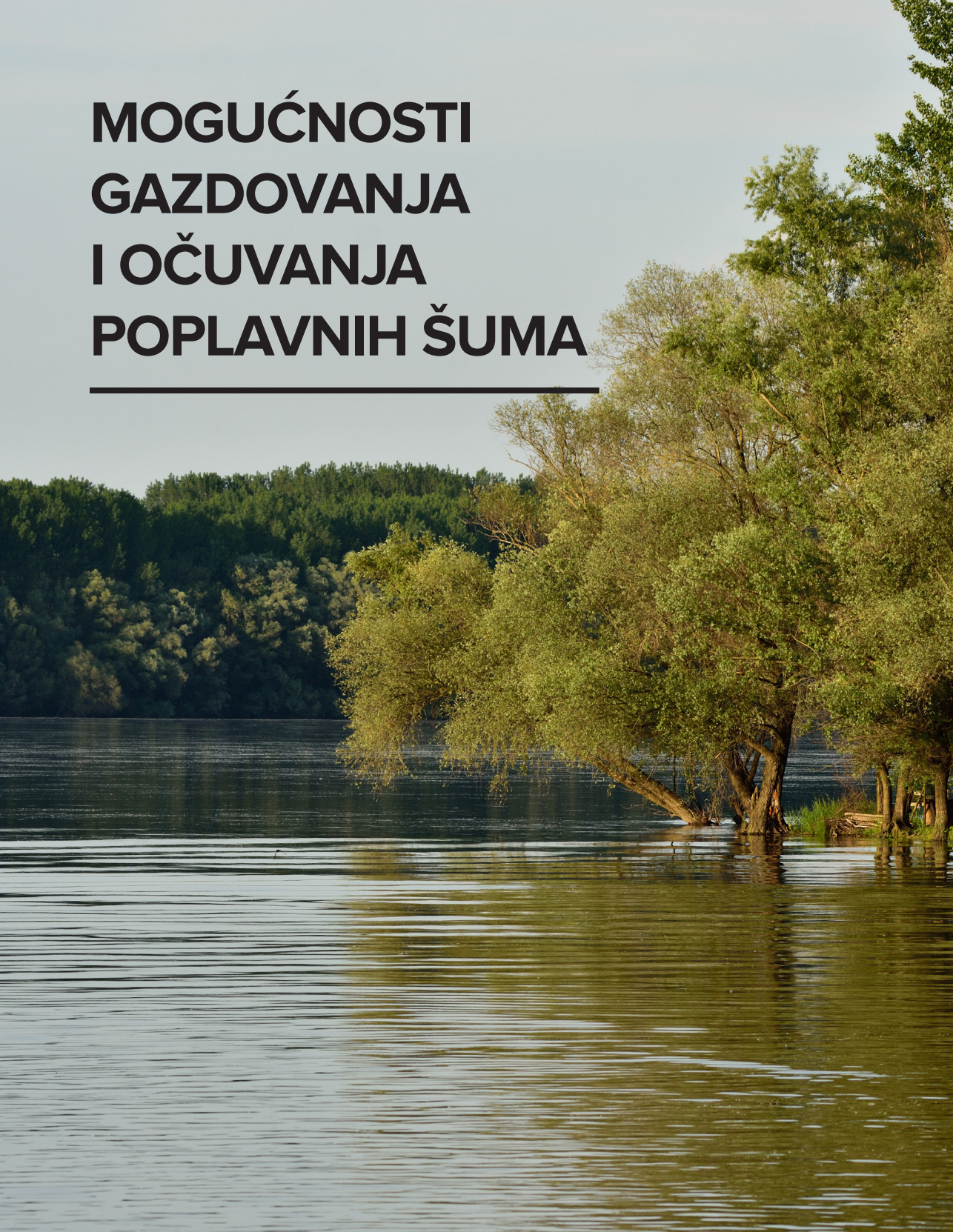


MOGUĆNOSTI GAZDOVANJA I OČUVANJA POPLAVNIH ŠUMA



MOGUĆNOSTI GAZDOVANJA I OČUVANJA POPLAVNIH ŠUMA



Studia Forestalia Slovenica, 174

ISSN 0353-6025

ISBN 978-961-6993-63-0

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

Naslov: Mogučnosti gazdovanja i očuvanja poplavnih šuma

Urednici: Marcus Sallmannshofer, Silvio Schüller, Marjana Westergren

Tehnički urednici: Silvija Krajter Ostoić, Peter Železnik

Prevod: Saša Orlović

Dizajn i štampa: Klinger d.o.o.

Izdanje: 1. izdanje

Cena: besplatno

Tiraž: 50

Elektronsko izdanje: <http://dx.doi.org/10.20315/SFS.174>

Finansiranje: Danube Transnational Programme projekat „Resilient riparian forests as ecological corridors in the Mura Drava Danube Biosphere Reserve” (DTP2-044-2.3 – REFOCuS). Projekat je sufinansiran iz fondova Evropske Unije (ERDF, IPA).

Zahvalnica: Želeli bismo da se zahvalimo projektu „Celebrating Biodiversity Governance” (BIOGOV PGI04824) za smernice o participativnim pristupima koji se koriste za izradu 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)

MOGUĆNOSTI gazdovanja i očuvanja poplavnih šuma / [urednici Marcus Sallmannshofer, Silvio Schüller, Marjana Westergren ; prevod Saša Orlović]. - 1. izd. - Ljubljana : Slovenski šumarski inštitut, Silva Slovenica izdavaški centar, 2021. - (Studia Forestalia Slovenica, ISSN 0353-6025 ; 174)

ISBN 978-961-6993-63-0

COBISS.SI-ID 55654147

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 Ostoić³
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

DOPRINOSNICI

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, sve slike osim:

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 priručnika, ciljne grupe i faze pripreme.....	7
1.2 O projektu REFOCuS i Rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav	8
1.3 Studija slučaja: Perspektive zainteresovanih strana za upravljanje i očuvanje plavnih šuma u prekograničnom .. rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav	10
2. PLAVNE ŠUME	17
2.1 Značaj i ugroženost plavnih šuma	17
2.2 Gazdovanje plavnim šumama.....	22
2.4 Tipovi šumskih staništa	31
2.5 Načini gazdovanja plavnim šumama	36
3. SMERNICE ZA GAZDOVANJE PLAVNIM ŠUMAMA	39
3.1 Obnova šuma i genetika	39
3.1.1 Izbor između prirodne ili veštačke obnove? ...	39
3.1.2 Podrška adaptaciji šuma izborom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog materijala .	49
3.1.3 Genetička konzervacija za praktičare	55
3.1.4 Prirodna obnova sastojina hrasta lužnjaka setvom žira	60
3.1.5 Dodatno obogaćivanje, obnavljanje i podizanje hrastovih sastojina veštačkom obnovom	66
3.2 Upravljanje šumama i konzervacijom	71
3.2.1 Ciljevi upravljanja biodiverzitetima i konzervacijom	71
3.2.2 Optimizacija proizvodnje drveta visokog kvaliteta u sastojinama tvrdih lišćara	80
3.2.3 Izazovi klimatskih promena	86
3.2.4 Kako gazdovati sa divljači i zaštititi šume od oštećenja	90
3.2.5 Upravljanje alohtonim vrstama	97
3.2.6 Gazdovanje zasadima topola uz očuvanje diverziteta	106
3.2.7 Mrtvo drvo u gazdovanju šumama	111

3.3 Zdravlje šuma	116
3.3.1 Šumske štetočine i bolesti u svetu koji se menja: Važnost njihovog ranog otkrivanja	116
3.3.2 Bolesti topola i njihovih hibrida sa posebnim akcentom na preporuke za prevenciju i kontrolu	126
3.3.3 Propadanje hrasta - primer uzročno-posledičnih veza između različitih agenasa stresa ..	134
3.3.4 Sušenje jasena kao glavna pretnja diverzitetu plavnih šuma	139
3.3.5 Jasen u nevolji: programi konzervacije i oplemenjivanja na otpornost prema bolesti sušenja <i>Fraxinus excelsior</i> u Austriji	146
3.3.6 Mere sprečavanja širenja <i>Phytophthora</i> u plavnim šumama	152
4. PRILOZI	157
4.1 Rasprostranjenje vrsta drveća i promet semena ...	157
4.1.1 Verovatnoća rasprostranjenja vrsta u svetlu klimatskih promena	157
4.1.2 Zone prometa semena danas i sutra	157
4.2 Opis vrsta	159
4.2.1 Autohtone vrste drveća	159
4.2.2 Alternativne vrste drveća i klonovi	169
4.3 Rečnik pojmova	173
4.4 Reference po poglavljima	175

1. UVOD

Markus Sallmannshofer, Silvio Schöler, Marjana Westergren

1.1 Svrha priručnika, ciljne grupe i faze pripreme

Poplavne šume su među najugroženijim kopnenim ekosistemima, iako zahvaljujući bogatom biodiverzitetu imaju značajan potencijal da doprinesu razvoju lokalnih zajednica. One pružaju višestruke ekosistemske usluge, uključujući staništa za divlje životinje i jedinstvene životinjske i biljne zajednice, drvene i nedrvne šumske proizvode, rekreaciona područja za stanovnike i sve veći broj turista, vezivanje ugljenika i još mnogo toga. Prostirući se duž velikih rečnih tokova, mnoge poplavne šume dragoceni su ekološki koridori za ugroženu faunu. Uzimajući u obzir veliko interesovanje za ova područja, razvoj održivog gazdovanja šumama i očuvanja biodiverziteta, predstavljaju osnovu za održivost poplavnih šuma.

Svrha ovog priručnika je da osobama koje se aktivno i profesionalno bave šumarstvom i zaštitom prirodnih resursa u Rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav i šire, pruži vodič za upravljanje poplavnim šumama. Priručnik pokriva teme kao što su opšti opis poplavnih šuma i njihovih tipova staništa, najbolje prakse za obnovu šuma, genetiku, upravljanje šumama i očuvanjem i zaštitu šuma. Namenjen je šumarima i stručnjacima za zaštitu prirode, ali, takođe, uključuje i odeljke koji mogu biti od interesa za nevladine organizacije, građanske inicijative, proizvođače sadnog materijala i kreatore politika.

Proces izrade priručnika započet je 2018. godine radionicom koja je održana u Sloveniji, a na kojoj se razgovaralo o različitim pogledima šumara, stručnjaka za zaštitu prirode, proizvođače sadnog materijala i lovaca vezano za gazdovanje šumama unutar Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Radionici je prisustvovalo 37 učesnika iz javne administracije, malih i srednjih preduzeća, nevladinih organizacija i istraživačkih institucija iz Austrije, Hrvatske, Mađarske, Srbije i Slovenije. Diskusija je rezultirala zajedničkom listom relevantnih tema o poplavnim šumama, koja je poslužila kao obrazac za dalji razvoj ovog priručnika. Tokom čitavog trajanja projekta REFOCuS tražena su rešenja za postavljena pitanja u okviru identifikovanih tema, kroz različite aktivnosti i rezultate. Ova rešenja su sumirana u sklopu priručnika i o njima se ponovo razgovaralo sa zainteresovanim stranama na internet radionici održanoj 2020. godine. Konačno, priručnik je

završen zajedničkim radom predstavnika projektnih partnera, stručnjaka iz oblasti šumarstva i zaštite životne sredine, javne uprave, malih i srednjih preduzeća i nevladinih organizacija. Ishod procesa je priručnik o mogućnostima gazdovanja i očuvanja poplavnih šuma, dostupan na šest jezika (engleski, hrvatski, nemački, mađarski, srpski i slovenački). Priručnik je razvijen imajući u vidu Rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav, ali teme obuhvaćene priručnikom univerzalne su za sve poplavne šume, što daje priručniku mnogo širi geografski opseg.

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

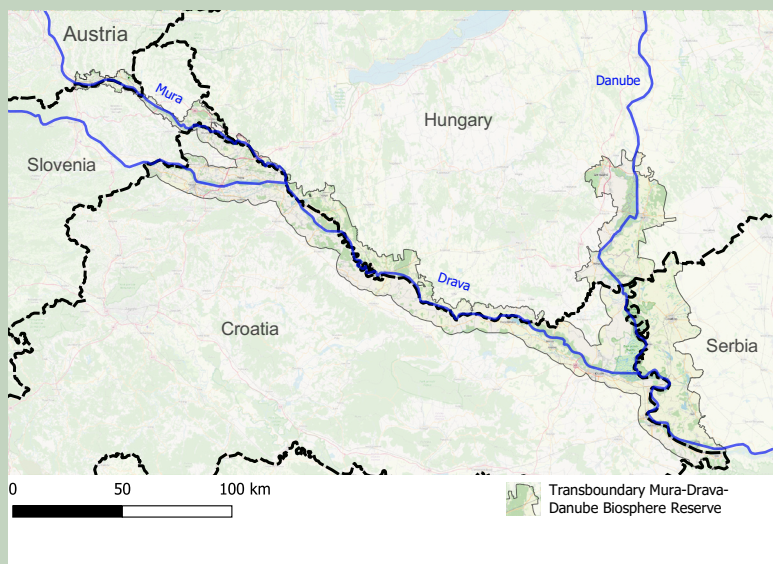
Projekat “Resilient riparian forests as ecological corridors in the Mura-Drava-Danube Biosphere Reserve – REFOCuS” deo je Interreg Dunavskog transnacionalnog programa u sklopu prioritete ose “Environment and culture responsible Danube region”. Projekat je posvećen merama koje promovišu održivo gazdovanje i očuvanje poplavnih šuma u rezervatu biosfere i šire. Akademske i šumarske institucije, organizacije za zaštitu prirode, kao i nacionalne vlasti iz pet zemalja: Austrije, Hrvatske, Mađarske, Srbije i Slovenije, koje dele Rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav, udružile su snage u rešavanju pitanja održivog gazdovanja šumama, očuvanja i usmerenog korišćenja šumskih genetičkih resursa i zaštite šuma. Više informacija o projektu REFOCuS i njegovim rezultatima možete naći na sledećem linku: <http://vvv.interreg-danube.eu/refocus>.

Partneri na projektu su: Slovenački šumarski institut (Slovenija - koordinator projekta), Federalni centar za istraživanje i obuku u šumarstvu (Austrija), Hrvatski šumarski institut (Hrvatska), Univerzitet u Šopronu (Mađarska) i Univerzitet u Novom Sadu, Institut za nizijsko šumarstvo i životnu sredinu (Srbija). Pridruženi partneri na projektu, koji podržavaju rad prethodno pomenutih institucija su: Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i hrane (Slovenija), Slovenačke državne šume d.o.o., OE Murska Sobota (Slovenija), Kancelarija Štajerske pokrajinske vlade, uprava okruga jugoistočne Štajerske (Austrija), Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim područjima u Okrugu Koprivnica, Križevci (Hrvatska), Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Uprava za šume (Srbija) i Mecsek Forestry Co. Ltd. (Mađarska).



Slika. 1.2-1: Konzorcijum projekta uključujući autore nekoliko poglavlja sadržanih u ovoj knjizi.

Rezervat biosfere Mura-Drava-Dunav pokriva površinu od oko 8.300 km², predstavljajući najveći zaštićeni rečni sliv u Evropi. U narednim godinama postaće prvi UNESCO rezervat biosfere koji će se prostirati duž pet država (Austrija, Slovenija, Mađarska, Hrvatska i Srbija). Novi rezervat biosfere bogat je biodiverzitetom i sadrži visoku ekološku i kulturnu raznolikost i nasleđe. Stoga privlači interese različitih zainteresovanih strana i interesnih grupa. Šume pokrivaju površinu od 2.250 km², što je 27% ukupne površine rezervata i 61% njegovog jezgra. One pružaju višestruke ekosistemske usluge, uključujući stanište za divlje životinje, jedinstveni biodiverzitet, drvene i nedrvne šumske proizvode, područja za rekreaciju za stanovnike i sve veći broj turista, vezivanje ugljenika i još mnogo toga.



Slika. 1.2-2: Mapa Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav.

1.3 Studija slučaja: Perspektive zainteresovanih strana za upravljanje i očuvanje plavnih šuma u prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav

Srdjan Stojnić, Silvija Krajer Ostoić, Mirjana Zavodja

Projekat REFOCuS je uključio brojne zainteresovane strane od samog početka i olakšao razmenu znanja između nauke i privrede pomoću radionica kojima su prisustvovali brojni akteri. Rezultati dve radionice sažeti su u ovom poglavlju. U obe radionice učestvovali su predstavnici šumarske struke, stručnjaci iz oblasti konzervacije prirode, naučni radnici, privatni šumovlasnici i lokalno stanovništvo, odnosno predstavnici svih zainteresovanih strana koje su direktno ili indirektno povezane sa Rezervatom biosfere Mura-Drava-Dunav (TBR MDD).

Politike vezane za šume

UNESCO-ovi rezervati biosfere, uključujući TBR MDD, trebali bi da se razvijaju po održivom modelu koji uključuje i upotrebu i očuvanje staništa. U tom smislu, potrebno je da organizacije za upravljanje nacionalnim rezervatima biosfere razviju planove upravljanja kako bi se postigli ovi ciljevi. Postojeće politike vezane za šume stvaraju zakonodavni okvir za aktivnosti očuvanja i upravljanja plavnim šumama. Ovaj mozaik veoma kompleksnih politika često stvara zabunu u tumačenju i njegovoj primeni. Stoga, u praksi često dolazi do oprečnih stavova između zainteresovanih strana kako je potrebno upravljati šumama unutar TBR MDD (Tabela 1.3-1).

Tabela 1.3-1: Zajedničke karakteristike prekograničnog Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav (TBR MDD) uočene kroz prizmu politika, pravnih akata i propisa.

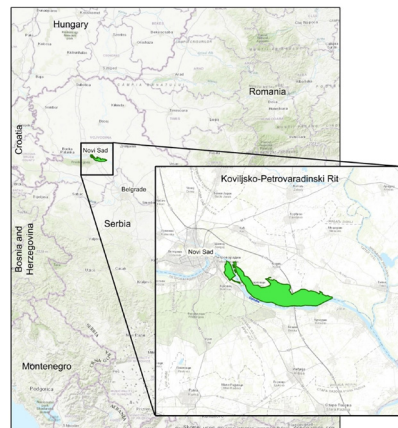
Država	Odsustvo specifičnih regulativa vezanih za (šume) TBR MDD	Marginalna uloga TBR MDD (šume)	TBR MDD šuma / rezervat kao susret različitih sektora
Austrija	++	++	++
Hrvatska	++	++	++
Mađarska	++	+	++
Slovenija	++	++	++
Srbija	++	+	++

Legenda: (++) U potpunosti, (+) delimično.

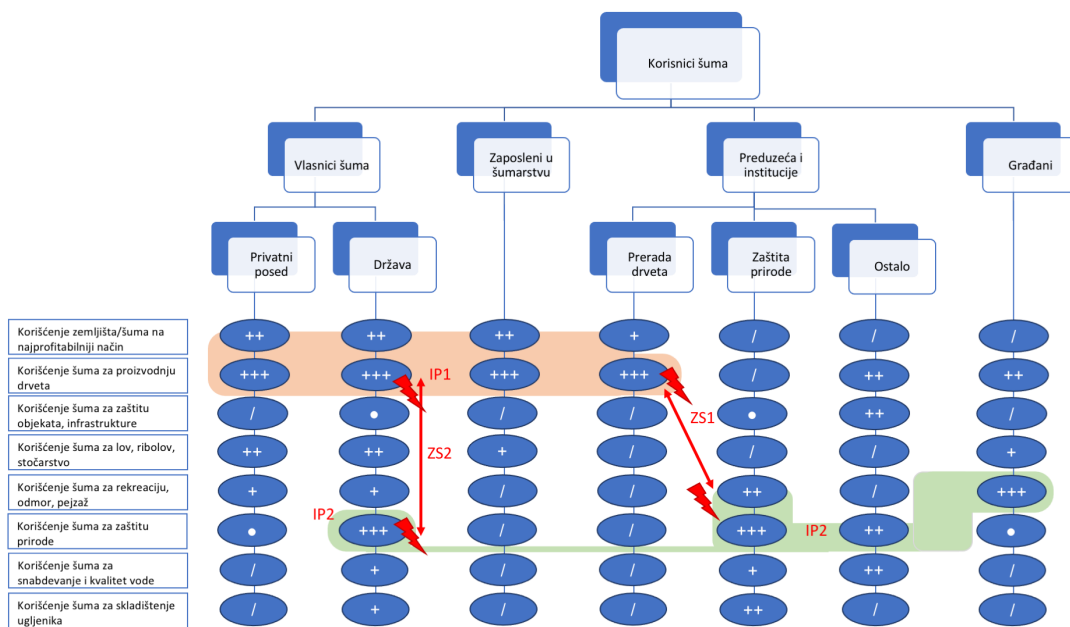
Konflikti interesa između zainteresovanih strana

Kada se diskutuje o prioritnim ciljevima vezanim za upravljanje šumama, zainteresovane strane iz različitih sektora imaju drugačije stavove. Na primer, prioritni cilj šumarskog sektora je proizvodnja drveta (orijentacija ka tržištu) koja je često u suprotnosti sa prioritima sektora za zaštitu prirode (fokus na očuvanju prirode). Ovo se posebno odnosi na gusto naseljene poljoprivredne predele povezane sa područjima sa raznolikim biodiverzitetom, poput plavnih šuma u TBR MDD. Ovaj sukob je predstavljen na primeru Koviljsko-Petrovaradinskog rita, smeštenog u Vojvodini, Srbija (Slika 1.3-1).

Na ovom području korisnici šuma su vlasnici šuma (država/pokrajina i privatni šumovlasnici), zaposleni u šumarstvu, preduzeća/institucije i meštani. Analiza interesnih grupa (korisnika šuma) pokazala je postojanje dve konfliktne zone (Slika 1.3-2). U sklopu prve zone, prvu interesnu grupu čine korisnici (vlasnici šuma i šumska gazdinstva) čiji je interes usmeren na korišćenje šuma i čiji je glavni cilj profitabilna seča drveta, dok se druga interesna grupa sastoji od vrlo snažnih interesa vezanih za zaštitu prirode, a koju zastupaju kompanije/institucije i građani. Druga zona sukobljenih interesa otkriva sukob unutar Javnog preduzeća Vojvodinašume, zaduženog za gazdovanje šumama u Autonomnoj pokrajini Vojvodini, koje je vrlo snažno zainteresovano za profitabilnu proizvodnju drveta s jedne strane, i za zaštitu prirode sa druge strane. Da bi se uskladili ovi oprečni interesi, kako zahteva zakonski okvir, preduzeća imaju prednost jer imaju mogućnost da interno traže najprihvatljivije rešenje. Trenutni udeli zona zaštite (stroga zaštita 6 %, aktivna zaštita 29 % i isplativa upotreba šuma 65 %) odražavaju stvarni kompromisni paket između vlasnika šuma i interesa preostalih njenih korisnika. Potencijalne promene mogu izazvati sukobe, na primer sa drvnom industrijom, ako bi se povećao udeo zona stroge i aktivne zaštite, ili sa zaštitom prirode ukoliko bi se podstakla seča drveta.



Slika 1.3-1: Prirodni rezervat Koviljsko-Petrovaradinski rit u Srbiji.



Legenda: horizontalno – korisnici šuma, vertikalno – interesi korisnika, na njihovom preseku (okrugla polja) prikazuje nivo intenziteta interesa korisnika: veoma jak (+++), jak (++) , srednje jak (+), postoji (*), ne postoji (/); ZS – Zona Sukoba; IP – Interesno polje)

Slika 1.3-2: Shematski prikaz - korisnici šuma, interesovanja, interesna polja i zone sukobljenih interesa, predstavljene na primeru rezervata prirode Koviljsko-Petrovaradinski Rit

Analitički pristup kakav je predstavljen u primeru pruža snažnu osnovu za aktivniju komunikaciju između sektora šumarstva i zaštite prirode kako bi se tražila ravnoteža između sukobljenih interesa i ciljeva.

