachalinensis*

Prilagodba šumskouzgojnih mjera

Preporuke u vezi s prilagodbom šumskouzgojnih mjera uključuju preventivne mjere poput preporuke za sadnju autohtonih vrsta drveća. Nadalje, neprekidni pokrov stabala i dulji periodi ophodnje preporučuju se tamo gdje je to prikladno za postizanje zasjenjenijih uvjeta. Također treba izbjegavati pripremu tla za sječu, posebno kada je područje redovito plavljeno, jer se propagule invazivnih stranih vrsta mogu lako prenijeti vodom do pripremljenog tla, gdje također mogu pronaći dovoljno svjetla za klijanje i rast. Treba izbjegavati slabu proredu šumskih površina kako bi se smanjio rizik od poremećaja gospodarenja koji mogu funkcionirati kao putovi za unošenje stranih biljnih vrsta u šumu. Rubove šuma treba očuvati jer gusti višeslojni sklop može spriječiti ili usporiti ulazak invazivnih vrsta iz okoline. Također se preporuča redovita košnja koridora uz šumske ceste. Konačno, trebalo bi se dati prednost alternativnim režimima sječe, umjesto jednostavne čiste sječe, treba se ponuditi selekcija ili oplodna sječa koji se primjenjuju u šumarstvu s kontinuiranim sklopom.



3.2.5-5: Himalajski balzam (*Impatiens glandulifera*) je biljka porijeklom iz Azije



3.2.5-6: *Phytolacca americana* je biljka porijeklom iz sjeverne Amerike i širi se Europom

Obnova oštećenih ekosustava

Dugoročna otpornost poplavnih šuma može se poboljšati provođenjem odgovarajućih mjera obnove kako bi se pomoglo oporavku ekosustava koji je degradiran, oštećen ili uništen invazivnim stranim biljkama ili drugim invazivnim organizmima (na primjer kukci ili gljive). Troškovi mjera suzbijanja mogli bi biti visoki i nerazmjerni koristima od obnove. Međutim, u nekim slučajevima tradicionalne prakse korištenja zemljišta poput šumske ispaše mogu biti isplativo sredstvo za obnovu.

LISTA PROVJERE INVAZIVNE STRANE BILJNE VRSTE

Preporuke za upravljanje invazivnim stranim biljnim vrstama u poplavnim šumama

- 1 ODREDITE CILJ**
Identificirajte rizike vezane za postojeće i potencijalne invazivne strane biljne vrste u području interesa.
- 2 DOBRO UPOZNAJTE VRSTU**
Mjere uklanjanja mogu jako ovisiti o fenologiji i drugim ekološkim karakteristikama pojedine invazivne strane biljne vrste. Stoga se preporučuje najprije istražiti biologiju vrsta pa tek onda planirati mjere.
- 3 POŠTUJTE PROPISE**
Prilikom primjene kemijskih i ne kemijskih mjera uvijek poštuju lokalne, regionalne i nacionalne propise.
- 4 IDENTIFICIRAJTE PUTEVE UNOSA**
Identificirajte puteve unosa, poput šumskih cesta ili ljudskih aktivnosti u poplavnim šumama, kako bi mogli povećati svijest ljudi uključenih u aktivnosti vezane za puteve unosa.
- 5 ODREDITE PRIORITETE**
Kako su obično financijska sredstva ograničena, preporučamo određivanje prioriteta vezanih za prisutne i potencijalne vrste s obzirom na način njihovog utjecaja na okoliš.
- 6 GOVORITE O SVOM RADU**
Informativni materijali prilagođeni ciljanim skupinama mogu povećati znanje o rizicima vezanim za invazivne strane vrste biljaka. Programi građanske znanosti također nude široku paletu tehničkih alata za uključivanje javnosti u identifikaciju takvih vrsta biljaka.
- 7 PRILAGODITE SE LOKALNIM UVJETIMA**
Mjere upravljanja invazivnom stranom vrstom trebaju biti prilagođene lokalnim uvjetima.
- 8 PRATITE RIZIK I USPJEH**
Motrenje (monitoring) je korisno za ranu detekciju i brzo uklanjanje u ranoj fazi invazije kao i kasnije nakon provedbe mjera kako bi se ustanovila učinkovitost mjera.

Projekt Resilient riparian forests as ecological corridors in the Mura-Drava-Danube Biosphere Reserve (REFOCUS)

3.2.5-7: Kontrolna lista za invazivne strane vrste biljaka



3.2.6 Gospodarenje šumama topola i njihova raznolikost

Markus Sallmannshofer, Werner Ruhm

Pozadina

Poplavne šume posebno su bogate raznolikošću vrsta zbog visoko produktivnih tala i lokalno promjenjivih uvjeta okoliša. Mnoge specijalizirane biljne i životinjske zajednice ovise o tim staništima. Tipične karakteristične vrste drveća u poplavnim područjima mekih listača, poput raznih vrba, crnih i bijelih topola, posebno su prilagođene vrlo dinamičnoj geomorfologiji uzrokovanoj snagama erozije i taloženja rijeka. Kao klijanci kojima je potrebno bazično tlo i svjetlost, takve vrste drveća također ovise o klima bez vegetacije, pijeska i šljunka i mogu podnijeti poplave bolje od ostalih vrsta drveća. Zbog regulacije rijeka, ova je prirodna dinamika izgubljena, a tipične vrste drveća mekih listača rijetko se generativno obnavljaju i preusmjeravaju se na sekundarna mjesta poput šljunčara. Sve manja učestalost plavljenja duž mnogih reguliranih rijeka također potiče konkurentnu vegetaciju i sazrijevanje šumskih zajednica što rezultira negativnim učincima na uspostavljanje tipičnih vrsta mekih listača.

Oplemenjivanje topola

U drugoj polovici 19. stoljeća započeto je oplemenjivanje i trgovina sortama topola s posebnim svojstvima poput otpornosti na bolesti. Hibridni uzgoj topola započeo je početkom 20. stoljeća, posebno brzorastućim križancima različitih vrsta topola, što je postalo popularno u šumarstvu. Nedostatak drva izazvan Drugim svjetskim ratom doveo je do osnivanja istraživačkih instituta za topole u mnogim zemljama.

Sadašnje sorte topola brzo rastu i odabrane su zbog njihovog oblika i otpornosti na bolesti. To smanjuje vrijeme ophodnje i povećava kvalitetu drva. Na nekim staništima topola ima bolji prinos od bilo koje druge vrste drveća, zbog čega su mnoge šumarske tvrtke odlučne u njihovom uzgoju. Današnje aluvijalne šume mekih listača i područja prijelaza prema poplavnim šumama tvrdih listača su glavno područje uzgoja topola. Suvremenim klonovima visokih performansi može se upravljati s periodima ophodnje kraćim od 30 godina na optimalnim mjestima.

Gospodarenje i očuvanje šuma topola

Integralno očuvanje prirode teži odmaku od monokultura topola (slika 3.2.6-1). Ako ne postoji ravnoteža interesa putem

subvencija i naknada, ekonomski pritisak ne dopušta šumarskim tvrtkama da se odreknu visokoproduktivnih klonova topola. U današnje vrijeme troškovi gospodarenja šumama rastu, dok prihodi od prodaje drva kontinuirano padaju. U ovom poglavlju opisujemo pristup koji uzima u obzir biologiju i ekologiju topola za povećanje biološke raznolikosti sastojina topola na učinkovit način uz istovremeno smanjenje troškova orezivanja.

Osnivanje sastojina topola

Tradicionalno gospodarenje topolama uključuje sadnju ožiljenica (hibridi topola razmnožavaju se vegetativno) u fiksnim redovima u razmaku 2x2 m ili 3x3 m. Kako topole ne odbacuju grane, potrebno je provoditi orezivanje grana i prorjeđivanje.

Topole su zahtjevne za svjetlom i same ne odbacuju suhe grane stoga je uobičajena primjena velike udaljenosti između stabala. Sadnja topola s međurednim razmakom od 8 metara omogućuje prirodni rast i ostalih vrsta stabala. Ovisno o mjestu, bijele topole (*Populus alba*), vrbe (*Salix* sp.), johe (*Alnus* sp.) i smreže (*Prunus padus*) često prirodno rastu, izbojcima iz korijena ili panja. Ako se takve korisne mješovite vrste drveća prirodno ne pojave sukcesijom, raznolikost se može povećati sadnjom stabala ili grmlja između redova topola (slika 3.2.6-2).

Ovisno o lokaciji trake na kojima će se saditi redovi topola možda će trebati malčirati prije sadnje topola. Sadnja se može obaviti plugom ili kopanjem rupa. Koriste se uglavnom dvogodišnje biljke s velikim korijenjem otprilike 2,5 m ili više. Konačni redovi zasađenih stabala često imaju negativan vizualni učinak na posjetitelje šume, ali omogućuju racionalan tijek rada kako za sadnju, tako i za potrebne radove održavanja i njege.

Kultivari topola razmnožavaju se u rasadnicima kloniranjem. Prostorna i vremenska mješavina nekoliko sorti povećava



Slika 3.2.6-1: Monokulture topola često su rezultat ekonomskog pritiska na šumarska poduzeća



Slika 3.2.6-2: Javor između redova topola

genetsku raznolikost i osigurava diverzifikaciju rizika. Znanje gdje je kultivar / klon zasađen u ovoj smjesi (npr. karte sadnje) osnovni je uvjet za kasniju usporedbu uspjeha kultivara.

Posebna zaštita kultura

Ukoliko je na lokalitetima prisutna srneća divljač, sloj boje na deblu dovoljan je da zaštiti deblo od trljanja srndaća. Protiv jelena potrebna je pojedinačna zaštita stabala ili ograđivanje cijelog područja. U Srbiji je razvijena metoda kojom se sadnice/reznice topola omotavaju žičanom mrežom tijekom postupka sadnje. Postavlja se lagana žičana petlja koja zatvara mrežu i lako se otvara da spriječi stablo da se „uguši“ dok raste u debljinu (slika 3.2.6-3). Problemi nastaju kada mladi izbojci prelaze preko ograde i divljač ih pobrsti i kad se biljka slomi (slika 3.2.6-4, poglavlje 3.2.4 „Kako upravljati divljači i zaštititi šume od oštećenja“).

Održavanje kulture

Poplave nastale neposredno nakon sadnje redovito izvlače biljke koje još nisu imale dovoljno vremena da se same zakorijene, te ih u tom slučaju treba popraviti. Prvih godinu do dvije nakon sadnje poželjno je rotacijskom kosilicom kositi i sjeći vegetaciju uz redove stabala topola. Ako je potrebno u prve dvije godine nakon sadnje, mora se provesti uklanjanje biljaka penjačica ručnim škarama, jer divlji hmelj i pavitina mogu srušiti mlade biljke topola što može usporiti rast ili čak oštetiti mladu biljku.



Slika 3.2.6-3: Lagana žičana petlja koja zatvara mrežu i lako se otvara sprječava stablo da se „uguši“ dok raste u debljinu



Slika 3.2.6-4: Kad srneća divljač savije mladu topolu zbog brštenja, često ih slomi (i izvan ograde)

Orezivanje

Proizvodnja vrijednog drva topole zahtijeva rezidbu, koja se obično obavlja u tri faze pilom na štapu do visine od 6 metara. Sekundarna sastojina mješovitih vrsta drveća može značajno doprinijeti smanjenju rasta i debljine grana. Dakle, u tom slučaju neke faze orezivanja mogu se izostaviti.

Proreda

Između dobi od sedam do 10 godina gustoća stabala se obično shematski smanjuje na konačnu gustoću sastojine prorjeđivanjem (npr. uklanja se svaka druga topola da bi se dobio razmak između biljaka od 4 metra po redu). Uklanjanje ne koristi samo najboljim stablima topola, već pogoduje i sekundarnoj sastojini.

Izgledi za budućnost i sažetak

Uspostavljanjem sastojine sa široko raspoređenim kultivarima topola može se povećati rast i stabilnost pojedinih stabala, dok prostor između stabala topola omogućuje uspostavljanje sekundarne sastojine mješovitih vrsta drveća prirodnom sukcesijom. Time se mogu smanjiti i troškovi sadnje i potrebno orezivanje. To omogućuje provedbu ekonomskih i ekoloških poboljšanja bez odstupanja od proizvodnje topola.

Zahvala

Hvala Herbertu Tiefenbacheru (PhD) na vrijednom doprinosu prilikom pripreme ovoga poglavlja.



3.2.7 Integracija dijelova mrtvog drva u redovno gospodarenje

Janine Oettel

Uvod

Stvaranje, održavanje i gospodarenje mrtvim drvom ključna je komponenta poboljšanja ekološkog stanja šuma. Karakteristike mrtvog drva korištene su kao pokazatelji prirodnosti šuma, pružanja usluga ekosustava i stanja šumske biološke raznolikosti. Međunarodne inicijative poput Konvencije o biološkoj raznolikosti (CBD), Forest Europe (bivša Ministarska konferencija o zaštiti šuma u Europi) i projekt Europske agencije za zaštitu okoliša 'Temelj bioraznolikosti' uključuju mrtvo drvo kao ključni pokazatelj održivog gospodarenja šumama. Nakon toga su sheme certificiranja (FSC, PEFC) implementirale mrtvo drvo u svoje standarde s ciljem zaštite biološke raznolikosti i očuvanja okolišnih vrijednosti.

Mrtvo drvo doprinosi funkcioniranju ekosustava i prirodnim tokovima u šumama mijenjajući mikroklimu, poput vlage u tlu povećanjem kapaciteta za skladištenje vode i povećanjem dostupnosti hranjivih sastojaka. Nadalje, mrtvo drvo olakšava prirodnu obnovu stabala, posebno u šumama u hladnim klimatskim uvjetima kao što su planinske šume umjerenog pojasa. Štoviše, 25% vrsta koje obitavaju u šumi ovisi o mrtvom drvetu. Na primjer, mrtvo drvo pruža osnovne resurse za saproksilne (o mrtvom drvu ovisne) vrste poput gljiva koje uzrokuju trulež drva, člankonošce, papratnjače, lišajeve, ptice i šišmiše.

Važnost mrtvog drva za zaštitu vrsta prilično je dobro dokumentirana kod kornjaša. Prema Europskom crvenom popisu saproksilnih kukaca, 18% od 688 istraženih vrsta smatra se ugroženima (EN), a daljnjih 13% smatra se gotovo ugroženima (NT) u Europi. Takve vrste ovisi o mrtvom drvu i starim stablima za vrijeme svog razvoja u trulom drvu i udubinama. Stoga hitno treba uspostaviti krajobraze i šume s raznolikom starosnom strukturom drveća, raznolikošću vrsta i dovoljnim brojem stabala koja osiguravaju mikrostaništa, kao i dovoljnom količinom mrtvog drva u različitim fazama razgradnje.

Dok je u prirodnim šumama umjerenog pojasa, volumen i sastav (npr. stupanj razgradnje drveta, dimenzije) mrtvog drva impresivan, u gospodarenim šumama mrtvo drvo je jako smanjena šumska komponenta. U skladu s tim, u Europi su mnoge biote koje ovisi o mrtvom drvu - posebno vrste koje ovisi o određenim tipovima mrtvog drva ili velikim količinama mrtvog drva - uvelike

smanjile u gospodarenim šumama i često su svedene na izolirane populacije u negospodarenim ostacima šuma. Poznato je da volumen i sastav mrtvog drva ovisi o širokom rasponu čimbenika (npr. starost sastojina, prirodna smrtnost drveća, sastav vrsta drveća) te da je to snažno ovisno o gospodarenju šumama. Müller i Bütler (2010) predlažu osnovni prag od 20-50 m³ po ha za količinu mrtvog drva, što se može smatrati minimalnim zahtjevom za europske šume. Stvarne prosječne količine, međutim, znatno su niže u sjevernoj Europi gdje iznosi 8 m³ po ha, dok je nešto bolja u srednjoj i zapadnoj Europi gdje iznosi 20 m³ po ha.

Poplavne šume

Općenito su poplavne šume posebna staništa koja su često visokoproduktivna i predstavljaju područja s velikom biološkom raznolikošću. Visoka produktivnost često rezultira velikom količinom mrtvog drva. Izvještaji pokazuju da se količine mrtvog drva mogu razlikovati. Primjerice, količina iznosi 51 m³ po ha u Austriji, između 22 do 88 m³ po ha u Poljskoj, između 36-165 m³ po ha u Sloveniji, a može iznositi čak 206 m³ po ha, koliko je izvješteno u Italiji. Ovisno o položaju i blizini rijeke, mrtvo drvo također može ući u vodu poplavom i biti odneseno ili akumulirati se na određenim mjestima.

Povezano bogatstvo saproksilnih kornjaša nađeno je u austrijskim poplavnim šumama (Nacionalni park Donau-Auen) s oko 242 vrste. Ovako visoka vrijednost jasno naglašava konzervacijsku vrijednost poplavnih šuma. Razne studije slažu se da na bogatstvo



Slika 3.2.7-1: Količine mrtvog drva od prosječno 30-50 m³ po ha u poplavnoj šumi tvrdih listača u Austriji. Izuzimanje šumskih područja ili pojedinačnih velikih stabala s ekološkom vrijednošću iz gospodarenja opcije su za povećanje dostupnosti mrtvog drva i time biološke raznolikosti u šumama.

saproksilnih vrsta jako utječu volumen i promjer mrtvog drva. Detaljnije, Della Rocca i sur. (2014) utvrdili su granične vrijednosti za poplavne šume a one iznose 22 cm za promjer u prsnoj visini i 32 m³ po ha volumena mrtvog drva ispod kojeg se bogatstvo saproksilnih vrsta značajno smanjuje. Uz to, dostupnost mrtvog drva u naprednim fazama razgradnje pozitivno je povezana s bogatstvom vrsta, dok je mrtvo drvo malog promjera kao i velika temeljnica sastojine negativno povezano s bogatstvom vrsta.

Opcije gospodarenja za povećanje proporcija mrtvog drva

Svojstva mrtvog drva i strukturne varijable šuma značajno utječu na bogatstvo vrsta. Aktivna promocija i integracija mrtvog drva u gospodarenju šumama stoga je od velike važnosti i provodi se u različitim konceptima gospodarenja tijekom posljednjih desetljeća. Razni koncepti gospodarenja na sličan način prepoznaju vrijednost starog i mrtvog drva i uključuju njegovu promociju različitim mjerama, poput 1) uspostavljanja šumskih rezervata ili 2) ostavljanja skupina starih stabala za prirodno raspadanje. Uz to, 3) ostavljanjem stanišnih stabala sa šupljinama ili gnijezdima i 4) povećanjem količine stojećeg i ležećeg mrtvog drva, nastanjujuće populacije saproksilnih vrsta očuvat će se povezanošću staništa i time će se ojačati rasprostranjenost tih vrsta. Preporuke za povećanje udjela mrtvog drva u poplavnim šumama uključuju 4a) ostavljanje posječenog materijala na mjestu, 4b) stvaranje umjetnih panjeva visine 0,5-1 m i 4c) skidanje kore pojedinačnih stabala velikog promjera na osunčanim položajima kako bi se umjetno stvorilo mrtvo drvo. Štoviše 5) produljenje



Slika 3.2.7-2: Akumulacija mrtvog drva nakon sječe stabala. Ostavljanjem grana, debala i panjeva koji imaju malu ili nikakvu ekonomsku vrijednost tijekom postupka sječe, promiče se integracija mrtvog drva u redovno gospodarenje.

ophodnje može osigurati kontinuiranu opskrbu mrtvim drvom i dostupnost mrtvog drva u kasnijim fazama razgradnje. Međutim, različiti koncepti gospodarenja razlikuju se u definicijama i ciljanim vrijednostima za pojedine mjere. Na primjer, broj pričuvnih stabala po ha varira od 5 do 10, ili količine mrtvog drva od 20 do 40 m³ po ha.

Mrtva dubeća stabla mogu predstavljati prijetnju za sigurnost prometa i sigurnosti na radu u šumama. Uzduž i oko javnih cesta, željezničkih pruga, staza i drugih infrastrukturnih objekata, kao i na lokacijama zgrada, zaštita života i zdravlja, a time i sigurnost prometa, je prioritet. Općenito je važno povremeno procjenjivati rizik od dubećih mrtvih stabala i po potrebi ih sjeći. Mjere u vezi sa sigurnosti na radu i u prometu uključuju sječu panjeva koliko je potrebno kako bi se izbjegao rizik. Tih mjera se treba pridržavati u razumnim granicama. Izdvajanjem skupina pričuvnih stabala ili mrtvog drva, rizik je koncentriran na manji broj područja, čime se smanjuje rizik.

Sažetak

Mjere za integriranje mrtvog drva u redovno gospodarenje šumama uključuju izdvajanje šumskih rezervata, isključivanje pojedinačnih ekološki vrijednih stabala iz gospodarenja i aktivno osiguravanje dubećeg i ležećeg mrtvog drva. To se može ostvariti tijekom sječe ostavljanjem grana, debla i panjeva male ili nikakve ekonomske vrijednosti. Pokazalo se da količine mrtvog drva s najmanje 30 m³ po ha i srednje do velikog mrtvog drva promjera najmanje 20 cm pozitivno utječu na vezane vrste. U svakom slučaju moraju se uzeti u obzir aspekti zaštite i sigurnosti šuma. Potrebne mjere treba svesti na najmanju moguću mjeru, istovremeno osiguravajući sigurnost i izbjegavajući rizike. Koristeći takve metode, postaje izvedivo gospodarenje mrtvim drvom integrirati u gospodarenje šumama.



3.3 Zdravstveno stanje šuma

3.3.1 Šumski štetnici i bolesti u svijetu koji se mijenja: važnost ranog otkrivanja

Maarten de Groot, Thomas Cech, Gernot Hoch, Nikica Ogris, György Csóka

Epidemije štetnika i bolesti, aktualni problem poplavnih ekosustava

Globalna trgovina i klimatske promjene stvaraju snažne pritiske na poplavne šume u srednjoj Europi. Globalna trgovina daje priliku stranim vrstama da se iz svog autohtonog područja prenose u europske šume. Iako je većina ovih vrsta bezopasna, neke mogu postati invazivne i stoga mogu nanijeti veliku štetu u šumama biološkoj raznolikosti, gospodarstvu i zdravlju ljudi. S druge strane, u posljednjem desetljeću zabilježen je porast globalne temperature i povećana je učestalost ekstremnih vremenskih prilika – što je posljedica klimatskih promjena koje su u tijeku. Ova povećanja globalne temperature i ekstremni vremenski uvjeti oslabljuju šumsko drveće i čine to područje prikladnijim za određene (domaće) štetnike i bolesti, što može biti praćeno povećanjem njihovih populacija. Takve se vrste nazivaju i eruptivnim štetnicima i bolestima.

Poplavne šume su na vrlo osjetljivom položaju, jer su uglavnom u nizinama s često visokim temperaturama, pod utjecajem poplava koje znače potencijalni stres, ali i pod velikim pritiskom ljudske aktivnosti poput plantaža, monokultura ili pretjeranog iskorištavanja zbog rekreacije. Skoro svim vrstama drveća u srednjoeuropskim poplavnim šumama trenutno prijete različiti štetnici i bolesti. Primjerice, udio jasena (*Fraxinus excelsior* i *F. angustifolia*) se smanjuje posljednjih desetljeća zbog pojave bolesti odumiranja jasena (*Hymenoscyphus fraxineus*, vidi poglavlje 3.3.4 „**Odumiranje jasena kao glavna prijetnja biološkoj raznolikosti poplavnih šuma**“), dok na hrastove utječe niz štetnih čimbenika koji uzrokuju propadanje hrastova (vidi poglavlje 3.3.3 „**Propadanje hrasta - primjer bolesti koju karakterizira interakcija različitih uzročnika**“) ili povećanje populacija gubara (*Lymantria dispar*) i zlatokraja (*Euproctis chryorrhoea*). Također, johe su pod pritiskom gljivičnih bolesti *Phytophthora alni*, *Armillaria* sp. i *Neonectria* sp., to je kompleks koji na određenim mjestima uzrokuje ekstremno odumiranje. To su samo štetnici i bolesti koje su već prisutni, dok još uvijek ima drugih koji će se tek pojaviti. Invazivni krasnik (*Agrilus*

planipennis) polako se širi iz Rusije i Ukrajine na zapad i ovom će brzinom vjerojatno biti ovdje za nekoliko desetljeća i uzrokovati intenzivno sušenje jasena. Također, azijske vrste strizibuba *Anoplophora glabripennis* i *Anoplophora chinensis* još nisu prisutne u poplavnim šumama, ali napadaju listopadno drveće i stoga mogu imati snažne potencijalne štetne učinke na ekosustav poplavnih šuma kada budu unesene u ova područja. Kako bi se ublažili ovi problemi zdravstvenog stanja šuma, treba pripremiti i odgovarajuće mjere gospodarenja.

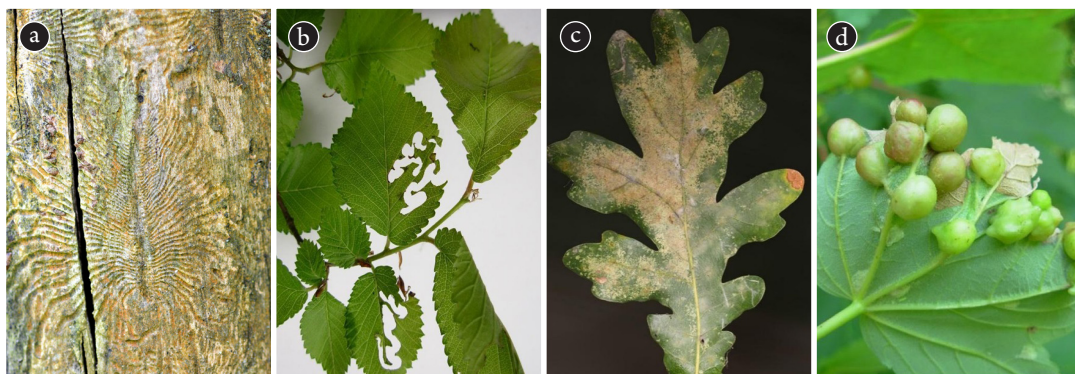
Kako ublažiti štetne utjecaje epidemijskih štetnika i bolesti?

Rano upozorenje i brzi odgovor najvažniji su preduvjeti za učinkovito gospodarenje šumskim štetnicima i bolestima. U slučaju eruptivnih autohtonih vrsta to znači da šumar može poduzeti mjere već prije izbijanja epidemije, dok bi za potencijalne invazivne strane štetnike, vrsta novog štetnika trebala biti pronađena što je prije moguće nakon dolaska kako bi se mogla iskorijeniti. Ovdje je ključno otkriti trenutak pojave ili izbijanja bolesti i identificirati invazivnog stranog štetnika ili bolest prije nego što on nanese štetu većeg razmjera. Cilj ovog poglavlja je pružiti podršku praktičaru u njegovim aktivnostima na otkrivanju štetnika ili bolesti prikazujući metode i pružajući informacije o karakteristikama štetnika i bolesti.

Metode otkrivanja štetnika

Za šumske štetnike fokus će biti uglavnom na tri pristupa: vizualni pregled simptoma, metode ulova i druge metode otkrivanja.