Shvatanja zainteresovanih strana za glavna pitanja upravljanja i očuvanja plavnih šuma i preporuke za upravljanje njima

Organizovane radionice pružile su važan uvid u pet aktuelnih tema u okviru TBR MDD, kao što su: opadanje nivoa podzemnih voda, bolesti i štetočine, prirodna obnova, planiranje gazdovanja šumama i dostupnost šumskog reproduktivnog materijala za obnovu šuma:

- Opadanje nivoa podzemnih voda je čest problem u zemljama partnerima na projektu, posebno u slučaju šuma hrasta lužnjaka. Sušenje hrasta je česta pojava unutar TBR MDD, kako u zrelim sastojinama, tak i na podmladnim površinama. Zatim, klimatske promene su prepoznate kao dodatni problem, jer se predviđa da će negativno uticati na sastojine

hrasta lužnjaka i održivu proizvodnju drveta.

- Uzimajući u obzir bolesti i štetočine, pored uobičajeno prisutnih problema u TBR MDD, poput odumiranja jasena, *Phytophthora sp.*, vetroizvala i vetroloma, problem u Srbiji predstavlja i prisustvo hrastove mrežaste stenice (*Corithucha arcuata*), kao i prisustvo veoma kompleksne bolesti u plantažnim zasadima topole (bakterijski rak kore, koja je izazvana pod strane *Lonsdalea populi*).
- Dostupnost šumskog reproduktivnog materijala (ŠRM), generalno, ne predstavlja ograničavajući faktor za pošumljavanje u TBR MDD. Na primer, u Sloveniji tri rasadnika ispunjavaju zahteve za ŠRM u celom regionu TBR MDD. Međutim, većina zemalja je naglasila da neredovan urod žira kod hrasta lužnjaka ponekad može da napravi problem da se zadrži kontinuitet proizvodnje. Pored toga, eksperti iz Austrije ukazuju na važnost uspostavljanja novih trgovinskih veza sa zemljama jugoistočne Evrope, s obzirom da se seme uvezeno iz zapadne Evrope nije dobro pokazalo u lokalnim uslovima. U tom smislu, pojedine preporuke su da rasadničari treba da budu više orijentisani na međunarodnu trgovinu kako bi proširili tržište van granica svojih zemalja, te uspostavili regionalno tržište.
- Što se tiče ŠRM alohtonih vrste drveća (NNTS), smatra se da *Juglans nigra* i evroameričke topole imaju potencijal da se koriste u TBR MDD u svrhu pošumljavanja, iako je njihova upotreba u određenim zemljama ograničena. Međutim, primećene su određene kontradikcije u tretmanu NNTS-a između različitih zemalja. Na primer, u Srbiji i Mađarskoj rasadnici godišnje proizvedu velike količine sadnica klonskih topole za potrebu osnivanja plantažnih zasada komercijalnog karaktera, dok se u Sloveniji novi zasad osnivaju samo za eksperimentalne svrhe.
- Sve zemlje imaju planove gazdovanja šumama koji u različitom stepenu razmatraju očuvanje šuma, upravljanje vodama i mnoge druge ciljeve. Eksperti iz Slovenije smatraju da **plantaže topola i vrba treba da se osnivaju na napuštenom zemljištu**, odnosno da ne bi trebalo da se dozvoli privatnim vlasnicima da ih podižu na malim površinama, jer potencijalno mogu da izazovu veće probleme, poput hibridizacije sa autohtonim vrstama drveća. Karakteristično za Austriju je veliki broj malih šumskih poseda i prema tome, izuzetno raznoliko gazdovanje, često ciljano samo na proizvodnju ogrevnog drveta. Akteri iz

Srbije, kako iz sektora konzervacije prirode, tako i iz sektora šumarstva, istakli su nepostojanje planskog pristupa gazdovanju šumama u skladu sa predviđanjima vezanim za klimatske promene, s obzirom da je proizvodnja drveta u komercijalne svrhe i dalje dominantna u TBR MDD. Takođe, većina ovih šuma je ujednačene starosti, što može uticati na njihovu povećanu osetljivost na negativne faktore koje ove promene nose. Predstavnici sektora za zaštitu prirode ističu da su **potrebne zakonske promene kako bi se ublažili negativni efekti klimatskih promena na šumske ekosisteme.**

- Pirodna obnova šuma se izuzetno teško postiže zbog gustog sklopa prizemne vegetacije i stoga **zahteva ljudsku intervenciju**. Prizemna vegetacija je prepoznata kao jedan od ograničavajućih faktora uspešnog obnavljanja šuma. U slučajevima kada prizemna vegetacija nije gusta, predlažu se intervencije koje imaju za cilj prirodnu obnovu šuma.
- Postoji velika zabrinutost da li će domaće vrste drveća moći da se prilagode na intenzivne klimatske promene. Nekoliko potencijalnih vrsta je odabrano kao podobno za pošumljavanje u Austriji, a to su hrast kitnjak, od autohtonih, i crni orah i bagrem, od alohtonih vrsta, iako postoji zabrinutost za njihovu potencijalnu invazivnost. Zatim, strategije očuvanja šuma treba razmotriti i sa aspekta klimatskih promena koje su postale ozbiljan problem i rizik za šumarstvo u proteklom decenijama.
- Nedostatak prirodne regeneracije je veoma izražen u Mađarskoj i Srbiji, mada dokumentovano je da se određene vrste uspešno spontano obnavljaju čak i na nekarakterističnim zemljištima (poput hrasta lužnjaka koji raste na peščanim nanosima ili zaslanjenom zemljištu). **Stoga, uprkos problemima sa prirodnom regeneracijom, ipak je ne treba u potpunosti zanemariti i ignorisati.** Takođe, velike površine pod plantažama hibridnih topola i vrba u gore pomenutim zemljama, kao i uticaj divljači takođe predstavljaju prepreku prirodnoj regeneraciji u TBR MDD.

1. UVOD

Tabela 1.3-2: Glavna pitanja u vezi sa gazdovanjem i očuvanjem plavnih šuma u Rezervatu Biosfere Mura-Drava-Dunav (TBR MDD), kako je procenjeno tokom radionice u Novom Sadu (april 2019), a dopunjeno od predstavnika zemalja tokom onlajn radionice održane 15. oktobra 2020.

Zemlja	Opadanje nivoa podzemnih voda	Bolesti i štetočine	Problemi sa prirodnom obnovom	Planiranje gazdovanja šumama	Dostupnost šumskog reproduktivnog materijala	
					Autohton	Alohton
Austrija	++	++	+	-	++	-
Hrvatska	+	++	+	-	++	-
Mađarska	++	++	++	-	+	-
Slovenija	++	++	++	-	++	+
Srbija	++	++	++	+	+	-

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



2. PLAVNE ŠUME

Marko Kovač, Markus Sallmannshofer

2.1 Značaj i ugroženost plavnih šuma

Nizijski plavni šumski ekosistemi pružaju važne ekosistemske usluge; one funkcionišu kao prirodni tamponi duž reka pružajući zaštitu od pretnje od poplava uz fizičku, hemijsku i biološku zaštitu zemljišta. Karakterišu ih visok biodiverzitet i produktivnost i igraju važnu ulogu u održavanju raznolikosti vrsta. Njihova rekreativna i estetska vrednost je sve više prepoznata tokom poslednjih decenija. Uprkos tome, plavne šume su pod pritiskom istorijskog i trenutnog neodgovarajućeg gazdovanja, velikih ekoloških promena i globalizacije. Istovremeno, potreba za plavnim šumama dobrog zdravstvenog stanja se povećava jer se, na primer, u većoj meri očekuju klimatski povezane rizične situacije kao što su nabujali rečni tokovi izazvani vremenskim nepogodama. Visokoproduktivne šume mogu značajno da doprinesu ublažavanju klimatskih promena .

Istorijske transformacije plavnih šuma

Uticaj čoveka na reke i na pojavu poplava je poznat od davnina. Uprkos međusobnom dugotrajnom uticaju ljudi na reke i obrnuto, transformacije u plavnim šumama su se dešavale postepeno a u skladu sa razvojem društva. Prvo i možda najznačajniji uticaj na plavne šume čovek je uradio u 7. veku kad je kolonizacija diktirala seču i uklanjanje velike količine šuma radi obezbeđivanja dovoljne količine poljoprivrednog zemljišta za ishranu. Do 17. veka korišćenje šuma je bilo umereno, za izgradnju kuća, grejanje i lov. Sledeći talas promena, sa prelazom iz 17. u 18. vek doveo je do isušivanja i regulisanja vodotokova. Navedene aktivnosti, izvedene preusmeravanjem i produbljivanjem vodotokova, kao i promenom režima plavljenja (nivo podzemnih voda može se smanjiti i za nekoliko metara), značajno su narušile dugotrajne ekološke uslove plavnih šuma i vremenom dovele do izumiranja. Paralelno sa ekstenzivnim aktivnostima korišćenja zemljišta, gazdovanje šumama je dovelo je do građevinskih radova (npr. izgradnju šumskih puteva i pruga, kanaliziranje potoka, premoščavanje vodotokova), i seče na većim površinama u do tada samo umereno korišćenim šumama (Slika 2.1-1). Sledeća što se dogodilo je je postupna zamena domaćih vrsta drveća stranim. Posebno su bile popularne brzorastuće vrste drveća



Slika 2.1-1: Velike seče šuma promenile su šumski predeo i dovele do pojave nejednakih šumskih jedinica za gazdovanje

poput topola, crnog oraha, hrastova, jasena...U nastojanju da se obezbedi proizvodnja kvalitetnog drveta osnivane su plantaže od brzorastućih vrsta drveća do priznatih klonova. Kako su ove vrste zahtevale slične ekološke uslove, plantaže su često kombinovane sa poluprirodnim plavnim šumama. Intenzivna poljoprivredna proizvodnja je uništila 90% šuma plavnih područja Evrope tokom prošlog veka. Širom sveta, krčenje šuma, fragmentacija i zaštita prirodnih plavnih šuma i dalje su glavni problemi.

Promenjena dinamika reke

Na početku 17. i 18. veka došlo je do obimnog isušivanja reka i prve legislative o vodosnabdevanju u rečnim plavnim predelima (Slika 2.1 -2). Do danas, rečni sistemi su promenjeni u velikom obimu kako bi se podržala plovidba i omogućila proizvodnja energije u hidroelektranama. Ove modifikacije su regulisale rečne tokove i zajedno sa odvodnjavanjem dovele do povećanog rizika od poplava u donjim delovima vodotokova. Uzvodno, posledice promenjene dinamike vodotokova su uglavnom ekološke prirode. Usled ugroženosti od poplava izgrađeni su nasipi za zaštitu, što je dovelo do ponovne izmene ekosistema i fragmentacije i prekida veze između vodotoka i šuma zavisnih od plavljenja. Regulacije rečnih vodotokova ometaju prirodnu dinamiku poplava sa periodičnim pojavljivanjem i prekidaju lateralno snabdevanje hranljivim materijama. To je značajno ugrozilo i izmenilo ekološke uslove, dovelo do gubitka šuma mekih lišćara i drastično smanjilo prirodnu obnovu tipičnih šumskih vrsta kao što su vrbe ili crna topola (Slika 2.1-3). Hidroelektrane u kombinaciji sa povećanom brzinom protoka vode i skraćanjem sedimentnog transporta uzrokuju brzo usecanje korita reke i snižavanje vodostaja. Pored toga, intenzivna korišćenje podzemnih voda snižava nivo njihovog pojavljivanja. Ovakva izmenjena dostupnosti vode čini vrste drveća plavnih šuma ranjivim na sušu, čije se pojavljivanje očekuje sve češće u izmenjenim klimatskim uslovima.



Slika 2.1-2: Promene u vidu izmeštanja vodotokova i korišćenja zemljišta duž reke Mure između 1829. i 2020. godine (u blizini Bistrice, Prekomurje, Slovenija).



Sl. 2.1.-3: Izmene rečnih vodotokova dovele su do gubitka odgovarajućih staništa za šume mekih lišćara i drastično smanjili prirodnu obnovu tipičnih vrsta plavnih šuma kao što je vrba (*Salix* sp.) ili crna topola (*Populus nigra*)

Klimatske promene

Poremećaji u šumama su sastavni deo šumskih ekosistema, naročito u plavnim šumama gde su periodične poplave važne za očuvanje karakterističnih vrsta za ove šume. Klimatske promene, zagrevanje, izmenjeni režim padavina, učestalost i jačina ekstremnih klimatskih pojava su u interakciji sa negativnim promenama u šumama i imaće posledice na plavne šume. Došlo je do promene **staništa** i ranjivost zajednice plavnih šuma je povećana. Usled promena staništa očekuje se prisustvo novih patogena (bolesti i štetočina). Pored toga, očekuje se da će sposobnost prilagođavanja biti veća za štetočine i bolesti nego za vrste koji su im domaćini zbog kraćeg trajanja životnog ciklusa. Kao posledica toga, interakcije između abiotičkih stresnih pojava

i biotičkih faktora, će verovatno postati glavni pokretači pojave šteta prouzrokovane štetočinama i bolestima. Slično štetočinama i bolestima, širenje alohtonih i invazivnih vrsta može da se poveća što će rezultirati većim pritiskom na autohtone biljne zajednice.

Globalizacija

Od praistorije pa do danas, prisutna je razmena biljaka i životinja na međunarodnom nivou kako u šumarstvu tako i u poljoprivredi i hortikulturi. Pored toga, globalizacija sa međunarodnom trgovinom i putovanjima danas snažno doprinosi slučajnom širenju alohtonih vrsta. To može rezultirati povećanim brojem štetočina i bolesti koje nisu karakteristične za autohtone vrste kao i povećanim prisustvom alohtonih biljnih vrsta. Plavne šume naročito su podložne invaziji **alohtonih biljnih vrsta** zbog velike količine dostupnih hranljivih materija, čestih promena koje izazivaju povoljne svetlosne uslove kao i prirode reka koje deluju kao prenosioci semena i vegetativnog biljnog materijala.

Alohtone štetočine i patogeni se mnogo lakše šire nenamerno nego biljnim materijalom zbog njihove male veličine i/ili aktivnog kretanja. Authotone vrste nemaju otpornost na strane patogene i obično su osetljivije nego vrste drveća u autohtonim staništima ovih štetočina i patogena. Kroz svoju patogenost, alohtone štetočine i patogeni imaju veliki potencijal da promene sastav i strukturu šumskih sastojina.

Invazivne biljke koje nisu autohtone, štetočine ili patogeni mogu da promene sastav i strukturu šumskih vrsta što može imati snažan uticaj kroz izmenu ekosistemskih usluga plavnih šuma.

Plavne šume u strateškim dokumentima

Zbog njihovog značaja, i nepovoljnog statusa očuvanja prirodnih resursa (Slika. 2.1-4), plavne šume su nacionalno i međunarodno prepoznate što potvrđuju brojna dokumenta, kao što su Ramsarska konvencija (*Ramsar Convention*), proces Šume Evropa (*Forest Europe process*), strategija EU o biodiverzitetu (*EU Biodiversity strategy*) i Direktiva o staništima (*Habitats Directive*). Svi ovi dokumenti pozivaju odgovorne nacionalne agencije, službe i rukovodioce da njima upravljaju na održiv način uz ravnotežu dugoročnog razvoja i ekosistemskih usluga.



Slika 2.1-4: Sušenje drveća u plavnim šumama na reci Dravi, Hrvatska.

2.2 Gazdovanje plavnim šumama

Uspostavljanje ravnoteže u razvoju plavnih šuma i ekosistemskih usluga zahteva uključivanje novih pristupa u koncept održivog gazdovanja šumama. Dva pristupa su pejzažna (predeona) perspektiva (od suštinskog značaja u upravljanju ekosistemom) i koncept ekološkog integriteta. Da bi se uspostavila ravnoteža, prvi pomenuti pristup treba shvatiti kao integrisano, holističko upravljanje šumama na predeonom nivou a drugo kao sposobnost plavnih šuma da podrži i održi svoje predeone, strukturne, kompozicione i funkcionalne komponente.

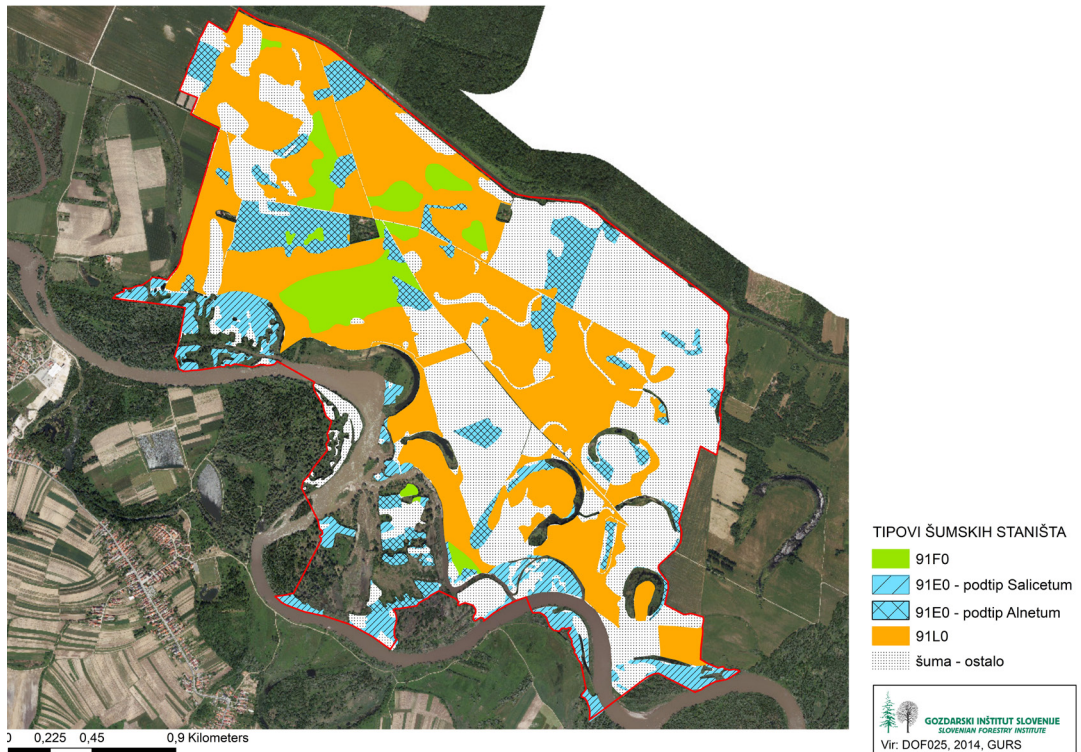
Sa predeone tačke gledišta, plavna šuma se može posmatrati kao šumska matrica, sastavljena od različito oblikovanih šumskih delova (kompleksa) i koridora. U većini slučajeva, oba predeona elementa su heterogena imajući u obzir njihovu strukturu jer se u okviru njih nalaze različiti tipovi i podtipovi šumskih staništa, sa različitim veličinama osnovnih i zaštitnih zona. Uzimajući u obzir neke od efekata izolovanosti kao što su: I) šumsko stanište koje je široko raspoređeno na svom prirodnom staništu je otpornije od staništa koja su rasparčana, II) veće šumsko stanište sa većim jezgrom je superiornije od onog manjeg, III) granično šumsko stanište je otpornije na uticaje okoline nego ono rasparčano na manje delove, postaje sasvim jasno da se ekološki integritet šumskih staništa povećava sa veličinom i kompaktnošću sastojina.

Takvo posmatranje plavnih šuma ima neke prednosti u odnosu na trenutne prakse gazdovanja šumama; posmatraju se plavne šume u celini umesto da se smatraju zbirom delova, uvode se nove alternative u gazdovanje šumama i čini da gazdovanje šumama doprinosi očuvanju prirode i većem integritetu šumskog staništa.

Trenutna rasprostranjenost plavnih šuma (Slika 2.2-1) pokazuje da se uspostavljanjem većih kompleksa gazdinskih jedinica može postići boljim planiranjem uz bolju raspodelu starosnih klasa i razvojnih faza. Ovo nije primenljivo na podtipove rečnih staništa, koji se nalaze duž vodotokova, čije uzdužno prostiranje (Slika 2.3-1) često onemogućava stvaranje osnovnih jedinica. Shodno tome, ove podtipove staništa treba efikasno pratiti i njima gazdovati (npr. individualni i grupni sistemi selekcije, strukturno razređivanje) kako bi se sprečila njihova dezintegracija. Kao što se pretpostavljalo, gazdovanje kompleksima šuma podrazumeva premeštanje plantaža i rasadnika daleko od osnovnih jedinica i zaštitnih zona kako bi se izbegao potencijalni prodor invazivnih vrsta i neželjenih efekata (npr. oprašivanje).

2. PLAVNE ŠUME

Uz ova dva pristupa, veći napori treba da se utroše na bolje razumevanje biodiverziteta, hipotezama promena i uticaju na prakse gazdovanja šumama. U vezi sa hipotezama promena



Slika 2.2-1: Gazdovanje zasnovano na gazdinskim jedinicama (Tipovi staništa Murska Šuma)

vredi istaći posredne promene i hipotezu osiguranja. Prethodno podrazumeva da je biodiverzitet najveći između dve uzastopne promene, samo ako je period između te dve uzastopne promene dovoljno dugačak (ne predugačak, ni prekratak). Ova hipoteza dobro funkcioniše u mnogim šumama, uključujući plavne šume. Njen ishod se lako može otkriti duž dela koji se proteže između vodenog kanala i van granice poplave (poglavlje “Struktura i ekologija rečnog plavnog pejzaža”). U ovom delu, pionirske sukcesivne sastojine, mogu se naći u blizini vodenih tokova gde su promene najčešće i najteže. Nasuprot tome, najnaprednije sastojine plavnih šuma, šume hrasta lužnjaka, se obično javljaju u zoni plavljenja. Kao takve i dalje zavise od vodnog režima, ali su zaštićene od čestih promena.

Hipoteza osiguranja se odnosi na postojeće sastojine vrsta drveća i njihovo funkcionisanje. Vrste, koje su trenutno suviše

u funkcionisanju šumskog staništa, mogu u određenom trenutku, npr. nakon novonastalih promena, preuzeti neke funkcije koje su ranije obavljale izumrle ili iščezle vrste. Ova činjenica je značajna za razumevanje tipova i podtipova šumskih staništa i sastava vrsta drveća, koje ne treba shvatati kao trajne i fiksne, već kao privremene i koje se razvijaju u vremenu i prostoru. Hipoteza o osiguranju može igrati značajnu ulogu u budućim plavnim šumama. Razlog za to je što mnoge dominantne vrste drveća aktuelnih šumskih zajednica pate od raznih bolesti i uticaja na životnu sredinu i tako može doći do njihovog nestajanja na određenim lokalitetima (poglavlje "Podrška adaptaciji šuma izborom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog materijala", i poglavlja "Zdravlje šuma").

Plavne šume su složeni ekosistemi koji su izloženi i zavisni od mnoštva prirodnih i čovekovih uticaja. Zbog njihove krhkosti i verovanja da bi efekti štetnih radnji mogli da imaju uticaj dalje od većih delova rečnog plavnog predela, ovim šumama se upravlja u različitim prostornim razmerama i u skladu sa dobrim praksama i razvijenim ekološkim znanjem. Oni koji gazduju plavnim šumama se ohrabruju da sprovedu odgovarajuće pristupe pri gazdovanju, uključujući odgovarajući prostorni raspored vrsta karakterističnih za tipove i podtipove staništa plavnih šuma (prostorno planiranje) sa jasnom svešću o rizicima koje predstavlja izmena vodotokova, klimatske promene, štetočine i bolesti i invazivne vrste kako bi se održao ekonomski potencijal i ekološka vrednost ovih šuma za buduće generacije.



Struktura i ekologija rečnog plavnog pejzaža

Dinamičan odnos vode i zemljišta je glavni proces koji proizvodi i održava različite vrste rečnih plavnih predela (Tabela 1) i stvara mnoštvo staništa koja naseljava biljni svet, prilagođava se i opstaje.

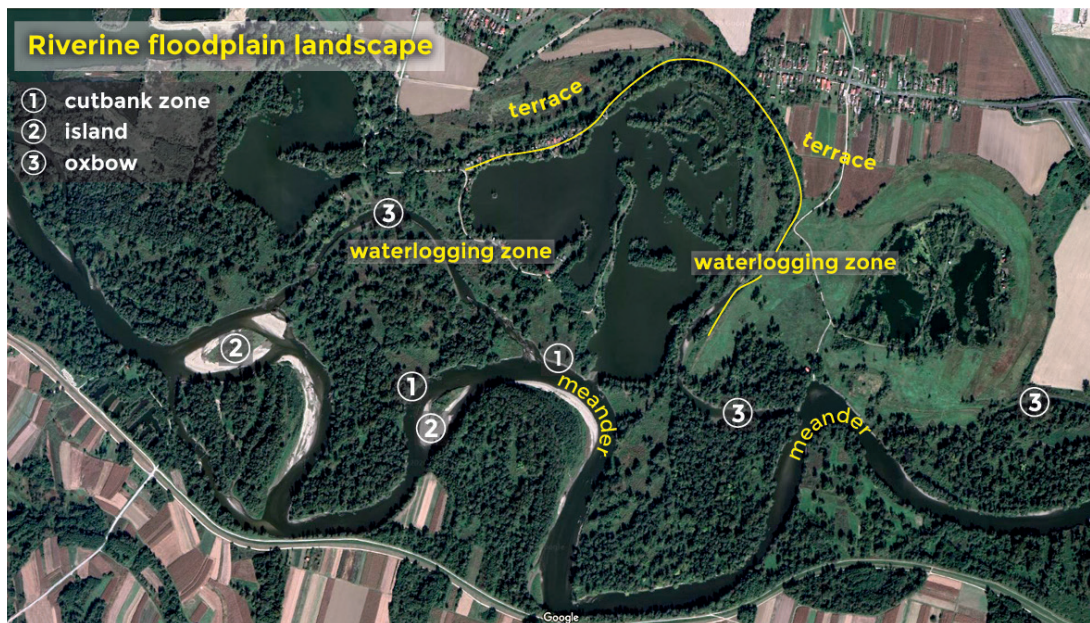
Tabela 1: Vrste plavnih predela

- Neuravnoteženi plavni predeli: npr. bujične vode, kanalisane kroz uske vodotokove
- Uravnoteženi plavni predeli: ravničarska područja, voda koja vijuga kroz nekohezivni sedimentni materijal, javljaju se promene predela
- Plavni predeli sa stabilnim plavnim režimom: ravničarska područja, voda koja vijuga kroz kohezivni sedimentni materijal, neznčajne promene predela

Plavni predeo se sastoji od 4 grupe predeonih elemenata, dodatno podeljenih na ekotipe i eko-elemente. Prva i najznačajnija grupa obuhvata stajace i tekuće vode. Međusobno povezane mrežom kanala, voda olakšava biljkama naseljavnje raznovrsnih staništa (mnoge od njih se smatraju biljkama za pripremu staništa za dolazak šumskih pionirskih vrsta), da opstanu i razvijaju se, tako što im donose grube i fino zrnaste materije, zemljište i hranljive materija.

Druga grupa elemenata predstavlja podzemne vode koje su deo kompleksnijeg sistema nazvanog podzemni vodeni akviferi (ibid.). Pored tekuće vode, podzemne vode su drugi izvor vlage za plavne šume i postaju najvažniji faktor tokom sušnih perioda. Mreža podzemnih voda koja teče takođe stvara i održava sopstvena staništa, nazvana močvarne šume.

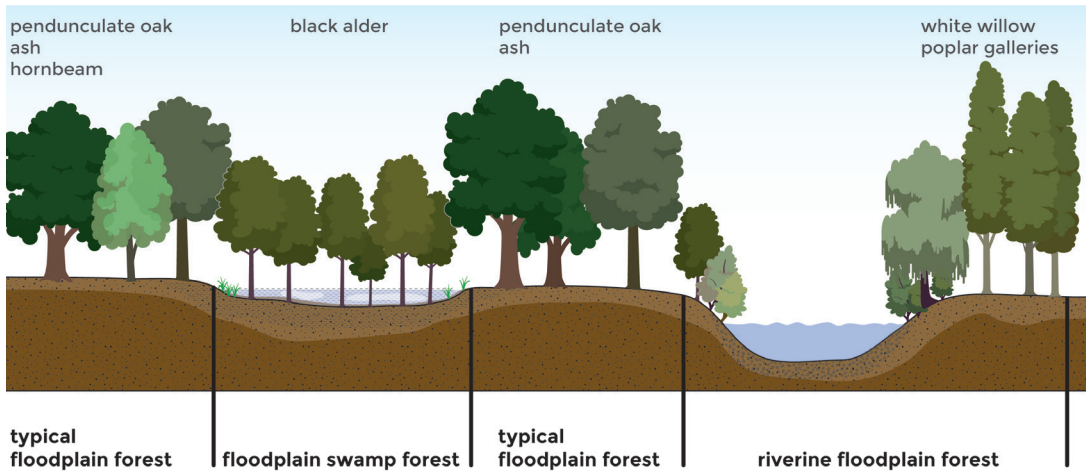
Treća grupa elemenata plavnih predela, od suštinskog značaja za zajednice biljaka plavnih područja je grupa geomorfnih karakteristika. Međusobna povezanost vodenih tokova u rečnom plavnom pejzažu dovodi do stvaranja meandara i različitih mreža kanala koji stvaraju usečene obale, ostrva, nasipe i ravnice sklone poplavama, bogate udolinama i grebenima (ibid.; Van der Molen *et al.* 2003), a sve su to potencijalna staništa šumskih biljaka i malih i velikih šumskih zajednica (Slika. 2.3-1).



Slika 2.3-1: Šema potencijalnih plavnih staništa sa usečenom obalom, ostrvima, nasipima i ravnicom

Poslednja grupa elemenata plavnih predela predstavlja vegetativnu prostirku, u našem slučaju plavne šumske biljne zajednice (ibid). Granice šumskih biljnih zajednica u plavnim predelima nisu uvek tako primetne kao u predelima sa mnogo jasnijim ekološkim zonama (npr. planinski predeo, predeo visokog karsta), ali plavne šumske zajednice u velikoj meri zavise od njih. Nesumnjivo najznačajniji za njihovo postojanje su periodi plavljenja, makro i mikro morfološki promene, padavine i tipovi zemljišta.

Navedeni faktori omogućavaju razlikovanje tri glavna tipa šuma plavnih predela duž lateralnog preseka koje povezuje vodeni kanal sa granicom plavljenja, tačnije visoke plavne šume, plavne i močvarne šume (Slika. 2.3-2).



Slika 2.3-2: Lateralni presek sa karakterističnim tipovima šumama plavnih predela

Najniža i najbliža vodi su staništa na obalama, grebenima i ostrvima, kao i na nanosima, koje su pogođene izmenama vodostaja, a prekrivena su šumama. Iako su ova staništa sposobna da izdrže konstantne promene nivoa vode, dugotrajna izloženost plavljenju i uticaj vodenih struja, često su nestabilna. Do nestabilnosti dolazi zbog struja koje menjaju strukturu obale reke, transportuju aluvijalni materijal u rečna korita, spiraju i olakšavaju kolonizaciju novih staništa. Plodnost zemljišta na ovim mestima je slaba zbog dugotrajnog zasićenja vodom i znatno nerazvijenim zemljištem. Topola (*Populus* sp.), jasen (*Fraxinus* sp.), vrba (*Salix* sp.) i brest (*Ulmus* sp.) rastu na dobro dreniranim, stabilnim lokacijama. Nasuprot tome, pionirske vrste vrba (*Salix eleagnos*, *S. purpurea*, *S. caprea*, *S. cinerea*, *S. alba*) i siva i crna jova (*Alnus incana*, *A. glutinosa*) se javljaju na mestima pored vode (npr. obalama, nanosima i ostrvima).



Slika 2.3-3: a) Naseljavanje novih rečnih staništa na ostrvima, b) stabilna zemljišta mogu podneti konstantne promene nivoa vode, ali erozija rečnih obala je suštinska komponenta sistema c) plavna oblast naseljena vrbama (*Salix*).

Druga vrsta su visoke plavne šume koje su van domašaja promena toka reka, ali su i dalje u granicama redovno plavljenih područja. Ova mesta su uglavnom naseljena tipičnim vrstama za plavne šume kao što je brest (*Ulmus laevis*), hrast ljužnjak (*Quercus robur*), grab (*Carpinus betulus*) i jasen (*Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia*) i povremeno gorski javor i klen (*Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*), koji zahtevaju dobro drenirano zemljište i veoma kratkotrajno plavljenje. Osim javora i pratećih vrsta, kao što su lipa i divlja trešnja (*Acer* sp., *Tilia* sp., *Prunus avium*), ostale vrste naseljavaju redovno plavljena područja sa ponekad isušanim zemljištem. Ipak, za razliku od plavnih šuma, koje su veoma tolerantne na vlagu i dugotrajno plavljenje, šume na ovim područjima preferiraju redovne sezonske poplave. Kako ove šume takođe naseljavaju mesta daleko od vodenih kanala, gde su periodi poplava znatno kraći, više zavise od podzemnih voda i padavina. Padavine su posebno važne u suvljim periodima pre listanja drveća jer je nekim vrstama, kao što je hrast lužnjak, potrebno dovoljno vode za sprovođenje vode i rastvorenih hranljivih materija od lišća do korena.

Poslednja vrsta plavnih šuma su močvarne šume. Ove šume naseljavaju male i velike depresije pod vodom, kod kojih su hidrična zemljišta slabo drenirana zbog visokih nivoa mreža podzemnih voda i dugotrajnog plavljenja. Za razliku od visokih i tipičnih plavnih šuma, ove šume su sposobne da prežive na mestima sa čestim anaerobnim uslovima zbog stagnirajuće vode. Glavna vrsta ovih šuma je crna jova (*Alnus glutinosa*). Međutim, zbog talasastih terena (često do visine jednog metra), manje plavljenje lokacije često su nastanjena brestom, hrastom lužnjakom i jasenom (*Ulmus laevis*, *Quercus robur*, *Fraxinus* sp.).

Što se tiče rečnog plavnog predela u celini, ravnice sklone poplavama su mesta gde se najveći obim hranljivih materija proizvodi, skladišti i raspada i transportuje na druga manje plodna mesta pri dolasku poplava.



Slika 2.3-4: Više plavne šume sa *F. excelsiorom*, *U. laevisom* i *Q. robur* van domašaja izmene vodotokova, ali i dalje u granicama redovno plavljenih područja



Slika 2.3-5: Močvarne šume sa *Alnus glutinosom*.



2.4 Tipovi šumskih staništa

Uvod

Plavne površine duž reka Mura, Drava i Dunav su šumska staništa. Da bi se sačuvala, deo njih je uključen u mrežu Natura 2000. Najznačajnije sa ekološkog, ekonomskog i socijalnog aspekta su *91E0 Aluvijalne šume sa *Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*), 91F0 Plavne mešovite šume *Quercus robur*, *Ulmus laevis* i *Ulmus minor* i *Fraxinus excelsior* ili *Fraxinus angustifolia*, duž velikih reka (*Ulmion minoris*), 91L0 Ilirske šume hrasta i bresta (*Erythronio-Carpinion*) i 91L0 Subatlanske i evropske šume hrasta i bresta - *Carpinion betuli*.

Prema ekotipu, postoje četiri tipa šumskih staništa. Prvi i najheterogeniji *91E0 tip šumskog staništa obuhvata različite podtipove, koji se mogu grupisati u dve grupe, koji su iz praktičnih razloga nazvani grupa vrba i crne jove. Vrbe su tipični predstavnici obalnih šuma koje su vlažne, često plavljene, ali dobro drenirane lokacije uz rečno korito (Slika 2.4-1). Nasuprot tome, podtip šumskog staništa crne jove obično nastanjuju vlažna i slabo aerisana staništa u poplavnom delu gde se formiraju močvarne šume. Njihova mesta često karakterišu anaerobni uslovi izazvani dugotrajnim poplavama i stajaćom vodom i teškim sabijenim zemljištem.

Preostala tri tipa šumskih staništa naseljavaju poplavna područja, što ih karakteriše da se tako i zovu - tipične plavne šume. Njihova dominantna vrsta je hrast lužnjak. Međutim, za razliku od močvarnih šuma crne jove, šume hrasta lužnjaka u velikoj meri zavise od redovnih plavljenja tekućim i podzemnim vodama, ili padavinama. Razlike u sastavu između pomenutih tipova staništa su često teško primetne i posledica su minimalnih promena i mikrolokaciji.



Slika 2.4-1 Prirodna sastojina vrbe u Bavarskoj, Nemačka.

Tip šume: *91E0 Aluvijalna šuma *Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

Ovaj tip šumskog staništa sadrži tri podtipa. Prvi podtip, koji obuhvata sastojine vrba, obično se razvija kao dva sukcesivna tipa. Prilično je nestabilna pionirska sastojina koja naseljava staništa uz izvore vode kao što su obale reka i ostrva, a sastoji se od nižih i žbunastih vrba i jova (*Salix* sp., *Alnus* sp.). Nasuprot tome, razvijeniji tip sastojine se sastoji od odraslih primeraka vrba (*Salix* sp.), jova (*Alnus* sp.), bresta (*Ulmus* sp.) i jasena (*Fraxinus* sp.). Obično se nalazi na stabilnim i ravnim staništima uz korito reka koje su često izložene redovnom plavljenju usled promenom vodostaja.

Plodnost zemljišta je u oba slučaja slaba zbog sedimentnog zemljišta, sačinjenog od grubog i finog šljunka, peska i mulja. Na ovakvom staništima, pojavljuju se i hidromorfna zemljišta.

Drugi podtip staništa karakterišu malati uz obale reka, uglavnom sastavljene od bele vrbe (*Salix alba*) i crne topole (*Populus nigra*). Obe vrste formiraju pojedinačne manje grupe. Mesta su dobro do umereno isušena i često se sastoje od umereno dubokih do dubokih glinovitih staništa.

Poslednji podtip staništa predstavljaju močvarne šume crne jove (*Alnus glutinosa*). Ovaj podtip staništa naseljava najniže nivoe terena u plavnim područjima koje se sastoje od zemljišta koja su bogata humusom i glinoom, a takođe su često zabarena zbog padavina i podzemnih voda tokom većeg dela godine. Crna jova formira čiste i mešovite sastojine. U slučaju mešovitih šuma, formiraju se močvarna i vlažna staništa, koje najčešće čine hrast lužnjak (*Quercus robur*), brest (*Ulmus laevis*), jasen (*Fraxinus excelsior*) i njima sličnim vrstama.

Ovaj tip staništa je bogat vrbom, topolom, brestom, jasenom i mnogim žbunastim vrstama, a obuhvata veliki broj različitih fitocenoza.

Obnova ovog tipa se razlikuje od lokaliteta. Rečna šumska staništa, uz vodotokove sa prožetim kanalima se mogu lako regenerisati prirodnim putem. Nasuprot tome, staništa vrba, topola kao i crna jova mogu se regenerisati veštačkim putem (na primer: Polanske šume crne jove, koja se nalazi između sela Mala Polana i Mostje/Banuta, Slovačka). Glavni razlog je invazivna prizemna vegetacija koja guši i ometa (ili čak inhibira) klijanje semena.

Ovo šumsko stanište ima veliki ekološki značaj. Ono kombinuje kopnenu i akvatičnu vegetaciju, a u njemu se nalaze brojne biljne i životinjske vrste. Takođe ima veoma značajnu zaštitnu ulogu

jer reguliše vodni režim i vodeni ciklus i na taj način doprinosi povećanju bezbednosti od poplava. Takođe je zapažena značajna uloga ovog tipa staništa sa stanovišta gazdovanja šumama. Poznato je da crna jova, bela vrba i topola proizvode kvalitetno i brzorastuće drvo koje se koristi u drvnoj industriji.

Dosta podtipova rečnih šumskih staništa je osetljivo i veoma podložno degradiranju. Faktori, koji utiču na njihovo dalje očuvanje i opstanak u ovom okruženju su njihova retkost pojavljivanja, struktura njihovih staništa, kompatibilnost sa kompaktnijim šumskim tipovima i ljudskim aktivnostima. Prva dva faktora su čisto ekološka. Iako se retkošću ne može upravljati, oblici staništa se mogu održati i poboljšati održavanjem stabilnih i oslobođenih od konkurentnijih autohtonih i alohtonih vrsta drveća koje ih ugrožavaju. Aktivnosti kao što je fragmentacija staništa, kontrola poljoprivrednog zemljišta, konverzija korišćenja zemljišta treba pažljivo isplanirati, nadgledati i regulisati adekvatnim zakonskim okvirom.

91F0 Plavna mešovita šuma *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor* i *Fraxinus excelsior* ili *Fraxinus angustifolia*, duž velikih reka (*Ulmion minoris*), 91L0 Ilirska šuma hrasta i bresta (*Erythronio-Carpinion*) i 9160 Sub - atlanska i srednje evropska šuma hrasta ili hrasta i bresta

Tipovi staništa sa šiframa 91F0, 91L0 i 9160 imaju slične ekotipove i često se mogu razlikovati samo u smislu specifičnih faktora kao što su odvodnjavanje i vrsta zemljišta, vlaga, padavine i prisustvo podzemnih voda. Sa sukcesivne tačke gledišta, ovi tipovi plavnih šumskih staništa smatraju se najrazvijenijim od svih rečnih tipova staništa. U tom kontekstu vredi pomenuti da se šumski tip staništa 9160 često smatra samo drugačije klasifikovanim tipom staništa od 91F0.

Zbog neravnomerno raspoređenog zemljišta, alavijalni nanosi nisu ravni. Njihove modulacije na nivou mikoreljefa stvaraju mnoštvo različitih staništa (što je niže ono je vlažnije i obrnuto) za mešovitu vegetaciju, žbunje i vrste drveća koje se razlikuju u pogledu njihove tolerancije na vlagu. Mesta su uglavnom slabo aerisana sastavljena od umereno dubokih ili dubokih glinenih, pa čak i sedimentnih čestica i skeleta.

Kod njih dominira hrast lužnjak (*Quercus robur*) koji je pomešan sa brestom (*Ulmus laevis*), jasenom (*Fraxinus angustifolia*, *F. excelsior*) i još nekim pratećim vrstama. Međutim, ako je tlo dovoljno izdignuto i samim tim manje izloženo dugotrajnim plavljenjima, u njemu se takođe pojavljuje i grab (*Carpinus betulus*), mleč (*Acer platanoides*) i još neke vrste koje podnose

veoma vlažna zemljišta. Znatno kraće plavljenje kao i manje vlage su stoga velika razlika između 91F0/9160 i 91L0 tipova šumskih staništa. Ipak, sva tri tipa staništa prisutna su na različitim tiovima terena.

Poreklo ovih vrsta plavnih šumskih staništa u velikoj meri varira. Iako ovi tipovi deluju identično sa stanovišta obnove šuma, posebno veliki kompleksi se često uspostavljaju pomoću podsejavanja žira. Prirodna obnova hrasta lužnjaka je izazovna i često neuspešna. Glavni faktori su nedostatak svetlosti, prisustvo mnogih vrsta sisara, nedovoljno plodonošenje, agresivna prizemna vegetacija (poglavlje “Prirodna i semenska regeneracija hrasta lužnjaka”).

Potencijal upravljanja plavnim šumama kod 91F0 i 91E0 tipova staništa je ogroman. Kao i svi tipovi plavnih šumskih staništa, doprinosi režimu vodosnabdevanja i plovidbe i stanište je mnogih biljnih i životinjskih vrsta. Pored toga, stabla hrasta lužnjaka i pratećih vrsta kao što su brest i jasen su dragocena za drvnu industriju pošto se drvo koristi u proizvodnji drvne građe, dasaka i nameštaja (poglavlje “Optimizacija proizvodnje drveta visokog kvaliteta u sastojinama tvrdih lišćara”).

Kako sva tri tipa šumskih staništa naseljavaju ekološki slična mesta, svi su oniugroženi od istih stresnih faktora, kao i od bolesti, prodora alohtonih i invazivnih vrsta drveća kao i fragmentacije i konverzije zemljišta. Ubedljivo najštetniji faktori su, čini se, biljne bolesti, kojima podležu neke drvenaste vrste i niski nivo podzemnih voda zbog isušivanja susednog poljoprivrednog zemljišta.



2.5 Načini gazdovanja plavnim šumama

Iako se čini da su plavne šumske zajednice na prvi pogled stabilne, one su izložene raznim smetnjama. Shodno tome, staništa pored vode su više izložena izmenama vodostaja, poplavama, jakim strujama i fizičkom transportu i naslagama koje se ispoljavaju na oštećenim i oborenim stablima, ranama na stablu, ispranim organskim materijama iz zemljišta zajedno sa opalim semenom i sejancima. Očekivano je da sve šume povremeno budu pogođene prirodnim nepogodama (šumski požari, jaki vetrovi i snežne oluje, što rezultira spaljenim, oborenim i polomljenim stablima na većim područjima), ali su vrste plavnih šuma posebno prilagođene ovakvim ekološkim uslovima koje su često pogođene poplavama.

Da bi se prilagodili uslovima životne sredine koji se stalno menjaju, drveće i žbunje je razvilo dva mehanizma, mehanizam obnove i razmnožavanja; vegetativno razmnožavanje, u gazdovanju šumama koje su poznate kao izdanačke i klonirane, i generativna obnova iz semena. Poznato je da su izdanačke šume, najstarija poznata metoda za vegetativno razmnožavanje kojom se formiraju niske šume i u kojima se proizvode sortimenti manjih dimenzija.

Niske i visoke sastojine dva najčešća tipa plavnih šuma. Zbog nestabilnih uslova izdanačke šume su veoma rasprostranjen tip rečnih šuma. Njihova najčešća staništa su zasečene obale i ostrva odmah pored vodenog toka, kao i rečne terase. Većina ovih mesta je naseljena vrbom, jovom i drugim vrstama drveća, dok su topola, jasen, brest i hrast vrste koje se javljaju u stabilnijim i suvljim staništima.

Kao veoma čest oblik šume, izdanačke šume se takođe javljaju u tipičnim plavnim područjima daleko od tekućih voda. Ipak, zbog različitih ljudskih potreba i prioriteta pre oko 200 godina, velike površine pod izdanačkim šumama zamenjene sa visokim šumama, nastalim kroz prirodnu obnovu i setvu žira (Slika 2.5-1). Glavni razlog za tu promenu bila je potreba visokokvalitetnog drveta za drvenu industriju. Najčešće vrste drveća koje formiraju visoke šume su hrast, brest i jasen. Pored toga, bela vrba, i evropska crna topola kao i hibridi takođe se koriste u uspostavljanju velikih šumskih kompleksa.

Poslednji, takođe veoma čest tip šume koja je skoro nestao iz plavnih šuma, je srednja šuma, poznata i kao izdanačka šuma sa standardima. Ovaj oblik podseća na odlike oba pomenuta oblika koga čine određeni broj velikih i visokih stabala, uglavnom hrasta i jasena koji dominiraju u gornjem sloju drveća i izdanačke

šume koje dominiraju u donjem sloju. Visoko drveće, koje se tradicionalno uzgajalo, često se naziva standardima (Vild *et al.* 2013). Donji sprat se seče i vegetativno regeneriše više puta dok standardi ne sazru. Ovaj sistem primenjuje u dva različita proizvodna ciklusa. U pogledu organizacije seče standardi mogu biti veoma slični izboru jednog stabla i grupe ("Plenterung") mera gazdovanja.

Sva tri oblika imaju važnu ulogu u očuvanju plavnih šuma. I dok je potencijal visokih šuma koje doprinose poboljšanju genetičkog diverziteta, drvene biomase i proizvodnje visokokvalitetnog drveta znatno istražen, studije koje se bave izdanačkim i srednjim šumama još uvek su u toku. Nedavne studije u mnogim različitim šumskim sredinama pokazuju da su njihove vrste drveća generalno raznovrsnije u poređenju sa strukturom visokih šuma i da one mogu značajno doprineti očuvanju nekih manje zahtevnih vrsta. Pored toga, obe varijante izdanačke šume su veoma stare tehnike gazdovanja šumama koje su značajno doprinele društvenom razvoju u mnogim evropskim regionima širom sveta tokom poslednjih vekova i tako bi trebalo da zaslužuju da budu očuvane kao kulturno nasleđe. Na kraju, za razliku od konvencionalnog sistema za proširenje šuma ("Femelschlag") koji je veoma pogodan za upravljanje većim šumskim površinama, oba oblika izdanačke šume, posebno onaj sa standardima, veoma su pogodni za male šumovlasnike jer mogu da ih snabdeju raznim drvnim sortimentima (npr. drva za ogrev).