Prvi način otkrivanja potencijalnih povećanja populacija štetnika i invazivnih stranih vrsta kukaca je provođenje dovoljno vremena u šumi, detaljno promatranje i poznavanje onoga što se traži. Prepoznavanje simptoma i znakova napada štetnika stoga je od najveće važnosti. Često sam štetnik neće biti prva stvar s kojom se susrećemo, ali simptomi napada mogu se prepoznati s određene udaljenosti. Najočitiya karakteristika može biti da stablo ili dijelovi krošnje umiru ili više nemaju lišće ili imaju diskolorirane listove. To su dobri simptomi za detaljnije pogledati takvo stablo. Štetni kukci mogu se svrstati u četiri različite kategorije oštećenja: potkornjaci i drvaši, defolijatori, kukci koji sišu sokove i šiškarice (kukci koji stvaraju šiške) (slika 3.3.1-1). Potkornjaci ili drvaši su kornjaši ili leptiri koji se hrane kao ličinke u drvu ili ispod kore. Jedna važna skupina su potkornjaci (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), koji čine vrlo različite i često specifične hodnike koji su karakteristični za određenu vrstu. Krasnici (Coleoptera:



Slika 3.3.1-1: Različiti tip šteta koje su uzrokovali kukci: a) hodnici brijestovog potkornjaka (*Scolytus scolytus*), b) defolijacija zbog napada brijestove ose listarice (*Aproceros leucopoda*), c) šteta zbog sisanja hrastove mrežaste stjenice (*Corythucha arcuata*) i d) šiške koje uzrokuje javorova osa šiškarica (*Pediaspis aceris*)

Buprestidae) često rade cik-cak uzorak ispod kore i imaju izlaznu rupu ovalnu ili u obliku slova D. Strizibube (Coleoptera: Cerambycidae) imaju nepravilne hodnike, dok su izlazne rupe ovalne do okrugle. Defolijatori imaju sposobnost potpuno obrstiti lisnu masu stabla. Većina defolijatora su gusjenice leptira (Lepidoptera), ličinke osa listarica (Hymenoptera: Symphyta) ili kornjaši (Coleoptera). Vrste su često specifične za domaćina i mogu imati određeni obrazac hranjenja - neke se vrste hrane samo unutar parenhima lista (mineri). Međutim, iako način oštećenja može dati indicacije o kojoj se vrsti radi, često neće biti moguće odrediti uzročnika štete na temelju simptoma; stoga treba pronaći uzročnika štete. Stoga se za defolijatore savjetuje pregledati stablo kad je dio krošnje pobršten i pokušati uzeti uzorak kukca koji uzrokuje brštenje. Ponekad drugi simptomi (jajna legla, gnijezda gusjenica) mogu pomoći u prepoznavanju štetnika. Sisači su kukci koji sišu biljne sokove iz listova, izbojaka, grančica, pa čak i stabljike, to su kukci iz reda Hemiptera. Oštećenja su vidljiva promjenom boje na lišću ili iglicama. Kada dođe do velike gustoće populacije, na cijeloj krošnji stabla može doći do promjene boje, a listovi mogu otpasti ranije u sezoni (slika 3.3.1-2). Četvrta grupa štetnika koji rade štete na odraslim stablima i mladima su kukci koji rade šiške. Grinje (Acari), muhe šiškarice (Diptera: Cecidomyiidae), lisne uši (Homoptera: Adelgidae) i ose šiškarice (Hymenoptera: Cynipidae) uzrokuju stvaranje karakterističnih šiški. Takve vrste polažu jaja na različite organe stabala i njihove ličinke u razvoju induciraju šiške na biljnim tkivima. Iako pojedinačno nisu štetni, u velikom broju mogu utjecati na fotosintezu ili ući u interakciju s bolestima i omogućiti im ulaz u stablo. Šiške se mogu naći na lišću, granama i sjemenu. Dodatne informacije o štetnim šumskim kukcima mogu se naći

u našoj preporučenoj literaturi i na mnogim web stranicama (www.invasive.org, <http://www.skodcoviadrevin.sk/>, www.evportal.hu).



Slika 3.3.1-2: Hrastova sastojina napadnuta hrastovom mrežastom stjenicom (*Corythucha arcuata*) okružena sastojinama topole i vrbe u Srbiji

U mnogim će se slučajevima, štetnik koji uzrokuje štetu pronaći u fazi ličinke (npr. gusjenice koje se hrane lišćem, ličinke drvaša koje se razvijaju ispod kore). Općenito, odrasle kukce uglavnom nije lako pronaći. Stoga vam je potrebna pomoć različitih metoda. Jedna od metoda je korištenje klopki i atraktanata. Postoji niz klopki koje nisu specifične za neku vrstu ili su specifične za skupinu/vrstu i koriste određenu vrstu atraktanata. Primjer klopki koje nisu specifične za vrstu su barijerne naletne klopke. Te se klopke postavljaju u šumi ili na rubu šume i hvataju sve što leti pored klopke. Problem je u tome takve klopke love veliki broj vrsta. Za leptire koji su aktivni tijekom noći, dobar način sakupljanja su svjetlosne klopke. Svjetlosne klopke opremljene su baterijama na punjenje. Ostale vrste privlače određene boje kao što možemo vidjeti kod lisnih uši, ali i kornjaša poput krasnika. Na primjer, jasenov krasnik privlače zelene i ljubičaste klopke. Klopke u boji često se kombiniraju s ljepljivim površinama. Osim ili uz boju, kukce mogu privući i mirisi, poput hlapljivih sastojaka stabala domaćina ili feromona. Prva vrsta atraktanta je općenitija i temelji se na hlapljivim sastojcima koje emitira stablo domaćin. To bi privuklo sve vrste koje privlači upravo taj određeni domaćin. Feromoni su hlapljive tvari koje proizvode sami kukci i najspecifičniji su; privući će uglavnom jednu vrstu. Problem je što se za sve vrste štetnika ne razvija sintetički feromon. Vrlo obećavajući je nedavni razvoj pripravaka koji koristi različite vrste atraktanata. To bi bilo vrlo korisno kada tražite određenu skupinu vrsta koju je teško otkriti.

Dostupno je nekoliko drugih metoda, no jedna od metoda koja također obećava je upotreba potražnih pasa za otkrivanje. Pokazali su se vrlo preciznima za otkrivanje invazivnih stranih vrsta poput azijskih strizibuba i jasenovog krasnika na lokalitetima unosa, ali i na mjestima gdje su prisutne populacije štetnika. Psi za otkrivanje također su korišteni za eruptivne vrste poput *Ips typographus*. Iako mogu biti vrlo učinkoviti, pse prvo treba obučiti za prepoznavanje određene vrste.

Posljednjih godina daljinsko istraživanje postalo je sve važnije u otkrivanju šteta u šumama. Takve metode mogu biti korisne u prikupljanju podataka o opsegu ili širenju štete. Međutim, u većini slučajeva neće biti moguće utvrditi uzročnika štete. Slike snimljene dronovima sa slabo dostupnih šumskih lokaliteta mogu pružiti rano upozorenje na promjenu boje ili gubitak lišća.

Metode otkrivanja biljnih bolesti

Bolesti drveća i gmlja uglavnom uzrokuju gljivični ili gljivama slični organizmi, rjeđe bakterije, virusi i organizmi slični virusima. Većina vrsta proizvodi samo mikroskopske strukture, što sprječava pravilnu dijagnozu na terenu.

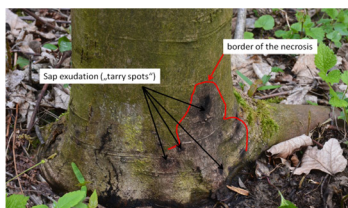
Determinacija simptoma gljivičnog/bakterijskog ili virusnog podrijetla na terenu temelji se na poznavanju specifičnih simptoma i/ili pronalaženju i identifikaciji reproduktivnih struktura patogena. U dijagnostičkoj literaturi simptomi se obično grupiraju prema biljnim organima na koje utječu: lišće/iglice, izbojci/grančice/grane, stabljike, korijenje i cvjetovi/plodovi. Slično štetnicima, patogeni su često ograničeni u svojim aktivnostima na jednu ili nekoliko vrsta biljnih organa. Stoga je prvi korak nakon prepoznavanja simptoma identificiranje i definiranje broja organa na koje simptom utječe: bolesti (uglavnom gljivične prirode) koje zahvaćaju lišće ili iglice obično su prilično specijalizirane i često ograničene na te organe. Uz to, oni su uglavnom specifični za rod domaćina, a morfologija i veličina simptoma (mrlje) često su prilično karakteristični. Ovdje čak nalazimo primjere gdje se uzročnik može makroskopski identificirati na terenu (npr. pjegavost lišća javora, *Rhytisma acerinum*). Međutim postoje patogeni, koji su sposobni zaraziti različite biljne organe, npr. *Hymenoscyphus fraxineus*, uzročnik odumiranja jasena, uzrokuje mrlje na lišću, diskolorirane peteljke listova, nekroze izbojaka/grančice/grane i kore, nekroze korjenovog vrata i grubog korijenja, kao i promjenu boje drva.

U nekrozama kore gljivičnog podrijetla često se razvijaju

reproduktivni organi gljive, obično vidljivi na površini kao „sitne pustule“. Njihova prisutnost ukazuje na gljivično podrijetlo lezije, međutim identifikacija vrste zahtijeva mikroskopske analize u dijagnostičkom laboratoriju. U lezijama kore *H. fraxineus*, gljivična tijela uvijek pripadaju sekundarnim gljivama kore koje imaju koristi od *H. fraxineus*.

Skupina patogena koji se lako mogu otkriti su oni koji proizvode plodna tijela koja su lako vidljiva i u obliku klobuka ili drugih većih plodnih tijela. Pripadaju „višim“ gljivama ili Basidiomycota i obično nastanjuju drvo uzrokujući truljenje, ali u većini slučajeva kao paraziti rana. Neke od njih stručnjaci iz tog područja mogu identificirati prema morfologiji i veličini plodišta. Nesumnjivo, najtežu skupinu za otkrivanje (a još više za identifikaciju) čine gljive aktivne u korijenju. Praktičar se oslanja na prisutnost posebnih simptoma u krošnji ili na deblu koji ukazuju na probleme s korijenjem. To su obično odumiranje cijele krošnje s lišćem smanjene veličine i broja, smanjenje prirasta koji utječe na cijelu krošnju (= odumiranje krošnje), često obilno plodonošenje i česte izlučevine iz debla kao reakcija stabla na stres ili patogene. Kombinacija izlučevina na deblu i odumiranja krošnje obično se veže s gljivama sličnim organizmom *Phytophthora*, a ukazuje na infekcije korijena ili baze debla. Međutim, neki drugi patogeni ili čak abiotski faktori stresa mogu uzrokovati slične simptome.

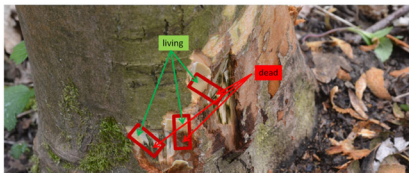
Za otkrivanje patogena na terenu, prvenstveno na temelju detaljnog poznavanja simptoma karakterističnih za ciljane vrste, svi simptomi, uključujući različite faze razvoja simptoma, trebaju se pažljivo i detaljno dokumentirati (fotografije i opisi). Uzorkovanje za laboratorijsku potvrdu i dijagnozu treba slijediti posebne zahtjeve za ciljane vrste, ali općenito uzorci trebaju biti signifikantni i brojni te trebaju odražavati različite faze propadanja zahvaćenih tkiva (uzimanje uzoraka samo iz mrtvog materijala uglavnom neće utvrditi ciljani organizam, već cijeli niz sekundarnih uzročnika). Uzorke lišća treba sprešati i osušiti prije slanja u laboratorij. Sve uzorke treba poslati ili dostaviti u prilično suhom stanju (nikada ih nemojte zamotati u guste plastične folije!). Strogo treba izbjegavati svako raspadanje u vlažnim uvjetima (uzorci će popljesniviti). Jedino determinacija vrste *Phytophthora* obično slijedi dvije različite tehnike. Ako su prisutne lezije debla, ti se patogeni mogu izolirati izravno iz simptomatskog tkiva kore. Postupak uzorkovanja za to prikazan je na slici 3.3.1-3. Ako nisu prisutne nekroze kore, ali simptomi u krošnji ukazuju na trulež korijena uzrokovanu vrstom *Phytophthora*, uzorke tla treba uzeti iz rizosfere: na 4 mjesta oko debla sloj organskog tla treba



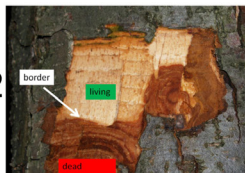
1

Uzorkovanje pseudogljiva iz roda *Phytophthora* iz nekroza na stablu

Površinska sivkasta diskoloracija kore u vidu jezika ili plamena ukazuje na prisustvo mrtvih unutrašnjih tkiva (nekroza)!



2



Uzorke za analizu treba uzeti samo iz aktivnih (svježih) nekroza!

- Nekroze trebaju biti smečkaste ili crvenkaste boje, ne smiju biti potpuno suhe, crne ili takve da je drvo već u procesu raspadanja
- Nekroze karakterizira ugodan voćni miris za razliku od bakterijskih nekroza koje karakterizira neugodan miris truleži

Uzorkovanje iz nekroza na stablima:

Oštrim nožem ili dlijetom pažljivo ukloniti koru tako da prijelazna zona između mrtvog i živog dijela floema drveta (= granica lezije) bude vidljiva, a zatim nož/dlijetom sterilizirajte 70% alkoholom. Nožem/dlijetom uzmite uzorke drveta (veličine oko 10 x 5 cm, debljine 2-5 mm) tako da sadrže granični dio između mrtvog i živog tkiva!



3

Uzorke odmah stavite u posude s običnom vodom. Nakon 10 minuta prospite vodu koja je u međuvremenu postala smečkasta i ulijte svježju vodu. Ponavljajte ovaj postupak svaka 2 sata sve dok voda ne bude bistra (2-3 puta u ovisno o vrsti drveta).

Slika 2. *Phytophthora* – uzorkovanje u 3 koraka iz simptomatičnih tkiva na stablu

Slika 3.3.1-3: *Phytophthora* –uzorkovanje iz simptomatskog tkiva debla u 3 koraka

ukloniti lokalno do dubine od oko 10 cm. Iz tla ispod, treba uzeti uzorke koji sadrže sitno korijenje (po rupi oko 1 lopate zemlje). Četiri uzorka se mogu miješati i treba uzeti takav miješani uzorak od oko 1 kg. Ovaj se uzorak može čuvati prije laboratorijskih pokusa i do nekoliko mjeseci u suhim uvjetima.

Nadalje, gljive se mogu otkriti klopama za spore. Klopka za spore kao tehnika uzorkovanja najbrža je metoda za sakupljanje neživih i uzgojivih spora u zraku. Ova metoda hvatanja spora pogodna je za identifikaciju i kvantifikaciju gljivičnih spora kako bi ih se svrstalo u rodove ili morfološki slične skupine prisutne u zraku, bez obzira na njihovu održivost. Na tržištu postoji nekoliko modela hvatača spora, uključujući Burkardov hvatač spora i Lanzonijev pribor za uzimanje uzoraka. Postoji i pribor za uzimanje uzoraka Andersen koji se obično koristi za uzorkovanje na temelju kulture. Oni ima više otvora koji omogućuju dolazak spora na površinu agara jedne ili više Petrijevih zdjelica. Zamke za spore i uzorci na bazi kulture daju različite slike zračnih spora. Zamke za spore hvataju

sve spore, žive i nežive; međutim, uzimanje uzoraka na bazi kulture korisno je samo za spore gljiva koje mogu klijati i rasti na korištenom mediju za uzgoj i upotrijebljenim temperaturama inkubacije.

Neke se gljive prenose kukcima, gdje kukci djeluju poput vektora bolesti. Takvi kukci često nose spore gljiva u posebnim strukturama na tijelu (mycangia) i sami napadaju drvo domaćina prilikom izrade hodnika. Primjeri bolesti koje se prenose kukcima su rak oraha, uzrokovana gljivom *Geosmithia morbida* kojoj je vektor orahov potkornjak (*Pityophthorus juglandis*), holandska bolest brijestova uzrokovana gljivama *Ophiostoma ulmi* i *O. novo-ulmi*, a prenosi je brijestov potkornjak (*Scolytus* sp.), venuće bora uzrokovana nematodom *Bursaphelenchus xylophilus* kojoj su vektor strizibube iz roda *Monochamus*. Za rano otkrivanje bolesti šumskog drveća koje prenose kukci koristimo tehnike klopki zajedno sa specifičnim feromonskim mamcima kako je gore opisano.

Preporuke gospodarenje za otkrivanje invazivnih stranih vrsta i eruptivnih šumskih štetnika

- Treba uspostaviti sustav praćenja s dobrim dizajnom (broj i mjesto klopki), koji se temelji na riziku
- Za određenu vrstu treba koristiti odgovarajuću metode. Prije početka otkrivanja, znajte što želite pronaći.
- Počnite dovoljno rano s istraživanjem potencijalnih invazivnih stranih vrsta ili eruptivnih štetnika prije nego što nastane šteta.
- Kampanje za podizanje svijesti - uključite javnost u dojavu pojave štetniku ili pojavu invazivnih vrsta
- Posavjetujte se sa stručnjacima. U mnogim slučajevima takva suradnja donosi obostranu korist:
- Dobivate povratne informacije o metodama koje primjenjujete
- Dobivate podršku na terenu.
- Redovito sudjelujte u tečajevima obuke jer se često javljaju novi štetnici i bolesti.
- Koristite pruženu identifikacijsku potporu informacijskog sustava DanubeForestHealth (www.danubeforesthealth.eu) i prijavite štetnike i bolesti.



Slika 3.3.1-4: Mobilna aplikacija DanubeForestHealth za vrijeme terenskih opažanja

Izgleđi za budućnost i sažetak

Štetnici i bolesti mogu imati velik utjecaj na poplavne šume. Kako bi se smanjila šteta koju ovi štetnici i bolesti mogu napraviti, treba uspostaviti rano otkrivanje. U projektu REFOCuS pripremljen je informacijski sustav nazvan DanubeForestHealth (slika, 3.3.1-3). U ovom smo poglavlju opisali simptome i metode otkrivanja štetnika i bolesti. Najbolje metode otkrivanja kukaca su pregled stabala, korištenje klopki, ali i metode poput daljinskog otkrivanja. Za bolesti je također važno identificiranje simptoma na terenu, ali za neke vrste potrebna je potvrda u laboratoriju. Ostale metode za bolesti su zamke za spore i uzorkovanje vektorskih organizama poput kukaca. Na temelju opisanih metoda identifikacije daju se preporuke za zaštitu.



3.3.2 Bolesti topola i njihovih hibrida s naglaskom na preporuke za suzbijanje bolesti

Milica Zlatković, Predrag Pap, Imola Tenorio-Baigorria, Andrés Koltay, Nikica Ogris, Thomas Cech

Bolesti lista

Hrđe na listu

Hrđa na listu koju uzrokuje *Melampsora* spp. je najčešća bolest topola, posebno u plantažama i rasadnicima. To je jedan od ključnih problema u proizvodnji topola. Tipični simptom bolesti je fini, žućkasto narančasti “prah” mase spora koji pokriva donju stranu lista (slika 3.3.2-1, 3.3.2-2). Infekcija se događa u proljeće, ali tipični simptomi najočitiiji su ljeti kada bolest može prouzročiti ranu defolijaciju.



Slika 3.3.2-1: Hrđa lišća na lišću *Populus x canadensis*



Slika 3.3.2-2: Hrđa lišća i smeđa pjegavost lista na listu stabla *Populus x canadensis*

Smeđa pjegavost lišća

Smeđa pjegavost lišća uzrokovana gljivičnom bolesti *Drepanopeziza brunnea* (Ellis & Everh.) Rossman & W.C. Alen se uglavnom javlja u plantažama i rasadnicima topola. Tipični simptom bolesti je pojava smečkastih mrlja na lišću (slika 3.3.2-2, 3.3.2-3). U uznapređovalom stadiju razvoja bolesti lišće prvo požuti, zatim dobije brončanu boju i može prerano otpasti. Klonovi *Populus × canadensis* posebno su osjetljivi na ovu bolest (slika 3.3.2-2, 3.3.2-3).

Ekologija i ekonomski značaj bolesti lista

Gljive koje uzrokuju bolesti lišća obično su “primarni paraziti” i mogu zaraziti zdrave biljke. Ako se na vrijeme ne tretiraju, bolesti lišća, posebno u intenzivnim plantažama topola, mogu utjecati na rast biljaka, a time i na proizvodnju drva. Teške infekcije mogu smanjiti potencijal rasta smanjenjem fotosintetskog područja lista. Ožiljci nastali nakon preranog otpadanja lišća tijekom vegetacijske sezone savršeni su ulaz za sekundarne patogene. Ponovljene infekcije i preuranjeno otpadanje listova visoko osjetljivih klonova oslabljuju biljke i čine ih podložnim za druge biotičke i abiotičke stresove, uključujući bolesti debela (npr. *Dothichiza populea*), kukce, visoke temperature i sušu. Ti “drugi stresovi” često ubijaju stablo. Gredice u rasadnicima posebno su osjetljive na bolesti lista, jer su biljke obično gusto zasađene, relativna vlažnost zraka je velika i ti su uvjeti povoljni za razvoj bolesti lišća. Bolesti lišća predstavljaju jednog od najčešćih neprijatelja kultura topole i stoga ih ne smiju zanemariti ni uzgajivači topola tijekom odabira klonova, niti uzgajivač topola tijekom uspostavljanja i gospodarenja plantažom topola.

Preporuke za upravljanje bolestima

- Najučinkovitiji način prevencije bolesti lista je sadnja otpornih ili barem tolerantnih klonova topola.
- Rđe imaju složenu ekologiju i često trebaju dva domaćina da završe svoj životni ciklus. Drugi domaćin ovisi o vrsti rđe. Uzgajivač topola mora imati dovoljno znanja o sekundarnim domaćinima kako bi izbjegao osnivanje plantaža topola u njihovoj blizini ili ih pokušao iskorijeniti u područjima u blizini plantaže.
- Ako gornje preporuke nisu moguće, mogu se koristiti fungicidi (npr. fungicidi na bazi bakra i karbamida) za sprečavanje infekcije, posebno u rasadnicima, ali moraju se primijeniti prije nego što se infekcija dogodi.
- Patogeni lišća mogu preživjeti i završiti svoj životni ciklus



Slika 3.3.2-3: Smeđa pjegavost lišća uzrokovana gljivom *Drepanopeziza brunnea*: jako zaraženi listovi osjetljivog klona *Populus × canadensis* “I-214” s desne strane; otporni klon na lijevoj strani.

na otpalom mrtvom lišću, pa je potrebno ukloniti sve mrtve listove s plantaže prije početka sljedeće vegetacijske sezone ili ih barem prekriti zemljom.

- Bolestima lišća također se može gospodariti tako da se topole sade u pravilnom razmaku, a konkurencija korova mora se spriječiti kako bi se izbjegla visoka relativna vlažnost koja pogoduje razvoju bolesti.
- Pažljivo praćenje bolesti lišća trebalo bi biti dio integralnog upravljanja patogenima u plantažama topola. Ne samo da se mogu unijeti novi agresivni sojevi i patogeni, već se populacije patogena mogu mijenjati i s vremenom mogu prevladati otpor domaćina.

Folijarne bolesti prisutne su i u prirodnim šumama topola gdje visoka vlaga pogoduje razvoju bolesti lišća. Budući da je vjerojatnije da će se infekcija prenijeti između genetski sličnih domaćina, održavanje genetski raznolikih populacija vrsta topola najbolji je način za borbu protiv ovih bolesti u poplavnim šumama.

Bolesti grana i debla

Gljivične bolesti

Rak *Dothichiza*



Slika 3.3.2-4: *Dothichiza* rak s plodnim tijelima (piknide) u kori mladog stabla *Populus x canadensis*

Rak *Dothichiza* uzrokovan gljivom *Dothichiza populea* Sacc. predstavlja jednu od najčešćih i najrasprostranjenijih bolesti koja pogađa topole koje se koriste za intenzivan uzgoj. To je bio glavni razlog neuspjeha velike proizvodnje nekoliko klonova i sorti topola unatoč visokim stopama rasta i drugim dobrim karakteristikama. Patogen uglavnom zarazi biljku u kasnu jesen ili zimu kada je domaćin u fazi mirovanja, ali moguće su i proljetne infekcije. Opasna karakteristika ovog patogena je što ima dugo razdoblje inkubacije, do jedne godine, pa biljka može biti zaražena u tekućoj godini, ali simptomi bolesti mogu se pojaviti tek sljedeće godine. Najosjetljivija su ona stabla koja su pod stresom u rasadnicima ili mladim plantažama, obično gdje su topole posađene na previše pjeskovitom tlu sklonom periodičnom nedostatku vode.

Prvi tipični simptom bolesti je pojava crnih nekrotičnih lezija (slika 3.3.2-4) na kori. Kako bolest napreduje, površina lezije postaje udubljena, i obično se kalusno tkivo formira jer domaćin pokušava zaustaviti širenje lezije, stvarajući tako izgled "raka". Crna plodna tijela gljive (slika 3.3.2-4) pojavljuju se u redovima ili u koncentričnim krugovima oko točke prodiranja patogena na površinu lezije. *Dothichiza populea* zaražuje biljke putem rana

i prirodnih otvora, pa se lezije obično pojavljuju na ožiljcima od listova ili ozljedama kore. U težim slučajevima rak se širi i okružuje biljku. Biljke koje prežive infekciju vjetar obično lomi ili im je drvo slabije kvalitete u odnosu na zdrave biljke.

Rak *Cytospora*

Rak koji uzrokuju gljive iz roda *Cytospora* česta je bolest u prirodnim šumama, plantažama i rasadnicima. Ovi patogeni uzrokuju udubljene rakove poput onih kod *D. populea*. Međutim, plodna tijela roda *Cytospora* nastala u kori su manja u usporedbi s *D. populea*, nasumično su raspoređena i oslobađaju velike količine narančastih, žučkasto-bijelih ili crvenkastih spora koje su vidljive kao mrlje na kori drveća (slika 3.3.2-5). *Cytospora* spp. uglavnom zaraze biljke koje su već oslabljene nekom vrstom abiotičkog ili biotičkog stresa. Te su gljive uobičajene na stablima svih dobnih skupina, posebno ako su stabla u stanju uznapredovalog odumiranja uzrokovanog nekim drugim patogenom, obično *D. populea*. Reznice topola, koje se teško zakorjenjuju, često se suše ubrzo nakon sadnje zbog napada rakom vrste *Cytospora* (slika 3.3.2-6).



Slika 3.3.2-5: Velike količine narančaste boje spora *Cytospora* sp. koje su izašle iz plodnih tijela (piknida) na površini mrtve kore stabla *Populus × canadensis*

Bakterijske bolesti

Rak *Lonsdalea*

Bakterijski rak uzrokovan vrstom *Lonsdalea populi* izuzetno je ozbiljna bolest topola *Populus × canadensis* u Europi. Bakterija inficira topole u rasadnicima i mladim nasadima. Tipični simptomi bolesti pojavljuju se ljeti i u jesen kada je klima topla i vlažna, a uključuju rakove grana i debla s pukotinama u kori i obilnim količinama ljepljivih i često pjenastih eksudata (izlučevina) s trulim mirisom koji curi iz pukotina (slika 3.3.2-7 a, b). Jednom izložene zraku, izlučevine potamne i uzrokuju



Slika 3.3.2-6: Bijele spore vrste *Cytospora* koje izlaze iz piknida nastale u mrtvoj kori korijena reznice *Populus × canadensis*

promjenu boje kore drveta (slika 3.3.2-7 b). Štoviše, izlučevine privlače razne kukce, uključujući bubamare i smrdljive martine (stjenice) za koje se pretpostavlja da djeluju kao prijenosnici bolesti šireći ih na obližnja stabla. Ponekad se zaražena kora odlijepi od udubljenog područja raka, izlažući trulo drvo s mirisom fermentacije i kremastom masom bijelih eksudata (slika 3.3.2-7 c). U uznapredovalom stadiju bolesti, rak može uzrokovati odumiranje krošnje, a oboljela stabla odumiru u roku od nekoliko tjedana. Rakovi mogu biti dužine i nekoliko metara i mogu se pojaviti na bilo kojem dijelu debla. U rijetkim se prilikama stablo brani stvarajući ogromne količine kalusnog tkiva i rakovi mogu zacijeliti. Međutim, drvo je beskorisno za daljnju obradu u pilanama ili tvornicama furnira, a drvo se obično slomi od jakog vjetra u jesen i zimi (slika 3.3.2-7 d).



Slika 3.3.2-7: Simptomi bakterijskih rakova *Populus x canadensis* koje uzrokuje *Lonsdalea populi* u Srbiji i Mađarskoj; a) Bijeli, pjenasti sok koji curi iz pukotina kore; b) Cureći rak s izlučevinama koji stvara mrlje na kori. Stablo je prethodno ošteti kukac *Sciapteron tabaniformis*; c). Kora se ljušti izlažući bijele, kremaste izlučevine i trulo drvo s mirisom fermentacije; d) Proizvodnja izlučevina zaustavlja se u jesen, ali stablo se prelomilo zbog vjetra

Ekologija i ekonomski značaj bolesti grana i debla

Bolesti debla uzrokuju strukturne promjene drva i time uzrokuju značajan gubitak njegove kvalitete. Gljive koje zaraze grane i debla obično su “paraziti rana” i “oportunistički paraziti”, a u drvo ulaze kroz rane ili prirodne otvore na kori i zaraze biljku kada je pod stresom. Ovi patogeni mogu stoga iskoristiti čak i male slučajne i nenamjerne ozljede nastale tijekom različitih kulturnih praksi ili zbog lošeg gospodarenja, uključujući preuranjeno otpadanje lišća uzrokovano patogenima lišća, prethodne napade kukaca i klimatske ekstreme (npr. dugotrajna stagnacija vode zbog intenzivnih kiša, nestašica vode uslijed suše i/ili neprikladnosti tla za uzgoj topola, “toplinski valovi”). Kombinacija i sukcesija bolesti česta je i u prirodnim šumama topola i u plantažama intenzivno

uzgajanih topola.