Slika 2.5-1: Istorijska fotografija usamljenog stabla jasena ispred velike obnovljene površine u Vinkovcima (Slavonija, Hrvatska).



3. SMERNICE ZA GAZDOVANJE PLAVNIM ŠUMAMA

3.1 Obnova šuma i genetika

3.1.1 Izbor između prirodne ili veštačke obnove?

Marjana Westergren, Gregor Božič, László Nagy

Uvod

Obnova je najvažniji deo životnog ciklusa šume. To je faza kroz koju šuma može da se prilagodi izmenjenim uslovima životne sredine prirodnom selekcijom.

Prirodna i veštačka obnova imaju važnu ulogu u održivosti plavnih šuma. Kada je to moguće, prirodnu obnovu treba podstaći jer:

- prirodna selekcija je već uticala na potomstvo tokom klijanja i ranog razvoja sadnica što za rezultat ima dobro prilagodjavanje;
- odabir vrsta se može bazirati na autohtonim vrstama drveća;
- niži troškovi

Međutim, prirodna obnova često nije moguća u plavnim šumama jer je sastav sastojine već značajno izmenjen, mešovita vegetacija (često se sastoji od alohtonih biljnih vrsta) je veoma gusta i može narušiti uslove svetlosti i vlage, itd. U takvim slučajevima rešenje je veštačka obnova. Uz veštačku obnovu, vlasnik šume takođe može manipulirati sastavom vrsta drveća i očekivanim drvnim sortimentima kako bi ostvario veću novčanu dobit. Obogaćivanje sadnje je oblik veštačke obnove, gde se prirodna obnova veštački dopunjuje kako bi se poboljšale ekološke, društvene ili produktivne performanse šuma.

Veštačka obnova se može sprovesti setvom semena (npr. hrastovi) ili sadnjom sadnica, reznica, ožiljenica i sl. (vrbe, evropska crna topola, crna jova).

Najbolja opcija za veštačku obnovu je sadnja visokokvalitetnog šumskog reproduktivnog materijala sa povećanom tolerancijom na biotički i abiotički stres. Proizvodnja takvog materijala podrazumeva odgovarajuću metodu izbora semena, zatim prikupljanje i obradu semena, uz podsticanje genetske raznolikosti

i dobrih uslova u rasadnicima koji takođe podstiču i prisustvo mikorize. Sa tačke konzervacije genetske varijabilnosti, to znači da seme treba sakupljati sa određenog broja odraslih stabala, najčešće ne manje od 25, optimalno 50, prostorno udaljenih stabala koja su prilagođena sadašnjim ili potencijalnim budućim uslovima staništa. Upotreba sertifikovanog i testiranog šumskog reproduktivnog materijala obično će imati najviši genetski kvalitet i dati najveću dodatnu vrednost za šumarstvo.

Prirodna i veštačka šuma su važne za plavne šume prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Prema proceni stručnjaka u okviru projekta REFOCuS, prirodna obnova je dominantna u Srbiji (64%) i Hrvatskoj (80%), dok u Mađarskoj, Sloveniji i Austriji veštačka obnova prevladava sa 80%, 75% i 60% od ukupne obnove šuma u rezervatu biosfere. Na ove procenite utiču dominantni šumski tipovi i tehnike obnove. Prirodna obnova je najbolja za obnovu hrasta, ali daje manji uspeh drugim vrstama iz plavnih šuma.



Slika 3.1.1-1: Obnova šuma mekih lišćara duž reke Mure u Sloveniji. A: Prirodna obnova. B: Rezultat veštačke obnove bele vrbe na aluvijalnom nanosu.

Vodeći principi za obnovu plavnih šuma

I prirodna i veštačka obnova treba da slede principe koji se zasnivaju na stanišnim uslovima prirodnim procesima plavnih šuma i da razmotre biologiju i ekologiju svake od prisutnih vrsta drveća. Vodeći principi su:

- Izbor vrste i provenijencije treba da se zasniva na uslovima šumskih staništa. Na taj način se obezbeđuje upotreba vrsta i provenijencija koje su dobro prilagođene određenim uslovima staništa i stoga mogu da se odupru biotičkom i abiotičkom stresu u isto vreme kao i da postignu veliki prirast.

- Pretpostavka je da su autohtone vrste drveća i bolje prilagođene lokalnim uslovima. S obzirom da su se u određenom regionu razvijale sa drugim biljnim i životinjskim vrstama, ovaj region predstavlja najbolje stanište za njih. U slučaju većih promena u životnoj sredini može se dogoditi da je šumski reproduktivni materijal iz susednih regiona prikladniji (pogledati poglavlje 3.1.2 “Podrška adaptaciji šuma izborom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog materijala”).
- Autohtone vrste drveća treba saditi samo ako nisu invazivne i u situacijama kada je to ekonomski opravdano ili ako sve autohtone vrste drveća odumiru pri čemu one treba da imaju što manji udeo u šumi.
- Uvođenje bilo koje invazivne vrste može poremetiti ravnotežu unutar staništa i može rezultirati smanjenim biodiverzitetom. Tamo gde prisustvo invazivnih vrsta ima nepovoljan uticaj, njihovo uklanjanje pre ili tokom prirodne ili veštačke obnove je neophodno.
- Zaštita retkih i ugroženih vrsta drveća mora biti uključena u proces obnove tako što će im se dati prioritet.
- Brojnost divljači mora da bude u ravnoteži sa održivim kapacitetom staništa.

Prirodna obnova

Kada je to moguće, prioritet treba dati prirodnoj obnovi šume. Da bi prirodna obnova bila uspešna i podstakla očuvanje genetske raznolikosti, treba sakupiti seme sa najmanje 50 vitalnih stabala, koja su međusobno udaljena najmanje 30 m. Nakon uspešnog sakupljanja reproduktivnog materijala, zrela stabla sa lokaliteta moraju biti posećena tako da se omogućiti odgovarajući svetlosni i vodni uslovi neophodni za rast i razvoj ciljnih vrsta drveća.

Prirodna obnova je najbolja za hrast uz pogodnu dinamiku padavina, dostupnosti hranljivih materija i podzemnih voda. Plavna područja sa nedostatkom kiseonika nisu povoljna.

Ako je uspeh prirodne obnove nizak, površine se mogu dopuniti veštačkom obnovom.

Proređivanje krošnji

Kako bi se podstakla prirodna obnova, proređivanje krošnji stimuliše zrela stabla da proizvode seme i osigurava dovoljno svetlosti na površini. Međutim, prejako proređivanje krošnji

može negativno uticati na pojavu gustog prizemnog sloja biljaka, sprečavajući prirodnu obnovu. Takođe, moguće je stvoriti različite svetlosne uslove koji stvaraju uslove za različite vrste biljaka.

Priprema terena

Za crnu topolu i vrbu potrebno je porozno zemljište na peščanom nanosu za uspešnu prirodnu obnovu generativnim putem. Za druge vrste drveća, ako je potrebno, žbunje i prizemni sloj biljaka treba ukloniti i to krajem leta pre opadanka osipanja semena. U nekim slučajevima, zemljište mora biti obrađeno kako bi se podstaklo klijanje semena.

Kontrola ispaše

Uspešna obnova, naročito u šumama koje obiluju sa jelenima i divljim svinjama, zavisi od kontrole njihove populacije. Područja obnove moraju biti ograđena, a ogradu treba zakopati najmanje 30 cm kako bi se sprečio prodor divljači.



Slika 3.1.1-2: Prirodna obnova tvrdih lišćara.

Veštačka obnova

Veštačka obnova se koristi u situacijama kada prirodna regeneracija nije moguća ili dovoljna. Ona uključuje, ali nije ograničena na: potrebu za promenom sastava vrsta, nedostatak odgovarajućih svetlosnih uslova zbog gustog sklopa drveća (koja se često sastoji od alohtonih biljnih vrsta), depresije u kojima se zadržava voda koja sprečava prirodnu regeneraciju ili kada postoje specifične ekosistemske usluge koje treba uzeti u obzir. Veštačka obnova se uglavnom koristi za obnovu starih plavnih šuma, za obnovu degradiranih staništa usled bolesti, štetočina ili vetroloma, kao i za uspostavljanje novih plavnih šuma na čistim lokalitetima (rotiranje plantaža) i za obezbeđivanje genetske raznolikosti i podsticaj prirodnih procesa koji dovode do stvaranja otpornih sastojina.

Priprema tla

Pre sadnje ili setve, većina drvnih ostataka od posečenih stabala kao što su panjevi ili grane moraju biti uklonjeni. Deo šumskog otpada trebalo bi da ostanu zbog zaštite biodiverziteta jer obezbeđuju stanište brojnim životinjama i gljivama (videti poglavlje 3.2.7 „Mrtvo drvo u gazdovanju šumama“). Ako je prisutna *Rubus* sp., šiblje ili alohtone biljke, treba ih ukloniti pre sadnje ili setve (Slika 3.1.1-4).

Upotrebu teških mašina treba izbegavati kod osetljivih zemljišta, kao što su močvarna područja i mala rečna korita, jer izaziva oštećenje i kompresiju zemljišta.

Izbor šumskog reproduktivnog materijala

Postoje četiri kategorije šumskog reproduktivnog materijala: poznatog porekla, odabran, kvalifikovan i testiran. Genetički kvalitet i kontrola karakteristika veštački obnovljenih sastojina se povećava izborom ovakvog sadnog materijala. Generalno, kvalifikovani i testirani reproduktivni materijal proisteći će iz semenskih plantaža, matičnih biljaka, klonova ili klonalnih testova dok reproduktivni materijal poznatog porekla može biti iz semenskih sastojina i odabranog reproduktivnog materijala sa šumskih površina koje pokazuju vizuelnu superiornost u značajnim karakteristikama.

Kada je to moguće, treba koristiti kvalifikovani ili testirani šumski reproduktivni materijal. Kada to nije moguće, odabrani materijal je poželjniji iz izvora koji je identifikovan. Međutim, kvalifikovani i testirani šumski reproduktivni materijal često je rezultat intenzivnih aktivnosti uzgoja, koje podrazumevaju smanjenje

genetske raznovrsnosti.

Nacionalno zakonodavstvo o poreklu šumskog reproduktivnog materijala koji će se koristiti se mora poštovati u potpunosti.

Izbor vrsta

Različite vrste se preporučuju za veštačku obnovu plavnih šuma, u zavisnosti od staništa. (1) Sastojine vrbe su pionirska vegetacija koja se posebno razvija na obalama reke; povezane su sa većim rekama i često formiraju uzak pojas između rečnog korita i šuma mekih lišćara. Vrbe, obično zauzimaju područja u kojima nedostaje površinska drenaža gde se stvaraju bare. (2) Plavne šume koje rastu na nižim plavnim delovima, higrofilne, vrbe i topole dominiraju šumama i dalje su redovno plavljene. (3) Plavne šume tvrdih lišćara javljaju se na uzvišenim delovima plavnih područja ili bivših plavnih područja u nizijama i širokim dolinama. (4) Prelazne šume uključuju teško transformisane, veštačke sastojine ili intenzivno gazdovane plantaže.

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

Vrsta	Žbunaste vrbe	Meki lišćari	Tvrđi lišćari	Tranzicije
<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 pyraister</i>			X	X
<i>Quercus robur</i>			X	X
<i>Salix alba</i>	X	X		X
<i>Salix fragilis</i>	X	X		X
ostale <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. elaeagnos*, *S. purpurea*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. dafnoides*, *S. fragilis*, *S. petandra*,

Kada je upotreba alohtonih vrsta drveća opravdana i *dozvoljena zakonom, mogu se koristiti i alohtone vrste iz roda Populus sp. i njihovi hibridi, kao i Juglans nigra. Svaku odluku treba pažljivo doneti i dobro isplanirati. Robinia pseudoaccacia i Quercus rubra, su dve vrste koje su česte u plavnim šumama, ponekad su konkurentnije od autohtonih vrsta i njihovo nekontrolisano širenje može dovesti do gubitka biodiverziteta. Iako su crna jova i crni orah važne vrste drveća koje nisu domaće treba izbegavati plantaže ovih vrsta u neposrednoj blizini šumskih rezervata i ugroženih staništa kako bi se sprečila dalja invazija.*

Sadnja novih vrsta drveća u plavnim šumama moguća je samo ako je to dozvoljeno relevantnim zakonima koji se odnose na šumarstvo i zaštitu prirode.

Setva i sadnja

U plavnim šumama setva i sadnja na većim otvorenim prostorima ima bolji uspeh. Veličina prostora za sadnju je ispod 1ha promoviše kolonizaciju invazivne vegetacije. Međutim, u nekim zemljama sadašnji zakoni diktiraju primenu otvorenog prostora za sadnju (što je često premalo za optimalan uspeh).

Sadnju treba sprovoditi između oktobra i marta kada su sadnice potpuno uspavane i najbolje tolerantne na stres izazvan rukovanjem, skladištenjem, transportom i samom sadnjom.

U zavisnosti od rastojanja između sadnica koje se kreću od 2 do 3 m, potrebno je između 1100 i 2500 sadnica za površinu od 1 ha.

Za većinu vrsta plavnih područja, najbolji tip sadnog materijala je 1 + 2, kada su sadnice stare tri godine. Sadnice crne topole i vrbe treba da budu visoke između 2,0 i 4,0 m i zasađene u duboke rupe od 0,8 do 1,0 m.

Ponekad, setva hrasta može biti bolje rešenje nego sadnja zbog manjeg fizičkog rada i postizanja identičnih rezultata. Na ravnim površinama setva žira u proleće specijalizovanom mašinom koja nagće zemljište i seje žir istovremeno se pokazala uspešnom (videti poglavlje 3.1.4 „Prirodna obnova sastojina hrasta lužnjaka setvom žira“). Na brdovitom terenu, setva dva do četiri žira u proleće u male rupe nakon ručne pripreme zemljišta pokazalo se takođe uspešnim.

Uklanjanje korova

Uklanjanje korova oko biljke je neohodno najmanje jednom u toku vegetacionog perioda. Preživljavanje biljaka se povećava sa

svakim narednim uklanjanjem korova. Uklanjanje korova treba sprovesti sve dok biljke ne budu više od okolne vegetacije. Kod topola, uklanjanje korova je potrebno raditi jednom godišnje, 2-4 godine pošto sadnice postanu više od opkolne vegetacije, kako bi se uklonila konkurencija za raspoloživom vodom i hrabljivim materijama, te ubrzao rast stabala.

Orgađivanje

Ograđivanje velikih površina je najbolja mera zaštite sadnica i mladih stabala od brsta. Ogradu treba ubaciti u zemljište dubine najmanje 30 cm kako bi se sprečilo da je uklone životinje. Može da se koristiti i individualna zaštita sadnica (poglavlje 3.2.4 “Kako gazdovati sa divljači i zaštititi šume od oštećenja”).



Slika 3.1.1-3: Veštačka obnova u Sloveniji. A: Rast hrasta lužnjaka u prvoj fazi. B: Potreban je veliki rad kako bi se oslobodile zasadene sadnice crne jove. C: Individualna zaštita evropske crne topole odmah nakon sadnje je neophodna mera za zaštitu sadnica

Izdanačke šume i izdanačke šume sa standardima

Izdanačke šume se često nalaze u plavnim delovima, najčešće su to sastojine topole, vrbe, hrasta, jasena i jove. Izdanačka šuma se zasniva na brznoj obnovi nakon seče drveća, omogućavajući obnovu već nakon par godina.

Izdanačka šuma se vegetativno obnavlja iz izbojaka iz panja i korena. Dovoljno svetlosti mora prodrati do zemlje da bi bila uspešna. Zbog toga treba istovremeno poseći dovoljno velik deo izdanačke šume, odnosno 0,1 do 0,2 ha. Nakon nekoliko proizvodnih ciklusa gubi se izdanačka moć i nije moguća obnova na ovaj način. Topole i vrbe, posebno na siromašnim staništima, često su preguste. Zbog toga se povremeno mora omogućiti priliv novih sadnica proizvedenih generativnim putem. Izdanačka šuma može poslužiti kao koristan način za *in situ* konzervaciju ili, ako je ciljano smanjenje intenziteta gazdovanja.



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

Rezime

Kroz obnovu, šuma se može prilagoditi izmenjenim klimatskim uslovima. Prirodna i veštačka obnova igraju važnu ulogu u održivom šumarstvu plavnih šuma. Prvoj treba dati prioritet, jer omogućava prilagođavanje prirodnom selekcijom i jeftinija je, ali često nije ni moguća u sastojinama umanjene vitalnosti i u nedostatku semena. Tada se koristi veštačka obnova, kroz koju je takođe moguće prilagođavanje izmenjenim uslovima. Izbor vrsta i provenijencije, u skladu sa budućom klimom, neizbežan su korak prilikom veštačke obnove. U šumama je za prirodnu regeneraciju često potrebna ljudska intervencija, regulacijom količine svetlosti, pripremom zemljišta, negom sadnica i zaštitom od životinja, slično kao i za zasađene sadnice.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju sledećim kolegama: Silvija Krajter Ostoić, Markus Sallmannshofer and Marko Kovač na pomoći pri izradi poglavlja.



Stacks of white plastic containers (likely seed trays or pots) are visible in the background. A grey bucket is also present near the stacks.

Large white bags of substrate are stacked on a pallet in the background. One bag has a label that reads "SERRA" and "1000".

A small bag of substrate is on the floor, with a yellow tag attached to it.

A black and white tray or container is visible on the right side of the image, partially obscured by other crates.

Multiple white plastic crates are filled with bags of substrate. The bags are tied with string and some have labels. One label in the foreground reads "M-15".

3.1.2 Podrška adaptaciji šuma izborom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog materijala

Markus Sallmannshofer, Silvio Schöler

Ograničenje nacionalnog prenosa semena i provenijencijskih regiona

Rasprostranjenost šumskih ekosistema u Evropi i Podunavlju, kao i rasprostranjenost vrsta drveća nisu ograničeni nacionalnim granicama. Lokalno prilagođavanje vrsta drveća prati prilično topografske strukture (npr. planinski lanci) i klimatske zone, a zatim nacionalne ili regionalne granice. Međutim, propisi za upotrebu i očuvanje šumskog reproduktivnog materijala razvijeni su uglavnom na nacionalnom, u nekim slučajevima čak i na regionalnom nivou.

Na nacionalnom nivou, priobalne šume često čine samo mali deo šumskih ekosistema u jednoj državi. Ovo dovodi do nedostatka pogodnog sadnog materijala dobro prilagođenog priobalnim šumama kada se bez razmatranja transnacionalne povezanosti priobalnih šuma, šumski reproduktivni materijal može biti regulisan u skladu sa zakonodavstvom, ali netačno pripisan ekološkim uslovima priobalnih šuma. Na primer, šumski reproduktivni materijal nerečnih šuma iste nacionalne provenijencije može biti neprilagođen i generalno neprikladan za sadnju u priobalnim šumama što rezultira nižom stabilnošću šuma, većom stopom zaraženosti štetočinama i nižom otpornošću šuma.

Klimatske promene kao pokretači abiotičkih stresnih faktora

Očekuje se da će klimatske promene rezultirati promenom uslova životne sredine u svim tipovima šuma, uključujući i priobalne. Klimatske promene uključuju ne samo porast temperature, već i promene učestalosti i sezonske raspodele padavina, kao i sve veću učestalost i intenzitet ekstremnih klimatskih događaja, poput oluja, suša i poplava. U južnoj Evropi učestalost suše raste, posebno u proleće i leto, dok se u južnoj i istočnoj Evropi očekuje smanjenje poplava. Kao posledica klimatskih promena, rasprostiranje drvenastih vrsta i šuma se menjaju - prateći promene u njihovoj podobnosti za stanište.

Posledice i interakcije klimatskih promena sa biotičkim stresnim faktorima

Očekuje se da će se uticaj biotičkih faktora povećavati sa

izmenjenim intenzitetom i vrstama štetočina i patogena kao i vrsta drveća. Na primer, više zimske temperature mogu pozitivno uticati na stopu preživljavanja štetočina i bolesti i rezultirati njihovim potencijalnim širenjem opsega, dok se osetljivost domaćina može povećati. Pored toga, očekuje se da će sposobnost prilagođavanja biti veća za štetočine i bolesti nego za drveća zbog bržeg prometa generacije. Slično štetočinama i bolestima, distribucija alohtonih biljaka može se povećati što će rezultirati većim pritiskom na autohtone biljne zajednice.

Zaostajanje u adaptaciji i potpomognute migracije

U poređenju sa drugim organizmima, životni ciklusi drveća su dugi. Dakle, sposobnost prilagođavanja i sposobnost migracije šumskog drveća manja je od brzine klimatskih promena, narušavajući vezu između klime i lokalnih adaptacija. Ovo dovodi u pitanje paradigmu „lokalno je najbolje“. Očekuje se da će se kod mnogih šumskih drveća pojaviti takozvani „zaostatak u adaptaciji“. Očekuje se da će kašnjenje u adaptaciji, uzrokovano brzo promenljivim uslovima životne sredine, dovesti do ozbiljnog problema u šumskim ekosistemima.

Predlaže se veštački prenos šumskog reproduktivnog materijala sa odgovarajućih lokacija kako bi se ubrzali procesi adaptacije i smanjilo zaostajanje u adaptaciji. Ne samo da bi se stopa preživljavanja mogla potencijalno povećati, već postoji i šansa za povećanje performansi u rastu. Stoga se šumarski stručnjaci suočavaju sa izazovom pronalaska dobro prilagođenog sadnog materijala za pošumljavanje budućih šuma.

Uputstvo kako se koriste REFOCuS zone prenosa semena i modeli distribucije vrsta sa promenljivom klimom

Da bi se podržalo planiranje pošumljavanja u priobalnim šumama, razvijeni su modeli distribucije vrsta i zone prenosa semena za zemlje projekta REFOCuS (<http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/refocus/outputs>). Sa klimatskim promenama koje su u toku, ove zone će takođe dinamički promeniti svoj prostorni opseg. Razvijeni alat omogućava menadžerima šuma i zaštite da odaberu šumski reproduktivni materijal koji je pogodan za buduće klimatske uslove datog područja.

Rezultati su dati u vidu prekograničnih karata (opisi i linkovi u dodatku) za sedam vrsta priobalnih stabala prisutnih u Austriji, Hrvatskoj, Mađarskoj, Srbiji i Sloveniji, kao i delovima susednih

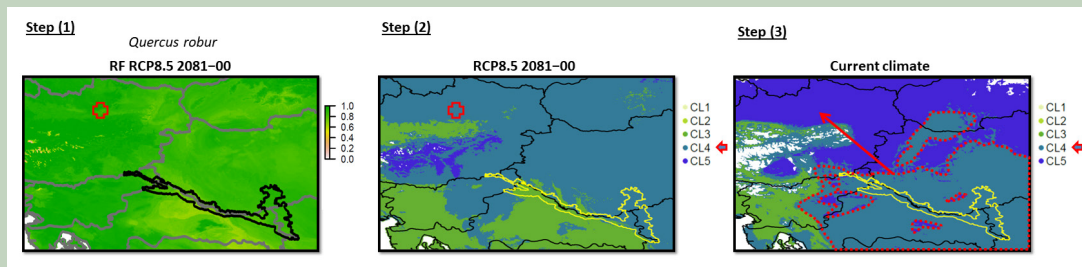
zemalja. Da bi se identifikovao šumski reproduktivni materijal koji će se saditi, u tri koraka treba koristiti dve vrste karata:

1. Treba proveriti buduće klimatske uslove.
2. Ako su uslovi u budućnosti prihvatljivi za te vrste drveća na planiranom mestu sadnje, bira se poreklo semena koje je pogodno za njih. Da bi se pronašlo ovo poreklo, mora se identifikovati zona porekla semena koja će se verovatno pojaviti u budućnosti na mestu setve.
3. Posle toga, karta zone porekla semena koja će se pojaviti u budućnosti na mestu sadnje mora biti smeštena u trenutnoj klimatskoj zoni. Zona porekla semena u trenutnoj klimi predstavlja područje iz kojeg će se nabavljati šumski reproduktivni materijal za setvu.

Dostupni su skupovi mapa kako za ekstremni (RCP 8.5) tako i za umeren scenario klimatskih promena (RCP 4.5).

Primer (A)

Preduzeće za gazdovanje šumama, koje se nalazi u zapadnoj Austriji (crveni krst na mapi, slika 3.1.2-1) suočava se sa propadanjem njihovih glavnih vrsta koje je uzrokovano klimatskim promenama. Nakon provere pogodnosti *Quercus robur* u budućim klimatskim uslovima sa RCP 4.5 i 8.5 za lokaciju parcele (oba sa 0,8-1,0 verovatnoće za tu vrstu), rukovodstvo odlučuje da posadi ovaj *Q. robur* (korak I). Odabrana provenijencija mora biti prilagođena relevantnim klimatskim uslovima koji će se verovatno pojaviti u budućnosti. Prema tome, utvrđeno je da je zona za prenos semena „CL4“ prisutna na lokaciji preduzeća oko 2100. godine (korak II). Konačno, šumski reproduktivni materijal porekla koji već danas pokazuje iste klimatske uslove, pa je sadašnja zona „CL4“ izabrana za prenos (korak III).



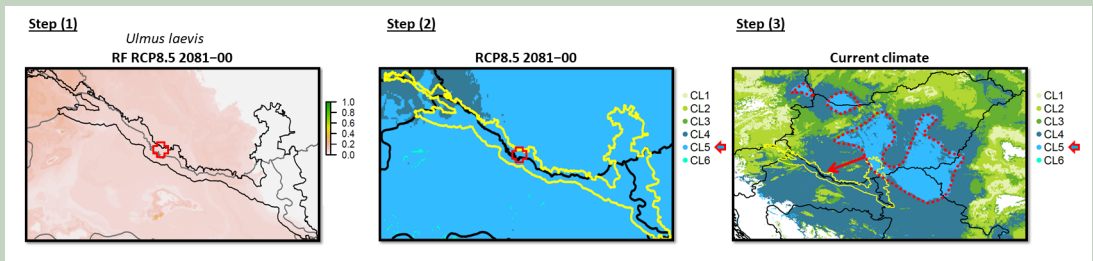
Slika 3.1.2-1: Uzoran prenos prema modelovanim zonama prenosa semena REFOCuS.

Primer (B)

Šumsko preduzeće ima za cilj obnavljanje i očuvanje postojeće vegetacije u Rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav na hrvatsko-mađarskoj granici (crveni krst na mapi, slika 3.1.2-2). *Ulmus laevis* je vrsta od interesa. Trenutni klimatski uslovi su odlični (verovatnoća pojave 0,8-1,0, nije prikazana u nastavku), ali klimatski uslovi i sa RCP 4,5 i 8,5 predviđaju da će lokacija postati manje pogodna za *U. laevis*. Predviđena verovatnoća pojave pod RCP 8.5 je ispod 0,2 (korak I). Ipak, u svrhu očuvanja menadžeri se odlučuju da posade *Ulmus laevis* računajući i na jedno i na drugo

- prirodna sposobnost vrsta drveća da se prilagode budućim uslovima i
- odabir porekla klimatskih uslova koji će se verovatno pojaviti u budućnosti.

Stoga je utvrđeno da je zona za prenos semena „CL5“ prisutna na lokaciji oko 2100. godine (korak II). Konačno, šumski reproduktivni materijal poznatog porekla koji trenutno pokazuje iste klimatske uslove, pa je sadašnja zona „CL5“



Slika: 3.1.2-2: Uzoran prenos prema modelovanim zonama prenosa semena REFOCuS.

Ograničenja

Mape su savremeni alat za podršku praktičarima. Ipak, postoje neka ograničenja koja treba uzeti u obzir prilikom korišćenja mapa:

- Modeli uključuju samo klimatske promenljive. Upravljači šumama moraju uzeti u obzir ostale biotičke i abiotičke faktore na osnovu svog znanja o lokalnim uslovima (npr. Snabdevanje i nivo podzemne vode, zemljište, oluje, štetočine i bolesti...). Publikacija Sallmannshofer et al. (2021) „Modeli distribucije vrsta drveća na celom kontinentu mogu dovesti u zabludu regionalne odluke o upravljanju bez primene lokalnih uslova lokaliteta“ pokazuje poređenje sa regionalnim predviđanjima za Centralnu i Jugoistočnu Evropu sa proširenim setom promenljivih životne sredine.
- Sposobnost vrsta drveća da se prilagode promenljivim klimatskim uslovima je teško kvantifikovati za sve vrste drveća i pojedinačne populacije. Stoga se obim „zaostajanja u adaptaciji“ ne može precizno kvantifikovati. Ipak pažljiv

prenos FRM uzimajući u obzir i navodne negativne efekte (npr. Povećanje osetljivosti na mraz) je za neke vrste drveća najbolja opcija za prevazilaženje zaostajanja u adaptaciji.

- Scenariji klimatskih promena su neizvesni zbog kojih su predviđanja takođe neizvesna.
- Interpolirani i uprosečeni klimatski podaci se možda ne uklapaju u lokalne uslove na (mikro) lokalitetu od interesa ili poreklo koje treba preneti.
- Sadašnja pojava drveća, osnova za treniranje modela, je bila je pod snažnim uticajem ljudi.



3.1.3 Genetička konzervacija za praktičare

Gregor Božič, Marjana Westergren, Marko Kovač

Šumsko drveće mora da se izbori sa raznim abiotičkim (npr. klimatskim) i biotičkim faktorima stresa tokom svog života. Stoga, suština šumske etike koja prati profesionalni rad u šumarstvu mora biti održivo upravljanje šumama, uz dužno poštovanje principa genetičke održivosti. Samo to će osigurati sve trenutne prednosti šume za budućnost. Šumske vrste drveća rastu pod raznovrsnim ekološkim uslovima kojima su se prilagodile putem prirodne (ponekad i veštačke) selekcije. U proseku, šumske vrste drveća imaju visok genetički diverzitet unutar populacije. Ova visoka raznolikost unutar populacije čini šumske zasade otpornijim na razne abiotičke i biotičke faktore stresa, jer genetičke razlike među drvećem mogu da omoguće nekima da prežive i razmnožavaju se, dok drugima to uskraćuju, čime omogućavaju kontinuiranu adaptaciju na nove uslove sredine putem evolutivnih promena.

Genetički diverzitet drveća nije lako posmatrati i kvantifikovati. Obično posmatramo i proučavamo kroz:

- Fenološki diverzitet,
- razlike u rastu,
- oblik debala,
- stepen otpornosti na biotičke i abiotičke negativne efekte,
- alelni polimorfizam (molekularni markeri) unutar i među populacijom.

Očuvanje i održivo korišćenje genetičke raznolikosti šuma je neophodan, ali ne i lak zadatak. U prošlosti (i u većem delu sveta), šuma, ekosistemske usluge koje pruža, i njeni genetički resursi nemaju mnogo vrednosti u praksi. Globalno, glavne pretnje šumskim genetičkim resursima su:

- šumarska industrija koja koristi materijale sa uskom genetičkom osnovom,
- gubitak staništa usled gubitka šuma, fragmentacije, urbanizacije i požara,
- zamena autohtonih šuma sa plantažama drveća koje nisu autohrone,
- neprikladna i nekontrolisana upotreba šumskog reproduktivnog materijala,
- gubitak lokalnih i autohtonih populacija,
- invazivne vrste,
- klimatske promene.

Međutim, brzina klimatskih promena i njeni nepredvidivi obrasci u lokalnim razmerama nalažu, kao meru predostrožnosti, očuvanje genetičkog diverziteta i njihovu elastičnost, uključujući adaptivni



Slika 3.1.3-1: Crna topola (*Populus nigra*) u *in-situ* konzervacijskoj jedinici i semenskoj sastojini u Hrvatskoj.

potencijal šuma. Ove teme postaju jedan od najvažnijih zadataka šumske nauke, politike i prakse.

Regeneracija šuma je ključna faza u prosleđivanju genetičkih informacija starih sastojina na nove. Međutim, šumski genetički resursi mogu biti ugroženi uprkos prirodnoj regeneraciji, u zavisnosti od korišćenih šumarskih praksi i broja drveća koje prenosi svoje gene na sledeću generaciju. Ponekad je potrebna veštačka regeneracija da bi se sastojina obogatila novim genetičkim varijantama. Kada se bira provenijencija očuvanje genetičkog diverziteta i stabilnosti moraju biti prioritet. Šumski reproduktivni materijal iz programa oplemenjivanja ima superiorni kvalitet rasta, ali je često smanjenje genetičke varijabilnosti. S druge strane, genetička varijabilnost se obično povećava u semenskim sastojinama, gde je više zastupljeno unakrsno oprašivanje i razmena gena među drvećem. Nova oblast koja se sve više razvija je oplemenjivanje u cilju povećane otpornosti na bolesti kao što je to slučaj kod sušenja jaseana. Rezervoar velikog genetičkog diverziteta mora postojati, da obogati programe oplemenjivanja novim genetičkim varijetetima, kada se pojave novi faktori stresa.

Genetički resursi mogu biti očuvani putem statičke i dinamičke konzervacije, *ex situ* ili *in situ*. Prihvaćeno je mišljenje da je dinamička *in situ* konzervacija u takozvanim jedinicama za očuvanje gena najpogodnija za održavanje evolutivnih procesa u populacijama drveća, a samim tim najpovoljnija i za adaptivni potencijal šumskog drveća. Jedinice za očuvanje gena su šumske sastojine koje su se prilagodile specifičnim uslovima životne sredine ili imaju različite karakteristike. Obično se nalaze u šumama kojima se upravlja za višestruku upotrebu, zaštićenim područjima ili semenskim sastojinama, te njihovo upravljanje ima za cilj održanje i poboljšanje dugoročnog evolucionog potencijala ovih drvnih populacija. Obično se regenerišu prirodno, a povremeno takođe sa šumskim reproduktivnim materijalom prikupljenim na istim sastojinama ili u njihovoj blizini, odnosno u istoj



Slika 3.1.3-2: Biljna proizvodnja crne topole (*Populus nigra*) u Hrvatskoj iz semena.

populaciji (Slika 3.1.3-1).

Statička *ex-situ konzervacija* sastoji se uglavnom od kolekcija i živih arhiva, npr. kolekcija klonova, semenskih plantaža i provenijencija i testova potomstva, osnovanih izvan šuma. Takve kolekcije i arhivi su često obeleženi i ograđeni na način da se spreči neovlašćen pristup (Slika 3.1.3-2).

Izdvajanje semenskih sastojina i proizvodnja šumskog reproduktivnog materijala (ŠRM) mora da teži ne samo ekonomskim interesima (npr. za poboljšanje kvaliteta drveta) već i održavanju genetičkog diverziteta i poboljšanju otpornosti populacija šumskog drveća. Stoga, dovoljan broj reproduktivnih stabala (dominantna i ko-dominantna stabla koja cvetaju i oprašuju jedni druge) mora biti prisutan u semenskoj sastojini te da budu na dovoljnoj udaljenosti da bi se izbegle ukrštanje u rodstvu (inbreeding). Pored razmnožavanja drveća, ŠRM treba sakupiti i sa dovoljnog broja drveća kako bi se osigurala adekvatna genetička varijabilnost. Poreklo ŠRM takođe igra važnu ulogu. Upotreba lokalnog ŠRM se i dalje smatra najpoželjnijom, ali za više informacija pogledajte i poglavlje 3.1.2 "Podrška adaptaciji šuma izborom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog materijala".

Praktične mere pri konzervaciji šumskih genetičkih resursa u poplavnim područjima

Razvoj poplavljenih šuma je uslovljen vodom. U neposrednoj blizini vodenih tokova, šume su izložene svakodnevnim oscilacijama tekuće vode, neprekidnom kretanju materijala i produženim plavnim periodima. Suprotno tome, šume koje se nalaze dalje od vodenog toka su manje ometane; poplave i kretanje materijala su sezonski, a podzemne vode imaju ogroman uticaj. U zavisnosti od udaljenosti od vodenog toka, drveće je razvilo različite strategije prirodne regeneracije. Tamo gde dolazi do svakodnevnih fluktuacija, vegetativna propagacija (od samog drveta ili spranog biljnog materijala) je najefikasnija usled velikih smetnji. Seksualna reprodukcija preko semena se obično javlja u oblastima manje izloženim stalnim fluktuacijama vode. Usled šumskih poplava i otežane regeneracije šuma, preporučuju se sledeće mere za očuvanje šumskih genetičkih resursa:

- Obnova izdanačkih šuma pionirskim vrstama koje rastu direktno duž vodenih toka treba da bude postepena.
- Obrazovanje sastojina treba da se zasniva na uklanjanju oštećenog i nevitalnog drveća ili njihovih delova. Sve autohtone vrste vrbe (*Salix* sp.), topole (*Populus* sp.) i jove (*Alnus* sp.) treba podržati.
- U izdanačkim šumama treba izbegavati sečenje drveća iznad određenog prečnika debla, s obzirom da se na taj način uklanja najvitalnije i najkvalitetnije drveće, a samim tim i genetička

varijabilnost ovih stabala unutar sastojine. Siromašna i manje vitalna stabla bi, međutim, trebalo da budu uklonjena, dok bi kvalitetna i vitalna trebalo da budu ostavljena da puste seme i razmnožavaju se.

- Tamo gde je prirodna obnova moguća, treba je podržati i sprovesti kroz stvaranje ne-homogenih svetlosnih uslova putem seče stabala odraslih. Ako su prisutne vrste drveća koje vole sunce, potrebno je obezbediti dovoljnu količinu svetlosti kako ni se izbegao tzv. plagiotropski rast (npr. u hrastu). Dok se brine o sastojini, pionirska vrsta drveća bi trebalo da bude iskorišćena.
- U oblastima gde je prirodna regeneracija poremećena, treba koristiti obogaćivanje ciljane vrste drveća lokalnih porekla. Da bi se sprečila fragmentacija sastojina sa poplavama, treba uzeti u obzir odgovarajuću minimalnu širinu i površinu sadnje.
- Tamo gde je prirodna obnova šuma planirana ili u toku, treba sprečiti ispašu stoke i ovaca. Gustina populacije takođe bi trebalo da bude regulisana, kako bi se omogućilo uspostavljanje dovoljne količine mladica po hektaru. Ako se to ne može osigurati, obnova bi trebalo da se odvija unutar ograđenih oblasti.
- U vreme obnove (i na drugi način) treba sprečiti uspostavljanje invazivnih biljaka (poglavlje "Upravljanje alohtonim vrstama").
- Duž vodenih tokova, žbunje i druge biljke koje čine staništa za životinje treba ostaviti da raste. Ukoliko je primećeno prisustvo dabara, vrste mekog drveta (*Salix* sp., *Populus* sp., *Alnus* sp.) treba posaditi ili ostaviti duž vodenog toka da bi se izbegla oštećenja.

Kad god se koristi sadnja, potrebno je obezbediti odgovarajuće rukovanje šumskim reproduktivnim materijalom. Na primer, uprkos visokim finansijskim troškovima za pripremu zemljišta, sadnju, zaštitu prilikom sadnje, radovi mogu biti uzaludni ako zasađeno drvo neće moći dobro da opstane i lepo raste u svojoj zasađenoj sredini ili ukoliko neće biti prilagođeno budućim uslovima.

Rezime i sažetak

Očuvanje i zaštita šumskih genetičkih resursa ne isključuje gazdovanje šumama; to samo znači da svaka mera mora biti razmotrena imajući u obzir njene efekte na genetički diverzitet i strukturu populacija. Ukoliko se tako ne postupi, gazdovanje šumama može imati dugotrajne negativne posledice na genetičke resurse.

Preporuka sajta

EUFORGEN: www.euforgen.org



3.1.4 Prirodna obnova sastojina hrasta lužnjaka setvom žira

Gyula Kovács, Markus Sallmannshofer

Uvod

Prirodna obnova hrastova je veoma povoljno rešenje sa ekološke tačke gledišta i stanovišta očuvanja prirode. Ekonomska prednost ovog metoda je u tome što se koristi lokalni reproduktivni materijal, što je prilično jeftino. Osnovna mana je to što nema dovoljno žira svake godine. Zbog klimatskih promena u poslednje vreme teško je odrediti pravi momenat za obnovu šuma što je rezultiralo da suše postanu učestalije i intenzivnije. U slučaju hrasta lužnjaka, još važniji faktor je smanjenje nivoa podzemnih voda. Važan preduslov za dobar rod žira je i veličina krune drveta kako bi se proizvela odgovarajuća količina žira. U slučaju male krune, povoljni uslovi na terenu su uzaludni ako ne postoji adekvatan potencijal prinosa. Ovo mora biti uzeto u obzir tokom tržišnog upravljanja akcijama.

Nadalje, velika kompeticija među populacijama, mala potražnja za hrastom lužnjakom, jaka kompeticija korova i kompeticija invazivnih biljnih vrsta (*Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*) znatno otežavaju prirodnu obnovu.

Nedostatak žira se može nadoknaditi takozvanom “podsejavanjem”, koja oponaša prirodnu obnovu. Prednost ove metode je u tome što reproduktivni materijal sa boljim genetičkim svojstvima može biti upotrebljen. To povećava vrednost šumskih akcija, ali ova tehnika je skuplja od prirodnog prirasta.

Na primer u Mađarskoj, u plavnim postojinama, hrast se gotovo isključivo obnavljao veštački u prošloj i sadašnjoj praksi, sadnjom ili setvom žira. Ovo poslednje je poželjno u šumarskoj praksi jer se izbegavaju troškovi proizvodnje sadnica i negativni efekti šoka presadnje. Međutim, nije moguće svake godine dobiti adekvatnu količinu i kvalitet žira, a sadnju sadnicama je lakše planirati. Setva žira je praksa vekovima. Danas je svest o pravilnom izboru šumskog reproduktivnog materijala koji odgovara ciljevima gazdovanja, posebno budućim uslovima životne sredine, mnogo veća.

Upravljanje prirodnom obnovom

U plavnim sastojinama hrasta prirodna obnova je zahtevan i ozbiljan profesionalni izazov. Period trajanja obnove je

određen velikim zahtevima sadnica hrasta lužnjaka prema svetlšću. Prirodno nastali podmladak stoga može biti u zaseni 1-2 (maksimalno 3) godine, ali samo uz značajno smanjenje pokrovnosti, koji treba da iznosi do oko 50%. Takođe nije preporučljivo odlaganje poslednje seče preostale sasatojine jer postoji opasnost od intenzivnog razvoja izbojaka na preostalim stablima.

Koraci za uspostavljanje prirodne obnove šuma

Priprema sastojina za urod žira. Smanjenje pokrovnosti: uklanjanje jedinki sa malim krunama, sa lošom genetičkom predispozicijom, potisnute i loše formirane jedinke kako bi se izbegla njihova reprodukcija. Ako je prisutan gust sloj drveća ili žbunja, mora se delimično iseći da bi se omogućilo uspostavljanje obnove.

Nakon *pojave* ponika potrebno je postaviti puteve za izvoz drveta, nakon čega sledi konačna seča u roku od 1-2 (3) godine.

Za sadnju se koriste sadnice iz šumskih rasadnika. Ovde je moguće uključiti i ostale vrste, ali se one često prirodno pojavljuju i nadržavaju već u početnoj fazi. Dinamiku rasta treba pratiti i uključiti u planiranje prostorne raspodele različitih vrsta unutar jedne sastojine (videti poglavlja 3.2.6 “Gazdovanje zasadima topola uz očuvanje diverziteta” i 3.2.2 “Optimizacija proizvodnje drveta visokog kvaliteta u sastojinama tvrdih lišćara”).

Suzbijanje korova je potrebno vršiti 3-4 godine. Ovo se obično radi mehanički, a ponekad je hemijski tretman jedina šansa za uspešnu kontrolu korova i drugih stranih biljaka. Takvi problemi nastaju naročito na vlažnim mestim sa sve većom pojavom stranih vrsta (npr. *Impatiens glandulifera* kod Mure i Drave). Posebno je važno ukloniti invazivne vrste drveća (npr. *Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*; poglavlje 3.2.5 “Upravljanje alohtonim vrstama”). Obnova ovih vrsta drveća pojavljuje se u velikom broju na nekim mestima (npr. Dunav Gemenc), što čini prirodnu obnovu hrastova nemogućim ili se može postići samo uz velike troškove.

Prirodne metode obnove šume

- **Jednokratna (čista seča) obnova: u slučaju velikog uroda** žira sa sečom 2-3 godine nakon pojave obnove.
- **Postepena obnova (“seča pod zasenom”):** kontinuirana metoda u više koraka, primenljiva na homogena debla, ovo je najčešća procedura u velikim hrastovim sastojinama kao što je pronađeno u Slavoniji, Hrvatska.
- **Grupna obnova:** Može se koristiti u heterogenim sastojinama i ima najduže trajanje. Međutim, kod ove

metode teško je postići zahteve za svetlošću hrasta lužnjaka. Ovaj metod stvara strukturni diverzitet i omogućava menadžerima da uključe i druge vrste drveća kontrolišući raznovrsnost svetlosnih uslova.

- **Obnova progala:** Slična je grupnoj obnovi, ali u manjem obimu, do jedne dužine stabla. Jednom kada obnova unutar razmaka bude stara 2-3 godine, razmak se širi u skladu sa rastom obnove.



Slika 3.1.4-1: a) U seči pod zasenom plus stabla hrasta ostaju u šumskoj sastojini za proizvodnju žira do konačne seče, b) Kombinovano hrastovo deblo dužine 23,4 metara ispred sistema za seču pod zasenom u poslednjoj fazi sečenja.

Praktična primena

Duž Drave na mađarskoj strani, oprobana metoda koja se primenjuje kada velik urod žira je takozvana oplodna seča. Čista seča se obavlja zimi odmah posle seče žira. Cilj ovoga je da se uhvati velika količina obnove koja neće biti u senci matičnog drveća na ovaj način.

U slučaju normalnog useva žira, smanjenje zatvaranja krošnji (postepena obnova) od 40-60% obavlja se u godini sakupljanja žira. Istovremeno, vrste tolerantne na hlad, podstojni sprat drveća i sloj žbunja se uklanjaju pre nego što se konačno sečenje obavi u roku od najviše 2 godine. Minimalna gustina potomaka za adekvatnu obnovu je 3-4 biljke po kvadratnom metru. Ako nije zabranjeno, hemijska kontrola korova u godini useva žira može značajno da podrži obnovu šume.

Podsejavanje

Procedura je hibrid između prirodne i veštačke obnove šuma. Ovim postupkom, slab urod žira može se dopuniti do 300-400 kg/ha žira. Prednost ove metode je u tome što se uspostavlja obnova sa boljim genetičkim kvalitetom žira od postojeće šumske sastojine. U slučaju setve u linijama kontrola korova može da se mehanizuje. Očekivana gustina sadnice je takođe 3-4 biljke po

kvadratnom metru.

Veštačka obnova setvom žira

Na plavnim hrastovim sastojinama, veštačka obnova je tipična praksa gde se primenjuje sadnja sadnica ili setva žira na velikim površinama (videti poglavlje 3.1.5 „Dodatno obogaćivanje, obnavljanje i podizanje hrastovih sastojina veštačkom obnovom „). Setva je poželjna kada ima dovoljno žira na raspolaganju; stoga je u Austriji sadnja (po mogućstvu u grupama) česta pojava. Veštačka obnova hrasta količinom od 300-400 kg/ha žira, nakon kompletne ili delimične pripreme zemljišta mehaničkim ili ručnim sejanjem sa razmakom reda od 1,5-1,8 m pokazala se uspešnom u Mađarskoj. Zemljište se priprema plugom ili mulčerom da podrži pojava ponika.