Preporuke za upravljanje bolestima

- Selekcija rezistentnih ili barem tolerantnih klonova trenutno se smatra najboljim rješenjem za kontrolu bolesti *Dothichiza* i *Lonsdalea*.
- Dobar pristup upravljanju suzbijanjem bolesti grana i debla topole također je promicanje općeg zdravlja i snage drveća kroz različite kultivacijske prakse, uključujući gnojidbu, zalijevanje (posebno ljeti radi sprječavanja stresa zbog suše) i izbjegavanje mehaničkih ozljeda.
- Inficirane grane s rakom ili nekrotičnim lezijama treba orezati kako bi se spriječio ulazak patogena u glavno deblo. Orezivanje treba obaviti rezanjem ispod raka, a rane treba zapečatiti voskom za cijepljenje ili poprskati zaštitnim fungicidima (koji također imaju baktericidni učinak, npr. neki fungicidi na bazi bakra). Rezidbu treba završiti tijekom sezone mirovanja, a ako se zaražena stabla orezuju, rezni alat treba sterilizirati prije orezivanja zdravih stabala.
- Biljke treba pravilno zaštititi od štetnika jer oni mogu oslabiti biljke, proširiti bolest i stvoriti rane koje patogeni mogu koristiti za ulazak u stablo.
- Također je važno da uzgajivači topola primjenjuju kulturne prakse koje smanjuju zarazu patogenima lišća, uključujući suzbijanje korova i održavanje optimalne gustoće biljaka.
- Dobra kulturna praksa također podrazumijeva sadnju klonova topola otpornih ili tolerantnih na bolesti lišća, kao i sadnju klonova koji su najprikladniji za okolinu u kojem se uzgajaju.
- Rasadnici i plantaže moraju se postaviti na klima pogodnim za topole kako bi se smanjilo slabljenje biljaka.
- Reznice treba sakupljati samo s vitalnih biljaka bez simptoma bolesti, i saditi ih u razdobljima povoljne vlage i temperature kako bi se stres smanjio na najmanju moguću mjeru.
- Patogeni koji uzrokuju rak debla i grana mogu preživjeti na drvenim ostacima koji su ostali na tlu, pa je posebno važno ukloniti sve posječene grane i ostali mrtvi drveni materijal s plantaže.
- Teško zaražena stabla s rakom debla i/ili bakterijskim iscjetkom trebaju se ukloniti prije nego što rak smanji kvalitetu i potencijal prinosa i takva je stabla potrebno ukloniti s plantaže što je prije moguće kako bi se usporilo

širenje bolesti.

- Tlo s područja za koja je poznato da su zaražene bakterijskim rakom ne smije se premještati, ni na biljnom materijalu ni na opremi.

Selekcija i uzgoj radi otpornosti na bolesti smatra se najboljim rješenjem za suzbijanje bolesti grana i debla u prirodnim šumama topola.

Bolesti korijena

Bolesti korijena topole uglavnom uzrokuju gljive i organizmi slični gljivama. Vrste *Armillaria* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp. i *Phytophthium* spp. povezani su s odumiranjem krošnje i truleži korijena topola u prirodnim šumama, plantažama i rasadnicima. Prirodne šume topola javljaju se u aluvijalnim ravninama duž velikih rijeka gdje uvjeti vlažnog tla i sezonske poplave stvaraju povoljne uvjete za širenje, zarazu i preživljavanje organizama sličnih gljivama, uključujući vrste *Phytophthora*. Za preporuke upravljanja pogledajte poglavlje 3.3.6 „Mjere protiv širenja fitofore u poplavnim šumama“.

Zaključci

Zbog preferencijalne sadnje visokoproduktivnih “vrhunskih” klonova na velikim površinama i posljedično niske genetske raznolikosti, plantaže intenzivno uzgajanih topola posebno su osjetljive na napade patogena. Stoga su programi unaprjeđenja topola, koji neprestano traže nove rezistentne ili barem djelomično rezistentne klonove, prilagođeni lokalnoj klimi, i s optimalnim kapacitetom rasta, izuzetno poželjna strategija gospodarenja u plantažama topola. Štoviše, ekološke mogućnosti biološke kontrole treba razmotriti kad god je to moguće, kao i postupke uzgoja koji minimiziraju napad patogena.



3.3.3 Propadanje hrasta - primjer bolesti koju karakterizira interakcija različitih uzročnika

Thomas L. Cech



Slika 3.3.3-1: Simptomi propadanja hrasta obuhvaćaju prorjeđivanje krošnje i odumiranje grana



Slika 3.3.3-2: Izlučevine iz debla hrasta

Propadanje hrasta kompleks je simptoma bolesti hrastova (*Quercus* spp.) poznat u Europi i sjevernoj Americi više od 100 godina. Sindrom obuhvaća stanjivanje krošnje, odumiranje grana i konačno smrt stabala kao posljedicu interakcije i abiotičkih i biotičkih čimbenika (slika 3.3.3-1). U Europi se posljednja nadregionalna epizoda propadanja hrasta dogodila od kasnih 1970-ih do početka 1990-ih. U to je vrijeme jedna od hipoteza bila da su je uzrokovale isključivo određene gljive (*Ophiostoma* spp.), No to nije bilo moguće dokazati. Otkrivanje brojnih štetnih čimbenika povezanih s propadanjem hrasta pokrenulo je višestruki istraživački pristup koji je uključivao znanstvenike iz širokog spektra disciplina. Iako se težina pojedinih uzročnika i način njihove interakcije nisu uvijek mogli identificirati, propadanje hrasta općenito se shvaćalo kao interakcija napada štetnika koji se hrane u krošnji i u deblu, patogena korijena (npr. *Phytophthora*, *Gymnopilus fusipes*, *Armillaria* spp.), epizode kasnog mraza, vođeni stres uzrokovan ekstremnim razdobljima suše i utjecaj čovjeka na vodne resurse. U nekim europskim zemljama učestalo smanjenje nivoa vode u tlu uzrokovano je opsežnim iskorištavanjem vode za poljoprivredu i odvodnjom močvara i potoka, kao i „čišćenjem“ krajolika od malih šumskih parcela (poglavlje 2.1 „Važnost poplavnih šuma i prijetnje“). Krajem 1990-ih, ovaj fenomen se smanjio u intenzitetu i pojavnosti te su se oporavile brojne hrastove sastojine.

Nedavno je fenomen propadanja koji znatno brže napreduje, u Velikoj Britaniji opisan kao akutno propadanje hrasta (engl. *Acute Oak Decline* - AOD). Karakteriziraju ga izlučevine iz debla hrasta (slika 3.3.3-2) i kombinirani utjecaj određenih bakterijskih vrsta (*Brenneria* spp. i druge) i krasnika (*Agrilus* spp.).

Otkrivanje i potvrda

Budući da se simptomi propadanja hrasta mogu znatno razlikovati ovisno o različitim uzročnicima koji se također mijenjaju, otkrivanje pravog uzročnika prvi je preduvjet za ograničavanje fenomena propadanja od monokazualnih uzročnika (npr. prorjeđivanje krošnje samo zbog defolijatora). Obično simptomi utječu na cijelu krošnju: lišće je rijetko i manje je veličine nego što je uobičajeno, a može biti žučkasto umjesto tamnozeleno. Izbojci često ostaju kratki (usporen rast) s gusto nabijenim lišćem na

granama. Nakon tih simptoma najčešće se nastavlja progresivno odumiranje izbojaka i pojedinačnih grana. Nakon nekoliko godina stabla pokazuju prorijeđenu krošnju s brojnim mrtvim granama. Stabla obično reagiraju stvaranjem epikormičnih izbojaka, što se također može dogoditi kao posljedica naglog izlaganja sunčevoj svjetlosti nakon mjera prorjeđivanja. Ponekad se cijelo stablo osuši, ali je primijećen i oporavak stabala.

Treba procijeniti simptome krošnje (veličina listova, brojnost, boja), kao i indeks prorjeđivanja. Sklop treba pažljivo promotriti i utvrditi prisutnost defolijatora, pepelnice ili drugih patogena na lišću. Da biste to postigli, potreban je dobar dalekozor. Uz to, lišće do kojeg se može doći s tla treba pregledati, u smislu ima li kukaca i mrlja ili gljivičnih naslaga, te uzeti uzorke za laboratorijsku dijagnozu.

Mrtve grane treba pregledati na prisutnost vidljivih mehaničkih oštećenja. Veće rane (poput onih uzrokovanih nevremenom, munjama, orezivanjem ili guljenjem kore od divljači) na dnu mrtve grane ili na deblu ispod nisu simptom propadanja hrasta, jer očito uzrokuju odumiranje grana. Pukotine, s druge strane, mogu ukazivati na abiotički stres (najčešće mraz i sušu). Kasnije pukotine mogu nalikovati mehaničkim oštećenjima, pa ih treba provjeriti u različitim fazama razvoja.

Pregled debla treba obaviti pažljivim pregledom i potragom za rakom kore i njegovim podrijetlom. Nekoliko vrsta gljiva mogu biti uzročnici bolesti (npr. *Biscogniauxia mediterranea*, *Fusicoccum quercus*, *Stereum rugosum*, *Pezicula cinnamomea*). Štoviše, katranske izlučevine (protok soka) još su jedna značajna značajka koja ukazuje na utjecaj na živa tkiva kore. Oni obično upućuju na vratne ili zračne nekroze gljivičnog organizma *Phytophthora*. Kod hrasta, uglavnom se odnose na vrstu *Phytophthora cinnamomi* i rijeđe drugih vrsta poput *P. ramorum*, uzročnika iznenadne smrti hrastova (engl. *Sudden Oak Death - SOD*) u Sjevernoj Americi. Stoga, ako su prisutne velike nekroze kore koje se protežu prema gore od područja korijenovog vrata, ali nedostaju štetnici ispod kore, treba uzeti uzorke kore radi identifikacije vrste *Phytophthora*.

Smolaste mrlje povezane samo s malim (5-10 cm) lezijama kore koje se ne protežu jezičasto od osnove debla, ali mogu imati i tragove larvnih hodnika krasnika (hrastov krasnik *Agrilus biguttatus*) ukazuju na relativno novi sindrom akutnog propadanja hrasta (AOD). U tom slučaju treba uzeti uzorak svježeg biljnog soka pomoću štapića prekrivenih pamukom, koji će se poslati u dijagnostički laboratorij za identifikaciju bakterijskih vrsta

Ukoliko postoje simptomi koji utječu na cijelu krošnju (rijetka

krošnja, sitno lišće), što ukazuje na poremećaje korijena, ali na deblu nisu prisutne lezije kore, treba uzeti uzorke tla iz zone finog korijenja za laboratorijske analize vrsta *Phytophthora*: brojne vrste *Phytophthora* utječu na fino korijenje hrastova i uzrokuju progresivno smanjenje vitalnosti drveća.

Dvije parazitske gljive profitiraju posebno od stresa koji uzrokuje suša u hrastovim sastojinama. Mednjača (*Armillaria* spp.), koja štetno utječe na mnoge vrste drveća, lako je da otkriti prisutnošću korijenastih micelijskih niti (rizomorfa), bijelih micelijskih reznjeva ispod kore i karakterističnih plodišta koja su prisutna u jesen. Učinak mednjače općenito se povećava nakon suše ili drugih, čak i biotičkih stresnih čimbenika (npr. odumiranje jasena *Hymenoscyphus*). Uobičajeno je da patogen brzo ubije cijeli korijenov sustav. Gljiva *Gymnopus fusipes* napada deblje korijene. Plodišta u obliku vretena stvara od sredine ljeta i uzrokuje tipičnu narančastu mrlju na zaraženom korijenju. Ovaj patogen postaje sve važniji zbog izvanrednih suhih i vrućih ljeta posljednjih godina. Osim kod mednjače, propadanje korijena može potrajati i mnogo godina.

Nakon određivanja skupa štetnika i patogena prisutnih na stablu i/ili staništu, klimatski podaci u posljednjih 10 do 20 godina trebali bi se prikupiti s najbliže meteorološke stanice i analizirati na ekstremne epizode suše, vrućine ili mraza.

Strategije upravljanja

Nakon što su prikupljeni dokazi o prisutnosti složenog poremećaja hrastova na lokalitetu, strategije bi trebale uzeti u obzir čimbenike koji se smatraju najznačajnijima za bolest. Na temelju pretpostavke da je bilo koji fenomen propadanja hrasta u osnovi posljedica stresa na stablo, treba uzeti u obzir svaku mjeru koja ima za cilj poboljšati snagu stabla. Treba strogo izbjegavati bilo kakvu aktivnost koja dovodi do prevelike odvodnje vode ili nedostatka podzemne vode.

Na mjestima koja su sve izloženija vremenskim ekstremima potrebna su individualna stabla hrasta koja su sposobna izdržati te ekstreme. To se može postići šumskouzgojnim radovima, poput prorjeđivanja u pravo vrijeme, zamjene čistih hrastovih sastojina u mješovite šume, ali i gospodarenje s divljači i stokom kako bi se smanjila šteta od ranjavanja stabala. U mješovitim sastojinama brojnost svake vrste drveća mnogo je manja nego u čistim sastojinama, a zbog toga i specijalizirani štetnici i patogeni imaju manje mogućnosti u postizanju gustih štetnih populacija.

Hrastove sastojine treba obnoviti prikladnim sjemenskim materijalom prilagođenim lokalnim uvjetima - i uzimajući u obzir stalne klimatske promjene. Na neprilagođene hrastove mogu utjecati štetni patogeni. To pokazuju nedavni slučajevi propadanja crvenih hrastova u Austriji i Češkoj s značajnim štetnim utjecajem gljive *Gymnopus fusipes*. Crveni hrast (*Q. rubra*) je posebno osjetljiv na trulež korijena *Gymnopus fusipes* ako je zasađen na alkalnim tlima i podložan stresu uzrokovanom sušom (slika 3.3.3-3).



Slika 3.3.3-3: *Gymnopus fusipes*-trulež korijena na crvenom hrastu (*Quercus rubra*)

Smjernice za budućnost i sažetak

Propadanje hrasta složeni je poremećaj uzrokovan interakcijom abiotičkih i biotičkih čimbenika. Za otkrivanje i tumačenje potrebna je pažljiva procjena čimbenika kao i analiza klimatske situacije na pogodnim mjestima. Osim specifičnih mjera za borbu protiv pojedinačnih štetnika i uzročnika bolesti, propadanje hrasta može se ograničiti ili smanjiti samo šumskouzgojnim i higijenskim mjerama koje jačaju snagu stabala. Na razini krajolika treba obnoviti i zajamčiti prirodnu opskrbu vodom za hrastove poplavne šume.



3.3.4 Odumiranje jasena kao glavna prijetnja bioraznolikosti poplavnih šuma

Thomas L. Cech, Katharina Schwanda

Uvod

Odumiranje jasena ozbiljna je gljivična bolest nekoliko vrsta jasena (*Fraxinus* spp., Slika 3.3.4-1) koju uzrokuje vrsta gljive *Hymenoscyphus fraxineus*. Patogen je počeo utjecati na europski jasen početkom 1990-ih. Proširio se od baltičkih zemalja i Poljske do Skandinavije; sredinom 2000-ih došao je u srednju Europu pokazujući epidemijski karakter i predstavljajući jedan od najozbiljnijih zdravstvenih problema u europskim šumama. Bolest pogađa sve dobne razrede jasena. Šteta je puno veća na mlađim stablima u odnosu na starija, gdje je bolest obično kroničnija. Međutim, čak i stara stabla konačno podlegnu bolesti zbog ponovnih infekcija i napada sekundarnih patogena. Ova je vrsta vrlo agresivna prema najrasprostranjenijim europskim vrstama jasena, običnom jasenu (*F. excelsior*) i poljskom jasenu (*F. angustifolia*). U zemljama podrijetla u istočnoj Aziji ova bolest uzrokuje samo neznatne štete na autohtonim vrstama jasena. Način unosa u Europu još nije u potpunosti objašnjen. Trgovina i kretanje biljaka i biljnog materijala su vjerojatno put unosa ovoga vrlo agresivnoga patogena u Europu.



Slika 3.3.4-1: Odumiranje jasena je opasna gljivična bolest koju uzrokuje *Hymenoscyphus fraxineus* koja napada nekoliko vrsta jasena

Jasen igra važnu ekonomsku i ekološku ulogu. Drvo je izuzetno dragocjeno za proizvodnju namještaja, furnira, podova, kompozitnog drveta, ručki za alate i sportske opreme. Lišće može

osigurati hranu za stoku u ruralnim područjima tijekom sušnih razdoblja. Nadalje, kora sadrži tvari medicinskog potencijala (npr. antimalarijska svojstva). Ekološka vrijednost jasena je ogromna. Stanište je velikog broja kukaca, gljiva, lišajeva i mahovine, od kojih su neke vrlo specifične.

Stoga se može očekivati da odumiranje jasena predstavlja glavnu prijetnju biološkoj raznolikosti, posebno u poplavnim šumama, koje su već osiromašene gubicima brijestova, joha i hrastova kao posljedice holandske bolesti brijestova (*Phytophthora alni*) i drugih vrsta *Phytophthora*. Gubitak visokog udjela jasena vjerojatno će imati kaskadu ekoloških učinaka na usluge ekosustava i biološku raznolikost. Nadalje, značajni gubitak jasena, posebno u poplavnim šumama, značio bi praznine koje bi mogle popuniti invazivne zeljaste biljne vrste, ali i vrste drveća poput *Acer negundo*, *Ailanthus altissima* ili *Juglans nigra*.

Infekcija i razvoj bolesti

Hymenoscyphus fraxineus prvenstveno inficira zeleno lišće jasena zračnim askosporama oslobođenim iz malih plodišta koja rastu na ostacima lišća u otpalom lišću (slika 3.3.4-2). Prvi simptomi su nespecifične smeđe mrlje na palisticima. Nakon uspješne zaraze, gljivični micelij raste u lisne peteljke, a kasnije, ulaskom u izbojak kroz peteljku lista, u drvenaste dijelove jasena. U drvu uzrokuje tipično sivkasto do smeđkasto obojenje. Nakon toga grančice razvijaju široke lezije na kori i odumiru zbog prstenovanja (okruživanja). Napadnuti listovi otpadaju u jesen, a crne pločice (strome) razvijaju se uglavnom na peteljka i na žilama palistića. Sljedećeg proljeća i ljeta iz ove strome razvijaju se mala, bijela plodišta (otprilike 2 do 7 mm). Askospore se uglavnom otpuštaju



Slika 3.3.4-2: Plodna tijela *Hymenoscyphus fraxineus* koja rastu iz ostatka lista u otpalom lišću

od kraja lipnja do rujna, ovisno o lokalnim klimatskim uvjetima, a ciklus bolesti odumiranja jasena započinje ponovno.

Za proizvodnju plodišta i spora potrebna je vlaga. Na vlažnom tlu bijeli se diskovi brzo pojavljuju i stvaraju zarazne spore. Kad spore padnu na suho tlo, smežuraju se. Stoga se maksimum sporulacije postiže na mjestima s kontinuirano visokom vlagom zraka u blizini tla. Crna gljivična stroma izuzetno je plodna: jedna peteljka može proizvoditi plodišta tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja, pa čak i nekoliko godina. Uzimajući u obzir dugotrajno otpuštanje spora, i po nekoliko mjeseci, samo produžena razdoblja suše mogu značajno smanjiti količinu proizvedenog inokuluma. Nadalje, spore *H. fraxineus* mogu ući u stabla preko baze debla i korijenovog vrata kroz lenticelle uzrokujući promjenu boje drveta i lezije kore. To olakšava ulaz sekundarnih kolonizatora, uglavnom *Armillaria* spp., što ubrzava propadanje i odumiranje stabala domaćina. Nakon napada gljiva truleži korijena, u nekoliko se zemalja sve češće primjećuju vjetroizvale i vjetrolomi (slika 3.3.4-3). To ozbiljno smanjuje stabilnost stabala što rezultira mnogim stablima koje treba posjeći, posebno uz ceste i planinarske staze iz sigurnosnih razloga.



Slika 3.3.4-3: Jasen koji su napali sekundarni kolonizatori, uglavnom *Armillaria* spp., ubrzava propadanje i odumiranje stabala domaćina. Nakon napada gljiva truležnica korijena, vjetrolomi i vjetroizvale su primijećeni u nekoliko zemalja

Strategije upravljanja

Poplavne šume pružaju povoljne uvjete za ovu gljivičnu bolest (visoka vlaga, gusta podstojna etaža koja sprječava prozračivanje).

Stoga odumiranje jasena uzrokuje najveće gubitke jasena, posebno u tim šumama. U blizini velikih vodotoka vlažnost zraka je velika, što je dodatno potkrijepljeno gustom podstojnom etažom koja smanjuje prozračivanje. S druge strane, strukturirana i gusta podstojna etaža također može spriječiti izbačene spore da dođu do lišća u krošnji. Poplave također mogu imati ograničavajući učinak na inokulum na način da naslagani slojevi blata mogu prekriti peteljke jasenovog lišća i tako spriječiti ispuštanje spora. Taj je fenomen primijećen u Austriji na mjestima gdje se provodi motrenje uz rijeke. Međutim, budući da su jasenova stabla vrlo česta u mnogim poplavnim šumama, takvi pozitivni efekti poplave mogu se poništiti velikom gustoćom zaraženih domaćina koji proizvode vrlo velika opterećenja inokuluma.

Trenutno su dostupne dvije različite strategije za borbu protiv odumiranja jasena:

- podržati genetski naslijeđenu rezistenciju ili toleranciju malog broja jasenovih stabala na *H. fraxineus*
- higijenske i šumskouzgojne mjere.

Podržavanje prirodne rezistencije

Odumiranje jasena gotovo je sveprisutan fenomen u srednjoeuropskim šumama. Sastojine s visokim udjelom pogodenih stabala nisu rijetkost, posebno u poplavnim šumama gdje se često javljaju čiste jasenove sastojine. Međutim, pojedina stabla koja nemaju nikakvih ili imaju samo neznatne simptome mogu se naći čak i u jako zaraženim sastojinama. To se može definirati kao nasljedna tolerancija koja je istraživana u nekoliko zemalja. U tijeku su programi oplemenjivanja za proizvodnju biljnih zaliha otpornih na odumiranje jasena. Uz ovu opciju, selekcija vjerojatno otpornih stabala u jasenovim sastojinama također može povećati otpornost populacije. To zahtijeva selektivno očuvanje jedinki koje ne pokazuju nikakve ili samo slabe simptome i provođenje mjera koje pogoduju njihovoj regeneraciji. Stoga se u šumama gdje odumiranje jasena prijeti jasenu preporučuje ograda oko takvog područja bez simptoma kako bi se spriječile štete od stoke i divljači i zaštitili takvi lokaliteti od konkurentskih vrsta drveća.

Šumskouzgojne i higijenske mjere za smanjenje štetnog utjecaja odumiranja jasena u poplavnim šumama

Intenzitet bolesti u jasenovim sastojinama korelira se s gustoćom sastojina i starošću, pa je učestalost novih zaraza veća u gušćim

i mlađim sastojinama. Suprotno tome, veća primjesa drugih vrsta drveća smanjit će vjerojatnost za nove infekcije. Stoga bi postupak prirodne selekcije prvenstveno trebao biti osiguran, a razvoj mješovitih sastojina s malim do umjerenim udjelom jasena trebao bi biti podržan odgovarajućim vrstama drveća. Štoviše, otvorene sastojine pružaju manje prikladne uvjete za zarazu, jer su suše i obično toplije od zatvorenih i manje prozračenih sastojina. Međutim, uzimajući u obzir prirodu zaraze u zraku, svaka higijenska mjera usmjerena na smanjenje inokuluma na određenom staništu trebala bi biti dio regionalnog koncepta jer se spore mogu raspršiti iz negospodarenih susjednih sastojina do nekoliko stotina metara. Nekoliko je studija potvrdilo utjecaj sastava vrsta drveća na intenzitet bolesti. To se može objasniti pojačanom razgradnjom zaraženih peteljki u određenim vrstama otpalog lišća. Na primjer, listinac lipe (*Tilia* spp.) značajno je poboljšao biorazgradnju zaraženih peteljki lišća jasena. Prema istraživanju u Češkoj Republici iz 2013, intenzitet odumiranja jasena negativno je povezan s postotkom četinjača (uglavnom *Abies* i *Pinus*) pomiješanih s jasenom.

Strategije koje uključuju sekundarne štetnike i patogene

Tijekom posljednjeg desetljeća sve je intenzivnija zaraza sekundarnim patogenima koji napadaju jasen koji je inficiran vrstom *H. fraxineus*. To se prije svega odnosi na gljive truležnice korijena, poput mednjače (*Armillaria* spp.). Pojavu vrste *Armillaria* potiču različiti faktori stresa koji utječu na stablo domaćina, ali najčešće sušni stres. Stabla jasena koja su dugi niz godina pogođena odumiranjem krošnje, a posebno stabla pogođena lezijama bazalnog dijela debla, oslabljena su i sve više postaju podložna napadima gljive mednjače i drugih patogena korijena i debla. Ovaj je fenomen posljednjih godina postao gotovo sveprisutan u nekim zemljama: Poplavne šume bile su prvi jasenov ekosustav koji je pokazao takav smrtonosan ishod (npr. duž Dunava u Austriji). Tamo gdje jasenove šume pružaju višestruke usluge ekosustava, sigurnost rada, sigurnost uz ceste kao i sigurnost posjetitelja od velike je važnosti. Kako bi se bolje upravljalo tim rizicima, razvijaju se dijagnostički alati za procjenu stabilnosti stabala. Među ostalim kukcima, jasenov potkornjak (*Hylesinus fraxini*) mogao bi biti najveći dobitnik. Međutim, još se nije razvio u glavnog sekundarnog štetnika koji može napadati jasen koji nije zahvaćen odumiranjem. Općenito je procjena stabala neophodan alat u donošenju odluka o mogućim opcijama upravljanja.



Slika 3.3.4-4: Različiti stadiji odumiranja jasena (*Fraxinus excelsior*) u Štajerskoj (Austrija)

Izgledi za budućnost i sažetak

Zamjena stabala jasena koja su zahvaćena odumiranjem drugim vrstama listača poput *Prunus avium*, *Quercus* spp. ili *Juglans regia* i održavanje jasena u niskom udjelu u mješovitim sastojinama smatra se najboljom šansom za smanjenje rizika od potpunoga gubitka jasena u poplavnim ekosustavima. Uz to, podrška prirodnoj rezistenciji selekcijom i poticanjem na bolest otpornih stabala opcija je koja omogućava prirodno prilagođavanje novom faktoru odabira. Uzgoj otpornih stabala može dodatno osigurati odgovarajući biljni materijal u sljedećim godinama. U šumama usmjerenim na očuvanje staništa treba omogućiti prirodnu sukcesiju. Bilo koje šumskouzgojne ili mjere šumske higijene usmjerene na smanjenje inokuluma u zaraženim jasenovim šumama treba provoditi na regionalnoj razini, jer je *Hymenoscyphus fraxineus* bolest koja se širi vjetrom.



3.3.5 Jasen u nevolji: program očuvanja i oplemenjivanja otpornih vrsta jasena u Austriji

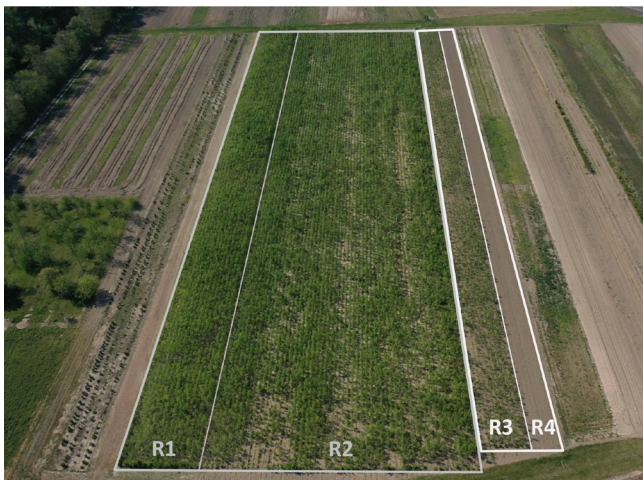
Gregor M. Unger, Heino Konrad, Katharina Schwanda, Thomas L. Cech, Gernot Hoch, Andreas Fera, Thomas Kirisits i Thomas Geburek

Godine 2015. Austrijski istraživački centar za šume (BFW) zajedno sa Sveučilištem prirodnih resursa i znanosti o životu u Beču (BOKU) započeo je projekt „Jasen u nevolji“ („Esche in Not“, <http://www.esche-in-not.at/>). Ciljevi su bili lociranje navodno rezistentnih stabala jasena u jako zaraženim šumskim sastojinama diljem Austrije, kako bi se utvrdila otpornost na bolesti na temelju rezultata njihovih potomstava izloženih visokim razinama prirodnog inokuluma patogena odumiranja jasena (*Hymenoscyphus fraxineus*) u zajedničkom vrtnom pokusu i odabrali superiorne genotipove za uzgoj otpornih jedinki. I obični jasen (*Fraxinus excelsior*), koji je važna vrsta šumskog drveća u cijeloj Europi, i poljski jasen (*F. angustifolia*) koji se javlja na sjeveroistoku Austrije (uglavnom u poplavnim šumama uz rijeku March), su vrlo osjetljivi na bolest odumiranja jasena uzrokovanu invazivnim stranim askomicetom *H. fraxineus* (poglavlje 3.3.4 „**Odumiranje jasena kao glavna prijetnja bioraznolikosti poplavnih šuma**“).

Od 2005. patogen se proširio cijelom Austrijom što je rezultiralo velikim promjenama u sastavu i ekologiji šuma tvrdih listača zbog teških oštećenja jasena koja su dovela do odumiranja, pa čak i do smrti. Proaktivno gospodarenje jasenom sada je prekinuto, jer se stabla sve više sijeku dok je obnova slaba. Međutim, u intenzivno zahvaćenim sastojinama redovito se opaža mali udio malo oštećenih stabala, a sumnja se da ove jedinke pokazuju visoku razinu nasljedne otpornosti ili tolerancije prema patogenu odumiranja jasena.

Dokazi o razlikama u otpornosti *F. excelsior* na *H. fraxineus* u Austriji uglavnom potječu iz promatranja u tri klonske sjemenske plantaže, koja su osnovane od 1993. do 2000. godine, a sastoje se od 50 do 70 cijepljenih klonova s plus stabala. Procjene štete od 2009. do 2011. u tim sjemenskim plantažama jasena koje je provodilo Sveučilište BOKU ukazale su na velike razlike među klonovima u rasponu od gotovo nikakvog (<5%) do jakog odumiranja. Iako se ukupna razina odumiranja jasena naknadno povećala, a zdravstveno stanje mnogih klonova znatno se pogoršalo, do 2018. bolest je još uvijek zanemarivo utjecala na neke genotipove. Ova zapažanja kao i rezultati nekoliko drugih

europskih studija pružili su dokaze da je otpornost običnog jasena na *H. fraxineus* genetski uvjetovana i da ima visoku nasljednu komponentu. Oplemenjivanje na otpornost je stoga odabrano kao obećavajuća strategija održavanja jasena kao jedne od glavnih vrsta tvrdih listača za šumarstvo i zaštitu prirode u Austriji. Na temelju tih kriterija ukupno 716 navodno otpornih pojedinačnih stabala diljem Austrije odabrano je za branje sjemena u 2015. i 2017. godini. Nakon uzgoja potomstva jednog stabla, od 2017. do 2020. instalirana su četiri pokusa s ukupno 35.718 sadnica u istraživačkom rasadniku BFW u Tullnu (Donja Austrija; ispitivanja otpornosti R1 do R4; slika 3.3.5-1), gdje su podvrgnuti prirodnim infekcijama *H. fraxineus*. Sadnice s teško oštećenih matičnih stabala uključene su kao negativne kontrole u testove.

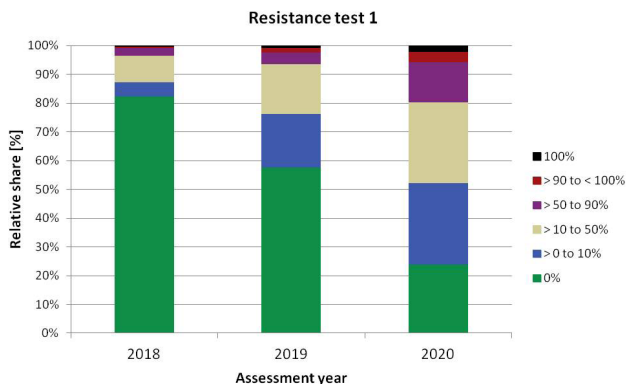


Slika 3.3.5-1: Snimka iz drona vrtog pokusa u istraživačkom rasadniku Austrijskog istraživačkog centra za šume (BFW) u Tullnu uspostavljenog tijekom projekta „Jasen u nevolji“. Prema sakupljanju sjemena u 2015. i 2017. i klijanju tijekom razdoblja od 4 godine, sadnje su morale biti organizirane u 4 odvojena, ali susjedno raspoređena „pokusa otpornosti“, R1 do R4 (fotografija snimljena 8.5.2020.)

Kako bi se donijeli zaključci o razinama otpornosti sadnica u pokusima, svake je godine ocjenjivan intenzitet odumiranja na drvenastim dijelovima (glavna stabljika, bočne grančice, korijenov vrat) vizualnim pregledima koristeći šest klasa oštećenja (1 = 0% oštećenja; 6 = 100% šteta, mrtva biljka; slika 2). Udio zdravih sadnica u pokusu R1 (uspostavljen 2017.) smanjio se od 2018. do 2020. (slika 3.3.5-2). U prvoj ocjeni 2018. godine 82,4% (4.970 od 6.030) sadnica nije oštećeno odumiranjem jasena. Taj se udio smanjio na 57,6% u 2019., dok u 2020. udio od 24,0% biljaka još uvijek nije bio uopće oštećen. Nekoliko je polusrodnih obitelji bilo slabo pogođeno bolešću. Isto tako, intenzitet oštećenja među

potomcima uvelike se razlikuje u odnosu na njihova matična stabla, što je doista u skladu s genetski uvjetovanom, nasljednom rezistencijom jasena *F. excelsior* na *H. fraxineus*. Pokus otpornosti R2 (zasađen 2018., dvije procjene 2019. i 2020.) pokazao je sličan trend razvoja bolesti kao pokus R1. Pokus R3 (započet 2019. godine) ocijenjen je samo jednom (2020. godine), a pokus R4 (uspostavljen 2020. godine) po prvi će se put ocijeniti 2021. godine. Znan intenzitet odumiranja jasena u pokusu R1 sugerira visok pritisak infekcije *H. fraxineus* u istraživačkom rasadniku BFW, osiguravajući da se za oplemenjivanje na otpornost odaberu samo superiorni genotipovi među raznim potomstvima. Iako se intenzitet bolesti može s vremenom dodatno povećavati (ali vjerojatno i sporijom brzinom), očekuje se da će znatan dio zdravih i tek malo oštećenih jedinki jasena i dalje imati superiorne rezultate.

Projektna faza II (2019.-2024.) usredotočit će se na karakterizaciju i odabir superiornih genotipova u uobičajenom vrtnom eksperimentu. Zdrave će jedinke biti odabrane među potomstvima s ukupnim malim štetama od odumiranja jasena (slika 3.3.5-3) i dalje pregledane molekularnim markerima koji su povezanim s otpornošću na bolesti. Genotipovi odabrani na temelju ovih karakteristika konačno će biti testirani umjetnom inokulacijom s *H. fraxineus* i *Armillaria* spp., koji su sekundarni, ali važni patogeni na oštećenim jasenima. Paralelno s time, ispitat će se hortikulturene tehnike za optimizaciju razmnožavanja običnog jasena ukorijenjenim reznicama i cijepljenjem. Na kraju faze II predviđa se postavljanje terenskih pokusa korištenjem



Slika 3.3.5-2: Razvoj intenziteta odumiranja jasena u testu otpornosti 1 (R1) od 2018. do 2020. Stupci pokazuju relativni udio biljaka jasena u šest klasa oštećenja (R1 je uspostavljen 2017. s 6.330 sadnica).

konačne selekcije potomstva (ako je moguće razmnožavanjem ukorijenjenim reznicama), kao i uspostava jedne ili više sjemenske plantaže. Postavljanje novih sjemenskih plantaža jasena s velikim brojem lokalno prilagođenih i izuzetno otpornih klonova trebalo bi prevladati glavni problem za razvoj otpornosti u prirodnim populacijama, kada raštrkana pojava nekoliko preostalih visokootpornih stabala čini križanje između njih malo vjerojatnim i stoga predstavlja poteškoće u prenošenju njihovih karakteristika otpornosti svojim potomcima.

Osim inicijative za očuvanje običnog jasena, projekt „QEsche“ pokrenut je 2018. za oplemenjivanje na otpornost poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*), slijedeći sličan pristup. Unutar prirodnog područja poljskog jasena u Austriji oštećenja su manje vidljiva na zrelim stablima, ali odumiranje jasena značajno utječe na prirodnu i umjetnu obnovu. Stoga su kriteriji odabira otpornih stabala izmijenjeni tako da uključuju posebno mlada stabla s prsnim promjerom manjim od 20 cm. Opći cilj projekta „QEsche“ je uspostavljanje terenskih pokusa s vegetativno razmnoženim elitnim klonovima i klijancima s navodno otpornih sjemenskih stabala. Ova će ispitivanja biti osnova za daljnje *ex situ* očuvanje i oplemenjivanje na otpornost i kod ove vrste.

Ex situ mjere očuvanja, poput ovdje opisanih, trebale bi biti dopunjene *in situ* očuvanjem vrsta jasena osjetljivih na odumiranje jasena. Posljednjih godina, a posebno od 2016. godine, sijeku se cijele jasenove sastojine u okviru sanitarnih sječa u Austriji. U mnogim se slučajevima ove operacije izvode na način da se drveće siječe bez obzira na zdravstveno stanje. Međutim, kako bismo pogodovali prilagodbi populacija jasena novom faktorom selekcije, a to je *H. fraxineus*, svakako preporučujemo očuvanje i poticanje jasenovih stabala koja su tolerantna na bolest, posebno u teško oboljelim sastojinama, i omogućavanje njihove prirodne obnove. Sudbina običnog i poljskog jasena ne oslanja se samo na oplemenjivanje na otpornost na bolesti, već je i u rukama vlasnika šuma, šumara i drugih stručnjaka koji sudjeluju u očuvanju ovih ekološki i ekonomski vrijednih vrsta drveća, a također su spremni saditi poboljšan otporniji reproduktivni materijal jasena.



Slika 3.3.5-3: Četverogodišnje elitno stablo običnog jasena u pokusu R1 odabranog za klonsko razmnožavanje i daljnje oplemenjivanje otpornosti. Stablo potječe iz polusrodničke obitelji sa superiornim performansama i do 2020. godine (nakon tri godine procjene) još uvijek nije bilo pogodeno odumiranjem jasena (fotografija snimljena 24.6.2020.).

Zahvala

“Jasen u nevolji” finansijski su podržali austrijsko Savezno ministarstvo poljoprivrede, regija i turizma, Austrijska poljoprivredna komora, državne šumarske uprave svih saveznih pokrajina, Ured za šumarstvo i urbanu poljoprivredu (MA 49), Uprava grada Beča, Austrijsko udruženje šumara i odjeli za zaštitu prirode Državnih uprava Salzburga i Gornje Austrije. “QESche” (2018.-2022.) finansijski su podržali Savezna vlada Austrije, savezne pokrajine i Europska unija (Europski poljoprivredni fond za ruralni razvoj).

3.3.6 Mjere protiv širenja vrsta *Phytophthora* u poplavnim šumama

Thomas L. Cech

Uvod

Rod *Phytophthora* (*Chromista*, *Peronosporaceae*) sadrži biljne patogene koji uzrokuju štetu širom svijeta na zeljastim i drvenastim domaćinima. Kao organizmi koji pretežno naseljavaju korijen, uglavnom se šire zaraženim biljem, slobodnom tekućom vodom, ponekad drugim ljudskim aktivnostima (npr. turizam, gospodarenje šumama), a rjeđe vjetrom i kišom. Veliki broj vrsta potječe iz tropskih šuma gdje su se prilagodile širokom spektru domaćina. Vrste poput raširene vrste *P. cinnamomi* mogu zaraziti nekoliko tisuća biljnih vrsta. Kao posljedica toga, vrste roda *Phytophthora* često "otkrivaju" nove domaćine, koji su posebno ranjivi i obično imaju značajne štete jer im nedostaje bilo kakva evolucija s tim patogenima. Drugi čimbenik koji povećava štetnost ovog roda je česta hibridizacija popraćena promjenama u patogenosti. S ove točke gledišta, rasadnici drveća su pod posebnim rizikom zbog velike raznolikosti i obilja potencijalnih domaćina u neposrednoj blizini. Vrste roda *Phytophthora* trebaju vodu da bi razvile i proširile svoje najzaraznije jedinice, zoospore. One se ispuštaju u kišnicu, vodu u tlu, a posebno u slobodnu vodu bara, jezera i rijeka. Utjecaji nekih vrsta na prirodne ekosustave su značajni (na primjer *P. cinnamomi* u australskim šumama, *P. ramorum* u sjevernoameričkim šumama sekvoje i *P. austrocedrae* u južnoameričkim šumama *Austrocedrusa*), a učinkovite mjere protiv tih katastrofa relativno su rijetke. Većina ih je usmjerena na prevenciju infekcije. Razvijeno je samo nekoliko kurativnih strategija suzbijanja.



Slika 3.3.6-1: Od 1990-ih milijuni zasađenih joha razvili su trulež korijena i lezije na kori debela uzrokovane fitoforom i osušili se

Ritske i poplavne šume posebno su izložene riziku od infekcije korijena i korijenovog vrata vrstama *Phytophthora* zbog ponavljajućih poplava karakterističnih za ove tipove šuma. Poplave neizbježno dopuštaju zarazu šuma uz rijeke, jer riječna voda uvijek ima spore različitih vrsta *Phytophthora*.

U Europi je najznačajniji primjer propadanja joha (*Alnus* sp.) uzrokovan *P. x alni* i drugim vrstama *Phytophthora* (slika 3.3.6-1, 3.3.6-2). Od devedesetih godina prošlog stoljeća, milijuni zasađenih joha razvili su trulež korijena i korijenovog vrata nakon infekcije iz korijena. Zoospore proizvedene u lezijama kore puštene su u rijeku tijekom prirodnih poplava i naknadno su zarazile bazu debala zdravih joha smještenih nizvodno. Infekcija je dovela do brze zaraze i odumiranja stabala.

Preventivne nasuprot kurativnih strategija

Najozbiljniji utjecaj *Phytophthore* povezan je s infekcijama korijena i korijenovog vrata koje su obično smrtonosne. Međutim, dostupne su neke kurativne metode. Jedna od najučinkovitijih mjera za preživljavanje napadnutih stabala je tretiranje kore debala određenim fosfitima. Ovi spojevi potiču obrambene mehanizme stabala (stvaranje kalusa), kao i pojačani rast finog korijenja. Ovaj se tretman obično primjenjuje na pojedinačna urbana stabla. Međutim, to će biti teško izvedivo u šumama. Stoga su preventivne mjere primarna metoda usmjerena na smanjivanje širenja fitoflore u poplavne šume.

Prilagodba šumskih rasadnika kako bi se omogućila biljna proizvodnja bez vrsta *Phytophthora*

Održavanje biljne proizvodnje bez vrsta *Phytophthore* (fitofthora) postavlja niz izazova za rasadnike. Sprječavanje unošenja patogena u biljni fond mora se kombinirati sa redovitim sustavima praćenja i kontrole od strane ovlaštenih osoba za zaštitu bilja.

Kako bi se stvorili rasadnici biljaka bez fitofthore, oni moraju ispuniti nekoliko bitnih preduvjeta. Izbjegavanje razmjene biljnog materijala među rasadnicima i izbjegavanje zaraze biljnog materijala, koje se uglavnom događa navodnjavanjem riječnom vodom, najvažniji su izazovi za upravljanje rasadnikom.

Rasadnici moraju garantirati da:

- ne dolazi do unošenja spora fitofthore u proizvodna mjesta putem biljnih zaliha iz drugih rasadnika
- nema unošenja spora fitofthore u mjesta za proizvodnju navodnjavanjem
- nema unošenja spora fitofthore u proizvodna mjesta



Slika 3.3.6-2: Lezije kore debala uzrokovane infekcijom fitofthore i izrezane nožem

navodnjavanjem iz obližnjih plovnih putova, ribnjaka ili jezera

- nema unošenja spora fitoftore na mjesta proizvodnje bilo kakvim kontaminiranim tlom, opremom, alatom, odjećom, obućom ili vozilima.

Sjeme

Iako se relativno malo vrsta fitoftora prenosi sjemenom, treba razmotriti sljedeće sigurnosne mjere:

- izbjegavanje sakupljanja sjemena s poznatih ili vjerojatno zaraženih biljaka ili područja
- izbjegavanje sakupljanja sjemena iz tla ili unutar zone prskanja (ako je moguće, unutar oko 0,5 m površine tla)
- površinska sterilizacija prije skladištenja i sjetve
- uklanjanje simptomatskog sjemena (najočitije kod krupnog sjemena) prije sjetve
- tretmani sjemena za iskorjenjivanje patogena (npr. toplina, kemikalije).

U slučaju rizika (ovisno o biljnoj vrsti) neophodna je dijagnostička laboratorijska analiza sjemena prije sjetve.

Biljna proizvodnja

Kontejnerske biljke poželjna su vrsta biljnog materijala što se tiče biljnog materijala bez fitoftore, jer se supstrat može prethodno sterilizirati i naknadno održavati čistim od kontaminacije. Rizik je veći u biljaka golog korijena koje rastu na poljima za proizvodnju na otvorenom jer postoji veći broj nepoznatih puteva kontaminacije. Za proizvodnju kontejnerskih biljaka bitne su sljedeće mjere:

- Sterilizacija supstrata toplinskom obradom najmanje 2 sata na 60 °C prije sjetve sjemena ili sadnje sjemenki. Dokazi za to zahtijevaju provjere koje je obavio dijagnostički laboratorij.
- Na proizvodnim mjestima, biljke se postavljaju na tlo bez utjecaja prirodnog tla i slobodne tekuće vode ili, po mogućnosti, uzdignute su iz tla na najmanje 1 m. Potrebno je izbjegavanje bilo kakvog kontakta lišća s prirodnim tlom, kao i prskanje vode iz tla na lišće.
- Nikada ne miješajte biljne komplete s drugim biljkama koje sadrže nesteriliziranu podlogu. Za vrijeme biljne proizvodnje mora se isključiti svaki kontakt sa slobodnom tekućom vodom (poplave iz susjednih rijeka, otapanje snijega).
- Izbjegavanje navodnjavanja koje vlaži lišće tijekom dužeg

vremenskog intervala (> 24 sata). Prskalice se koriste samo ujutro kako bi se omogućilo brzo sušenje.

Navodnjavanje se treba obavljati po mogućnosti iz bunara ili podzemnih voda ili vodom iz slavine, jer ti izvori vode obično nemaju spore fitoftora. Za rasadnike koji ovise o upotrebi vode iz ribnjaka ili rijeka, obrada vode prije navodnjavanja je obavezna: voda za navodnjavanje može se filtrirati kako bi se uklonili patogeni. Ovakva je praksa vjerojatno prikladna samo za velike rasadnike, jer su sustavi skupi (također u pogledu održavanja) i zahtijevaju velik prostor. Nadalje, sustavi obično ne garantiraju da voda u potpunosti nema spora fitoftore. Voda za navodnjavanje može se dekontaminirati kemikalijama. Korištenje komercijalnog klora uklonit će spore, međutim za tretiranje većih količina vode moraju se uzeti u obzir zakonska ograničenja.

Kako bi se osigurala učinkovitost, treba izvršiti nasumične provjere supstrata na fitoforu (dijagnostički laboratorij). Uz to, provjere supstrata i biljaka moraju se obaviti prije isporuke biljaka klijentima ili drugim rasadnicima. Dijagnostički laboratorij mora povremeno testirati vodu za navodnjavanje na zagađenje fitoforom.

Daljnje strategije sprječavanja zaraze poplavnih šuma fitoforom

Sprječavanje širenja fitoftore poplavama može se postići samo blokiranjem ulaza fitoftore u rijeke, a to zahtijeva proširenje navedenih mjera na proizvodnju ukrasnog bilja. Nadalje, gospodarenje šumama mora slijediti određena higijenska ograničenja, jer, na primjer, strojevi za sječu mogu raširiti spore kontaminiranim lancima, a izgradnja šumskih cesta često uključuje korištenje nešumskog tla. Općenito, potrebna je povećana svijest ljudi o rizicima kontaminiranih biljaka kako bi se podržale gore navedene najskuplje mjere.

Izgledi za budućnost i sažetak

Smanjivanje rizika od zaraze fitoforom u šumskim ekosustavima poplavnih šuma može se smatrati samo preventivnim mjerama s održivom ravnotežom između patogena i šumskog drveća. Nadalje, one zahtijevaju integralne i sveobuhvatne pristupe koji uključuju posebno biljnu proizvodnju i trgovinu biljem, ali također i gospodarenje šumama i urbanim stablima, i na kraju, ali ne najmanje važno, povećavaju svijest javnosti o riziku od ovih patogena. Potrebne su promjene u zakonodavstvu o zaštiti bilja, kao i pojačano informiranje širokog spektra stručnjaka koji se bave stablima i javnošću.



4. DODATAK

4.1 Vjerojatnost pojave vrsta zbog klimatskim promjenama

4.1.1 Vjerojatnost pojavljivanja vrsta pod klimatskim promjenama

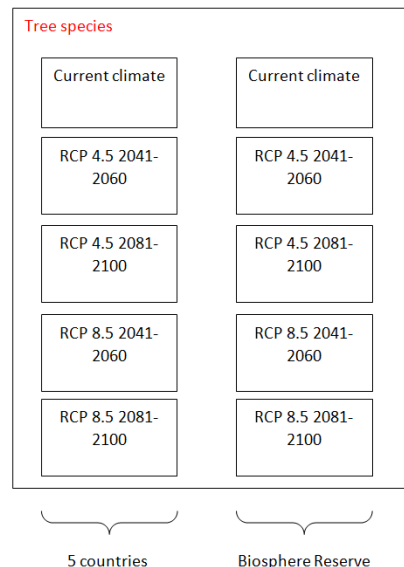
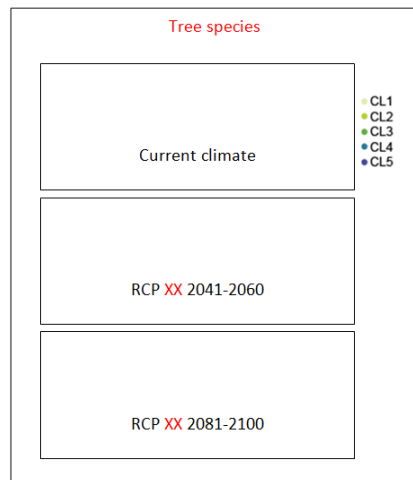
Izbor od 10 karata (kombiniranih na jednoj stranici u dva stupca i pet redaka) prikazuje razvoj vjerojatnosti pojave s vremenskim odmakom za oba odabrana scenarija klimatskih promjena. Lijeva strana temelji se na prostornom opsegu pet projektnih zemalja (Austrija, Slovenija, Mađarska, Hrvatska i Srbija), a desna je izrezana do razine rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Karta na vrhu modelirana je trenutnom klimom, a slijede dvije karte za RCP 4.5 u sredini i dvije karte za RCP 8.5 na dnu. Prva karta za svaki od dva scenarija RCP-a odnosi se na godine 2041. do 2060., a druga za 2081. do 2100. Legenda desno od svake karte odnosi se na vjerojatnost pojave (vjerojatnost preživljavanja i uspješnog rasta) dane vrste pod zadanim uvjetima.

Bijela i crvena boja pokazuju malu vjerojatnost pojave, zatim žuta srednju i zelena veliku vjerojatnost pojave. Granice rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav na kartama su prikazane crnom bojom, državne granice su sive.

4.1.2 Zone prijenosa sjemena i njihove predviđene prostorne promjene tijekom vremena

Izbor od šest karata (kombiniranih na dvije stranice po vrsti) prikazuje razvoj zona prijenosa sjemena tijekom oba odabrana scenarija klimatskih promjena. Prva stranica je za RCP 4.5, druga stranica za RCP 8.5 za svaku vrstu. Karta na vrhu modelirana je trenutnom klimom, slijedi karta za razdoblje 2041.-2060. u sredini i karta za razdoblje 2081.-2100. na dnu.

Sva obojena područja imaju vjerojatnost pojave iznad 0,5 (0,2 za *Ulmus laevis*). Stoga područja prikazana bijelom bojom imaju vjerojatnost pojave ispod 0,5 i pokazuju područja na kojima se ne očekuje rast vrsta drveća. Različite boje prikazuju prostorne zone (klastere) sa sličnim klimatskim uvjetima, koje predstavljaju različite zone prijenosa sjemena. Grupe - zone prijenosa sjemena označene su s CL1, CL2, CL3, itd. Stoga su područja u CL1 klimatski sličnija sama sebi nego područjima u bilo kojem drugom



CL-u. Kodovi boja za klastere (CL) prikazani su desno od svake kombinacijske karte.

Granice rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav prikazane su žutom bojom.

Poveznice za preuzimanje karata u visokoj rezoluciji

Ciljana vrsta 1: *Alnus glutinosa*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Alnus_glutinosa/

Ciljana vrsta 2: *Fraxinus angustifolia*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Fraxinus_angustifolia/

Ciljana vrsta 3: *Fraxinus excelsior*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Fraxinus_excelsior/

Ciljana vrsta 4: *Populus nigra*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Populus_nigra/

Ciljana vrsta 5: *Quercus robur*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Quercus_robur/

Ciljana vrsta 6: *Ulmus laevis*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Ulmus_laevis/

Napomena: Karte zona prijenosa sjemena za sve ostale vrste ograničene su na područje s vjerojatnošću pojave iznad 0,5. Za *Ulmus laevis* ovaj je prag 0,2 kako bi odgovarao trenutnoj prirodnoj raspodjeli. Za ovu vrstu dodatno pružamo set karata bez praga kako bismo pokazali koja će zona biti prisutna u budućnosti, čak i ako se predviđa vjerojatnost pojave ispod 0,2.

Ciljana vrsta 7: *Ulmus minor*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Ulmus_minor/

Dodatna vrsta 1: *Salix alba*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Additional_species/Salix_alba_occurrence.pdf

Dodatna vrsta 2: *Juglans nigra*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Additional_species/Juglans_nigra_occurrence.pdf

Dodatna vrsta 3: *Robinia pseudoacacia*

https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Additional_species/Robinia_pseudoacacia_occurrence.pdf

4.2 Portreti vrsta drveća

Viktoria Valenta

4.2.1 Autohtone vrste drveća

Alnus glutinosa – crna joha



Obična ili crna joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) malo je, ali brzorastuće listopadno stablo, doseže visinu od 10-25 m (maks. 40 m) i starost do 120 godina. Krošnja je konična, a deblo ravno s glatkom smeđom korom, koja s godinama postaje tamnija i grublja. Drvo se uglavnom koristi u industriji namještaja, nije pogodno za vanjsku upotrebu, već za podvodnu gradnju.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Može se naći u cijeloj Europi, od oko 65 °S do sjeverne Afrike, i od Irske do Rusije, gdje je suhoća ograničavajući faktor. Raste na raznim vrstama tala: iako podnosi suha ili siromašna tla (šljunak i pijesak), raste bolje u vlažnim uvjetima i može preživjeti poplave bolje od ostalih vrsta (tolerancija plavljenja „vrlo visoka“). *Alnus glutinosa* može tolerirati godišnju oborinu od 400 - 2.000 mm. Crna joha je u stanju brzo kolonizirati poremećena područja zbog svog simbiotskog odnosa s bakterijom *Frankia alni*, što joj omogućuje fiksiranje dušika. Kao dio mješovitih poplavnih zajednica, ova je karakteristika korisna i za druge vrste (*Betula* spp., *Fraxinus* spp., *Quercus* spp., *Salix* spp.), koje su u konkurenciji s crnom johom nakon što se krošnja zatvori, ne propuštajući dovoljno svjetlosti za tu pionirsku vrstu.

Ova se vrsta može naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav od Austrije do Srbije.

Šumarstvo i klimatske promjene

Crna joha smatra se važnom šumskom vrstom, kako zbog višestruke primjene u uzgoju šuma i drvne industrije, tako i zbog svoje prikladnosti za stabilizaciju obala rijeka. Kako u lišću zadržava relativno visoku razinu dušika, njezin sloj listinca poboljšava plodnost tla u jesen. Uz to, pruža dragocjenu hranu divljim životinjama tijekom cijele zime. Međutim, pošumljavanje johom trenutno je problematično jer joj ozbiljno prijete bolesti uzrokovane gljivom oomiceta *Phytophthora alni*, koja se širi Europom.

Klimatske promjene mogu na razne načine utjecati na europske populacije crne joha: svoj bi prirodni areal mogle proširiti sjevernije gdje je ograničen duljinom i intenzitetom mrazeva. S druge strane, smanjenje količine padalina imat će negativne utjecaje na njihovu rasprostranjenost i stopu preživljavanja.