Ostali problemi i preporuke

Poslednjih godina, klimatski uslovi kao što su sušne zime praćene sušama u toplom aprilu i avgustu inhibiraju obnovu. U prvim godinama posle klijanja, izuzetan problem predstavlja pepelnica. Pretpostvalja se da infestacija starih hrastova od strane severnoameričke hrastove stenice (*Corythucha arcuata*) utiče na proizvodnju semena (Slika 3.1.4-3; poglavlje 3.3.1 “Šumske štetočine i bolesti u svetu koji se menja: značaj njihovog ranog otkrivanja”). Kontrolu pojave gundelja je najbolje uraditi veštačkom obnovom. Nakon uklanjanja preostalih panjeva stare sastojine, zemljište se može potpuno pripremiti, a hemijska



Slika 3.1.4-2: Podmladak hrasta lužnjaka oštećen od strane hrastove pepelnice (*Erysiphe alphitoides*, listovi levo) i hrastove mrežaste stenice (*Corythucha arcuata*, listovi desno)

dezinfekcija zemljišta može se izvršiti okretanjem gornjih slojeva pri dubini od 30-50 cm. Ubrizgavanjem insekticida u zemljište je obično manje uspešno, može se primeniti u obnovi sa povećanim i već приметnim oštećenjima. Jedan od najvažnijih problema je negativan uticaj divljih životinja na obnovu. Glodari i papkari takođe mogu napraviti ozbiljna oštećenja prilikom obnove. Trenutno se od papkara i divljači šume mogu efikasno braniti samo izgradnjom ograda (poglavlje 3.2.4 “Kako gazdovati sa divljači i zaštititi šume od oštećenja”). Ipak, u većini oblasti i nezavisno od primenjene tehnike obnove, ograđivanje divljači je apsolutno potrebno za uspešno pošumljavanje.

Rezime

Obnova hrasta zahteva da razvijeno šumarsko znanje i praktične veštine. I u veštačkoj i u prirodnoj obnovi, usled nadzemne kompeticije korova i *invazivnih drvenastih vrsta* (*Acer negundo*, *Fraxinus pennsylvanica*, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*) neophodno je korov kontinuirano uklanjati i neophodna je jaka zaštita, kako bi se podržala obnova hrastovih sastojina. Već poznati i novi specifični problemi čine ovaj pristup još komplikovanim i skupljim. Svakako, na raspolaganju su nam znanja i iskustva o tome kako se ova vrsta pravilno obnavlja.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju kolegama Lajos Gyergyák i Zoltán Puskás na pomoći prilikom izrade poglavlja.





Slika 3.1.5-1: Grupimična sadnja 18-25 sadnica *Quercus robur*, sa razmakom od 1 m se danas široko koristi u Austriji.

3.1.5 Dodatno obogaćivanje, obnavljanje i podizanje hrastovih sastojina veštačkom obnovom

Silvio Schüller, Hannes Schönauer, Werner Ruhm, Gyula Kovács

Priobalne šume, one kojima upravlja i one kojima ne upravlja čovek su konstantno podložne promenama. U priobalnim područjima, kojima čovek ne upravlja promene se dešavaju izmenom vodnog režima, plavljenjem i izmeštanjem vodotokova što može rezultirati pojavom praznih kanala i muljeva na područjima prethodnih vodotokova. Upravo zbog toga, prethodna staništa mekih lišćara nisu odgovarajuća većini karakterističnih pionirskih vrsta i prolaze promenu u zajednice tvrdih lišćara. Ljudske regulacije vodotokova su ubrzale ovaj proces. Danas, mnoge šume mekih lišćara su izolovane od rečnih staništa i obe, autohtone i plantažne vrste mekih lišćara doživljavaju slabiju vitalnost i postaju neprikladne u modifikovanim staništima. Dodatno, invazivne alohtone vrste drveća, kao i bolesti i štetočine su dodatni izazovi za ove vrste ugrožavajući ekosistemske usluge koje pružaju priobalne šume.

Hrast lužnjak, karakteristična vrsta priobalnih šuma tvrdih lišćara pokazuje dosta jaku otpornost na bolesti i štetočine i zbog toga je okarakterisan kao glavna targetirana vrsta za poboljšanje ekoloških i ekonomskih vrednosti priobalnih šuma. Ipak, prirodno razmnožavanje hrastova zavisi i od prisutnosti starijih sastojina u blizini, dovoljnog broja semena, kompeticije sa ostalom vegetacijom kao i od načina gazdovanja šumama. Stoga, veštačke sastojine hrasta će možda biti neizbežna opcija i za restoraciju šuma tvrdih lišćara i u područjima konzervacije i tokom stvaranja sastojina za proizvodnju visokokvalitetnih sadnica. Tipično gazdovanje hrastovim šumama je produkcija 60-80 trupaca visokog kvaliteta najmanjeg prečnika od 60 cm u visini grudi za 80-150 godina. Proizvodnja takvih stabala zahteva visoku gustinu u početnom stadijumu rasta i razvoja da bi se negovalo prirodno smanjenje razgranatosti, i dostigla dovoljna visina čistih trupca.

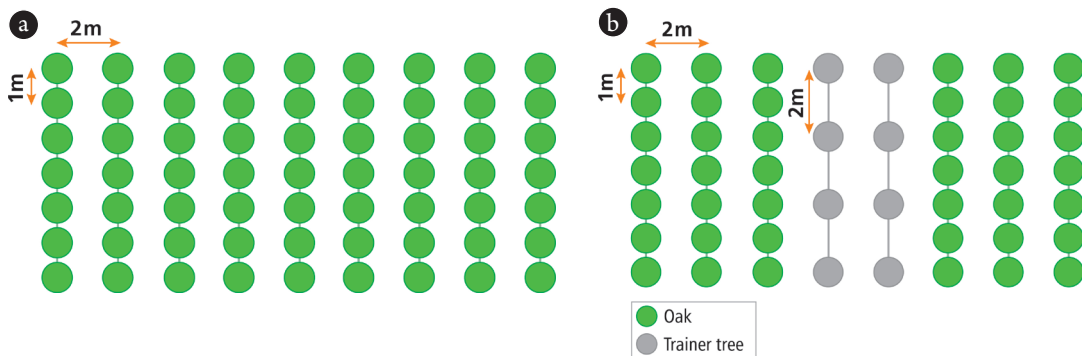
Da bi se takva sastojina realizovala, veštačka regeneracija hrasta se može sprovesti u dva oblika sadnje: sadnja u redove sa visokom gustinom sa najmanje 5000 sadnica po hektaru ili grupnom/klasterskom sadnjom sa 60-80 grupa sa 25 sadnica se sadni na hektar sa razmakom od 10-13 m. Razmak između grupa približno oslikava buduću željenu razdaljinu između da bi se omogućio optimalan razvoj krošnje. Oba načina sadnje imaju prednosti i mane, i izbor načina sadnje mora biti u skladu sa karakteristikama

područja sadnje i mogućnosti upravljanja. Treći način regeneracije je takozvana gnezdo sadnja, gde se 20-30 sadnica sade veoma blizu, sa razmakom od oko 0,2 m. Gnezdo sadnja, je pokazalo slabiju stopu preživljavanja sadnica, rasta i kvaliteta. Stoga, se ne može preporučiti s obzirom na prethodna loša iskustva tokom poslednjih decenija.

Sadnja u redove

Sadnja u redove je konvencionalniji način sadnje. U ovom slučaju, sadnice se sade u redove sa razmakom od 1-2 m između redova i 1 m unutar reda. Prethodno je razmak između redova bio 1 m što je rezultiralo brojem od 8000-10.000 sadnica po hektaru, dok je međuredna sadnja sa razmakom od 2 m pokazala da garantuje dovoljan kvalitetan razvoj i zato se koristi u velikoj meri tokom poslednje decenije. Tokom sadnje u redove, hrast može da se kombinuje sa pratećim vrstama kao što je grab (*Carpinus betulus*) ili sa drugim vrstama koje tolerišu senku. U tom slučaju, 3 reda hrasta treba da prate 2 reda pratećih vrsta, da bi se omogućila odgovarajuća kompeticija.

Sadnja u redove ima prednosti u slučaju kad se radi o velikim površinama i održavanju, zbog toga što razmak između redova od 2 m dozvoljava efektivno uklanjanje korova sa malim mašinama i tako smanjuje troškove održavanja. Ovo je naročito važno u priobalnim šumama gde već postojeća kompetitivna vegetacija lako preraste sadnice hrasta koje zahtevaju dosta svetlosti. Takođe, ukoliko je redukcija korova rađena ručno, redovi hrasta mogu lako da se identifikuju od strane radnika što rezultira malim gubicima sadnica.



Slika 3.1.5-2. Dva načina sadnje za hrastovu sadnju u redove. Sa leve strane: čisto pošumljavanje hrastom; Desno: sastojina hrasta sa pratećim vrstama drveća koje su tolerantne na senku, koje bi trebalo da imaju slabiju kompeticiju u odnosu na hrast.

Grupna ili klaster sadnja

Ovaj način sadnje podrazumeva sadnju sadnica hrasta, za potrebe pošumljavanja, na mesta gde je potencijalno buduće, odnosno targetirano, drvo potrebno. Prostorna distribucija grupa zavisi od razmaka između lokacija planiranih jedinki, a obično je 10-13 m. Svaka grupa se sastoji od 20-25 sadnica sa razmakom od 1 m. Grupe mogu biti u obliku kvadrata ili u 2-3 kruga sa rastućim prečnikom. Ovo drugo se često naziva klasterskom sadnjom. U slučaju klasterseke sadnje, dodatni krug sa pratećim vrstama se preporučuje.

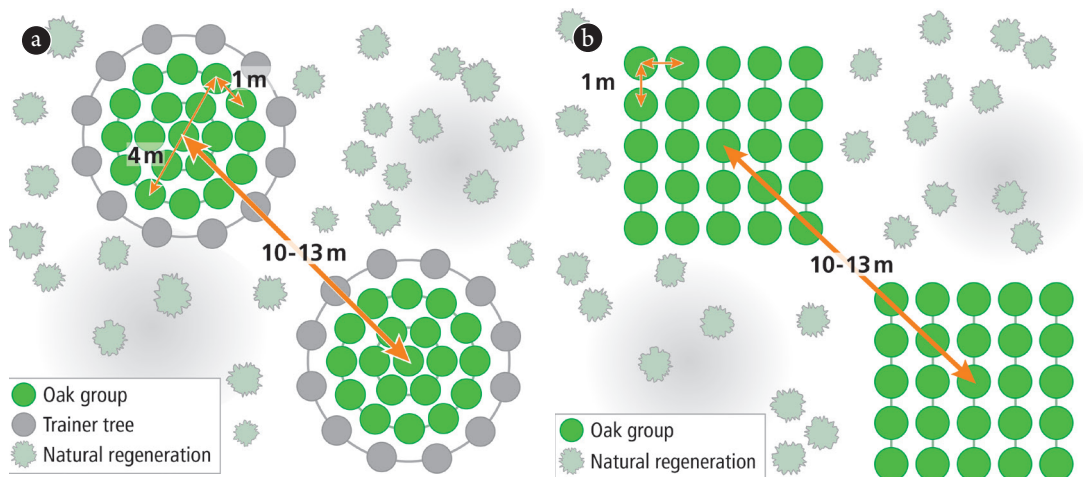
Prateće vrste, tolerantne na senku se mogu saditi između klastera i/ili grupa. Ipak, ako prirodna regeneracija jedne ili više vrsta je moguća, mogu služiti kao buduće prateće vrste.

Prednosti grupne ili klaster sadnje su sledeće:

- Grupe hrastova i potencijalno targetirano drveće se nalaze tamo gde su neophodni, omogućavajući pošumljavanje takodje i na malim i srednjim površinama
- Zbog malog razmaka među hrastovima kvalitet, rast i razvoj, kao i stopa preživljavanja je sličan ili čak bolji u odnosu na sadnju u redove, kao što su pokazale uporedne analize u Centralnoj Evropi.
- Manja cena koštanja zbog manje količine sadnica (1500/ha) kao i zbog kontrolisanja korova samo u okviru grupa ili klastera.
- Idealna za naknadna pošumljavanja da bi se povećala raznovrsnost vrsta u obezbedila potpuna iskorišćenost prirodne regeneracije bez gubitka produktivnosti.

Mane gupne sadnje su minimalne i podrazumevaju:

- Zahteva striktnu kontrolu kompeticije u okviru kontaktne linije grupe hrastova sa delovima prirdone regeneracije šume da bi se izbeglo preovladavanje drugih vrsta nad hrastom.
- Kontrolisanje rasta korova zahteva više ručnog rada kao i sposobnu i voljnu radnu snagu da bi se mogle identifikovati grupe hrasta i izbeći gubitak sadnica. Stoga, svaka sadnica ili bar vanjski red grupe ili klastera treba biti obležen da bi se lakše identifikovale sadnice tokom tretiranja korova.



Slika 3.1.5-3. Dva načina sadnje za sadnju hrasta u grupama (levo) ili klasterima (desno). Ukoliko je moguće, prirodna regeneracija treba biti iskorišćena da se popuni prostor između grupa/klastera hrastova. Ipak, ukoliko to nije moguće umesto prirodne regeneracije bilo koja vrsta drveća tolerantna na senku ili više njih se može saditi uz manju gustinu sadnica.

Zaključak i rezime

Veštačka regeneracija hrasta je važna tehnika za obnovu hrastovim šuma za konzervaciju i proizvodnju visokokvalitetnih hrastovih trupaca. U zavisnosti od uslova staništa i mogućnosti upravljanja, oba načina sadnje, u redove i grupna sadnja mogu se uspešno primenjivati. Oba načina sadnje zahtevaju, kao i tokom prirodne regeneracije hrasta, kontinuirano uklanjanje korova i invazivnih vrsta kao i zaštiti u procesu kompeticije. Prednost grupne ili klusterske sadnje jeste u tome što zahteva manje ekonomskih sredstava, kao i integracija prirodne regeneracije što rezultira većom raznovrsnošću vrsta. Stoga, grupna sadnja je takođe preferirano rešenje da bi se obogatile postojeće šume sa hrastom ili potencijalno nekom drugom vrednom vrstom.



3.2 Upravljanje šumama i konzervacijom

3.2.1 Ciljevi upravljanja biodiverzitetima i konzervacijom

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

Ugroženost biodiverziteta u plavnim šumama

Biodiverzitet je varijabilnost među živim organizmima uključujući terestrične, morske i druge vodene ekosisteme i ekološke komplekse čiji su deo; to uključuje raznolikost unutar i između vrsta ili ekosistema. Plavne šume pružaju višestruke ekosistemske usluge i staništa koja čine veliki deo terestričnog biodiverziteta u Evropi. Međutim, biodiverzitet plavnih šuma je ugrožen. Glavne pretnje plavnim šumama su degradacija staništa, klimatske promene, regulacija reka i invazivne vrste (poglavlje “Značaj i pretnje riparskim šumama”).

U cilju prevazilaženja globalne krize biodiverziteta 21. veka, šumski biodiverzitet označen je u internacionalnim, regionalnim i lokalnim strategijama. Naime, Strateški plan Ujedinjenih nacija za šume 2030. godine u delu Global Forest Goal 2 predviđa doprinos svih vrsta šuma u povećanju očuvanja biodiverziteta do 2030. godine. Održivo upravljanje šumama, koje poštuje genetički biodiverzitet i biodiverzitet vrsta kao i sve ekosistemske usluge, ključno je sredstvo za postizanje tog cilja. U ovom poglavlju predstavljene su mere za očuvanje i promovisanje biodiverziteta u plavnim šumama (Slika 3.2.1-1).

Indikatori biodiverziteta

Očuvanje biodiverziteta jedan je od ključnih ciljeva održivog gazdovanja šumama. Preduslov za njegovo integrisanje i gazdovanje šumama je poznavanje stanja biodiverziteta, koje se može dobiti monitoringom. Monitoring biodiverziteta je izuzetno zahtevan i skup, naročito za retke vrste i staništa. U Evropi, pod pokroviteljstvom procesa Evropske šume, biodiverzitet u okviru održivog gazdovanja šumama periodično se prati kroz održavanje, očuvanje i poboljšavanje biološke raznolikosti u šumskim ekosistemima. Ovaj kriterijum uključuje 10 indikatora: raznolikost drvenastih vrsta, regeneraciju, prirodnost, introdukovane vrste drveća, uginulo drveće, genetske resurse, fragmentaciju šuma, ugrožene šumske vrste, zaštićena područja i uobičajene vrste šumskih ptica. Podaci se prikupljaju Nacionalnim inventurama šuma, na unapred definisanoj kvadratnoj mreži stalnih oglednih



Slika 3.2.1-1: Biodiverzitet se može izraziti kao bogatstvo vrstama, ali i kao raznolikost staništa, predela i genetičke raznovrsnosti

površina na standardizovan način. Pošto su plavne šume male po površini, nema mnogo tačaka koje opisuju stanje biodiverziteta u njima.

Rizici za biodiverzitet u plavnim šumama u okviru prekograničnog Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav

Plavne šume u zaštićenim oblastima u okviru Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav su staništa za nekoliko zaštićenih i ugroženih biljnih i životinjskih vrsta. Ekološki neodržive prakse gazdovanje šumama, invazivne vrste, promena klime, građevine i nedostatak saradnje između različitih donosioca odluka predstavljaju rizik za biodiverzitet ovih šuma.

Intenzivni šumski zasadi kao što su čisti zasadi topola menjaju kvalitet staništa i biodiverziteta. Proseke velikih razmera dovode do brzog i velikog gubitka staništa, biljaka i životinja i stoga imaju znatan uticaj na biodiverzitet. Sa stanovišta zaštite prirode, visoka raznolikost autohtonih vrsta (biljaka i životinja), njihova starost i prirodni procesi su važni i treba da budu podržani šumarskim praksama.

Mere očuvanja biodiverziteta

Adaptivno gazdovanje šumama

Sistemi gazdovanja značajno utiču na biodiverzitet. Zasadi jedne vrste obezbeđuju neprekidno zatvoren sklop koji je važan za mnoge organizme koji zavise od zasene u šumi i rezultira neravnomernom strukturom na nivou sastojine. Mešoviti zasadi daju mogućnost kontrole dostupnosti svetlosti i uključivanje mnoštva različitih vrsta drveća i žbunja. Sanitarna seča obično generiše ravnomerno mlade šume. Ona uklanja velike delove združene krošnje i ima efekat koji je sličan onom koji nastaje tokom prirodnih nepogoda kao što su šumski požari ili vetroizvale. To može dovesti do brzih promena staništa, razvoja uniformnog staništa u dužem vremenskom periodu, iskorišćenja hranljivih materija i brže mineralizacije humusa. Zato je važno razmotriti prostorni raspored i veličine jedinica za gazdovanje kako bi se stvorile sastojine različitih starosnih struktura za održavanje populacije ugroženih vrsta.

Ekonomski i ekološki profitabilni oblici održivog gazdovanja treba da se kreiraju i za plavne šume. Opcija može biti konverzija postojećih zasada u poluprirodne šume sa kontinuiranim šumskim pokrivačem sadnjom autohtonih ili alohtonih, neinvazivnih vrsta drveća kojima će odgovarati buduća klima. Razvojem novih tehnika upotreba pesticida mogla bi biti smanjena. Posebnu pažnju treba posvetiti pravičnim merama kompenzacije za vlasnike šuma kada zaštita biodiverziteta postane primarni cilj upravljanja. To bi moglo da se postigne konstantnom saradnjom između službi za gazdovanje šumama i službi za zaštitu prirode.

Obezbediti horizontalnu i vertikalnu strukturalnu heterogenost

Strukturalna heterogenost se odnosi na diferencijaciju u prsnom prečniku (dbh) i visini drveća. Njime se obezbeđuje uspostavljanje raznovrsnost strukture šuma sa drvećem različitih dimenzija i uzrasta. Povećanje strukturne heterogenosti je važno sredstvo za uspostavljanje stabilnih šuma koje su otporne na prirodne opasnosti. Heterogenost stvara ekološke niše sa različitim biotičkim i abiotičkim uslovima, obezbeđujući stanište mnogim vrstama. Ipak, obezbeđivanje takvih uslova unutar monokulturnih šumskih zasada može smanjiti raznolikost vrsta konstantnom zasenčenošću šumskog tla.

Prilagoditi sastav vrsta drveća

Sastav vrsta drveća može se prilagoditi selektivnim očuvanjem jedne ili grupe ciljnih vrsta drveća, sečenjem ili uklanjanjem drugih vrsta. Na taj način će se udeo odabranih vrsta u šumskoj sastojini povećati, a sastav vrsta drveća može biti usmeren u željenom pravcu. Dodatno, mešovite sastojine drveća treba da budu ostavljene tokom seče kako bi se dugoročno osigurala njihova prirodna obnova. Sastav vrsta drveća može se prilagoditi i (obogaćivanjem) sadnjom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog materijala u smislu vrsta i genetike (poglavlje 3.1.1 “Izbor između prirodne ili veštačke obnove?” i 3.1.2 “Podrška adaptaciji šuma izborom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog materijala”). Ne manje važno, kada postoje poželjne vrste drveća koje se obnavljaju iz semena, prednost treba dati prirodnoj obnovi kako bi se održala genetska raznolikost unutar vrste. Treba imati na umu da više nije uvek bolje i ponekad je manja raznovrsnost bolja za određenu šumsku lokaciju, u zavisnosti od uticaja okoline. Takođe, potrebno je ciljati funkcionalnu raznolikost za sadašnje i buduće uslove.

Mnoštvo odgovarajućih vrsta drveća zajedno sa strukturalnom i genetskom heterogenošću generalno povećava biodiverzitet šumskih područja. One povećavaju pridruženi biodiverzitet, stvarajući više staništa za ptice, insekte, biljke, gljive i druge vrste u šumama.

Vlasništvo nad šumskim zemljištem, pravo njegove upotrebe, prava lokalnog stanovništva da ga koristi, veličina sastojine i pravo nasleđivanja imaju centralne uloge za šume duž reka Mura, Drava i Dunav. U uzvodnim TBR MDD delovima, postoji mnogo vlasnika šuma manjeg obima koji su nasledili parcele sa neautohtonim i delimično neplavnim vrstama (kao što su *Robinia pseudoaccacia* L. ili *Picea abies* L.). Za te šumovlasnike može biti korisno pronalaženje alternativnih sastava vrsta koje mogu da smanje rizike od gubitaka i da daju adekvatne prihode i dodatno promene strukturu njihovih šuma prigodnije određenom području.

Generalno, biće potrebne različite metode za izgradnju mešovitih i otpornih šuma. Pomoćne mere za dalji razvoj upravljanja šumama trebalo bi da budu napravljene u zajedničkim naporima vlasnika šuma, vlasti i zainteresovanih službi za upravljanje šumama. To bi moglo da se postigne od uspostavljanja konsultantskih službi do davanja bespovratnih sredstava za konverziju. Pored toga, trebalo bi favorizovati i specijalizovane šumske rasadnike za proizvodnju autohtonih vrsta drveća, velike novčane ili ekološke vrednosti (uključujući njihove lokalne/regionalne adaptacije i raznovrstane gentičke vrednosti).

Službe koje upravljaju i vrše konzervaciju šuma treba da razmotre i aktivno promovišu prirodna staništa i poželjne vrste (Slika 3.2.1-2). Poželjne vrste mogle bi da budu neka vrsta zaštite vrstama koje su regionalno izabrane za zaštitu, jer njihova zaštita podrazumeva zaštitu mnogih drugih vrsta koje grade ekološku zajednicu odgovarajućeg staništa (npr. *Dendrocopos medius*, *Ficedula albicollis*, *Felix sylvestris* bi mogle da pokriju i nizijska i brdovita šumska staništa u TBR MDD).

Primeri za ciljane akcije očuvanja vrsta mogli bi da budu ograničavanje šumarskih radova tokom sezone razmnožavanja npr. zatvaranje odabranih šumskih puteva u vreme mresta i migracije vodozemca, odnosno izgradnja prolaza ispod puteva. Većina akcija zahtevala bi subvencije iz nacionalnih/lokalnih fondova ili budžeta za zaštitu životne sredine. Drugi pristup finansijskoj stimulaciji je sporazum koji bi mogao da bude postignut uz saradnju i ugovore između šumskih gazdinstava i službi za zaštitu prirode. Kroz obnovu reka, prirodna regeneracija mogla bi da se poboljša vraćanjem prirodnih pionirskih



Slika 3.2.1-2: Gak (*Nycticorax nycticorax*) je tipična vrsta koja se može naći u riparskim šumama koje su bogate strukturalnom raznolikošću.

staništa. Time bi se prirodnije stanje ekosistema moglo dostići vrlo efikasno hvatanjem u koštac sa jednim od glavnih razloga degradacije staništa u riparskih šuma.