Opis

Listovi: jajoliki, dvozubi, uvučeni vrh (razlikuje ga od *A. incana*), tamnozeleni; poboljšavaju tlo

Cvjetovi: jednodomni, mladi pupoljci su vrlo ljepljivi (od toga naziv „*glutinosa*“); ženski: crveni, muški: žute rese, razvijaju se u jesen prethodne godine i pojavljuju se rano u proljeće; oprašivanje vjetrom

Plod/sjeme: jajasti; nezreli su sivozeleni, kasnije tamno smeđi, drvenasti; plutene plutajuće komore; raznosti se putem vjetra ili vode; mali kapacitet klijanja

Kora: glatka, na početku zeleno-siva; kasnije uzdužne pukotine

Fraxinus angustifolia – poljski jasen



Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) relativno je brzorastuće listopadno drvo, visoko između 40 i 45 m. Krošnja je u obliku kupole. Drvo je slično drvu običnog jasena (*F. excelsior*), čvrsto i savitljivo, ali manje kvalitetno. Koristi se u proizvodima od celuloze, poput furnira.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Poljski jasen može se naći u cijeloj središnjoj južnoj Europi, sjeverozapadnoj Africi i na Bliskom istoku. Djelomično se preklapa s rasprostranjenošću običnog jasena (*F. excelsior*), s kojim se može križati. Poljski jasen raste u poplavnim šumama s vlažnim prozračnim tlama. Njegova tolerancija plavljenja je “visoka”. Na suhim staništima može se naći na većim nadmorskim visinama. Mraz ograničava njegovu rasprostranjenost u višim geografskim širinama. Kao svjetlosno zahtjevna vrsta dio je mješovitih listopadnih šuma zajedno s npr. topolama (*Populus* spp.), vrbama (*Salix* spp.) ili javorima (*Acer* spp.). Ova se vrsta se može naći u svim zemljama od Srbije do Austrije, gdje ima svoju sjevernu granicu. Preklapa se s *Fraxinus excelsior*, posebno u središnjim dijelovima rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav, ali ga zamjenjuje prema jugoistoku.

Šumarstvo i klimatske promjene

Plantaze jasena uglavnom se osnivaju iz sadnica uzgojenih u rasadniku, jer *F. angustifolia* ne podnosi jaku konkurenciju korova. Potrebna je blaga klima i oborine između 400 i 800 mm. Mraz je vjerojatno glavni faktor koji ograničava rasprostranjenost vrste. Stoga bi jasen mogao povećati svoj areal ako europska klima postane toplija.

Opis

Listovi: složeni, neparno perasti, dugi 3-8 cm, sjajno zeleni, bez dlake

Cvjetovi: jednodomni; cvat: jednostavni, nerazgranati racem (složena metlica - kod *F. excelsior*), 10-30 cvjetova; oprašivan vjetrom; rano proljeće; smeđi završni pupoljci

Plod/sjeme: okriljena perutka, 3-4 cm; sazrijeva krajem ljeta

Kora: siva, glatka, postaje raspuknuta

Fraxinus excelsior – obični jasen

Obični jasen (*Fraxinus excelsior* L.) relativno je brzorastuća vrsta listopadnog drveća. Živi do 300 godina, naraste 20-35 m (maks. 45 m). Deblo je dugo i ravno s otvorenom i kupolastom krošnjom. Pogotovo mlado drveće raste vrlo simetrično. Kora je blijedosiva i glatka, ali s godinama razvija pukotine. Drvo je svijetle boje, čvrsto i žilavo, ali prilično fleksibilno. Zbog svojih strukturnih svojstava koristi se za alate i sportsku opremu, podove i glazbene instrumente.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Obični jasen može se naći u cijeloj Europi, od atlantske obale do sjevernih dijelova Bliskog istoka - proteže se dalje od rasprostranjenosti dviju drugih europskih vrsta jasena, poljskog jasena (*F. angustifolia*) i crnog jasena (*F. ornus*). Obični jasen vrsta je poplavnih šuma, ali raste i u planinskim predjelima u dolinama vlažnih potoka. Najbolje uspijeva na dubokim, bogatim tlima koja su adekvatno prozračena; bilo s visokim frakcijama mulja ili gline, ali i prilično relativno suhim vapnenastim tlima. Može podnijeti sezonsku stajaću vodu, ali ne i dugotrajno plavljenje - tolerancija plavljenja je srednja do 60 - 102 dana. Ovaj je jasen dominantan u svojim mlađim fazama zbog podnošljivosti zasjene, ali nakon prvih godina povećavaju mu se zahtjevi za svjetlom.

Rasprostranjen je u svim zemljama od Austrije do Srbije, ali sve ga više zamjenjuje *Fraxinus angustifolia* u Mađarskoj i Hrvatskoj prema Srbiji. Ova vrsta drveća može se naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav.

Šumarstvo i klimatske promjene

Obični jasen se lako i obilno pomlađuje. Godišnja proizvodnja sjemena započinje s otprilike 20 do 30 godina, a obilnija proizvodnja svake 2-5 godine. Indirektna važnost za šumarstvo temelji se na njegovom gustom korijenskom sustavu, koji stabilizira padine sklone klizanju, kao i obale potoka i rijeka.

Ovaj bi jasen općenito dobro podnosio globalno zagrijavanje, kad mu ne bi prijetila gljivična bolest (*Hymenoscyphus fraxineus*, poznata i kao *Chalara fraxinea*), koja je uzrok pojave odumiranja jasena. Ova se bolest se Europom širi od ranih 1990-ih, uzrokujući masovne stope smrtnosti u nekim zemljama. Ova bolest također povećava osjetljivost na druge štetnike i bolesti, poput krasnika (*Agilus planipennis*) - invazivnog kornjaša iz istočne Azije s ličinkama koje žive u drvu, te koja je prvi put pronađena u Europi početkom 2000-ih.

Opis

Listovi: složeni, s 9-13 palistića, neparno perasti, nazubljeni; listovi se razvijaju relativno kasno u proljeće i otpadaju još uvijek zeleni; poboljšavaju tlo

Cvjetovi: kompleksne spolnosti, jednodomno, dvodomno; cvat složena metlica (jednostavna, nerazgranata u *F. angustifolia*); oprašivan vjetrom; u grozdovima od 100-400; crni završni pupoljci; tamnocrveni cvjetovi

Plod/sjeme: okriljena perutka ovalnog oblika, duge 2-5 cm, u grozdovima; sjeme dormantno 2 godine

Kora: siva, glatka, kasnije popuca

Populus alba – bijela topola



Bijela topola (*Populus alba* L.) je srednje veliko stablo koje može biti staro do 400 godina i visoko oko 30 m. Deblo je nepravilno sa zaobljenom krošnjom. Drvo nije od velike gospodarske važnosti, ali se koristi u energetskom sektoru te u programima razmnožavanja i uzgoja.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Bijelu topolu možemo pronaći u srednjoj i južnoj Europi u poplavnim i obalnim šumama. Kao i druge topole, preferira vlažna, rastresita, šljunkovito-glinasta tla bogata hranjivim sastojcima. Podnosi u određenoj mjeri dugotrajne poplave i niske razine slanosti tla. To je brzorastuća, svjetlosno zahtjevna vrsta, česta u ranim i srednjim fazama sukcesije. Bijela topola se križa s drugim vrstama topola, poput trepetljike (*P. tremula*) i tvori mješovite sastojine s vrbom (*Salix* spp.), brijestovima (*Ulmus* spp.), hrastovima (*Quercus* spp.) i drugima. Ova vrsta drveća može se naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav od Austrije do Srbije. Preklapa se s rasprostranjenošću drugih vrsta topola, uključujući *P. nigra*.

Šumarstvo i klimatske promjene

Kako bijela topola daje mnoštvo klijanaca i mladica i smatra se tolerantnom na vrućinu i mraz, postat će važnija u kontekstu globalnog zatopljenja. Zbog svog opsežnog, prilagodljivog korijenskog sustava, može stabilizirati dine i zato je cijenjena vrsta u pionirskim šumama blizu obale. Uz obale rijeka i ceste ima vjetrobranu i protuerozijsku ulogu.

Opis

Listovi: naizmjenični, varijabilni, 3-5 režnjeva, grubo nazubljeni, 6-12 cm; sjajno tamnozeleni s gornje strane, bijeli s gustim dlačicama odozdo

Cvjetovi: dvodomni; cvjetanje prije listanja

Plod/sjeme: muške rese sive s crvenim prašnicima; ženske rese sivozelene, pahuljaste sjemenke početkom ljeta

Kora: kremasto bijela s crnim mrljama u obliku dijamanta (mlada stabla); crna i ispucala (osnova starijih stabala)

Populus nigra – crna topola

Crna topola (*Populus nigra* L.) je brzorastuće listopadno stablo koje doseže visinu do 40 m i starost do 400 godina (uglavnom 100). Razvija snažne grane te ima široku nisko postavljenu krošnju. Drvo se koristi za namještaj, ali i za proizvodnju papira te u bioenergetskom sektoru.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Populus nigra može se naći u cijeloj Europi - od Sredozemlja do Britanskih otoka - u sjevernoj Africi i do središnje Azije. Važna je vrsta poplavnih šuma, gdje je njeno razmnožavanje usko povezano s godišnjim poplavnim ciklusima. Širenje sjemena vrši se vjetrom i vodom, a klijanje ovisi o uvjetima tla i vode. Razvoj korijena također je podložan vlazi u tlu nakon poplava. Vlažna, duboka i hranjivim tvarima bogata šumska tla su optimalna, preferira vapnenačka mjesta, izbjegava zasićena vodom i kisela staništa. Visoki vodostaji i visoke temperature može tolerirati, međutim suša je problematična. Kao pionirska vrsta zahtjevna je za svjetlost i može kolonizirati narušena staništa, posebno putem vegetativne regeneracije. Može se lako križati s drugim topolama, a javlja se u mješovitim šumama zajedno s ostalim vrstama iz porodice *Salicaceae* poput bijele topole (*P. alba*) i vrba (*Salix* spp.), ali i s johama (*Alnus* spp.), brijestovima (*Ulmus* spp.) i javorima (*Acer* spp.).

Ova vrsta može se naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav od Austrije do Srbije.

Šumarstvo i klimatske promjene

Iako su crne topole ekonomski važne i mogu se bez poteškoća razmnožavati reznicama, one su među najugroženijim vrstama drveća u Europi. Budući da se lako križaju, važne su u raznim uzgojnim programima, npr. za dobivanje hibrida *Populus x canadensis* (*P. deltoides x P. nigra*) i drugih egzotičnih hibrida. Ti su hibridi široko zasađeni, zamjenjujući autohtone populacije. Prijenos gena s takvih hibridnih klonova u genski fond *Populus nigra* također predstavlja prijetnju. Međutim, takvi su hibridi također bolje prilagođeni različitim klimatskim uvjetima i šumskim štetnicima. Topole pružaju važne usluge ekosustava, uključujući ublažavanje onečišćenja, zaštitu sliva, stabilizaciju tla i kontrolu erozije. Uz to, emitiraju hlapljive organske spojeve poput izoprena, koji bi mogli imati utjecaja na klimatske promjene.

Opis

Listovi: varijabilni, duži nego širi, trokutasti, goli, nazubljenih rubova, svjetlija gornja strana

Cvjetovi: dvodomni (muški ili ženski); muški: crveni, viseće rese; ženski: žućkaste rese; cvjetovi se pojavljuju prije listanja; oprашivanje vjetrom

Plod/sjeme: kapsule, guste, ušiljene, zelenkasto-smeđe, sjeme je dlakavo

Kora: sivkasta, kasnije tamnija, duboko ispucala

Prunus avium – divlja trešnja



Divlja trešnja (*Prunus avium* L.), brzorastuće je stablo srednje veličine koje naraste do oko 15-30 m visine i te doživi starost od 70 do 100 godina. Razvija uglavnom ravno deblo s tankom, sivom korom. Divlja trešnja jedno je od najvažnijih drveća tvrdih listača iz porodice Rosaceae u Europi. Drvo je fino zrnasto i gusto s izrazito obojenim srcem, koje se koristi za izradu namještaja, ukrasne stolarije i glazbenih instrumenata.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Divlja trešnja ima vrlo široku prirodnu rasprostranjenost u europskim šumskim regijama umjerenog pojasa: može se naći od ravničarskih do submontanskih područja od Britanskih otoka i Skandinavije na sjeveru do južne Španjolske, Magreba i Kavkaza na jugu. Međutim, njezine su prirodne populacije uglavnom raspršene, ali zasađeni i naturalizirani oblici mogu se naći prilično široko rasprostranjeni. Raste na obalama potoka i uz rubove šuma. Divlja trešnja ima srednje do visoke potrebe za hranjivim tvarima i može se nositi s različitim vrstama tala, preferirajući svježa, vapnenasta tla s dobrom opskrbom vodom na sunčanim mjestima. Ne podnosi stajaću vodu i osjetljiva je na sušu. Može se smatrati pionirskom vrstom koja može kolonizirati progale sjemenom ili izbojcima korijena. Brzo raste u mladosti do oko 40. godine, što joj daje konkurentsku prednost u ranoj sukcesiji, ali u kasnijim fazama često je nadmašuju druge vrste tvrdih listača. Kao član mješovitih šuma može se naći zajedno s bukvama (*Fagus* spp.), hrastovima (*Quercus* spp.), grabom (*Carpinus betulus*), javorima (*Acer* spp.) i brijestovima (*Ulmus* spp.).

Divlja trešnja može se naći od Austrije do Srbije. Javlja se na području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav, ali je nema u sjevernoj Srbiji i istočnoj Mađarskoj.

Šumarstvo i klimatske promjene

Divlja trešnja divlji je oblik pripitomljene trešnje, čiji su plodovi (zajedno s višnjom, *P. cerasus*) ekonomski vrlo važne jestive trešnje. Često se sadi radi zaštite ptica i očuvanja biološke raznolikosti. Divlja trešnja koristi se za pošumljavanje poljoprivrednog zemljišta. Zbog korijenovog sustava pogodna je za zaštitu od erozije tla i stabilizaciju nagiba. U pogledu klimatskih promjena smatra se pobjednikom, pod uvjetom da suša ne traje dulje vrijeme jer je oborina već ograničavajući čimbenik u južnim dijelovima njene rasprostranjenosti. Na sjeveru je međutim ograničena hladnijim uvjetima, koji će se mijenjati s toplijom klimom. To bi moglo značajno povećati njezinu ranjivost na određene štetnike i bolesti (npr. gubar *Lymantria dispar*, virus kovčavosti listova trešnje CLRV) tamo gdje uvjeti postaju manje povoljni.

Opis

Listovi: duguljasto zaobljeni, dugačko zašiljeni, grubo nazubljeni; stabljika s crvenim nektarnim žlijezdama; u jesen žute do crvene boje; poboljšavaju tlo

Cvjetovi: jednodomni, hermafrodit; grozd od 2-5 bijelih cvjetova; oprašivanje kukcima

Plod/sjeme: crveno-ljubičaste koštunice, duge peteljke, promjera 1-2 cm, sjajne; gorko-slatko, jestivo; kasno proljeće do ljeto; raznosi se pticama

Kora: glatka, sjajna sivosmeđa, velike vodoravne leće; ljušti se vodoravno

Quercus robur – hrast lužnjak

Hrast lužnjak je visoko listopadno stablo, koje ponekad raste i do preko 40 m visine te može doseći starost od preko 1000 godina. Različitih su oblika, s nepravilnom krošnjom koja propušta puno sunčeve svjetlosti. Deblo može biti bogato razgranato u solitarnih stabala sa sivom do smeđom korom, koja je ima duboke uzdužne pukotine. Njegovo vrlo tvrdo, teško i svestrano drvo koristi se u industriji namještaja i građevinarstvu, a zahvaljujući otpornosti na tekućine, i za bačve i u brodogradnji.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Poput hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*), i hrast lužnjak se može naći diljem Europe - od južne Norveške i sjevera, do Sredozemlja na jugu, gdje se križa s ostalim hrastovima (*Q. frainetto* i *Q. pubescens*). Važna je vrsta poplavnih mješovitih šuma i javlja se na svježim do vlažnim, ilovačom i glinama bogatim teškim tlima na toplim mjestima. Podnosi tla s lošom opskrbljivost hranjivim tvarima. Redovito plavljenje nije problem i zbog svojih dubokih centralnih korijena može se nositi s umjerenom sušom. Hrast lužnjak svjetlosno je zahtjevna vrsta koja svoje lišće razvija relativno kasno, propuštajući tako sunčevu svjetlost do šumskog tla. To ne samo da ga čuva od oštećenja od kasnih mrazeva, već omogućuje i raznoliku regeneraciju. Hrast lužnjak pionirska je vrsta u područjima poput ravnica i brežuljaka, ali kasno sukcesijska vrsta u poplavnim ravnica i dolinama. Hrastovi se mogu naći zajedno s grabom (*Carpinus betulus*), čineći svezu *Carpinion betuli*, koji uključuje i vrste poput jasena (*Fraxinus excelsior* i *F. angustifolia*) i javora (*Acer campestre*, *A. platanoides*).

Ova vrsta drveća može se naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav.

Šumarstvo i klimatske promjene

Hrastovi trebaju puno svjetla i intenzivne njege dok su mladi, pa se stoga smatraju izazovnim vrstama drveća. Visokokvalitetno drvo moguće je dobiti u dobi od 90-120 godina - ekonomske ophodnje traju oko 130 godina. Hrastovi se mogu lako uzgajati u panjačama i sjeći u glavu. Gdje god je to moguće, prirodnoj obnovi treba dati prednost. Tamo gdje su plantaže neophodne, uvođenje egzotičnih genotipova može predstavljati prijetnju. Hrastovi su vrijedan izvor hrane za razne životinje, od sisavaca do ptica i kukaca. Šumski štetnici poput hrastove pepelnice (*Erysiphe alphitoides* syn. *Microsphaera alphitoides*) i hrastovog četnjaka (*Thaumatococcus procerus*) mogu prouzročiti ozbiljne štete i ograničiti produktivnost sprječavanjem svjetlosti da dođe do listova ili zbog defolijacije krošnje. Relativno nova prijetnja je akutno propadanje hrasta koje se, među ostalim uzročnicima poput zagađenja, loše šumskouzgojne prakse i slično, može pripisati klimatskim promjenama.

Opis

Listovi: jednostavni, jajoliko-duguljasti, okrugli režnjasti; dugački 16 cm; kratka peteljka (2-7 mm; razlika od *Q. petraea*); gornja strana mutnozeleno, donja strana lista sa žilama

Cvjetovi: jednodomno; oprašivanje vjetrom; ženski: mala, crvenkasta, neupadljiva; muški: žuto-zelene viseće reše; pojavljuju se odmah nakon prvih listova

Plod/sjeme: žir, u ljuskavoj čašici, s dugim peteljka (razlika u odnosu na *Q. petraea*) i uzdužnim prugama, velike rezerve za klijanje

Kora: siva do smeđa, duboke uzdužne pukotine kad su starija stabla.

***Ulmus laevis* - vez**

Vež je srednje veliko listopadno stablo, koje naraste do oko 30 m i može doživjeti starost od preko 100 godina. Krošnja je vrlo varijabilna, od kupolaste do konusne. Deblu ima izbrazdanu, sivosmeđu koru i drvo srca iste boje. Ono što je posebno kod njega je to što tvori potporne korijene - veze između korijena i debla, kakvi se mogu naći u prašumama. Brijestovi općenito imaju kvalitetno drvo i pogodni su za upotrebu pod vodom. Vež ima drvo manje gustoće.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Od tri vrste brijestova porijeklom iz Europe (*U. laevis*, *U. glabra* i *U. minor*), vež ima istočniji areal te se prostire od središnje Francuske do Uralskog gorja. Brijestovi se mogu naći u poplavnim ravninama i u blizini rijeka i potoka. Preferiraju tla bogata hranjivim tvarima i povremeno poplavljena (njihova tolerancija na poplavu iznosi oko 119 dana godišnje), no oni podnose i umjereno suha tla. Vež je prikladan kao mješovita vrsta drveća u hrastovim šumama i javlja se zajedno s vrbama (*Salix* spp.), topolama (*Populus* spp.), johama (*Alnus* spp.) i jasenovima (*Fraxinus* spp.).

Ova vrsta drveća može se naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav od Srbije do Austrije, gdje se javlja u istočnim regijama, i uz Dunav.

Šumarstvo i klimatske promjene

Brijestovi se koriste za ublažavanje erozije tla uz riječne obale, posebno vež može podnositi više narušena i poplavljena staništa. Međutim, zbog regulacije vodnog bazena i gubitka staništa, njegove su populacije postale male i usitnjene. U budućnosti će se poseban fokus morati staviti na genetsku raznolikost vrste, jer su izbijanja holandske bolesti brijestova u posljednjim stoljećima dovela do gubitaka u genofondu, što bi zajedno s promjenama krajobrazu moglo otežati prilagođavanje promjenjivoj klimi.

Opis

Listovi: varijabilni; naizmjenični, tamnozeleni, na vrhu zaoštreni, na gornjoj strani nazubljeni, glatki i pustenasti na gornjoj strani; odbacuje lišće ranije od *U. minor*

Cvjetovi: hermafrodit, jednodomni; duga peteljka; cvjeta prije listanja; nakupine od 10-30; duge stabljike (2 cm), bez latica, tamnocrvene; oprašivanje vjetrom

Plod/sjeme: jajaste samare; jednostruka središnja sjemenka, opna obrubljena dlačicama; sazrijeva u kasno proljeće

Kora: smeđe-siva, duboko izbrazdana.

Ulmus minor – poljski brijest

Poljski brijest (*Ulmus minor* Mill.) je srednje veliko listopadno stablo koje raste do 20 m visoko, a u iznimnim slučajevima može doseći starost i do 600 godina. Krošnja je zaobljena, a kora debela hrapava i lagano izbrazdana, često s plutastim trakama. Srce je crvenkasto-čokoladno smeđe i kvalitetno za podove i namještaj. Kako je vrlo otporan na truljenje u vodi, koristi se i u podvodnoj gradnji.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Ulmus minor ima južniju rasprostranjenost od tri vrste europskih brijestova (*U. laevis* i *U. glabra*). Može se naći do Irana, Izraela i Alžira na jugu; najsjevernija je granica Baltik. Ovo stablo poplavnih šuma raste uz potoke u južnoj i središnjoj Europi te u šumovitim stepama na sjeveru, jer se može nositi i s dugotrajnim poplavama (tolerira plavljenje do 151 dan) i stresom zbog suše. Poljski brijest svjetlosno je zahtjevna, brzorastuća pionirska vrsta koja se može prilično brzo razmnožavati. Dio je mješovitih poplavnih zajednica zajedno s jasenima (*Fraxinus* spp.), vrbama (*Salix* spp.) i hrastovima (*Quercus* spp.).

Ova vrsta drveća može se naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav od Srbije do istočnog i sjevernog područja Austrije.

Šumarstvo i klimatske promjene

Brijestovi se koriste za ublažavanje erozije tla uz riječne tokove, s tim da poljski brijest podnosi poplavu bolje od ostalih vrsta, poput običnog jasena (*Fraxinus excelsior*). Poljski se brijest posebno koristio i uz ceste i u urbanim područjima zbog svoje sposobnosti da lako klija i širi se izbojcima iz korijena. Također se koristio za izradu proizvoda od sitnog drva i stočne hrane.

Pojava holandske bolesti brijestova u prošlom stoljeću značajno je utjecalo na populacije poljskog brijesta i njihov genski fond, što ih je svrstalo na crveni popis ugroženih vrsta kao regionalno najugroženije vrste brijestova. Uzrok masovnog odumiranja brijestova je infekcija gljivom *Ophiostoma novo-ulmi*. Gljivu prenosi brijestov potkornjak kad se hrani na granama zdravih brijestova.

Poljski brijest se križa s gorskim brijestom (*U. glabra*) proizvedeći intermedijarne forme poznate kao *Ulmus x hollandica* (nizozemski brijest) - i sa sibirskim brijestom (*U. pumila*), koji je unesen iz Azije. Općenito, poljski brijest je vrlo polimorfna i genetski složena vrsta, s nekoliko podvrsta i sorti prilagođenih različitim uvjetima, što može biti prednost u promjenjivoj klimi. Njemačke studije su, primjerice, pokazale da je poljski brijest jedna od najbolje prilagođenih vrsta za topliju i sušu klimu.

Opis

Listovi: asimetrični, goli, sjajni; imaju samo jedan vrh (različit od gorskog brijesta); nazubljeni, dugi 4-10 cm; crne žlijezde uzduž lisnih žila

Cvjetovi: jednodomni, hermafrodit; grozdovi od 10-30 cvjetova; zvonolik, ljubičastocrven; pojavljuju se prije listanja u proljeće

Plod/sjeme: jajaste samare, sjeme je jednostruki oraščić iznad središta krilne opne; sazrijeva u kasno proljeće

Kora: gruba, izbrazdana, često s prugama od pluta.

Salix spp. - vrbe



Vrbe (*Salix* spp.) su brzorastuća listopadna stabla, koja dosežu visinu od oko 30 m i relativno su kratkog vijeka - dožive starost od oko 20-30 godina, ali ima primjeraka i do 100 godina starosti. U Europi postoji oko 115 vrsta vrba koje se koriste u razne gospodarske svrhe, uključujući drvo za sportsku opremu, košare i ograde, tanin i salicin te druge nedrvne proizvode.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

U Europi su vrbe rasprostranjene od Mediterana do Britanskih otoka i Baltika. Javljaju se od Španjolske do Kine, uglavnom u umjerenim i borealnim šumama. Za razliku od ostalih svojti, broj vrsta vrba povećava se s juga prema sjeveru.

Vrbe se križaju prilično lako i intenzivno se uzgajaju, pa je teško odrediti njihov prirodni areal. Bijela vrba (*Salix alba* L.) široko je rasprostranjena u poplavnim šumama. Poput ostalih vrsta vrbe, može se naći na raznim tlima, pod uvjetom da korijenje ima pristup vodi. Vrbe preferiraju glinenu (*S. fragilis*) ili muljevitu (*S. alba*), vapnenastu (*S. caprea*) ili pjeskovitu zemlju (*S. purpurea*). Općenito su vrlo tolerantne na plavljenje, s tim da je *S. alba* posebno dobra u preživljavanju pri poplavama (tolerira plavljenje do 300 dana godišnje). Ostale su vrste nešto osjetljivije na kontinuirano plavljenje, poput *S. caprea*, ali još uvijek visoko kotiraju u usporedbi s ostalim poplavnim vrstama. Vrste zahtijevaju mnogo svjetla i ne podnose sjenu baš najbolje. Uglavnom rastu na otvorenim površinama. Vrba iva (*Salix caprea*), međutim, jedna je od rijetkih vrsta vrba koje se mogu naći u šumskoj podstojnoj etaži. Vrbe se javljaju u mješovitim šumama zajedno s vrstama poput buk (*Fagus* spp.), brijestova (*Ulmus* spp.), hrastova (*Quercus* spp.) i topola (*Populus* spp.).

Vrste vrba, uključujući *Salix alba*, *S. caprea* i *S. purpurea*, mogu se naći na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav od Austrije do Srbije.

Šumarstvo i klimatske promjene

Vrbe se lako križaju, što rezultira s nekoliko hibrida, uključujući *Salix x rubens* (*S. alba* x *S. fragilis*), *Salix x margaretea* (*S. purpurea* x *S. fragilis*) i *Salix x wimmeriana* (*S. purpurea* x *S. caprea*). Ova činjenica mogla bi pomoći u prilagodbi klimatskim promjenama jer se hibridi mogu saditi kako bi poboljšali narušeno stanište na kojem se druge vrste više ne mogu uzgajati. Uz to, većina vrba može se uzgajati kao panjača i sjeći u glavu i vegetativno se razmnožavati iz izdanaka iz korijena, s izuzetkom vrbe ive (*S. caprea*), koja se samo povremeno može vegetativno razmnožavati reznicama. U pogledu usluga ekosustava, vrbe su, među ostalim, važne za zaštitu sliva, stabilizaciju tla i ublažavanje erozije. Koriste se u obnovi ekosustava i fitoremedijaciji, ali i u poljoprivrednom uređenju krajolika kao živice i vjetrozaštite. Vrbe u Europi mogu rasti u najrazličitijim klimatskim uvjetima. S promjenjivom klimom, može se očekivati promjena u sastavu vrsta drveća u europskim šumama, tako da bi neke vrste vrba mogle zamijeniti druge u svom izvornom arealu. Vrbe mogu tolerirati poplavu, ali vrste koje rastu u plimnim močvarama (npr. *S. alba* i *S. viminalis*) također će biti pogođene prodorom soli zbog klimatskih promjena. Pokazalo se da se zrela stabla mogu nositi s takvim uvjetima zasoljavanja.

Opis

Listovi: dugi i uski (kopljasti), sitno nazubljeni; s gornje strane srebrno-sivi, s donje strane s gustim bijelim dlačicama; naizmjenični

Cvjetovi: dvodomno; muške rese žute, duge do 5 cm; ženske rese zelenkasto-žute, postaju pahuljasto bijele, kraće; pojavljuju se rano u proljeće prije listanja; oprašivanje kuccima

Plod/sjeme: plodovi kapsule, sivo-pustenasti, jajastog oblika; bez stabljike; vrlo sitno sjeme

Kora: crvenkasta do sivosmeđa, kasnije žuto-siva; uzdužne pukotine

4.2.2 Alternativne vrste drveća i klonovi

Juglans nigra - crni orah



Crni orah (*Juglans nigra* L.) je brzorastuće listopadno stablo porijeklom iz Sjeverne Amerike koje traži puno svjetla. Naraste do 25-35 m (maks. 40 m) visine i može dostići starost od 200 do 300 godina. Razvija duga debla sa širokom krošnjom. Drvo je čvrsto, ravno-zrnato i trajno. Spada među najskuplje drvo za namještaj na svijetu, ali koristi se i za podove, furnir, kiparstvo i glazbene instrumente.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Autohtono područje crnog oraha je Sjeverna Amerika, uključujući istočne i središnje dijelove SAD-a i južni Ontario. Vjerojatno je u Europu unesen oko početka 17. stoljeća. Od tada se sadi u oko 15 europskih zemalja kao ukrasno i šumsko drvo. Crni orah zahtijeva bogata tla s visokom razinom hranjivih sastojaka (npr. Ca, K, Mg). Preferira ilovasta tla s pH 6-7. Ne podnosi vapnenac, osjetljiv je na pseudoglej i zahtijeva dubok sloj tla (> 60 cm) iznad vapnenca ili krede. Idealna su staništa na južnim ili jugozapadnim padinama u toplim i zaštićenim područjima. Na takvim lokalitetima široki korijenov sustav s dubokom srčanicom može stabilizirati i stablo i tlo. Tla moraju biti dobro drenirana, ali stalno opskrbljena vodom - ili podzemnom vodom ili kišom (minimalna godišnja količina kiše varira od 600 mm do 900 mm). Zrela stabla mogu preživjeti poplavu do 90 dana tijekom vegetacije. Izvještaji o otpornosti na sušu variraju od umjereno otpornih do vrlo osjetljivih. Međutim, može tolerirati ljetnu sušu ako je tlo dovoljno zasićeno vlagom. Sadnice se mogu oštetiti brštenjem životinja poput jelena ili voluharica. Međutim, crni orah ovisi o širenju sjemena glodavcima i pticama, za koje su orašasti plodovi vrlo hranjivi (kao i za ljude).

Introduciran je u šume u svim projektnim zemljama uglavnom krajem 19. stoljeća. U Mađarskoj je uveden još u 18. stoljeću i danas se smatra jednom od najvrjednijih egzotičnih vrsta drveća.

Šumarstvo i klimatske promjene

Crni orah uglavnom se uzgaja za proizvodnju visokokvalitetnog drveta. Također se koristi u agrošumarskim sustavima, za proizvodnju orašastih plodova i u obnovi ekosustava. Vrlo je zahtjevan kad je u pitanju svjetlost i ne podnosi hlad, posebno kao zrelo stablo. Zbog ove niske tolerancije zasjene prirodna je obnova putem sjemena rijetka. Diljem Europe crni orah poželjno je obnavljati pomoću jednogodišnjih presadnica visine najmanje 30 cm. Mlade sadnice brzo rastu i do 1 m godišnje. Plodonositi počinju s oko 8 do 10 godina, kada su visoki 7-8 m. Značajni urod sjemena može se očekivati u dobi od 20-30 godina nadalje. U mješovitim sastojinama uzgajaju se s vrstama poput jasena (*Fraxinus* spp.), javora (*Acer* spp.) ili hrastova (*Quercus* spp.), gdje rastu brže od domaćih vrsta. Crni orah je također osjetljiv na štetnike i bolesti (npr. rak oraha *Geosmithia morbida*). Kako crni orasi podnose niske zimske temperature (do -40 ° C), mali je rizik od oštećenja zbog mraza. Međutim, vrlo su osjetljivi na kasni mraz u proljeće, što ograničava njihovu rasprostranjenost. Očekuje se da će klimatske promjene povećati značaj crnog oraha u raznim dijelovima Europe, jer su dobro prilagođeni suši i neki ograničavajući čimbenici više neće vrijediti.

Opis

Listovi: složeni, parno-perasti, oštri, 9-23 palistića; naizmjenični; nazubljeni rub; tamnozeleni, dlakava donja strana

Cvjetovi: jednodoman; muške rese vise, 8-10 cm; ženski cvjetovi terminalni, nakupine 2-5 cvjetova, pojavljuju se prije muških

Plod/sjeme: zelenkasta ljuska, valovita ljuska ploda, promjera 8 cm; sazrijevaju u listopadu; širi se pticama i glodavcima

Kora: sivo-crna, duboko izbrazdana u tanke grebene.

Populus x canadensis - euroamerička topola

Euroamerička topola doseže preko 30 m visine. To je brzorastuće stablo s matičnom vrstom *P. nigra* iz Europe i *P. deltoides* iz Sjeverne Amerike. Mnogi se varijeteti jače razlikuju u uspješnosti rasta, kao i u ekološkim zahtjevima, nego u morfologiji, što taksonomsku obradu čini vrlo teškom. Hibridi su prilagodljivi raznim uvjetima tla i klime, kao i nekim štetnicima i bolestima, što ih čini atraktivnim za šumarstvo.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

U šumarstvu su se kanadske topole iz Sjeverne Amerike križale krajem 19. stoljeća s raznim europskim vrstama topola. Euroamerička topola uzgaja se i raširila se u prirodu u mnogim europskim zemljama. Zahtijeva dobro prozračena i vodom opskrbljena eutrofna tla za dobar rast - posebno su povoljne pjeskovito-ilovaste vrste tla u rasponu pH od 6,0 do 7,5. Topole su brzorastuće vrste koja su u mladosti imaju vrlo visoke zahtjeve prema svjetlosti i stoga su pioniri u kolonizaciji otvorenih područja. Bastardi topola mogu se naći zasađeni ili rasti samoniklo, posebno na poplavnim mjestima, koja su poplavljena tijekom visokog vodostaja, ali i na ruderalnim staništima. Na području poplavne ravnice bijele vrbe malat topole ne može dugoročno preživjeti zbog prekomjernog plavljenja. Stoga se uglavnom sade na poplavnom području tvrdih listača. Euroamerička topola vrlo je sposobna za regeneraciju - nakon rezanja u prvoj godini tvori metarske izbojke. Vegetativno se razmnožava pomoću korijenskih izbojaka iz korijena duljine do 35 m. Kako ne postoje prepreke za prijelaz, a bastardi topola su češći od crnih topola, crne topole gotovo da nemaju čisto potomstvo.

Euroamerička topola se uzgaja na cijelom području rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav od Austrije do Srbije.

Šumarstvo i klimatske promjene

Hibridne topole zasađene su za proizvodnju drva zbog njihova jednolikog stvaranja debla - proizvođači lagano, mekano, difuzno-porozno drvo. Zbog njihovog brzog rasta moguće su 25-ogodišnje ophodnje na dobrim staništima. Odnedavno se uzgajaju i u izuzetno kratkim ophodnjama za proizvodnju energije. Predviđene klimatske promjene pogodovat će hibridima vrsta, jer na inače pogodnim mjestima mogu također preživjeti sušu i druge vremenske ekstreme.

Kod hibridnih topola u šumarstvu je fokus na uzgoju sorti, zbog problema s bolestima: najvažnija je bolest topola pojava rđe na lišću. Euroameričku topolu napadaju dvije vrste gljiva iz roda *Melampsora*, a to su *M. allii-populina* Kleb. i *M. larici-populina* Kleb. Uz to, gljiva *Dothichiza populea* kolonizira grane već oštećene mrazom. Tipični je parazit oslabljenih biljaka, koji se češće javlja na mjestima s fluktuirajućom ravnotežom vode ili stajaćom vodom. Takve bolesti mogu se kontrolirati samo stalnim razvojem novih sorti. Još jedan problem za euroameričku topolu je bijela imela (*Viscum album*), koja utječe samo na hibridne topole, ali ne i na domaće crne topole.

Opis

Listovi: mladi listovi su crvenkasti (zeleni u crnim topolama) i na rubovima dlakavi. Žlijezde se često nalaze u podnožju lisne peteljke. Zreli listovi su trokutasti s dugim, produženim vrhom, dugi 7-10 cm i na rubovima nazubljeni do uredani. Duga peteljka je bočno spljoštena.

Cvjetovi: dvodomni, muški i ženski cvatovi su viseće rese duljine do 9 cm. Bastardi topola uglavnom se razmnožavaju kao muški klonovi.

Plod/sjeme: kapsule, guste, šiljaste, zelenkasto-smeđe; sjeme je dlakavo

Kora: svjetlosiva, izbrazdana; vodoravne izbočine od pluta (različito od crnih topola).

Robinia pseudoacacia - bagrem



Bagrem je brzorastuće srednje veliko listopadno stablo koje je u Europu uneseno iz Sjeverne Amerike. Može narasti i do 35 m, a živi oko 60-100 godina. Deblo uglavnom pokazuje snažnu zakrivljenost, ali je drvo izdržljivo i otporno na oštećenja od kukaca. Koristi se za podove i namještaj, ali i za vanjsku upotrebu poput brodogradnje ili željezničkih pragova. Osim toga, može se koristiti kao ogrjevno drvo i za proizvodnju biomase.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Od prirode dolazi iz istočnoj sjevernoj Americi, naročito u Apalačima do nadmorske visine od 1.500 m. U Europu je unesen još u 17. stoljeću, a masovno se sadio tijekom 18. i 19. stoljeća. Postao je naturalizirana vrsta u cijeloj Europi. Danas ga je moguće naći od Portugala do Kavkaza i od Skandinavije do južne Italije. Bagrem je pionirska vrsta koja zahtijeva puno svjetlosti, raste na različitim tlima, od kiselih (pH 3) do bazičnih (pH 8). Podnosi suha i slana staništa, ali izbjegava vlagu i nabito tlo. Optimalna srednja godišnja količina oborina je u rasponu od 700 do 2000 mm. Osjetljiv je na mraz te je slaba konkurencija u zatvorenim, zasjenjenim sastojinama. Na otvorenim površinama, kao što su rubovi šuma ili na poremećenim tlima vrlo je kompetitivan. Može ga se naći na tlima siromašnim hranjivima, jer tvori simbiozu sa rhizobia bakterijama, što mu omogućuje da veže atmosferski dušik i time mijenja uvjete tla također i na dobrobit drugih vrsta. Zbog ove sposobnosti brzo raste u mladosti. Već u trećoj godini počinje cvjetati i proizvoditi sjeme, što ga čini važnim izvorom hrane za kukce poput pčela i leptira.

Danas se može naći u svim zemljama rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav, a najrasprostranjenija je vrsta drveća u Mađarskoj, gdje zauzima približno 24% zemljišta pod šumama.

Šume i klimatske promjene

U nekim se dijelovima Europe snažno potiče upotreba bagrema u šumarstvu, iako ga nekoliko europskih baza podataka smatra vrlo invazivnom biljnom vrstom u Europi. Zbog brzog rasta, visoke sposobnosti razmnožavanja iz korijena i poboljšanja tla, može se koristiti za rekultivaciju primjerice bivših rudarskih lokacija. Međutim, ovo obogaćivanje tla također može dovesti do nestanka rijetkih autohtonih vrsta koje ovise o mjestima siromašnim hranjivim tvarima. Na taj način, bagrem ima sposobnost mijenjanja cijelih ekosustava. Mjere gospodarenja dugotrajne su i skupe te se baziraju na prstenovanju jer bi sječa stabala mogla pospješiti ponovni rast. Stoga bi njegovo unašanje trebalo dobro razmotriti i prethodno procijeniti rizike i koristi. Tamo gdje se smatra sigurnim za sadnju i kada je šumskouzgojna svrha jasno definirana, mogu se dobiti visokokvalitetni proizvodi sa svojstvima poput visoke otpornosti na udarce, vlačne čvrstoće i trajnosti bez impregnacije. Kako je mraz ograničavajući čimbenik, očekuje se da će se njegova rasprostranjenost povećati zbog klimatskih promjena, a moglo bi istisnuti domaće vrste u njihovim ekosustavima i šumarstvu.

Opis

Listovi: složeni, perasti, 2-12 parova, 10-30 cm; lisne plojke duguljaste, eliptične do jajaste; na suprotne; par bodlji u osnovi

Cvjetovi: jednodomni, hermafrodit; bijele do kremaste, iznutra žute mrlje; grupirane u viseće grozdove, duge 10-20 cm

Plod/sjeme: mahunarka; tamno smeđe mahune, 5-10 cm; 4-10 sjemenki; visi tijekom zime na stablu; širenje gravitacijom i vjetrom; plodonosi svake 1-2/god

Kora: sivosmeđa do tamno smeđa; postajući uzdužno izbrazdana s godinama.

Bark: greyish-brown to dark brown; becoming fissured longitudinally with age.

4.3 Rječnik

Pojam	Objašnjenje
Adaptivni kapacitet	Sposobnost subjekta da odgovori na promjene u okolišu promjenom svojih fizioloških ili morfoloških karakteristika
Alel	Alel je jedna od dvije ili više inačica gena ili DNK regije
Autohtoni	Populacija se smatra autohtonom ako je razvila karakteristična svojstva koja je razlikuju od ostalih populacija iste vrste, bez utjecaja čovjeka. Autohtone populacije obično su prilagođene svojim staništima i mogu preživjeti dulje vrijeme pod stabilnim uvjetima okoliša. Autohtone su one šumske sastojine, koje su se u prošlosti isključivo prirodno obnavljale. Ako se koristi umjetna obnova, sastojine se smatraju autohtonim samo ako je šumski reprodukcijski materijal korišten za obnovu prikupljen u istoj sastojini ili u susjednim autohtonim sastojinama koje rastu u istim uvjetima na lokaciji.
Bakterijski iscjedak ili izlučevina	Znak da se bakterijska infekcija sastoji uglavnom od bakterijskih stanica
Dopunska sadnja	Oblik umjetne obnove, gdje se prirodna obnova umjetno nadopunjuje sadnjom ograničenog broja sadnica kako bi se poboljšale ekološke, društvene ili produktivne funkcije šuma
Genetska raznolikost	Varijacije unutar populacije ili vrste koje se mogu pripisati razlikama u genima
Genetski resursi	Genetski materijal stvarne ili potencijalne vrijednosti gdje genetski materijal znači bilo koji materijal koji sadrži funkcionalne jedinice nasljedstva.
Interspecifični (međuvrnsni)	Između različitih vrsta
Intraspecifični (unutarvrnsni)	Unutar vrste ili između jedinki jedne vrste
Nekrotična lezija	Crni, mrtvi dio na kori debla ili grane, ali bez stvaranja kalusa.
Odumiranje	Progresivno odumiranje izbojaka, grana i korijena, počevši od vrha
Panjača	Šumskouzgojni oblik u kojem se drveće povremeno siječe do razine tla kako bi se potaknuo rast
Plemenite tvrde listače	Vrste drveća iz rodova <i>Juglans</i> , <i>Acer</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Prunus</i> , <i>Sorbus</i> , <i>Malus</i> i <i>Pyrus</i> .

Pojam	Objašnjenje
Plodno tijelo	Organ gljiva koji nosi spore
Podsijavanje	Izravna sjetva sjemena ispod zrelih sastojina kako bi se potaknula obnova ili nadopunila već prisutna prirodna obnova.
Populacija	Skupina jedinki iste vrste koja istovremeno živi na određenom zemljopisnom području i sposobna je za križanje. Velika populacija može se podijeliti u nekoliko manjih skupina, tj. lokalne populacije, tj. populacije u užem smislu, jer se spolno razmnožavanje događa samo u takvim manjim skupinama.
Prilagodba	Prilagođavanje organizama njihovoj okolini kako bi se poboljšale njihove šanse za preživljavanje u toj okolini
Prirodna selekcija	Jedan od osnovnih mehanizama evolucije. Kako bi prirodna selekcija djelovala na populaciju, moraju postojati razlike u nasljednim svojstvima (npr. oblik stabla, osjetljivost na bolesti), na koje djeluje diferencijalna reprodukcija (neka stabla imaju veće šanse za stvaranje potomstva od drugih).
Prstenovanje	Uklanjanje prstena kore i sloja kambija koji okružuju stablo. Sprečavanje transporta ugljikohidrata (uklonjeni sloj floema) iz asimilacijskih organa do korijena ubija stablo vrlo sporo tijekom duljeg vremenskog razdoblja (do nekoliko godina).
Rak	Mrtvi dio na kori debla ili grane. Uzrokovan je parazitskom infekcijom, a ograničen je stanicama kalusa, što je biljni mehanizam za zacjeljivanje rana
Šumski reproduksijski materijal	Plodovi, sjemenke i češeri; svi biljni dijelovi dobiveni vegetativnim razmnožavanjem, uključujući embrije; i biljke proizvedene iz bilo koje od ovih kategorija.

4.4 Reference po poglavljima

Studija slučaja: Perspektive dionika o gospodarenju i očuvanju poplavnih šuma u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav

1. Interreg Danube REFOCuS D6.1.1. (2019) Report on the overview of the national legislations of the five countries constituting Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube and EU regulations and directives relevant for health, conservation and management of riparian forests.
2. Interreg Danube REFOCuS. WP6 Policy Interface. (2020). Report from the Online stakeholders workshop: How to harmonize forest management planning and nature conservation in riparian forests of Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube?
3. Stevanov M, Tarjan Tobolka A, Kljajic L, Kičić M, Krott M (2021) Analysis of conflicting interests on the example of the special nature reserve in Serbia: empirically analytical approach. *Sumarski list* 145(3-4), 155-167. <https://doi.org/10.31298/sl.145.3-4.5>

Važnost poplavnih šuma i prijetnje

1. Allard G, Sigaud P (2005). Alien Invasive Species: Impacts on Forests and Forestry - A Review. Forest Resources Development Service Working Paper FBS/8E Forest Resources Division FAO, Rome, Italy Forestry Department. Retrieved March 30, 2020, from <http://www.fao.org/3/j6854e/j6854E06.htm>
2. Arcanum (2017) Historical Maps of the Habsburg Empire First Military Survey 1763-1787. Österreichischen Staatsarchiv. Retrieved from <http://mapire.eu/en/>
3. Bastian O, Bernhardt A (1993) Anthropogenic landscape changes in Central Europe and the role of bioindication. *Landscape Ecology* 8(2) 139-151. <https://doi.org/10.1007/BF00141593>
4. Bebber DP (2015) Range-Expanding Pests and Pathogens in a Warming World. *Annual Review of Phytopathology* 53(1) 335-356. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120207>
5. Bonacci O, Oskoruš D (2010) The changes in the lower Drava River water level, discharge and suspended sediment regime. *Environmental Earth Sciences* 59(8) 1661-1670. <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0148-8>
6. Bonacci O, Oskoruš D (2008) The influence of three Croatian hydroelectric power plants operation on the river Drava hydrological and sediment regime. *Hydrological Forecasting*. Retrieved from http://ksh.fgg.uni-lj.si/bled2008/cd_2008/05_Floods_morphological_processes_erosion_sediment_transport_and_sedimentation/005_Bonacci.pdf
7. Boyd IL, Freer-Smith PH, Gilligan CA, Godfray HCJ (2013, November 15) The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. *Science*. American Association for the Advancement of Science. <https://doi.org/10.1126/science.1235773>
8. Charles H, Dukes JS (2007) Impacts of Invasive Species on Ecosystem Services. *Biological Invasions* (193) 293-310. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-36920-2>
9. Dukes JS, Pontius J, Orwig D. et al. (2009) Responses of insect pests, pathogens, and invasive plant species to climate change in the forests of northeastern North America: What can we predict? This article is one of a selection of papers from NE Forests 2100: A Synthesis of Climate Change Impacts on Forests of the Northeastern US and Eastern Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 39(2) 231-248. <https://doi.org/10.1139/X08-171>
10. Dyakov NR (2019) Testing for assembly rules along disturbance gradients in a riparian broadleaved forest. *Applied Ecology & Environmental Research* 17(1) 1-13. <https://doi.org/10.15666/aeer/1701>
11. Dyderski MK, Paž S, Frelich LE, Jagodziński AM (2018) How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology* 24(3) 1150-1163. <https://doi.org/10.1111/gcb.13925>
12. EIONET (2020) (No Title). Retrieved January 14, 2021, from <https://www.eionet.europa.eu/article17/>
13. European Commission. EUR-Lex - 52020DC0380 - EN - EUR-Lex (2020). Brussels. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1590574123338&uri=CELEX:52020DC0380>
14. Floods and River Management - The British Geographer. (n.d.). Retrieved April 7, 2020, from <http://thebritishgeographer.weebly.com/floods-and-river-management.html>
15. Forest Europe (2021) About Forest Europe - Forest Europe. Retrieved January 14, 2021, from <https://foresteurope.org/foresteurope/>
16. FOREST EUROPE, Liaison Unit Bratislava (2019) Human Health and Sustainable Forest Management. Marušáková L and Sallmannshofer M (ed.) FOREST EUROPE Study. <https://foresteurope.org/new-forest-europ-publication-human-health-sustainable-forest-management/>

17. Globevnik L, Kaligarić M (2005) Hydrological changes of the Mura River in Slovenia, accompanied with habitat deterioration in riverine space. *RMZ - Materials and Geoenvironment* 52(1) 45-49.
18. Habersack H (2016) Wasserbau, Schifffahrt und Ökologie an der Donau - Pilotprojekt Bad Deutsch-Altenburg. *Osterreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 68(5-6) 190-192. <https://doi.org/10.1007/s00506-016-0316-5>
19. Hansen EM (2008) Alien forest pathogens: Phytophthora species are changing world forests. *Boreal Environment Research* 13(SUPPL. A) 33-41.
20. Hulme PE (2009) Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46(1) 10-18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x>
21. IPCC (2019) Climate change and land. Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. <https://www.ipcc.ch/srccl/>
22. Jungwirth M, Muhar S, Schmutz S (2002) Re-establishing and assessing ecological integrity in riverine landscapes. *Freshwater Biology* 47(4) 867-887. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00914.x>
23. Kautz M, Meddens AJH, Hall RJ, Arneith A (2017) Biotic disturbances in Northern Hemisphere forests - a synthesis of recent data, uncertainties and implications for forest monitoring and modelling. *Global Ecology and Biogeography*. Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/geb.12558>
24. Kevey B (2018) Floodplain forests. In *Springer Geography* (Vol. PartF5, pp. 299-336). https://doi.org/10.1007/978-3-319-92816-6_18
25. Klimo E, Hager H, Matic S, Anič I, Kulhavý J (2008) Floodplain forests of the temperate zone of Europe, *Lesnická Práce* 623p
26. Kwak TJ, Naiman RJ, Bilby RE (2000) Pacific Coastal River Ecology and Management. *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. *Ecology* 81(3) 882. <https://doi.org/10.2307/177387>
27. Leyer I, Mosner E, Lehmann B (2012) Managing floodplain-forest restoration in European river landscapes combining ecological and flood-protection issues. *Ecological Applications* 22(1) 240-249. <https://doi.org/10.1890/11-0021.1>
28. Lundström J, Öhman K, Laudon H (2018) Buffer zone alternatives in forest planning using a decision support system. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33(5) 493-501. <https://doi.org/10.1080/02827581.2018.1441900>
29. Meyerson LA, Mooney HA (2007) Invasive alien species in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(4) 199-208. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[199:IASIAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[199:IASIAE]2.0.CO;2)
30. Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystem and human well-being: wetlands and water Synthesis*. (N. D. C. Max Finlayson, Rebecca D'Cruz, Ed.). World Resources Institute.
31. Monclus R, Dreyer E, Villar M et al. (2006). Impact of drought on productivity and water use efficiency in 29 genotypes of *Populus deltoides* x *Populus nigra*. *New Phytologist* 169(4) 765-777. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01630.x>
32. Mosner E, Liepelt S, Ziegenhagen B, Leyer I (2012) Floodplain willows in fragmented river landscapes: Understanding spatio-temporal genetic patterns as a basis for restoration plantings. *Biological Conservation* 153 211-218. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.05.005>
33. Nadal-Sala D, Hartig F, Gracia CA, Sabaté S (2019) Global warming likely to enhance black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) growth in a Mediterranean riparian forest. *Forest Ecology and Management* 449 117448. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117448>
34. Nagy RC, Porder S, Neill C, Brando P, Quintino RM, Do Nascimento SA (2015) Structure and composition of altered riparian forests in an agricultural Amazonian landscape. *Ecological Applications* 25(6) 1725-1738. <https://doi.org/10.1890/14-1740.1>
35. Netsvetov M, Prokopuk Y, Puchalka R, Koprowski M (2019) River Regulation Causes Rapid Changes in Relationships Between Floodplain Oak Growth and Environmental Variables 10(February) 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00096>
36. Nilsson C, Berggren K (2000) Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation. *BioScience* 50(9) 783. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0783:aorecb\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0783:aorecb]2.0.co;2)
37. Nilsson C, Berggren K (2000) Effects of dams and regulations on riparian zones. *BioScience* 50(9) 783. Retrieved from <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/50/9/783/269505>
38. Nisbet D, Kreutzweiser D, Sibley P, Scarr T (2015) Ecological risks posed by emerald ash borer to riparian forest habitats: A review and problem formulation with management implications. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.08.030>
39. OJEC. (1992). EUR-Lex - 31992L0043 - EN - EUR-Lex. Retrieved January 14, 2021, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31992L0043>
40. Onaindia M, Fernández de Manuel B, Madariaga I, Rodríguez-Loinaz G (2013) Co-benefits and trade-offs between biodiversity,

- carbon storage and water flow regulation. *Forest Ecology and Management* 289 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.010>
41. Planty-Tabacchi A-M, Tabacchi E, Naiman RJ, Deferrari C, Decamps H (1996) Invasibility of Species-Rich Communities in Riparian Zones. *Conservation Biology* 10(2) 598-607. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10020598.x>
 42. Pureswaran DS, Roques A, Battisti A (2018) Forest Insects and Climate Change. *Curr Forestry Rep* 4 35-50. <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0075-6>
 43. Ramsfield TD, Bentz BJ, Faccoli M, Jactel H, Brockerhoff EG (2016) Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpw018>
 44. Regier N, Streb S, Coccozza C, Schaub M, Cherubini P, Zeeman SC, Frey B (2009) Drought tolerance of two black poplar (*Populus nigra* L.) clones: Contribution of carbohydrates and oxidative stress defence. *Plant, Cell and Environment* 32(12) 1724-1736. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02030.x>
 45. Richardson DM, Holmes PM, Esler KJ et al. (2007) Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13(1) 126-139. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00314.x>
 46. Roder G, Sofia G, Wu Z, Tarolli P (2017). Assessment of Social Vulnerability to floods in the floodplain of northern Italy. *Weather, Climate, and Society*, 9(4), 717-737. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-16-0090.1>
 47. Rosenberg DM, Berkes F, Bodaly RA, Hecky RE, Kelly CA, Rudd JWM (1997) Large-scale impacts of hydroelectric development. *Environmental Reviews* 5(1) 27-54. <https://doi.org/10.1139/er-5-1-27>
 48. Sanjou M, Okamoto T, Nezu I (2018) Experimental study on fluid energy reduction through a flood protection forest. *Journal of Flood Risk Management* 11(4) e12339. <https://doi.org/10.1111/jfr.12339>
 49. Schnitzler A, Hale BW, Alsum E (2005) Biodiversity of floodplain forests in Europe and eastern North America: A comparative study of the Rhine and Mississippi Valleys. *Biodiversity and Conservation* 14(1) 97-117 <https://doi.org/10.1007/s10531-005-4056-2>
 50. Schnitzler A, Hale BW, Alsum EM (2007) Examining native and exotic species diversity in European riparian forests. *Biological Conservation* 138(1-2) 146-156. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.04.010>
 51. Seidl R, Thom D, Kautz M et al. (2017, June 1). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*. Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
 52. Sikorska D, Sikorski P, Archiciński P, Chormański J, Hopkins RJ (2019) You Can't See the Woods for the Trees: Invasive *Acer negundo* L. in Urban Riparian Forests Harms Biodiversity and Limits Recreation Activity. *Sustainability* 11(20) 5838. <https://doi.org/10.3390/su11205838>
 53. Sikorska D, Sikorski P, Archiciński P, Chormański J, Hopkins RJ (2019) You can't see the woods for the trees: Invasive *Acer negundo* L. in Urban riparian forests harms biodiversity and limits recreation activity. *Sustainability (Switzerland)* 11(20). <https://doi.org/10.3390/su11205838>
 54. Smulders MJM, Cottrell J, Lefèvre F et al. (2008) Structure of the genetic diversity in black poplar (*Populus nigra* L.) populations across European river systems: Consequences for conservation and restoration. *Forest Ecology and Management* 255 1388-1399. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.10.063>
 55. Spinoni J, Naumann G, Vogt JV (2017) Pan-European seasonal trends and recent changes of drought frequency and severity. *Global and Planetary Change* 148 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.11.013>
 56. Stagge JH, Kingston DG, Tallaksen LM, Hannah DM (2017) Observed drought indices show increasing divergence across Europe. *Scientific Reports* 7(1) 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14283-2>
 57. Sturrock RN, Frankel SJ, Brown AV et al. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x>
 58. Thompson I, Mackey B, McNulty S, Mosseler A (2009) Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change: a synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (Vol. 43)
 59. Tiwari T, Lundström J, Kuglerová L, Laudon H, Öhman K, Ågren AM (2016) Cost of riparian buffer zones: A comparison of hydrologically adapted site-specific riparian buffers with traditional fixed widths. *Water Resources Research* 52(2) 1056-1069 <https://doi.org/10.1002/2015WR018014>
 60. Tockner K, Stanford JA (2002) Riverine flood plains: Present state and future trends. *Environmental Conservation* 29(3) 308-330. <https://doi.org/10.1017/S037689290200022X>
 61. UNESCO (n.d.) Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat. 1971. Retrieved January 14, 2021, from http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=15398&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