Promocija kvantiteta i kvaliteta suvog drveta

Promocija suvog drveta znači povećanje u kvantiteta i kvaliteta suvog drveta. Kvalitet suvog drveta je definisan njegovom akumulacijom, rasprostranjenošću, dimenzijama, raspadanjem i vrstom, koja se može razlikovati u zavisnosti da li je suvo drvo stojeće, ležeće ili panj. Ovo poslednje je često prisutno zbog čestih mera seče drveća. Na taj način mnoge saproksilne vrste poput insekata i ptica mogu da prežive u riparnim šumama (poglavlje 3.2.7 “Mrtvo drvo u gazdovanju šumama”).

U okviru Akcionog plana TBR MDD koji je pripremio WWF⁴ predlaže se program povezivanja mrtvog drveta u poboljšanju šumskih staništa. Cilj takvog programa bio bi podizanje kvantiteta i kvaliteta staništa suvog drveta (stojećeg ili ležećeg), kako bi se stvorila pogodna staništa za vrste koje zavise od zastupljenosti suvog drveta (npr. lišajeva, gljiva, detlića, slepih miševa ili insekata). Tipične “kišobrane” (vrste čijom se zaštitom štite i druge vrste) vrste koje treba ciljati i nadgledati mogu biti npr. *Osmoderma* ili *Cucujus cinnaberinus*. Predlaže se da se povećanje količine mrtvog drveta u šumama TBR MDD uradi ili povećanjem procenta šuma u kojima se ne vrši gazdovanje ili povećanjem procenta mrtvog drveta ostavljenog posle seče u šumama. Praćenje ove dve opcije trebalo bi da da nagoveštaj koliko je mrtvog drveta neophodno ostavljati u šumama u kojima se vrši gazdovanje da bi se postiglo što prirodnije obilje i raznolikost vrsta čije je stanište mrtvo drvo. Pored toga, naročito u slučajevima velikih monokultura, linijski pojasevi prirodne sukcesije mogli bi da se uvedu u vreme pošumljavanja. Ove pojaseve bi trebalo ostaviti bez gazdovanja i nekontrolisane, da bi se tokom vremena moglo formirati sloj mrtvog drveta koji će pozitivno uticati na diverzitet vrsta koje žive u mrtvom drvetu.

Konzervacija staništa drveća i starog drveća

Stabla staništa su ili živa ili mrtva stabla visoke ekološke vrednosti. Ona imaju raznovrsne tipove rupa, trule delove, mnoštvo velikih grana, epifitnu vegetaciju kao što su mahovine ili lišajevi, ili su samo retka vrsta drveta u okolnoj šumi. Ovo su stabla koja su starija od ostatka šume (Slika 3.2.1-3). Ostavljanjem takvih stabala u zasadima, čak i onim sa kratkim periodima rotacije, obezbeđuje se potencijalno stanište i dozvoljen je njegov prirodni razvoj. Održavanje jednog ili grupe ovakvih stabala značajno povećava diverzitet.



Slika 3.2.1-3. Masivna stara crna topola (*Populus nigra* L.) na Muri, duž Mađarsko-Hrvatske granice.

Obezbediti negazdovane šumske fragmente

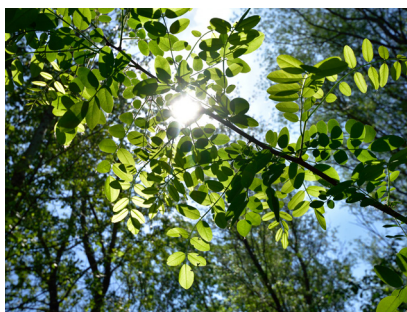
Zajednički pristup koji omogućava prirodi da se razvija i raste na prirodan neometan način je definicija oblasti u koje se ne ulazi kao i izrada plana upravljanja konzervacijom. Posebno su koridorske (galerijske) pokazatelji prirodnih rečnih sistema i prioritarno su prirodna staništa. Prirodni razvoj može uključivati njihovo moguće uništenje usled meandriranja reke. Kako su plavne šume pod pritiskom i prirodni razvoj možda neće dovesti do stadijuma šuma planiranih u merama konzervacije, verovatno je da će biti potrebne određene aktivnosti u upravljanju, kao što je borba protiv alohtonih vrsta (poglavlje 3.2.5 “Upravljanje alohtonim vrstama”), da bi se sačuvala autohtone zajednice drveća (Slika 3.2.1-4).

Povećati trajanje ophodnje

Trajanje ophodnje se odnosi na period od osnivanja do seče. Za šume neujednačene starosti odnosi se na starost pojedinačnog drveta pre nego što bude posečeno. Povećanje proizvodnog ciklusa ide zajedno sa višim stadijumom zrelosti, ali i sa većim rizikom od štetočina, bolesti i izumiranja. Stoga, povećanje starosti sastojine obezbeđuje staništa za vrste koje zavise od zrelih šuma i omogućavaju obezbeđivanje velikog količine mrtvog drveta.

Izbegavajti fragmentaciju šuma i obezbedite heterogenost na predeonom nivou

Na predeonom nivou, strukturalna raznolikost šuma odnosi se na različit sastav po vrstama drveća, klase starosti i faze razvoja. To može da uključuje praznine sa niskim šumskim pokrivačem



Slika 3.2.1-4: Invazivne alohtone vrste kao što je bagrem (*Robinia pseudoacacia*) napadaju šumske ekosisteme

ili različitim intenzitetima upravljanja i sistemima upravljanja. Gubitak šuma, čista seča i izgradnja šumskih puteva mogu dovesti do fragmentacije šuma. Smanjenje broja i upotreba postojećih barijera unutar prirodnih ili skoro prirodnih šuma ponovo povezuje prirodni rečni tok i njeno područje erozije i doprinosi postizanju prirodnije šume. To se može uraditi npr. uklanjanjem postojećih veštačkih konstrukcija sa kanala, otvaranjem kanala izgradnjom mostova ili velikih cevi umesto zatvorenih brana. Na taj način životinje i biljke imaju mogućnost da održe metapopulacije ugroženih vrsta, dajući im mogućnost migracije u drugu populaciju i dovoljno velike oblasti u kojima populacija može da preživi.

Uspostavljanje aktivnog monitoringa

Aktivni monitoring u šumama odnosi se na kontinuirano posmatranje različitih vrsta i procesa. To je osnova za otkrivanje promena tokom vremena. Gazdovanje se može prilagoditi u skladu sa ovim promenama. Praćenje se dalje koristi za procenu uspešnosti transformacije i mera prilagođavanja.

Takođe u pogledu zaštite prirode, potreban je konstantni nadzor i inspekcija zaštićenih područja kako bi se osiguralo poštovanje postojećih zakona i propisa. U tom smislu mogla bi da se uspostavi služba rendžera koja bi kontrolisalo poštovanje trenutnih propisa i kontrola sprovođenja mera. To bi doprinelo da stanovništvo bude svesnije postojećih propisa. Nadgledanje je takođe potrebno da bi se identifikovale nefunkcionalne ili nedovoljne mere kako bi se one prilagodile i unapredile.

Implementacija šema sertifikacije šuma

Proizvodnja drveta i drugih prirodnih dobara sa sertifikacijom može dovesti do pogodnosti na tržištu. Svest među šumarskim kompanijama u vezi sa označavanjem i sertifikatima kao minimalnim standardom za održivu proizvodnju drveta je u porastu. Pored biodiverziteta, upravljanje šumama na ovaj način može dugoročno da sačuva ili unapredi socijalno i ekonomsko blagostanje zaposlenih radnika u šumskom sektoru kao i lokalnog stanovništva kao i da stekne ekonomske prednosti. Podrška procesu sertifikacije treba da se uspostavi u zavisnosti od mogućnosti u različitim zemljama. Primeri dobre prakse su plaćanje troškova za prvu sertifikaciju od strane lokalnog ili prekograničnog projekta, podrška od različitih nosilaca sertifikata onima koji ga sprovode ili zajednička promocija šumarskih kompanija koje rade na zajedničkom postavljenju standarda. Dalju implementaciju će morati da sprovode šumski menadžeri.

Oznaka *UNESCO Biosphere Reserve* pogodna je za marketinške svrhe sve robe proizvedene u okviru TBR MDD regiona. Za dalju sertifikaciju, zajednički pregovarački proces, koji uključuje važne aktere šumarske i konzervacijske struke iz celog TBR MDD regiona, postojećih šema sertifikacije šumarstva ili standard, (npr. FSC, PEFC, ProSilva, ...) treba da proceni pogodnost ovih šema za upotrebu u tranzicionim i tampon zonama rezervata biosfere. Ovo bi moglo da uskladi upravljanje unutar zona preko granica.

Podsticanje i implementacija saradnje između sektora (integrativno planiranje) na regionalnom i prekograničnom nivou

Saradnja između zainteresovanih strana i vlasti različitih sektora na nacionalnom i prekograničnom nivou i razmatranje različitih interesa pomaže da se poveća razumevanje potreba, međusobno poštovanje, poverenje i efikasnost. Takva saradnja trebalo bi da uključuje sektor šumarstva, očuvanja prirode, stanovništvo, poljoprivredu i vodoprivredu. Ona ima potencijal da poveća znanje, razumevanje i poverenje između sektora i može da stvori i nove sinergije koje pomažu u očuvanju biodiverziteta.



3.2.2 Optimizacija proizvodnje drveta visokog kvaliteta u sastojinama tvrdih lišćara

Markus Sallmannshofer, Werner Ruhm, Hannes Schönauer



Slika 3.2.2-1: Visokokvalitetni trupci željenih dimenzija, kvaliteta i kvantiteta zahtevaju planiranje gazdovanja za ceo proizvodni ciklus

Prirodne poplavne šume tvrdih lišćara karakterišu nepravilne kratkotrajne poplave. Ovi šumski ekosistemi imaju zemljišta sa višim sadržajem humusa u poređenju sa šumama mekih plavnih šuma. Posebni uslovi zemljišta, koji obezbeđuju visok nivo hranljivih materija, dobro snabdevanje vodom, kao i aeraciju zemljišta, omogućavaju visok prirast plavnih šuma tvrdih lišćara. Od izgradnje rečnih nasipa štete usled dugih poplava retko se javljaju. Posebna svojstva takvih površina čine ih idealnim za uzgoj visokokvalitetnog drveta. Visokokvalitetna stable najbolje uspevaju na zemljištu koje je dobro snabdeveno hranljivim materijama i vodom. Sa vrstama hrasta moguće je proizvesti visokokvalitetno drvo na suvljim, manje hranljivim lokacijama.

Evidentna je višedecenijsku potražnju za visokokvalitetnim drvetom. Ciljno orijentisano gajenje šuma, podrazumeva odgovarajuće podizanje zasada i negu kako bi se povećao prinos visokokvalitetnih trupaca (Slika 3.2.2-1). Genetska predispozicija (pravilna provenijencija) takođe određuje smernice održivih karakteristika rasta u budućnosti. Tradicionalno, zasadi od tvrdog lišćara su podizani sa velikim brojem biljaka i gazdovanje je bilo usmereno na dobijanje dužih trupaca bez čvorova.

Zbog neophodnih investicija, moderno upravljanje proizvodnjom drveta se fokusira na individualne karakteristike pojedinačnih stabala, a s obzirom da mali broj postojećih stabala ima potencijal da postane vredan, ulaganja su opravdana samo za ta stabla. Vrednost se određuje na osnovu parametara prečnika stabla i kvalitetom drveta. Uz pravi izbor mesta, genetskog potencijala i mera gazdovanja, oba parametra mogu biti kontrolisana. Što se tiče tvrdog drveta kolektivni izraz “kvalitetno drvo” odnosi se na debla koje se odlikuje čistim presekom, bez čvorova ili sa najmanjim mogućim unutrašnjim čvorovima, cilindričnim oblikom, pravošću, niskom tenzijom drvenih vlakana i sa dovoljnim dimenzijama debela. Ovaj ideal će verovatno ostati nepromenjen u budućnosti, jer značajno određuje prinos i profitabilnost prateći korake proizvodnje.

Dužinu debela bez grana

Većina tvrdih lišćara su takozvani odbacivači mrtvih grana. Sa ovim vrstama drveća, željena dužina debela bez čvora može se postići prirodnim procesima čišćenja čvorova u gustim šumskim

zasadima. U slučaju držača mrtvih grana (topola, sremza) ili u slučaju širokih šumskih zasada bez sekundarnog rasta, orezivanje je od suštinskog značaja kako bi se izbegao gubitak kvaliteta.

S obzirom na to da visina stabla prvenstveno zavisi od uslova staništa, relativna vrednost ukupne visine potpuno izraslih stabala može se preporučiti kao željena dužina debla bez grana. Da bi se dobila dovoljno zelena kruna za brzi rast debla bez čvorova, otprilike 25 do 30% se pokazalo kao idealno za dužinu debla bez čvorova. To znači da na veoma dobrom zemljištu sa visinom odraslih stabala oko 32 m ciljna dužina debla bez zelenog čvora dužine od 8 do 10 m.

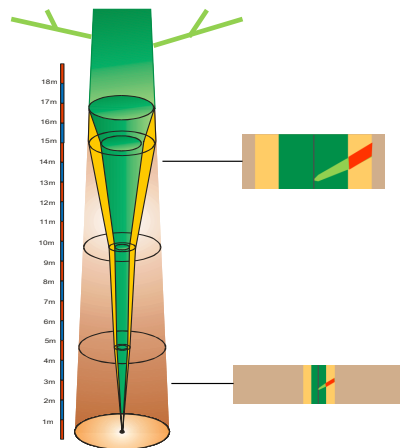
Pored toga, znanje o unutrašnjim čvorovima dodatno podržava proizvodnju relativno kratkog debla očišćenog od zelenih grana. Predpostavlja se da se unutrašnji čvorovi javljaju kao posledica odumrlih grana. S obzirom na to da ovo unutrašnje jezgro sa granama, slično obliku šargarepe (Slika 3.2.2-2), zauzima sve više prostora sa sve većom visinom i samim tim vredni slojevi drveta bez čvora postaju mlađi i manji, nema ekonomskog smisla održavati gustinu sastojine i dodatno smanjiti dužinu krune. Međutim, na užem kraju debla, vredno drvo bez čvora treba da bude najmanje 2/3 prečnika.

Podizanje sastojina

Pod pretpostavkom da se više od 80 odsto ukupne vrednosti obično realizuje završnim sekom, trebalo bi da se stvore najbolji mogući uslovi za rast drveća koje će ostati do završnog seka. Cilj je što ravnomernija raspodela stabala što se može postići samo ako je željena konačna prostorna raspodela već uključena u početnu fazu planiranja.

Kad god je to moguće i prirodna obnova treba da se koristi kako bi se smanjili troškovi i podržala adaptacija. Vrste drveća, kao što su jasen, gorski javor i crni orah, često i dovoljno plodonose. Sa druge strane hrast lužnjak je inferioran u poređenju sa ostalim lišćarskim vrstama, naročito u mlađem stadijumu, pa stoga zahteva odgovarajuće mere kako bi se izborio sa konkurencijom. Snažan sprat žbunja je često prisutan u mnogim plavnim šumama. Stoga, prirodna obnova zahteva mnogo opreznosti u vezi sa šumarskim intervencijama. Pored sistema zasene, sistem odabiranja grupa sa stalnim proširenjem otvora za obnovu pokazao se kao veoma uspešan.

U nedostatku prirodne obnove, neophodna je sadnja (poglavlje



Slika 3.2.2-2: Šematska ilustracija unutrašnjeg jezgra sa granama (zelenim) je sličnog obliku šargarepe. Povećava se sa visinom, što dovodi do manjeg i mlađeg vrednog drvenog sloja (braon).

3.1.1 “Izbor između prirodne ili veštačke obnove?”). Izborom razmaka sadnje mogu se optimizovati troškovi i koristi. Preporučuje se malčiranje i sadnja u redovima. U cilju smanjenja troškova, razmak između redova se bira prema željenoj veličini krune u poslednjoj fazi sastojine. Velike krune omogućavaju snažan rast debla u prečniku. Razmak između redova od 10 do 12 m sa razmakom od 1 m u redu dovoljan je za zasade tvrdog lišćara. To znači da postoji dovoljan broj stabala na raspolaganju u redu kako bi bilo dovoljno najbolje formiranih stabala.

Da bi se sprečilo da kruna postane prevelika u ranom uzrastu, a istovremeno i da bi se stimulisao rast u visinu, neophodno je veća gustina tokom ranih faza razvoja. Mešovina vrsta drveća koja se prirodno javlja (uglavnom vegetativna obnova) na većini mesta koja su pogodna za uzgoj visokokvalitetnog tvrdog drveta može se koristiti za sekundarni zasad. Međuvrsna konkurencija može da zameni pozitivne efekte intraspecijske konkurencije. U takvim konceptima, potrebno je razmotriti konkurentne uslove specifične za lokaciju i ako pritisak između kruna postaje prejak, pravovremeno kontrolisati intervencije kako bi se sprečili visoki odnosi prečnika visine.

U slučaju nedovoljnog sekundarnog rasta od prirodne obnove, preporučljivo je da se između redova visokokvalitetnog tvrdog drveta zasade redovi topole kako bi se postigle funkcionalne, privremeno ograničene mešovine (Slika 3.2.2-3). Topole imaju pozitivan uticaj na kvalitativni razvoj tvrdog drveta i koriste se industrijsko drvo kada imaju oko 10 godina. Druga mogućnost je da se uvede određena mešovina (na primer sremza, siva jova ili klen), koja ostaje u sastojini kao trajna sastojina tokom vremena.



Slika 3.2.2-3: Red javora sa sekundarnim zasadom topole u međuprostoru. Međuspecijska konkurencija može da zameni pozitivne efekte intraspecijske konkurencije kako bi se smanjili troškovi sadnje, iako je pažljivo posmatranje odnosa sa rastom od suštinskog značaja. Topole imaju pozitivan uticaj na kvalitativni razvoj tvrdog drveta i seku se kao industrijsko drvo kada imaju oko 10 godina.

Održavanje kultura

Korovi i žbunje mogu biti jaka konkurencija mladim stablima. Gore opisani dizajn uštede resursa niske gustine optimizovan je za konačni zasad. Novčana ušteda stečena ovim pristupom omogućava da se sprovedu mere održavanja koje su skuplje. U velikim šumskim preduzećima, mehaničko suzbijanje korova je povoljno u pogledu troškova. Razmak između redova mora biti čist najmanje 3 do 4 godine nakon sadnje. Duž reda preporučuje se seča rotacionom kosilicom, a trimerom u redu. Puzavice se mogu ukloniti makazama, zajedno sa opcionim oblikovanjem krošnje drveća koje ima dobre izgleda za razvoj. Uklanjanjem sporednih i debelih grana stimuliše se razvoj dovoljno dugačkog, pravog debla.

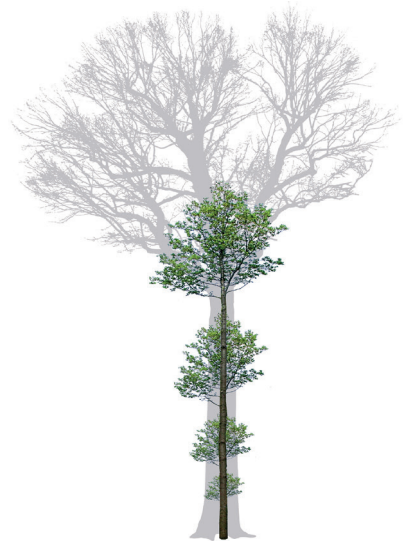
Dok se ne dostigne željena dužina debla bez čvorova, ne preporučuju se druge intervencije na mladim sadnicama kako se ne bi prekidali procesi diferencijacije i čišćenja čvorova koji su ključni za visok kvalitet. Intervencija u sastojini je neophodna kada željene vrste nisu dovoljno dominantne. Konkurencija usporava rast u debljinu, smanjuje širenje čvorastog jezgra unutar debla i stimuliše rast u visinu. U zavisnosti od starosne strukture i prostorne raspodele mladog drveća, mogu biti neophodne selektivne intervencije. Kasne intervencije mogu rezultovati ne samo prirodnim smanjenim broja glavnih vrsta, već i kod veoma tankih, neuravnoteženih biljaka koje često leže pod zimskim snegom i trajno gube pravu osovinu donjeg i najvrednijeg dela stabla. Slično se može desiti i u kratkotrajnim poplavama ili smrznutim barama.

Proreda

Kada drvo dostigne visinu koja odgovara željenoj dužini oslobođenoj zelenih grana, bira se najboljih 70-100 stabala po ha, trajno obeležava i obezbeđuje im se više prostora. Ovaj skup odabranih stabala sada se stimuliše da raste u prečniku stimulacijom rasta krune. Postoji bliska veza između razvoja širine krune i rasta stabla u prečniku: ako je kruna pod pritiskom, donje grane krune počinju da izumru i baza krune se pomera naviše. Za željeni razvoj odabranog, visokokvalitetnog drveća, okolni prostor se mora stalno širiti kako se osnova krune ne bi dalje pomerala na više (Slika 3.2.2-4).

Nekoliko selektivnih intervencija sa ciljem podrške najkvalitetnijim stablima dovodi do konačnog zasada. Stimulacija razvoja krune povećava rast debla u prečniku, skraćuje vreme rotacije za dati ciljni prečnik, smanjuje udeo proizvedenih tankih debala i smanjuje rizik od devalvacija vezanih za starost (trulež, obojena jezgra). Preporučuju se intervencije koje će se sprovesti samo na području odabranih najboljih stabala. U međuprostoru, intervencije su preporučljive samo ako je intervencija potrebna da bi se održala stabilnost sastojine. "Obezglavlivanjem" ili orezivanjem, moguće je kontinuirano širiti prostor dok se senčenje debla održava do određene visine ili se polako smanjuje sa vremenom.

Rastojanje između odabranog drveća zavisi od krune, što je neophodno da bi se postigao određeni ciljni prečnik. Da bi se dostigli ciljni prsni prečnici od 50 - 90 cm, potrebne su krune od oko 100 - 150 m². Za vrste drveća sa velikim kapacitetom proširenja krune kao što su hrast lužnjak, jasen ili crni orah, biraju



Slika 3.2.2-4: Za željeni razvoj odabranog ekonomski vrednog drveta, prostor se mora stalno širiti kako bi se dobila dovoljno razvijena kruna za brz rast debla bez čvorova i da se baza krune više ne pomera naviše.

se veće prosečne razdaljine drveća od približno 12 m, što znači da ima mesta za najviše 70 odraslih stabala po ha. Za vrste drveća sa srednjim kapacitetom proširenja krune, kao što su sremza, brekinja i javori, bira se najviše 100 stabala po ha sa prosečnim razmakom od oko 10 m.

Rezime

Objašnjeni pristup pomaže optimizaciji proizvodnje visokokvalitetnih i vitalnih stabala kako bi se maksimalno povećao profit. Resursi se čuvaju prilikom uspostavljanja zasada i fokusiranja samo na jedno stablo i prinosi se povećavaju zbog većeg kvaliteta. U literaturi, takav koncept je opisan sa terminima “kvalifikacija” (faza 1 kao čišćenje grana do izbora i razređivanja Z-drveta) i “dimenzionalnost” (faza 2) kao dvosmečni koncept za proizvodnju tvrdog drveta.



3.2.3 Izazovi klimatskih promena

Katharina Lapin, Maarten de Groot, Debojyoti Chakraborty

Uvod

Klimatske promene su jedan od najvećih izazova našeg vremena. Zaštićena područja širom sveta pomažu u ublažavanju i prilagođavanju klimatskim promenama. Međutim, tradicionalni način izdvajanja zaštićenih područja možda neće funkcionisati u budućnosti zbog transnacionalne prirode klimatskih promena. Prepoznajući značaj kritičnih staništa, biodiverziteta i kulturnih predela, širom sveta su izdvojene različite vrste zaštićenih ili konzervacionih područja. Međutim, usled delovanja klimatskih promena, efikasnost ovih zaštićenih područja u ispunjavanju svojih ciljeva postala je predmet debata. Veliki broj studija se bavio posledicama klimatskih promena na zaštićena područja, fokusirajući se uglavnom na gubitak staništa i biodiverzitet. U Evropi su efekti klimatskih promena na zaštićena područja intenzivno proučavani.