62. van Lierop P, Lindquist E, Sathyapala S, Franceschini G (2015) Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. *Forest Ecology and Management* 352 78-88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.010>
63. Vilà M, Hulme PE (2017) Non-native Species, Ecosystem Services, and Human Well-Being. In *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services* (pp. 1-14). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45121-3_1
64. Von Holle B, Simberloff D (2005) Ecological resistance to biological invasion overwhelmed by propagule pressure. *Ecology* 86(12) 3212-3218. <https://doi.org/10.1890/05-0427>
65. Wraber M (1951) Gozdna vegetacijska slika in gozdnogojitveni problemi Prekmurja. *Geografski vestnik*, 23, 179-230
66. Zedler JB, Kercher S (2004) Causes and consequences of invasive plants in wetlands: Opportunities, opportunists, and outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 23(5) 431-452. <https://doi.org/10.1080/07352680490514673>

Gospodarenje poplavnim šumama

1. Bentrup G (2008) Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways. Asheville. Gen. Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 110 p. <https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/33522>
2. Connell JH (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199(4335) 1302-1310. <https://doi.org/10.1126/science.199.4335.1302>
3. Dakskobler I, Kutnar L, Šilc U (2013) Poplavni, močvirni in obrežni gozdovi v Sloveniji: gozdovi vrb, jelš, dolgopecljatega bresta, velikega in ozkolistnega jesena, doba in rdečega bora ob rekah in potokih. *Silva Slovenica*, Gozdarski inštitut Slovenije. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/477>
4. Environment Canada (2013) How much environment is enough? Third edition. Toronto.
5. Forman RT (1995) *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.
6. Forman RT, Godron M (1989) Landscape ecology. *Environmental Conservation* 16(1) 619. <https://doi.org/10.1017/S0376892900008766>
7. Kapos V, Lysenko I (2000) Assessing forest integrity and naturalness in relation to biodiversity. Retrieved January 14, 2021, from https://www.researchgate.net/publication/242321742_Assessing_forest_integrity_and_naturalness_in_relation_to_biodiversity
8. Karr JR, Dudley DR (1981) Ecological perspective on water quality goals. *Environmental Management*, 5(1) 55-68. <https://doi.org/10.1007/BF01866609>
9. Kovač M, Ferreira A (ed) (2017) Vzorčni upravljavski načrt za gozdna območja Natura 2000 - primer poplavnih gozdov ob Muri. Ljubljana. Gozdarski inštitut Slovenije.
10. Kovač M, Kutnar L, Hladnik D (2016) Assessing biodiversity and conservation status of the Natura 2000 forest habitat types: Tools for designated forestlands stewardship. *Forest Ecology and Management* 359 256-267. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.10.011>
11. Kutnar L, Marinšek A (2016) Stanje raziskovanih gozdnih habitatnih tipov ob Muri. In: Ferreira A, Planinšek S (ed), *GoForMura: upravljanje gozdnih habitatnih tipov in vrst v izbranih območjih Natura 2000 ob Muri*. *Silva Slovenica*, Gozdarski inštitut Slovenije. <https://doi.org/10.20315/sfs.149>
12. Maurer BA (1993) Biological diversity, ecological integrity, and neotropical migrants: new perspectives for wildlife management. In: Finch, Deborah M.; Stangel, Peter W. (eds.). *Status and management of neotropical migratory birds: September 21-25, 1992, Estes Park, Colorado*. Gen. Tech. Rep. RM-229. Fort Collins, Colo.: Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service: 24-31 <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/22884>
13. Noss RF (1990) Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x>
14. Parrish JD, Braun DP, Unnasch RS (2003) Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *BioScience*. American Institute of Biological Sciences. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[0851:AWCWWS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0851:AWCWWS]2.0.CO;2)
15. Roberts MR, Gilliam FS (1995) Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystems: Implications for forest management. *Ecological Applications* 5(4) 969-977. <https://doi.org/10.2307/2269348>
16. Sallmannshofer M, Chakraborty D, Vacik H et al. (2021) Continent-Wide Tree Species Distribution Models May Mislead Regional Management Decisions: A Case Study in the Transboundary Biosphere Reserve Mura-Drava-Danube. *Forests* 12 330. <https://doi.org/10.3390/f12030330>
17. Schlaepfer R (1997) Ecosystem-based management of natural resources: a step towards sustainable development. Retrieved from

4. DODATAK

<https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/5660>

18. Yachi S, Loreau M (1999) Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96(4) 1463-1468. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.4.1463>

Struktura i ekologija krajobraza riječnog poplavnog područja

1. Bayley PB (1995) Understanding Large River: Floodplain Ecosystems. *BioScience* 45(3) 153-158. <https://doi.org/10.2307/1312554>
2. Čater M, Levanič T (2015) Physiological and growth response of *Quercus robur* in Slovenia. *Dendrobiology* 74 3-12. <https://doi.org/10.12657/denbio.074.001>
3. Dakskobler I, Kutnar L, Šilc U (2013) Poplavni, močvirni in obrežni gozdovi v Sloveniji: gozdovi vrb, jelš, dolgopecljatega bresta, velikega in ozkolistnega jesena, doba in rdečega bora ob rekah in potokih. *Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije*. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/477>
4. Forman RT (1995) *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.
5. Hager H, Schume H, Tiefenbacher H, Buchleitner E (2007) Forest Management Systems and Regeneration. In P. Hobza (Ed.), *Forest management systems and regeneration of floodplain forest sites: reviewed proceedings from the international conference* (pp. 41-60). Brno: Mendel University of Agriculture and Forestry, Czech Forest Society.
6. Langhans SD, Tiegs SD, Gessner MO, Tockner K (2008) Leaf-decomposition heterogeneity across a riverine floodplain mosaic. *Aquatic Sciences* 70 337-346. <https://doi.org/10.1007/s00027-008-8062-9>
7. Tumajer J, Tremel V (2016) Response of floodplain pedunculate oak (*Quercus robur* L.) tree-ring width and vessel anatomy to climatic trends and extreme hydroclimatic events. *Forest Ecology and Management* 379 185-194. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.08.013>
8. Ward JV, Tockner K, Arscott DB, Claret C (2002) Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology* 47(4) 517-539. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00893.x>

Tipovi šumskih staništa

1. Dakskobler I, Kutnar L, Šilc U (2013) Poplavni, močvirni in obrežni gozdovi v Sloveniji: gozdovi vrb, jelš, dolgopecljatega bresta, velikega in ozkolistnega jesena, doba in rdečega bora ob rekah in potokih. *Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije*. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/477>
2. Dobrovolný L (2014) Potential of natural regeneration of *Quercus robur* L. in floodplain forests in the southern part of the Czech Republic. *Journal of Forest Science* 60(12) 534-539. <https://doi.org/10.17221/83/2014-jfs>
3. EIONET. (2020). (No Title). Retrieved January 14, 2021, from <https://www.eionet.europa.eu/article17/>
4. European Commission (2013) *Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28.DG Environment* http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/docs/Int_Manual_EU28.pdf
5. Hager H, Schume H, Tiefenbacher H, Buchleitner E (2007) Forest Management Systems and Regeneration. In P. Hobza (Ed.), *Forest management systems and regeneration of floodplain forest sites: reviewed proceedings from the international conference* (pp. 41-60). Brno: Mendel University of Agriculture and Forestry, Czech Forest Society.
6. Marinšek A, Kutnar L (2017) Occurrence of invasive alien plant species in the floodplain forests along the Mura River in Slovenia. *Periodicum Biologorum* 119(4) 251-260. <https://doi.org/10.18054/pb.v119i4.4933>
7. Milanović Đ, Bruijć J, Đug S, Muratović E, Lukić Bilela L (2015) Vodič kroz tipove staništa BiH prema Direktivi o staništima EU. Prospect C&S, Brussels https://www.researchgate.net/publication/290770268_Vodic_kroz_tipove_stanista_BiH_prema_Direktivi_o_stanistima_EU
8. Mölder A, Meyer P, Nagel RV (2019) Integrative management to sustain biodiversity and ecological continuity in Central European temperate oak (*Quercus robur*, *Q. petraea*) forests: An overview. *Forest Ecology and Management* 437 324-339. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.01.006>
9. Plišo Vusić I, Šapić I, Vukelić J (2019) Prepoznavanje i kartiranje šumskih staništa Natura 2000 u Hrvatskoj (I) - 91E0*, aluvijalne šume s crnom johom *Alnus glutinosa* i običnim jasenom *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) Identification and mapping of Natura 2000 fore. *Šumarski list* 143(5-6) 255-263. <https://doi.org/10.31298/sl.143.5-6.7>
10. Plišo Vusić I, Šapić I, Vukelić J (2019) Prepoznavanje i kartiranje šumskih staništa Natura 2000 u Hrvatskoj (II) - 91F0, poplavne šume s vrstama *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia*; 91L0, hrastovo-grabove šume ilirskoga

područja. Šumarski list 143(9-10) 461-467. <https://doi.org/10.31298/sl.143.9-10.7>

11. Schütz JP, Saniga M, Diaci J, Vrška T (2016) Comparing close-to-nature silviculture with processes in pristine forests: lessons from Central Europe. *Annals of Forest Science* 73 911-921. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0579-9>
12. Viher, E (2011) Uspešnost saditve nižinskih dobovih sestojev v Prekmurju / Efficiency of planting lowland forest stands of Pedunculate oak in Prekmurje. Graduation thesis, University in Ljubljana <https://repositorij.uni-lj.si/lzpis/Gradiva.php?id=16025>
13. Ward JV, Tockner K, Arscott DB, Claret C (2002) Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology* 47(4) 517-539. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00893.x>

Uobičajeni oblici gospodarenja u poplavnim šumama

1. Buckley R, Castley J, Pegas F, Mossaz A, Steven R (2012) A population accounting approach to assess tourism contributions to conservation of IUCN-Redlisted mammal species. *PLoS ONE*, 7(9) e44134. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044134>
2. Čater M, Kutnar L, Accetto M (2001) Slovenian lowland and floodplain forests. In Klimo E, Hager H (ed) *The Floodplain forests in Europe*. European Forestry Institute 233-248.
3. Fujimori T (2001) *Silvicultural Strategies for Sustainable Forest Management*. In *Ecological and Silvicultural Strategies for Sustainable Forest Management*. Elsevier Science
4. Johann E (2007) Traditional forest management under the influence of science and industry: The story of the alpine cultural landscapes. *Forest Ecology and Management* 249(1-2) 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.04.049>
5. KIB (1929) Privredni planovi za područje šumske uprave Dolnja Lendava za Gospodarstvene jedinice: Kobilje-Bukovnica, Dobrovnik, Crni lug, Redič-Sv. Mikluš, Murska šuma. 1929 - 1938. Direkcija šuma Križevačke imovne občine u Bjelovaru.
6. Machar I (2009) Coppice-with-standards in floodplain forests - a new subject for nature protection. *J. For. Sci.* 55 306-311. <https://doi.org/10.17221/87/2008-jfs>
7. Mosandl R, Summa J, Stimm B (2010) Coppice-With-Standards: Management Options for an Ancient Forest System. *Forestry Ideas* 16(1)
8. Müllerová J, Szabó P, Hédl R (2014) The rise and fall of traditional forest management in southern Moravia: A history of the past 700 years. *Forest Ecology and Management* 331 104-115. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.032>
9. Peterken GF (1996) *Natural woodland: ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, Cambridge
10. Piussi P (2006) Close to nature forestry criteria and coppice management. In Diaci J (ed) *Nature-based forestry in central Europe: alternatives to industrial forestry and strict preservation*. University of Ljubljana, Ljubljana, pp 27-37
11. Schütz J-Ph (2002) Die Plenterung und ihre unterschiedlichen Formen. Skript zu Vorlesung Waldbau II und Waldbau IV. ETH Zentrum, Zürich
12. Vild O, Roleček J, Hédl R, Kopecký M, Utinek D (2013) Experimental restoration of coppice-with-standards: Response of understorey vegetation from the conservation perspective. *Forest Ecology and Management* 310 234-241. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.07.056>

Odabrat prirodnu ili umjetnu obnovu?

1. Brundu G, Pauchard A, Pyšek P et al. (2020) Global guidelines for the sustainable use of non-native trees to prevent tree invasions and mitigate their negative impacts. *NeoBiota* 61 65-116 <https://doi.org/10.3897/neobiota.61.58380>
2. Medved M, Bajc M, Božič G et al. (2013) *Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov*. Ljubljana: Kmečki glas, 2013, 311 pp.
3. REFOCuS output O3.1:
http://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/38/f96aa53b7b6e761e140aceb8d49a014449ab1076.pdf

Podrška prilagodbi šuma odabirom prikladnog šumskog reprodukcijskog materijala

1. Aitken SN, Bemmels JB (2016) Time to get moving: Assisted gene flow of forest trees. *Evolutionary Applications*. <https://doi.org/10.1111/eva.12293>
2. Aitken SN, Yeaman S, Holliday JA et al. (2008) Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree

4. DODATAK

- populations. *Evolutionary Applications* 1(1) 95-111. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x>
3. Arnell NW, Gosling SN (2016) The impacts of climate change on river flood risk at the global scale. *Climatic Change* 134(3) 387-401. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1084-5>
 4. Bebbler DP (2015) Range-Expanding Pests and Pathogens in a Warming World. *Annual Review of Phytopathology* 53(1) 335-356. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120207>
 5. Bergot M, Cloppet E, Péronnaud V et al. (2004) Simulation of potential range expansion of oak disease caused by *Phytophthora cinnamomi* under climate change. *Global Change Biology* 10(9) 1539-1552. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00824.x>
 6. Blöschl G, Hall J, Viglione A et al. (2019, September 5) Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6>
 7. Dottori F, Szewczyk W, Ciscar JC et al. (2018) Increased human and economic losses from river flooding with anthropogenic warming. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0257-z>
 8. Dubrovský M, Hayes M, Duce P, Trnka M, Svoboda M, Zara P (2014) Multi-GCM projections of future drought and climate variability indicators for the Mediterranean region. *Regional Environmental Change* 14(5) 1907-1919 <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0562-z>
 9. Dyderski MK, Paž S, Frelich LE, Jagodziński AM (2018) How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology* 24(3) 1150-1163. <https://doi.org/10.1111/gcb.13925>
 10. Frank A, Howe GT, Sperisen C et al. (2017) Risk of genetic maladaptation due to climate change in three major European tree species. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.13802>
 11. Hanel M, Rakovec O, Markonis Y et al. (2018) Revisiting the recent European droughts from a long-term perspective. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27464-4>
 12. Jump AS, Peñuelas J (2005) Running to stand still: Adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Letters* 8(9) 1010-1020. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00796.x>
 13. Kautz M, Meddens AJH, Hall RJ, Arneith A (2017) Biotic disturbances in Northern Hemisphere forests - a synthesis of recent data, uncertainties and implications for forest monitoring and modelling. *Global Ecology and Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/gcb.12558>
 14. Nadal-Sala D, Hartig F, Gracia CA, Sabaté S (2019) Global warming likely to enhance black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) growth in a Mediterranean riparian forest. *Forest Ecology and Management* 449 117448. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117448>
 15. Pureswaran DS, Roques A, Battisti A (2018) Forest Insects and Climate Change. *Curr Forestry Rep* 4 35-50. <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0075-6>
 16. Rehfeldt GE, Tchebakova NM, Parfenova YI et al. (2002) Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris*. *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00516.x>
 17. Schueler S, Falk W, Koskela J et al. (2014) Vulnerability of dynamic genetic conservation units of forest trees in Europe to climate change. *Global Change Biology* 20(5) 1498-1511. <https://doi.org/10.1111/gcb.12476>
 18. Seidl R, Thom D, Kautz M, et al. (2017) Forest disturbances under climate change. *Nature Clim Change* 7 395-402 (2017) <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
 19. Sperisen C, Pluess A, Arend M et al. (2016) Erhaltung genetischer Ressourcen im Schweizer Wald — heutige Situation und Handlungsbedarf angesichts des Klimawandels (pp. 367-383)
 20. Spinoni J, Naumann G, Vogt JV (2017) Pan-European seasonal trends and recent changes of drought frequency and severity. *Global and Planetary Change* 148 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.11.013>
 21. Staggé JH, Kingston DG, Tallaksen LM et al. (2017) Observed drought indices show increasing divergence across Europe. *Scientific Reports* 7(1) 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14283-2>
 22. Sturrock RN, Frankel SJ, Brown AV et al. (2011) Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x>
 23. Takolander A, Hickler T, Meller L, (2019) Comparing future shifts in tree species distributions across Europe projected by statistical and dynamic process-based models. *Regional Environmental Change* 19(1) 251-266. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1403-x>
 24. Thompson I, Mackey B, McNulty S, Mosseler A (2009) Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change: a synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Technical Series no. 43. Secretariat of the Convention on

Biological Diversity, Montreal

25. van Lierop P, Lindquist E, Sathyapala S, Franceschini G (2015) Global forest area disturbance from fire, insect pests, diseases and severe weather events. *Forest Ecology and Management* 352 78-88 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.010>
26. Winsemius HC, Aerts JCJH, Van Beek LPH et al. (2016) Global drivers of future river flood risk. *Nature Climate Change* 6(4) 381-385. <https://doi.org/10.1038/nclimate2893>

Prirodna obnova i obnova sjemenom sastojina hrasta lužnjaka

1. Bodor L (1991) Hagymány és korszerűség az ormánsági síkvidéki kocsányos tölgyesek felújításában [Tradition and modernity in the regeneration of pedunculate oaks in the Ormánság lowlands]. *Erdészeti lapok* 126(2) 48-50 (in Hungarian)
2. Kovács A, Lajtos J, Sipos S, Veszeli J (2018) Az intenzíven terjedő fafajok tömeges térfoglalása a Gemenc Zrt. kezelésében lévő hullámtéren [Mass space occupation of intensively spreading tree species in the floodplain managed by Gemenc Zrt.]. *Erdészeti lapok* 153(6) 181-185 (in Hungarian)
3. Sipos S, Fodermayer V, Veszeli J (2016) Ártéri erdők és természetes felújítás Gemencen [Riparian forests and natural renovation in Gemenc]. *Erdészeti lapok* 151(6) 187-190 (in Hungarian)

Dodatno obogaćivanje, obnavljanje i osnivanje hrastovih sastojina umjetnom obnovom

1. Saha S, Kuehne C, Bauhus J (2013) Tree species richness and stand productivity in low-density cluster plantings with oaks (*Quercus robur* L. and *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl.). *Forests* 4:650-665
2. Saha S, Kuehne C, Kohnle U, et al. (2012) Growth and quality of young oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*) grown in cluster plantings in central Europe: a weighted meta-analysis. *For Ecol Manag* 283:106-118

Ciljevi gospodarenja biološkom raznolikošću i očuvanjem šuma

1. Bayrak MM, Marafa LM (2016) Ten years of REDD+: A critical review of the impact of REDD+ on forest-dependent communities. *Sustainability* 8(7) 620.
2. CBD (2010) Strategic plan for biodiversity 2011-2020 and the Aichi targets. In Report of the Tenth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity.
3. FOREST EUROPE (2015): State of Europe's Forests 2015. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe.
4. Wagner M (2018) Transboundary Mura-Drava-Danube Action Plan.

Preporučena literatura

1. Chirici G et al. (2012) National forest inventory contributions to forest biodiversity monitoring. *For. Sci.* 58:257-268
2. Coote L et al. (2013) Testing indicators of biodiversity for plantation forests. *Ecol. Indic.* 32:107-115
3. Gao T, Hedblom M, Emilsson T, Nielsen AB (2014) The role of forest stand structure as biodiversity indicator. *For. Ecol. Manage.* 330:82-93
4. Gao T, Nielsen AB, Hedblom M (2015) Reviewing the strength of evidence of biodiversity indicators for forest ecosystems in Europe. *Ecol. Indic.* 57:420-434
5. Marchetti M (2004) Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to Operationality
6. Oettel J, Lapin K (under rev. 2020) Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe. *Ecol. Indic.*
7. Smith GF et al. (2008) Identifying practical indicators of biodiversity for stand-level management of plantation forests. *Biodivers. Conserv.* 17:991-1015
8. WWF Austria (2018) coopMDD - Guidelines for a dynamic river corridor. http://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/24/c33bf56841c18e182014950ede42c8e58990d67d.pdf
9. WWF Austria (2019) LIFE14 NAT/HR/000115 - DRAVA LIFE Action A.5 Natura 2000 - Drava Management Strategy <https://www.drava-life.hr/wp-content/uploads/2016/08/A.5-Drava-LIFE-Natura-2000-Drava-Management-Strategy-ENG-FINAL.pdf>

10. WWF Austria (2019) LIFE14 NAT/HR/000115 -DRAVA LIFE / Action A.7 Action plan for river birds. http://www.drava-life.hr/wp-content/uploads/2016/08/20190606_A.7_Drava_LIFE_Actionplan_riverbirds_EN_FINAL.pdf

Optimizacija proizvodnje visokokvalitetnih trupaca u sastojinama tvrdih listača

1. Wilhelm GJW, Rieger H (2013) *Naturnahe Waldwirtschaft mit der QD-Strategie*. Ulmer Verlag, Stuttgart [in German]

Izazovi promjene klime

1. Alagador D, Cerdeira JO, Araújo MB (2014) Shifting protected areas: Scheduling spatial priorities under climate change. *Journal of Applied Ecology* 51(3) 703-713. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12230>
2. Alarcon D, Cavieres LA (2015) In the right place at the right time: Habitat representation in protected areas of South American Nothofagus-dominated plants after a dispersal constrained climate change scenario. *PLoS ONE* 10(3) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119952>
3. Araújo MB, Alagador D, Cabeza M et al. (2011) Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters* 14(5) 484-492. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01610.x>
4. Bolte A, Ammer C, Löf M et al. (2009) Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/02827580903418224>
5. CBD (2014) *Global Biodiversity Outlook 4. A mid-term assessment of progress towards the implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020*. CBD; PNUMA; ONU Montreal, Canada
6. Coetzee BWT, Robertson MP, Erasmus BFN et al. (2009) Ensemble models predict important bird areas in southern Africa will become less effective for conserving endemic birds under climate change. *Global Ecology and Biogeography* 18(6) 701-710. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00485.x>
7. D'Amen M, Bombi P, Pearman PB et al. (2011) Will climate change reduce the efficacy of protected areas for amphibian conservation in Italy? *Biological Conservation* 144(3) 989-997. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.11.004>
8. Dudley N, Stolton S, Belokurov A et al. (2010) *Natural solutions: protected areas helping people cope with climate change*. Natural solutions: protected areas helping people cope with climate change.
9. Dybala KE, Matzek V, Gardali T, Seavy NE (2019) Carbon sequestration in riparian forests: A global synthesis and meta-analysis. *Global change biology* 25(1):57-67
10. Dyderski MK, Paż S, Frellich LE, Jagodziński AM (2018) How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology* 24(3) 1150-1163. <https://doi.org/10.1111/gcb.13925>
11. EEA (2020) *Climate change*. European Environment Agency
12. FOREST EUROPE (2015) *State of Europe's Forests 2015*. (p. 314)
13. Hannah L (2008) Protected areas and climate change. *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.009>
14. Hannah L, Midgley G, Anelman S et al. (2007) Protected area needs in a changing climate. *Front Ecol Environ* 5 131-138. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[131:paniac\]2.0.co](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[131:paniac]2.0.co)
15. Hewitson B, Janetos AC, Carter TR et al. (2014) In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 1133-1197 Europe, 1199, 1266.
16. Hole DG, Willis SG, Pain DJ et al. (2009) Projected impacts of climate change on a continent-wide protected area network. *Ecology Letters* 12(5) 420-431. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01297.x>
17. Jactel H, Desprez-Loustau M-L, Battisti A et al. (2020) Pathologists and entomologists must join forces against forest pest and pathogen invasions. *NeoBiota* 58 107
18. Jactel H, Poeydebat C, van Halder I, Castagneyrol B (2019) Interactive Effects of Tree Mixing and Drought on a Primary Forest Pest. *Frontiers in Forests and Global Change* <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00077>
19. Johnston A, Ausden M, Dodd AM et al. (2013) Observed and predicted effects of climate change on species abundance in protected areas. *Nature Climate Change* 3(12) 1055-1061. <https://doi.org/10.1038/nclimate2035>
20. Osipova E, Shadie P, Zwahlen C et al. (2017) *IUCN world heritage outlook 2: a conservation assessment of all natural world*

heritage sites. IUCN, Gland.

21. Pureswaran DS, Roques A, Battisti A (2018) Forest Insects and Climate Change. *Curr Forestry Rep* 4 35-50. <https://doi.org/10.1007/s40725-018-0075-6>
22. Rodrigues ASL, Anelman SJ, Bakarr MI et al. (2004) Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. *Nature* 428 9-12. <https://doi.org/10.1038/nature02459.1>.
23. Sallmannshofer M, Chakraborty D, Vacik H et al. (2021) Continent-wide tree species distribution models may mislead regional management decisions without implementation of local site conditions. *Regional Environmental Change*.
24. Seavy NE, Gardali T, Golet GH et al. (2009). Why climate change makes riparian restoration more important than ever: recommendations for practice and research. *Ecological Restoration* 27(3):330-338
25. Simler-Williamson AB, Rizzo DM, Cobb RC (2019) Interacting effects of global change on forest pest and pathogen dynamics. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 50:381-403
26. Sutfin NA, Wohl E (2019) Elevational differences in hydrogeomorphic disturbance regime influence sediment residence times within mountain river corridors. *Nature Communications* 10(1):1-14 <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09864-w>
27. Sutfin NA, Wohl EE, Dwire KA (2016) Banking carbon: a review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems. *Earth Surface Processes and Landforms* 41(1):38-60
28. Téllez-Valdés O, Dávila-Aranda P (2003) Protected areas and climate change: A case study of the cacti in the Tehuacán-Cuicatlán biosphere reserve, México. *Conservation Biology* 17(3) 846-853. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01622.x>

Kako gospodariti s divljači i zaštititi šumu od šteta

1. Forstner M, Reimoser F, Lexer W et al. (2006) Sustainable Hunting Principles, Criteria and Indicators. Umweltbundesamt GmbH, Vienna, http://wildlife.reimoser.info/document/2006_Forstner%20et%20al._Sustainable%20Hunting%20-%20Principles,%20Criteria,%20Indicators.pdf

Gospodarenje stranim vrstama biljaka

1. Ashton IW, Hyatt LA, Howe KM et al. (2005) Invasive species accelerate decomposition and litter nitrogen loss in a mixed deciduous forest. *Ecological Applications* 15(4) 1263-1272. <https://doi.org/10.1890/04-0741>
2. Biró M, Molnár Z, Öllerer K et al. (2020) Conservation and herding co-benefit from traditional extensive wetland grazing. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 300 106983. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106983>
3. Brundu G, Richardson DM (2016) Planted forests and invasive alien trees in Europe: a code for managing existing and future plantings to mitigate the risk of negative impacts from invasions. *NeoBiota* 30 5-47. <https://doi.org/10.3897/neobiota.30.7015>
4. Clout MN, Williams PA (2009) Invasive species management: a handbook of principles and techniques. Oxford University Press
5. Csiszár Á, Korda M (2015) Practical experiences in invasive alien plant control. Budapest: Duna-Ipoly National Park Directorate. Rosalia Handbooks 3.
6. D'Antonio CM, Chambers JC (2006) Using ecological theory to manage or restore ecosystems affected by invasive plant species. In: Falk D, Palmer M, Zedler J (ed) *Foundations of restoration ecology*, Island Press, pp 260-279
7. Ducs A, Kazi A, Bilko A, Altbaecker V (2016) Milkweed control by food imprinted rabbits. *Behavioural Processes* 130 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.012>
8. Evans T, Kumschick S, Blackburn TM (2016) Application of the Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT) to a global assessment of alien bird impacts. *Diversity and Distributions* 22(9) 919-931
9. Foxcroft LC, Rouget M, Richardson DM (2007) Risk assessment of riparian plant invasions into protected areas. *Conservation Biology* 21(2) 412-421
10. Gaggini L, Rusterholz H-PP, Baur B (2018) The invasive plant *Impatiens glandulifera* affects soil fungal diversity and the bacterial community in forests. *Applied Soil Ecology* 124 335-343. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.11.021>
11. GISD (2018) Global Invasive Species Database (GISD)
12. Hawkins CL, Bacher S, Essl F et al. (2015) Framework and guidelines for implementing the proposed IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT). *Diversity and Distributions* 21(11) 1360-1363
13. Heger T, Trepl L (2003). Predicting biological invasions. *Biological Invasions* 5(4) 313-321

4. DODATAK

14. Heywood VH, Brunel S (2009) Code of conduct on horticulture and invasive alien plants. Council of Europe Publ., Strasbourg
15. Howe HF, Smallwood J (1982) Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics* 13(1) 201-228
16. Interreg Danube REFOCuS. (2021) DanubeForestHealth. Retrieved January 30 2021 <https://danubeforesthealth.eu/>
17. IUCN (2020) EICAT - Environmental Impact Classification of Alien Taxa.
18. IUCN-IAS (2020) Management of IAS.
19. Joly M, Bertrand P, Gbangou RY et al. (2011) Paving the way for invasive species: Road type and the spread of Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Environmental Management* 48(3) 514-522. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9711-7>
20. Knapp LB, Canham CD (2000) Invasion of an old-growth forest in New York by *Ailanthus altissima*: sapling growth and recruitment in canopy gaps. *Journal of the Torrey Botanical Society* 127(4) 307-315. <https://doi.org/10.2307/3088649>
21. Kowarik I (1992) Einführung und Ausbreitung nichteinheimischer Gehölzarten in Berlin und Brandenburg und ihre Folgen für Flora und Vegetation (p. 188). *Verhandlungen des botanischen Vereins Berlin und Brandenburg*.
22. Kumschick S, Measey GJ, Vimercati G et al. (2017) How repeatable is the Environmental Impact Classification of Alien Taxa (EICAT)? Comparing independent global impact assessments of amphibians. *Ecology and evolution* 7(8) 2661-2670
23. 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. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.524969>
24. Lapin K (2017) Information on measures and related costs in relation to species included on the Union list: *Asclepias syriaca*. Technical note prepared by IUCN for the European Commission.
25. Lapin K, Oettel J, Steiner H et al. (2019) Invasive alien plant species in unmanaged forest reserves, Austria. *NeoBiota* 48 71
26. Luigi Nimis P, Pittao E, Altobelli A et al. (2019) Mapping invasive plants with citizen science. A case study from Trieste (NE Italy). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 153(5) 700-709
27. Maschek O, Halmshlager E (2017) Natural distribution of Verticillium wilt on invasive *Ailanthus altissima* in eastern Austria and its potential for biocontrol. *Forest Pathology* 47(5) e12356.
28. Medvecká J, Jarolímek I, Hegedúšová K et al. (2018) Forest habitat invasions-Who with whom, where and why. *Forest Ecology and Management* 409 468-478
29. Muscolo A, Bagnato S, Sidari M, Mercurio R (2014) A review of the roles of forest canopy gaps. *Journal of Forestry Research* 25(4) 725-736. <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0521-7>
30. Pagad S, Genovesi P, Carnevali L et al. (2015) IUCN SSC Invasive Species Specialist Group: invasive alien species information management supporting practitioners, policy makers and decision takers.
31. Petrášová M, Jarolímek I, Medvecká J (2013) Neophytes in Pannonian hardwood floodplain forests - History, present situation and trends. *Forest Ecology and Management* 308 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.07.041>
32. Potgieter LJ, Gaertner M, O'Farrell PJ, Richardson DM (2019) Perceptions of impact: Invasive alien plants in the urban environment. *Journal of environmental management* 229 76-87. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.05.080>
33. Pötzelberger E, Lapin K, Brundu G et al. (2020) Mapping the patchy legislative landscape of non-native tree species in Europe. *Forestry* 93(4) 1-21. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpaa009>
34. Pyšek P, Prach K (1993) Plant Invasions and the Role of Riparian Habitats: A Comparison of Four Species Alien to Central Europe. *Journal of Biogeography* 20 413-420. <https://doi.org/10.2307/2845589>
35. Pyšek P, Richardson DM, Rejmánek M et al. (2004) Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53(1) 131-143
36. Rahmonov O (2009) The chemical composition of plant litter of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and its ecological role in sandy ecosystems. *Acta Ecologica Sinica* 29(4) 237-243. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2009.08.006>
37. Regulation E. U. (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. *Official Journal of the European Union* 57(317) 35
38. Richardson DM, Holmes PM, Esler KJ et al. (2007) Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13(1) 126-139 <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00314.x>
39. Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M et al. (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions* 6(2) 93-107

40. Rivers M, Beech E, Bazos I et al. (2019) European Red List of Trees. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).
41. Roy H, Groom Q, Adriaens T et al. (2018) Increasing understanding of alien species through citizen science (Alien-CSI). *Research Ideas and Outcomes* 4 e31412
42. Roy HE, Bacher S, Essl F et al. (2019) Developing a list of invasive alien species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the European Union. *Global change biology* 25(3) 1032-1048. <https://doi.org/10.1111/gcb.14527>
43. Roy HE, Rabitsch W, Scalera R et al. (2018) Developing a framework of minimum standards for the risk assessment of alien species. *Journal of applied ecology* 55(2) 526-538
44. Rusterholz H-P, Schneuwly J, Baur B (2018) Invasion of the alien shrub *Prunus laurocerasus* in suburban deciduous forests: Effects on native vegetation and soil properties. *Acta Oecologica* 92 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2018.08.004>
45. Schmiedel D, Huth F, Wagner S (2013) Using data from seed-dispersal modelling to manage invasive tree species: The example of *Fraxinus pennsylvanica* Marshall in Europe. *Environmental Management* 52(4) 851-860. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0135-4>
46. Seebens H, Blackburn TM, Dyer EE et al. (2017) No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature communications* 8(1) 1-9
47. Shackleton RT, Biggs R, Richardson DM, Larson BMH (2018) Social-ecological drivers and impacts of invasion-related regime shifts: consequences for ecosystem services and human wellbeing. *Environmental science & policy* 89 300-314 <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.08.005>
48. Sitzia T, Campagnaro T, Kowarik I, Trentanovi G (2016) Using forest management to control invasive alien species: helping implement the new European regulation on invasive alien species. *Biological invasions* 18(1) 1-7
49. Sztár K, Török K (2008) Short-term effects of herbicide treatment on the vegetation of semiarid sandy oldfields invaded by *Asclepias syriaca* L. In Extended abstract in the Proceedings of the 6th European Conference on Ecological Restoration 8-12
50. Tanner R (2017) Information on measures and related costs in relation to species included on the Union list: *Impatiens glandulifera*. Technical note prepared by IUCN for the European Commission.
51. Thomsen PF, Willerslev E (2015) Environmental DNA-An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological conservation* 183 4-18
52. Vilà M, Espinar JL, Hejda M et al. (2011) Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology letters* 14(7) 702-708
53. Villamagna AM, Murphy BR (2010) Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): a review. *Freshwater biology* 55(2) 282-298 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02294.x>
54. Woziwoda B, Krzyżanowska A, Dydarski MK et al. (2018) Propagule pressure, presence of roads, and microsite variability influence dispersal of introduced *Quercus rubra* in temperate *Pinus sylvestris* forest. *Forest ecology and management* 428 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.06.033>

Integracija dijelova mrtvog drva u redovno gospodarenje

1. BAFU (2015) Maßnahmenbereich 2: Förderung von Alt- und Totholz. In *Biodiversität im Wald: Ziele und Maßnahmen* 57-74
2. Bayerische Staatsforsten. *Naturschutzkonzept der Bayerischen Staatsforsten*. (2009).
3. Bouget C, Larrieu L, Brin A (2014) Key features for saproxylic beetle diversity derived from rapid habitat assessment in temperate forests. *Ecol. Indic.* 36 656-664
4. Bouget C, Larrieu L, Nusillard B, Parmain G (2013) In search of the best local habitat drivers for saproxylic beetle diversity in temperate deciduous forests. *Biodivers. Conserv.* 22 2111-2130
5. Brassard BW, Chen HYH (2008) Effects of forest type and disturbance on diversity of coarse woody debris in boreal forest. *Ecosystems* 11 1078-1090
6. Büttler R, Lachat T (2009) Wälder ohne Bewirtschaftung: eine Chance für die saproxyliche Biodiversität | Forests without harvesting: an opportunity for the saproxylic biodiversity. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwes.* 160 324-333
7. Cáliz M et al. (2018) European Red List of Saproxylic Beetles. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/node/47296>. Accessed 11 August 2020
8. Christensen M et al. (2005) Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *For. Ecol. Manage.* 210 267-282

4. DODATAK

9. Della Rocca F, Stefanelli S, Pasquaretta C et al. (2014) Effect of deadwood management on saproxylic beetle richness in the floodplain forests of northern Italy: Some measures for deadwood sustainable use. *J. Insect Conserv.* 18 121-136
10. Dittlich S, Jacob M, Bade C et al. (2014) The significance of deadwood for total bryophyte, lichen, and vascular plant diversity in an old-growth spruce forest. *Plant Ecol.* 215 1123-1137
11. Doerfler I, Müller J, Gossner MM et al. (2017) Success of a deadwood enrichment strategy in production forests depends on stand type and management intensity. *For. Ecol. Manage.* 400, 607-620
12. FOREST EUROPE (2015) State of Europe's Forests 2015.
13. ForstBW (Hrsg.). (2010) Alt- und Tothholzkonzzept Landesbetrieb ForstBW, Stuttgart
14. Franklin JF, Shugart HH, Harmon ME (2006) Tree Death as an Ecological Process. *Bioscience* 37 550-556
15. Fridman J, Walheim M (2000) Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *For. Ecol. Manage.* 131 23-36
16. FSC (2018) International Generic Indicators
17. Gao T, Nielsen AB, Hedblom M (2015) Reviewing the strength of evidence of biodiversity indicators for forest ecosystems in Europe. *Ecol. Indic.* 57 420-434
18. Harmon ME. et al. (1986) Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 15 133-263
19. Heinze B (2019) Progressive mortality of *Fraxinus* species in Austria caused by Ash-dieback, in the context of Europe. In BFW Praxisinfo 43 7-12
20. Helfenstein J, Kienast F (2014) Ecosystem service state and trends at the regional to national level: A rapid assessment. *Ecol. Indic.* 36 11-18
21. Horák J, Kout J, Vodka Š, Donato DC (2016) Dead wood dependent organisms in one of the oldest protected forests of Europe: Investigating the contrasting effects of within-stand variation in a highly diversified environment. *For. Ecol. Manage.* 363 229-236
22. Humphrey J, Bailey S (2012) Managing deadwood in forests and woodlands. Forestry Commission Practice Guide
23. Humphrey JW et al. (2004) Deadwood as an Indicator of Biodiversity in European Forests: From Theory to Operational Guidance. In: Marchetti M (ed) Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to Operationality. EFI Proceedings 51 193-206
24. Kunttu P, Junninen K, Kouki J (2015) Dead wood as an indicator of forest naturalness: A comparison of methods. *For. Ecol. Manage.* 353 30-40
25. Lassauce A, Paillet Y, Jactel H, Bouget C (2011) Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecol. Indic.* 11 1027-1039.
26. Lindenmayer DB, Margules CR, Botkin DB (2000) Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conserv. Biol.* 14 941-950
27. Lombardi F et al. (2010) Deadwood in Forest Stands Close To Old-Growthness Under Mediterranean Conditions in the Italian Peninsula. *L'Italia For. e Mont.* 65(5) 481 - 504 <https://doi.org/10.4129/ifm.2010.5.02>
28. Maser C, Trappe JM (1984) The Seen and Unseen World of the Fallen Tree the Seen and Unseen World of the Fallen Tree. General Technical Report PNW-164
29. Meyer P, Schmidt M (2011) Accumulation of dead wood in abandoned beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in northwestern Germany. *For. Ecol. Manage.* 261 342-352
30. Miler AT, Dobroczyński M (2019) Results of floodplain forests protection in the Uroczysko Warta, the Wielkopolska region, Poland. *Infrastruct. Ecol. Rural Areas* II 7-24
31. Morrissey RC, Jenkins MA, Saunders MR (2014) Accumulation and connectivity of coarse woody debris in partial harvest and unmanaged relict forests. *PLoS One* 9
32. Müller J, Büttler R (2010) A review of habitat thresholds for dead wood: A baseline for management recommendations in European forests. *Eur. J. For. Res.* 129 981-992
33. Nagel TA et al. (2017) Evaluating the influence of integrative forest management on old-growth habitat structures in a temperate forest region. *Biol. Conserv.* 216 101-107
34. Oettel J et al. (2020) Patterns and drivers of deadwood volume and composition in different forest types of the Austrian natural forest reserves. *For. Ecol. Manage.* 463

35. Parisi F et al. (2015) Spatial patterns of saproxylic beetles in a relic silver fir forest (Central Italy), relationships with forest structure and biodiversity indicators. *For. Ecol. Manage.* 381 217-234
36. PEFC (2018) Sustainable forest management - Requirements. Sustainable forest management
37. Rimle A, Heiri C, Bugmann H (2017) Deadwood in Norway spruce dominated mountain forest reserves is characterized by large dimensions and advanced decomposition stages. *For. Ecol. Manage.* 404 174-183
38. Schuck A, Meyer P, Menke N et al. (2004) Forest Biodiversity Indicator: Dead Wood - A Proposed Approach towards Operationalising the MCPFE Indicator. In: Marchetti M (ed) *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe - From Ideas to Operationality*, pp 49-78
39. Seibold S et al. (2015) Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. *Conserv. Biol.* 29 382-390
40. Seibold S. et al. (2015) Experimental studies of dead-wood biodiversity — A review identifying global gaps in knowledge. *Biol. Conserv.* 191 139-149
41. Shorohova E, Kapitsa E (2015) Stand and landscape scale variability in the amount and diversity of coarse woody debris in primeval European boreal forests. *For. Ecol. Manage.* 356
42. Siitonen J (2001) Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as example. *Ecol. Bull.* 49 11-41
43. Siitonen J, Martikainen P, Punttila P, Rauh J (2000) Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. *For. Ecol. Manage.* 128 211-225
44. Stürzenbaum K (2013) Potential effects of box elder control measures and vertical stratification of xylobiontic beetles in floodplain forests of the Donau-Auen National Park, Lower Austria. Diploma thesis. University Vienna <https://doi.org/10.25365/thesis.30147>
45. Vandekerckhove K, De Keersmaecker L, Menke N et al. (2009) When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. *For. Ecol. Manage.* 258 425-435
46. Winter S (2012) Forest naturalness assessment as a component of biodiversity monitoring and conservation management. *Forestry* 85 291-304
47. Zielonka T (2006) Quantity and decay stages of coarse woody debris in old-growth subalpine spruce forests of the western Carpathians, Poland. *Can. J. For. Res.* 36 2614-2622

Šumski štetnici i bolesti u svijetu koji se mijenja: važnost ranog otkrivanja

1. Faccoli M (2015) *European Bark and Ambrosia Beetles: Types, Characteristics and Identification of Mating Systems*. WBA Handbooks 5, Verona
2. Kunca A, Zúbrík M, Csóka G (ed) (2013). *Insects and Diseases Damaging Trees and Shrubs of Europe: A Colour Atlas*. N. A. P.
3. Roques A, Cleary M, Matsiakh I, Eschen R (2017) *Field guide for the identification of damage on woody sentinel plants*. CABI Book. <https://doi.org/10.1079/9781786394415.0000>

Bolesti topola i njihovih hibrida s naglaskom na preporuke za suzbijanje bolesti

1. Cellerino GP (1999) Review of fungal diseases in poplar. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome AC492/E
2. Guzina V, Herpka I, Marinković P et al. (ed) (1986) *Poplars and willows in Yugoslavia*. Poplar Research Institute, Novi Sad, Yugoslavia.
3. Tóth T, Lakatos T, Koltay A (2013) *Lonsdalea quercina* subsp. *populi* subsp. nov., isolated from bark canker of poplar trees. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 63 2309-2313
4. Zlatković M, Tenorio-Baigorria I, Lakatos T et al. (2020) Bacterial canker disease of *Populus × euramericana* caused by *Lonsdalea populi* in Serbia. *Forests* 11(10) 1080. <https://doi.org/10.3390/f11101080>

Propadanje hrasta - primjer za fenomen bolesti koju karakterizira interakcija različitih uzročnika

1. Denman S, Brown N, Kirk S et al. (2014) A description of the symptoms of Acute Oak Decline in Britain and a comparative review on causes of similar disorders on oak in Europe. *Forestry*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpu010>
2. Denman S, Brown N, Kirk S et al. (2014). A description of the symptoms of Acute Oak Decline in Britain and a comparative review on causes of similar disorders on oak in Europe. *Forestry* 87 535-551. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpu010>
3. Forest Research UK (s. a.) Oak Decline. Tools and resources, Pest and disease resources, <https://www.forestryresearch.gov.uk/tools-and-resources/pest-and-disease-resources/oak-decline/> Accessed 16 Oct. 2020

Odumiranje jasena kao glavna prijetnja bioraznolikosti poplavnih šuma

1. Bartha B, Mayer A, Lenz HD (n.d.). Acceleration of Ash Petiole Decomposition to Reduce *Hymenoscyphus fraxineus* Apothecia Growth-a Feasible Method for the Deprivation of Fungal Substrate.
2. Enderle R, Bußkamp J, Metzler B (2017) Growth performance of dense natural regeneration of *Fraxinus excelsior* under attack of the ash dieback agent *Hymenoscyphus fraxineus*. *Baltic Forestry*, 23(1) 218-228
3. Grosdidier M, Scordia T, Ios R, Marçais B (2020) Landscape epidemiology of ash dieback. *Journal of Ecology* 108(5) 1789-1799. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13383>
4. Havrdová L, Zahradník D, Romportl D et al. (2017) Environmental and Silvicultural Characteristics Influencing the Extent of Ash Dieback in Forest Stands. *Baltic Forestry* (Vol. 23).
5. Skovsgaard JP, Wilhelm GJ, Thomsen IM et al. (2017) Silvicultural strategies for *Fraxinus excelsior* in response to dieback caused by *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 90(4) 455-472. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpx012>
6. Timmermann V, Nagy NE, Hietala AM et al. (2017) Progression of ash dieback in Norway related to tree age, disease history and regional aspects. *Baltic Forestry* 23(1) 150-158

Mjere protiv širenja vrsta *Phytophthora* u poplavnim šumama

1. Dalio RJD, Fleischmann F, Humez M, Osswald W (2014) Phosphite Protects *Fagus sylvatica* Seedlings towards *Phytophthora plurivora* via Local Toxicity, Priming and Facilitation of Pathogen Recognition. *PLoS ONE* 9(1) e87860. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087860>
2. Jung T, Blaschke M (2004) *Phytophthora* root and collar rot of alders in Bavaria: Distribution, modes of spread and possible management strategies. *Plant Pathology* 53(2) 197-208. <https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.00957.x>
3. Jung T, Orlikowski L, Henricot B et al. (2016) Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology* 46(2) 134-163. <https://doi.org/10.1111/efp.12239>

Portreti vrsta drveća

1. Barsig, M. (2004) Literaturrecherche. Vergleichende Untersuchungen zur ökologischen Wertigkeit von Hybrid- und Schwarzpappeln. Literaturstudie TU Berlin. 32 S, http://www.tu-berlin.de/fileadmin/f12/Downloads/kubus/30_Pappelvgl_Endfassung_1_.pdf accessed 17.08.2020
2. Beck, P, Caudullo, G., Tinner, W., de Rigo, D. (2016) *Fraxinus excelsior* in Europa: Verbreitung, Lebensraum, Nutzung und Bedrohungen. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e0181c0+
3. BFW (2019) Österreichs Baumarten Fächer für unterwegs. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft Österreich (BFW), Wien.
4. Binder, F. & Hofmann, M. (2015) Hybridpappel (*Populus x canadensis* Mönch; Syn. *Populus x euramericana* Guinier). In: Vor, T.; Spellmann, H.; Bolte, A.; Ammer, C. (Hrsg.): *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten. Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung*. Göttinger Forstwissenschaften, Band 7, 155-166
5. Bohn, U, et al. (2000/2003) Karte der natürlichen Vegetation Europas / Map of the Natural Vegetation of Europe. Maßstab / Scale 1 : 2 500 000. Münster (Landwirtschaftsverlag)

6. CAB International (2020) *Robinia pseudoacacia* (Schwarzheuschrecke). Datasheet. Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/47698>, Zugriff am 06.08.2020
7. Carl, Christin (2018): Kurzportrait Robinie (*Robinia pseudoacacia*). https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_robinie/index_DE, Zugriff am 11.08.2020
8. Caudullo, G., Houston Durrant, T. (2016) *Fraxinus angustifolia* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e0101d2+
9. Caudullo, G., de Rigo, D. (2016) *Ulmus* - Ulmen in Europa: Verbreitung, Lebensraum, Nutzung und Bedrohungen. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e01bd40+
10. Caudullo, G., de Rigo, D. (2016) *Populus alba* in Europa: Verbreitung, Lebensraum, Nutzung und Bedrohungen. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e010368+
11. Collin, E. (2003) EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European white elm (*Ulmus laevis*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages
12. Cronk Q., Ruzzier E., Belyaeva I., Percy D. (2015) *Salix* transect of Europe: latitudinal patterns in willow diversity from Greece to arctic Norway. *Biodiversity Data Journal* 3: e6258. doi: 10.3897/BDJ.3.e6258
13. de Rigo, D., Enescu, C. M., Houston Durrant, T., Caudullo, G. (2016) *Populus nigra* in Europe: distribution, habitat, use and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e0182a4+
14. Duke, J. (1983) Handbook of Energy Crops. https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Alnus_glutinosa.html, Zugriff am 12.08.2020
15. Enescu, C. M., Houston Durrant, T., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016) *Salix caprea* in Europe: distribution, habitat, use and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e01322d+
16. FRAXIGEN. 2005. Eschenarten in Europa: biologische Merkmale und praktische Richtlinien für eine nachhaltige Nutzung. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, UK. 128 pp
17. Glenz, C.; chlaepfer, R.; Iorgulescu, I.; Kienast, F. (2006) Flooding tolerance of Central European tree and shrub species, *Forest Ecology and Management*, Volume 235, Issues 1-3, Pages 1-13, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.065>.
18. Global Invasive Species Database <http://issg.org/database/species/ecology.asp?si=1669&fr=1&sts=&lang=EN> - Zugriff am 20.07.2020
19. Heinze, B. (2016) Wasser.Wald: Auwaldbewirtschaftung zwischen Holzproduktion, neuen Schädlingen und Krankheiten sowie Naturschutz. *BFW-Praxisinformation* 40: 6 – 8, https://www.waldwissen.net/wald/naturschutz/gewaesser/bfw_auwaldbewirtschaftung/index_DE/printerfriendly?accessed 17.08.2020
20. Houston Durrant, T., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016) *Salix alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e01153e+
21. Houston Durrant, T., de Rigo, D., Caudullo, G., (2016) *Alnus glutinosa* in Europe: distribution, habitat, use and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e01f3c0+
22. http://www.energiwald.org/?Daten_%26amp%3B_Fakten:Standort_und_Baumartenwahl, Zugriff 17.08.2020
23. Jaeger, C. (2008) Ökophysiologische Untersuchungen zur Hochwassertoleranz der Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*L.) - Einfluss der Wurzelzonenhypoxie auf zentrale Parameter des C-Stoffwechsels. Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, Deutschland
24. Jaeger, C. (2009) Unterschiede im C-Stoffwechsel von Eschenarten und -provenienzen als Folge von Wurzelsauerstoffentzug durch Staunässe. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 60, No. 15, pp. 4335-4345, 2009 doi:10.1093/jxb/erp268
25. Kajba D. und J. Gračan. (2003) EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 4 pages
26. Konrad, H. (Hrsg.) (2020) Esche in Not. <http://www.esche-in-not.at/index.php/problematik, 10.07.2020>
27. Kremer, D. et al. (2008) Distribution and management of black walnut (*Juglans nigra* L.) in Croatia. *Periodicum Biologorum*. VOL. 110, Nr. 4, 317-321

4. DODATAK

28. Markus-Michalczyk, H. et al. (2014) Salt intrusion in tidal wetlands: Salt intrusion in tidal wetlands: European willow species tolerate oligohaline conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Band 136, S. 35-42. doi 10.1016/j.ecss.2013.11.008
29. Mühlethaler, U. (2010): Eine Baumart gibt zu diskutieren. Mit Robinie in die Zukunft – oder den Neophyten bekämpfen? *Wald Holz* 91, 6: 35-38. https://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wsl_robinie/index_DE, accessed 11.08.2020
30. Niclescu, V., Rédei, K., Vor, T. et al. (2020) A review of black walnut (*Juglans nigra* L.) ecology and management in Europe. *Trees*. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-01988-7>
31. Palancean, I., Alba, N., Sabatti, M. and de Vries, S.M.G. (2018) EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use for white poplar (*Populus alba*), European Forest Institute. 6 pages.
32. Pliúra, A.; Heuertz, M. (2003) EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use for common ash (*Fraxinus excelsior*), International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
33. Rédei, K.; Keserü, ZS.; Csiha, I.; Rásó, J.; Honfy, V. (2017) Plantagen-Waldbau von Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) Kultivaren in Ungarn - Eine Übersicht. *South-east Eur for* 8 (2): 151-156. DOI: <https://doi.org/10.15177/seefor.17-11>
34. Rédei, K.; Takács, M.; Kiss, T. & Keserü, Z. (2019) Ecology and Management of Black Walnut (*Juglans nigra* L.) in Hungary. *South-east Eur for* 10 (2): 187-191. DOI: <https://doi.org/10.15177/seefor.19-12>
35. Russell, K. (2003) EUFORGEN technical Guidelines for genetic conservation and use for wild cherry (*Prunus avium*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
36. Schütt, P., Weisgerber, H., Lang, U. M., Roloff, A., Stimm, B. (2006) Enzyklopädie der Holzgewächse – Handbuch und Atlas der Dendrologie. ecomed Medizin, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH, Landsberg am Lech.
37. Sitzia, T., Cierjacks, A., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016) *Robinia pseudoacacia* in Europa: Verbreitung, Lebensraum, Nutzung und Bedrohungen. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e014e79+
38. Starfinger, U. & Kowarik, I. (2011) *Populus x canadensis*. In: *Arten-Handbuch - Portraits wichtiger invasiver und potenziell invasiver Pflanzen- und Tierarten*. Bundesamt für Naturschutz. Neobiota.de. <https://neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen/populus-x-canadensis.html> Accessed 17.08.2020
39. Valenta, V., Moser, D., Kapeller, S. & Essl, F. (2016) Ein neuer Forstschädling in Europa: A review of Emerald ash borer (*Agrilus planipennis*) invasion. *Journal of Applied Entomology*. 10.1111/jen.12369.
40. Vanden Broeck, A. (2003) EUFORGEN technical guidelines for genetic conservation and use for European black poplar (*Populus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
41. Vítková, M. et al. (2016) Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*. 384 (2017) 287-302. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.057>
42. Walentowski H., Falk W., Mette T., Kunz J., Bräuning A., Meinardus C., Zang Ch., Sutcliffe L., Leuschner Ch., (2017) Assessing future suitability of tree species under climate change by multiple methods: a case study in southern Germany. *Ann. For. Res.* 60(1): 101-126.
43. Ward, J.V. et al. (2002) *Riverine landscape diversity*. *Freshwater Biology*, Band 47, 4th edition. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00893.x>
44. Welk, E., de Rigo, D., Caudullo, G. (2016) *Prunus avium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxemburg, pp. e01491d+
45. Williams, R.D. () *Juglans nigra* L. - Black Walnut. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654/volume_2/juglans/nigra.htm, Zugriff am 06.08.2020
46. Ziemiańska, M. & Kalbarczyk, R. (2018) Biometrics of tree-ring widths of (*Populus X canadensis* Moench) and their dependence on precipitation and air temperature in south-western Poland. In: *Holzforschung* 63(1):2018(1)

Rječnik

1. Finkeldey R (1993) Die Bedeutung allelischer Profile für die Konservierung genetischer Ressourcen bei Waldbäumen. *Goett. Forstgenet. Bericht* 14:176p.
2. FRAXIGEN (2005) Ash species in Europe: biological characteristics and practical guidelines for sustainable use. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, UK

3. Rohmeder E (1972) Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Parey Verlag, Berlin
4. Vidaković M (n.d.). Četinjače - morfologija i varijabilnost. Biblioteka znanstvenih radova, JAZU, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb.



Poplavne šume su među najugroženijim kopnenim ekosustavima. Pa ipak bogate su bioraznolikošću i pružaju brojne usluge ekosustava – stanište su za divljač i koridori, omogućavaju proizvodnju drva i nedravnih šumskih proizvoda za vlasnike šume, rekreacijska su područja za lokalno stanovništvo i turiste, spremaju ugljik itd. Uz toliko različitih interesa važno je razviti smjernice za gospodarenje i zaštitu poplavnih šuma.

Stoga je upravo svrha ovog priručnika pružiti smjernice stručnjacima koji rade na gospodarenju šumama i zaštiti bioraznolikosti u rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav. Priručnik obuhvaća teme poput općeg opisa poplavnih šuma i njihovih stanišnih tipova, primjere dobre prakse za obnovu šuma, gospodarenje šumama, njihovim genetičkim resursima, zaštita šuma i zaštita zdravlja šuma.