Zaštićena područja skladište 15% zemljišnog ugljenika i pružaju ekosistemske usluge u vidu smanjenja katastrofa, vodosnabdevanja, hrane za stanovništvo i poboljšanja javnog zdravlja. Skoro 30 miliona ha evropskih šuma je pod zaštitom. Stoga šumski ekosistemi imaju važnu ulogu u očuvanju ekoloških funkcija. Na primer, između 2005. i 2015. godine, prosečna godišnja količina vezanog ugljenika u šumskoj biomasi iznosila je 719 miliona tona CO₂. Međutim, klimatske promene su takođe među najvećim izazovima za zaštićena područja. Najveće aktuelne pretnje prirodnoj svetskoj baštini UNESKO-a su, na primer, invazivne vrste, klimatske promene i uticaj turizma. U proceni Outlooka iz 2014. godine navedeno je da su klimatske promene najbrže rastuća pretnja prirodnoj svetskoj baštini.

Poplavni šumski ekosistemi spadaju u najzaštićenije oblasti u Evropi. One su od posebnog značaja za akumuliranje zaliha ugljenika, brzo vezivanje ugljenika u kratkom roku i za pružanje ekosistemskih usluga, iako pokrivaju samo 0,5 do 1% globalne površine zemljišta. Razumevanje uticaja klimatskih promena na poplavne šumske ekosisteme pomaže u njihovom prilagođavanju na novonastale uslove, kao i povećavanju otpornosti poplavnih šuma na promenu klime u budućnosti.

U ovom poglavlju navedeni su glavni izazovi koje klimatske promene donose šumarskoj praksi i zaštiti šuma, kao i kratak pregled strategija usmerenih ka adaptivnom gazdovanju i ublažavanju neželjenih efekata klimatskih promena u poplavnim

šumama.

Abiotički uticaji

Nedavna zapažanja ukazuju na promenljive odgovore šuma na klimatske promene. Abiotički izazovi uključuju velike požare i vetrolome, sušu, smanjenje padavina i promene u njihovoj raspodeli. Klimatska predviđanja u Evropi pokazuju geografski raznovrsnu sliku promena, uključujući povećanje ekstremno visokih temperatura, suše i velike padavine. Ekstremni vremenski događaji prouzrokujuće smanjenje produktivnosti i vitalnosti šuma. Primera radi, u južnoj Evropi predviđa se povećanje učestalosti šumskih požara, dok se u centralnoj Evropi predviđaju štete od vetroloma.

Biotički uticaji

Biotički uticaji su snažno povezani sa abiotičkim uticajima. Međutim, mnogi abiotički uticaji izazivaju promene biotičkih uticaja što predstavlja pretnju šumskim ekosistemima. Štete u šumama Evrope najčešće su uzrokovane biotičkim uticajima. Klimatske promene izazivaju povećanje biotičkih uticaja, koje su izuzetno izazovni zbog njihove nepredvidivosti. Biotički izazovi uključuju nedavno primećene promene u prirastu, fenologiji, sastavu, pomeranju rasprostranjenja vrsta i povećanom prisustvu štetočina i bolesti. Distribucija štetočina i bolesti u šumama će se vrlo verovatno pomeriti sa jugozapada na severoistok i povećati štetu u šumskim ekosistemima usled klimatskih promena. Pored toga, povećanje zimskih temperatura utiče na mogućnost preživljavanja nekih štetočina i vremenskog perioda tokom kog vrsta može da utiče na drveće. Posledično, opseg biotičkih pretnji može dovesti do promene glavnih tipova vegetacije u Evropi.

Adaptivno upravljanje šumama

Izazovi klimatskih promena zahtevaju kako kratkoročne, tako i dugoročne mere gazdovanja. U nastavku je navedeno nekoliko primera adaptivnog gazdovanja koji za cilj imaju da unaprede otpornost poplavnih šuma na faktore stresa, kako bi se očuvale njihove ekosistemske funkcije.

Integrativno prostorno planiranje

Otpornost zaštićenih područja može biti unapređena integracijom mera adaptacije u prostorno planiranje. U tom smislu, planiranje korišćenja zemljišta vršilo bi se na nivou pojedinačnih predela,

čime bi se prevazišla međusektorska ograničenja.

Sistemi ranog upozoravanja

Uspostavljanje sistema ranog upozoravanja na biotičke i abiotičke pretnje, intergrirane u međunarodni transdisciplinarni okvir, od ključnog je značaja za uspeh programa nadzora.

Mere adaptivnog gazdovanja

Adaptivno gazdovanje šumama kroz primenu odgovarajućih uzgojnih mere ima za cilj „pretvaranje“ šuma u otporne ekosisteme u pogledu lokalnih uslova staništa, potreba, rizika i ciljeva upravljanja. Kraći periodi rotacije, na primer, snižavaju rizik od vetroloma, dok duži periodi mogu da promovišu prirodnu regeneraciju zbog uslova senke. Drugi pristup je usmereno korišćenje prirodnih procesa sukcesije i migracije vrsta. Povećanje raznolikosti drveća učiniće šume otpornijim na napade štetočina i bolesti kao posledice klimatskih promena.

Izbor vrsta drveća i provenijencija

Odgovor šuma na klimatske promene veoma zavisi od provenijencija, potencijala regeneracije i sastava vrsta drveća. Upotreba dobro prilagođenih autohtonih vrsta drveća i provenijencija je široko prihvaćena adaptivna mera. Takođe, pre unošenja alohtonih vrsta drveća potrebno je izvršiti procenu rizika od njihovog širenja i uticaja na autohtonu vegetaciju. Alohtone vrste drveća koje se već smatraju invazivnim ne mogu biti korišćene za pošumljavanje (poglavlje 3.2.5 “Upravljanje invazivnim vrstama”).

Restauracija ekosistema

Poplavni šumski ekosistemi su veoma modifikovani od strane ljudi. Preusmeravanje vodotokova dovelo je do promena u nivou podzemnih voda i režima poplava, kao i do smanjenja povezanosti vodenih i kopnenih ekosistema. Međutim, obnova plavnih područja doprinosi ekološkoj adaptaciji na klimatske promene (poglavlje “Izbor prirodne ili veštačke obnove?”).

Osvrt i rezime

Klimatske promene utiču na zaštićene poplavne oblasti širom sveta. Glavni izazovi klimatskih promena uključuju povećanje ekstremno visokih temperatura, suša i velikih padavina, kao i biotičke pretnje, poput širenja štetočina i bolesti u šumama. Mere gazdovanja šumama mogu da pomognu u unapređenju otpornosti šuma u cilju očuvanja njihovih ekosistemskih funkcija.



3.2.4 Kako gazdovati sa divljači i zaštititi šume od oštećenja

Markus Sallmannshofer, Silvio Schüler



Slika 3.2.4-1: Jelen



Slika 3.2.4-2: Divlja svinja

Načini gazdovanja divljači i zaštitne metode

Autohtone vrste divljači su izvorni stanovnici šuma. Fragmentisana staništa, prekinuti migracioni putevi, saobraćajnice i druge ljudske aktivnosti primorali su divljač da se koncentriše u mirnim oblastima sa dobrom zaštitom. Kao rezultat toga, ove vrste su danas jače povezane sa šumskim ekosistemima nego što su bile ranije. Poplavne šume se karakterišu raznovrsnošću staništa i biljnih vrsta što ih čini privlačnim za mnoge vrste krupne divljači (slika 3.2.4-1, slika 3.2.4-2). Na privlačnost šumskog staništa za divljač utiče kako raznovrsnost hrane, tako i drugih uslova, kao što su sklonište, klima i minimalno uznemiravanje. Pored toga, jelen i mouflon su uvedeni u neke oblasti radi lova, jer je, istorijski gledano, veliki izbor divljači bilo zadovoljstvo plemićkih zemljoposjednika, a danas se lov smatra važnim izvorom prihoda za preduzeća koja se bave gazdovanjem šumama.

Biotički kapacitet šuma za divljač označava koliko velika populacija divljači može da raste u datoj sredini s obzirom na kvalitet staništa, odnosno njegov kapacitet da omogući divljači hranu, vodu i druge resurse. Ekonomski kapacitet opisuje veličinu populacije divljači koja ne utiče na ciljeve gazdovanja šumama. Ukoliko se on nalazi ispod biotičkog kapaciteta, uticaj štete od strane divljači na regeneraciju šuma i zalihe drveta mogao bi smanjiti važne ekosistemske funkcije. Negativne posledice uključuju probleme sa regeneracijom šuma, infekcijom stabala gljivama, sa posledicom smanjenja njihove vrednosti, gubitkom godišnjeg prirasta i ukupnim padom vitalnosti šuma i biodiverziteta (slika 3.2.4 -3). Stoga je neophodan kompromis između ekonomskih benefita od lova i gubitaka u proizvodnji drveta. U proračunima ukupnih troškova gubici prihoda prouzrokovani oštećenjem šuma od strane divljači često premašuju prihode od zakupa zemljišta za lov.

Šteta od divljači i njena procena

Šteta od divljači se može proceniti upoređivanjem projektovanog i sadašnjeg stanja šuma. Projekovani uslovi u šumama se izvode iz nekoliko kriterijuma, uključujući potrebu za obnovom šuma, raspodelu ciljanih vrsta drveća i očekivano vreme do uspostavljanja prirodne obnove. Trenutno stanje šuma moguće je efikasno proceniti trajnim ili privremenim nasumičnim odabirom ključnih indikatora. Takvi pokazatelji su količina mladog drveća

po hektaru, stepen oštećenja, kao i udeo različitih vrsta drveća i tipovi mešovitosti u različitim spratovima, odnosno starosnim ili visinskim klasama. Pored prirodne obnove potrebno je proceniti starosnu strukturu, na primer u odnosu na stepen guljenja kore sa stabala. Različiti kriterijumi procene moraju biti u vezi sa tipom šume, režimom upravljanja, prisutnim vrstama divljači, ciljanom funkcijom šume i očekivanim ekosistemskim uslugama.

Međutim, štete od divljači nisu jedini uzrok problema sa obnovom. Drugi faktori koje treba uzeti u obzir su ispaša stoke, nedostatak svetlosti zbog gustih slojeva krošnji, gusti biljni slojevi, odsustvo roditeljskog drveća ili fruktifikacija, kao i potencijalni nedostatak tendiga (poglavlje 3.1.1 "Izbor prirodne ili veštačke obnove?"). Standardna procedura procene uticaja divljači na obnovu šuma podrazumeva uspostavljanje malih ograđenih kontrolnih oblasti za praćenje i upoređivanje prirodne obnove sa zaštitom i bez nje. Takve oblasti mogu biti male (3x3 m), ali ih treba ponavljati kroz celu šumu.

Povećani jaz između biotičkog i ekonomskog kapaciteta nosivosti, utiče na povećan pritisak divljači na prisutnu vegetaciju i obnovljene površine, te se povećava potreba za primenom dodatnih akcija za gazdovanjem divljači.

Ekološko-prostorno gazdovanje u cilju izbegavanja šteta od divljači

Ekološko-prostorno planiranje gazdovanja divljači, sa ciljem zaštite staništa i izbegavanja štete od divljači u šumama, smatra se pogodnim instrumentom za integrisanje divljih životinja u šire kontekste gazdovanja šumama. Njegova implementacija u velikom obimu zahteva angažovanje svih zainteresovanih strana iz šumarstva, lova, poljoprivrede, turizma i slično. Ekološko-prostorno upravljanje divljim životinjama trebalo bi da ima za cilj bolju prostornu raspodelu njihovih populacije, kako bi se izbegla šteta na odraslim stablima i obnovljenim površinama. Moguće mere mogu uključivati identifikaciju (sezonskih) staništa, ponovno povezivanje biotopa i koordinaciju i modifikaciju lovnih aktivnosti. Smanjenjem relativnog kvaliteta staništa (npr. atraktivnost staništa za divljač u odnosu na okolnu sredinu) u ugroženim oblastima, može se kontrolisati prostorna raspodela divljači.

Regulacija brojnosti divljači i lovno-uzgojne mere

Da bi se smanjila atraktivnost staništa, trebalo bi potencirati uznemiravanje u prioritetnim oblastima, na primer

koncentrisanjem lovnih aktivnosti unutar prioritarnih oblasti. To zahteva jasno razgraničenje oblasti (preporučuje se do 100 ha) i dosledno sprovođenje mera. Istovremeno, potrebno je smanjiti uznemiravanje izvan oblasti prioriteta. Lov u određenim intervalima, kao što je vreme lova svedeno na nekoliko intenzivnih nedelja, može da smanji uznemiravanje, dok bi naponi za smanjenjem populacije trebalo da se redukuju (pošto će divljač biti manje plašljiva). Pored toga, divljač može biti usmerena ka drugim oblastima niske ugroženosti, povećanjem kvaliteta njihovog biotopa, kroz podizanje livada, namenskih površina za ishranu ili obimnim prihranjivanjem. Hranjenje smanjuje smrtnost divljači tokom zime i povećava stopu reprodukcije. Ishrani je potrebna koordinacija velikih razmera i profesionalno snabdevanje hranom (kvalitet, količina i intervali ishrane prilagođeni ciljanim vrstama divljači). Regulacija brojnosti divljači treba da bude zasnovana na kvantitativnim i kvalitativnim propisima, uzimajući u obzir i odnos polova. Na primer, regulacija broja ženskih individua ima najjači uticaj na rast populacije. Tokom regulisanja brojnosti divljači potrebno je uzeti u obzir i tzv. nevidljive delove populacije, a ne samo prebrojane jedinke (npr. do 50% populacije jelena se često propušta tokom brojanja). Razgraničenje lovnih područja potrebno je sprovesti radi efikasnije kontrole brojnosti divljači. Neophodni su odgovarajući lovački objekti i infrastruktura. Neophodno je profesionalno osoblje u lovištima, sa visokom svešću o problemima. Fleksibilni ugovori o zakupu sa godišnjim opcijama za odustajanje i ugovaranje jednokratnog lova su poželjni.

Mere gazdovanja

Stepen ugroženost sastojina od divljači značajno zavisi od mere gazdovanja kao što su: sistem gazdovanja šumama, vrsta obnove i period obnove, kao i struktura, mešovitost i gustina sastojina. Šumari su odgovorni da objektivno kontrolišu uspeh uzgojnih mera, da iniciraju tehničke mere zaštite, itd.

Poljoprivredne mere

Sastavni delovi poljoprivrednih površina oko šuma treba da budu planirani da se omogući da divljač napusti šumu, ali da i dalje bude zaštićena, naročito u zimskom periodu. Livade treba prepustiti ispaši tokom zime kako bi se smanjio pritisak ishrane na šume.

Upravljanje posetama lovnim područjima

Uznemiravanje divljači u lovnim područjima može se sprečiti kroz

kontrolu poseta ovim oblastima, kao i poštovanje određenih propisa od strane posetioca. Takođe, potrebno je insistirati na šetanju isključivo ograničenim delovima, obaveznoj upotrebi povoca za pse, edukaciji posetilaca i izbegavanju zadržavanja u šumi. Posetioci moraju da budu privremeno i prostorno koncentrisani u manje ugroženim oblastima.

Tehnička zaštita stabla

Usled čestog prisustva velikih populacija divljači, u prekograničnom Rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav uobičajena je praksa da se vrši tehnička zaštiti prirodno i veštački obnovljenih površina (Slika 3.2.4-3). Izbor zaštite zavisi od vrste divljači i dobra koje se štiti. Najčešće zaštite su rezimirane u sledećoj tabeli:

Zaštita oblasti				
Tip	Jelen	Divlje svinje	Prednosti	Mane
Čelična žica sa drvenim stubovima	Sigurno	Sigurno	Izuzetno snažne	Visoki troškovi postavljanja
Žica sa drvenim stubovima	Sigurna	Samo ako je ukopana u zemlji	Snažne	Visoki troškovi postavljanja
Drvene ograde	Sigurno	Sigurno	Lako postavljanje Lako se popravlja u slučaju oštećenja Moguća ponovna upotreba Nije potrebno uklanjanje	Pripremni radovi i troškovi
Plastična žica sa drvenim stubovima	Ne	Ne	Dovoljno protiv jelena Jeftino i lako za postavljanje	Kratkotrajnost
Individualna zaštita stabla				
Žičana mreža	Sigurno od uklanjanja	Druga svrha	Otvora se samo sa rastom prečnika	Neophodna visina biljke je 2-3 metra
Plastične navlake sa drvenim stubovima	Suviše kratko da bi se zaštitilo	Druga svrha	Jednostavno postavljanje	Efekte staklene bašte mogu da izazovu prerano nicanje

U Mađarskoj, Hrvatskoj i Srbiji dominantna vrsta divljači koja nanosi štetu u pošumljavanju je jelen. S obzirom da jelen može da preskoči niže ograde, visina ograde mora biti najmanje 230-250 cm. Kada je neophodno zaštititi samo žir od divljih svinja, dovoljne su ograde visine 120-130 cm. (Pogledajte poglavlje "Gazdovanje zasadima topole uz očuvanje diverziteta")

Konzervacija

Oblasti u kojima se ne sprovode mere gazdovanja, kao što su pojedine zone nacionalnih parkova, veoma su atraktivne za divljač. U odnosu na okolna staništa takva područja su često mirna i ostavljaju utisak da su bezbedna. Divljač će se koncentrisati u takvim oblastima u gustim populacijama koje prevazilaze prirodni nivo održivosti. Posledica toga je visok pritisak na raspoložive biljke koje divljač koristi u ishrani. U zavisnosti od ciljeva gazdovanja, potrebno je sprovesti dodatne mere gazdovanja u područjima visoke konzervacione vrednosti kako bi se omogućila koegzistencija divljači sa raznovrsnim biljnim zajednicama, što se posebno važno ukoliko su u pitanju ugrožene biljne zajednice i staništa, čija je zaštita neophodna. Nasuprot tome, ako se štite prirodni procesi, uticaj divljači bi se mogao smatrati delom



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

prirodnog sistema koji na kraju modifikuje prirodnu vegetaciju i budući sastav šumskih zajednica.

Sažetak

Cilj odgovarajućeg gazdovanja divljači i lovnim područjima jeste da se omogući koegzistencija raznovrsnog šumskog drveća i biljnih zajednica sa populacijama divljih životinja, i da se ostvare održivi prihodi kako od šumarstva, tako i lovnih aktivnosti. Divljač je neizostavni deo poplavnih šuma i po prirodi ne nanosi štetu biljnim zajednicama. Poslednjih decenija intenzivna tehnička zaštita postala je neophodna u šumarstvu. Kompromis između prihoda od lova i gubitaka, odnosno troškova zaštite u šumarstvu i upravljanja biodiverzitetom potreban je kako bi se postigli dugoročni ciljevi očuvanja i upravljanja šumama.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Prof. Dr. Reimoser, čiji je rad na Univerzitetu prirodnih resursa i primenjenih životnih nauka u Beču pružio osnovu za ovo poglavlje. Takođe se zahvaljuju kolegama: Gyula Kovač i Silvija Krajter Ostoić na njihovim komentarima.



3.2.5 Upravljanje alohtonim vrstama

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

Uvod

Strane ili alohtone biljne vrste su vrste unesene izvan rasprostranjenosti te vrste u adatom području. Ako alohtona biljna vrsta postane problematična, ona se naziva invazivnom alohtonom biljnom vrstom. Jednom kada se invazivna alohtona biljna vrsta nastani na novom području, ona može imati negativne ekološke, socijalno-ekonomske posledice i uticaj na ljudsko zdravlje. Danas su invazivne alohtone biljne vrste jedna od glavnih pretnji globalnom i lokalnom biodiverzitetu. Obalne šume su bogate hranjivim materijama, a svrstavaju se među najugroženije šume za invaziju alohtonih biljaka. U priobalnim šumama visoki sadržaj hranjivih materija i česte prirodne i veštačke smetnje olakšavaju naseljavanje alohtonih vrsta, dok reke dodatno služe kao vrlo efikasni koridori za širenje invazivnih alohtonih biljaka. Stoga je upravljanje invazivnim alohtonim biljkama u priobalnim područjima izuzetno važno za očuvanje i/ili obnavljanje biodiverziteta i ostvarivanje ekosistemskih usluga ovog ugroženog ekosistema.

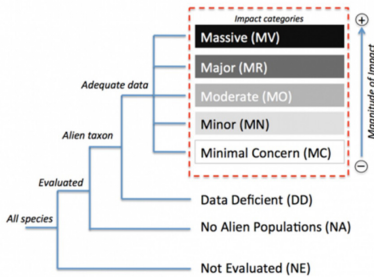
Ovo poglavlje priručnika za upravljanje šumama i očuvanje za priobalne šume ima za cilj prikupljanje i pružanje sintezu praktično orijentisanih informacija o merama gazdovanja, primenljivim za svaku fazu biološke invazije, od prve pojave invazivnih vrsta do njihovog uspešnog širenja na novom području. Iako smo nameravali da objedinimo mere gazdovanja što je moguće sveobuhvatnije, treba naglasiti da svaku predstavljenu meru upravljanja treba prilagoditi lokalnim uslovima ugroženog područja. Dalje, moramo primetiti da na određene mere uklanjanja vrste mogu snažno uticati fenologija i druge ekološke karakteristike svake pojedine alohtone biljne vrste. Zbog toga uvek preporučujemo istraživanje biologije invazivne alohtone biljne vrste pre planiranja i sprovođenja mera gazdovanja. Pored toga, važno je poštovati lokalno zakonodavstvo kada se sprovede hemijske mere suzbijanja invazivne vrste. Svrha ovog poglavlja je da pomogne prikupljanjem ovih podataka kako bi se sprečilo naseljavanje i širenje invazivnih alohtonih biljnih vrsta u priobalnim šumama vašeg analiziranog područja. Takođe, poglavlje nudi mere prevencije koje se trebaju primeniti u cilju suzbijanja invazivnih vrsta.

Mehanizmi uticaja i njihova procena

Pretnje izazvane invazivnim alononim biljnim vrstama u šumskim ekosistemima uključuju hibridizaciju, prenos bolesti i kompeticiju između vrsta. Konkurencija za resurse, na primer da se alohtona biljka takmiči sa autohtonim taksonima za resurse (svetlost, voda, prostor), najčešći je prijavljeni mehanizam uticaja, koji dovodi do štetnog uticaja na domaće vrste u priobalnim šumama. Na primer, primećeno je nadmetanje za svetlost invazivnih vrsta poput *Solidago gigantea*, *Impatiens glandulifera* i *Coniza canadensis* sa autohtonim vrstama u priobalnim mešovitim šumama tvrdih lišćara hrast-brest-jasen uz velike reke.

Drugi mehanizam uticaja invazivnih sa autohtonim biljnih vrsta su hemijski uticaji, kao što je sposobnost alohtonih biljaka da promene hemijska svojstva tla, što zauzvrat može prouzrokovati promene u diverzitetu autohtonih vrsta iznad i ispod zemlje. Na primer, invazivna alohtonabiljna vrsta *Impatiens glandulifera* menja gljivične i bakterijske zajednice u zemljištu. Dalje, hemijski sastav biljnih ostataka od alohtonih biljaka kao što je alohtona invazivna vrsta *Robinia pseudoacacia* može prouzrokovati visok nivo azota u gornjim nivoima tla, vršeći tako uticaj na regeneraciju autohtonih drvenastih vrsta.

Postoji nekoliko politika i zakona koji regulišu širenje invazivnih alohtonih biljnih vrsta radi ublažavanja negativnog uticaja na šumske ekosisteme. Kako su finansijski resursi za upravljanje invazivnim alohtonim vrstama obično ograničeni, preporučujemo davanje prioriteta sadašnjim i potencijalno novim alohtonim vrstama prema uticaju alohtonih vrsta na životnu sredinu. Međunarodno usvojena metodologija protokola o klasifikaciji alohtonih taksona na životnu sredinu (EICAT) može se efikasno primeniti za kategorizaciju i kvantifikovanje uticaja svih alohtonih vrsta u čitavoj taksonomskoj klasi na osnovu sistematskog pregleda literature (Slika 3.2.5-1).



Slika 3.2.5-1. EICAT kategorije prikazane u šemi procesa procene koja grupiše alohtone vrste u jednu od pet kategorija, prema intenzitetu štetnih uticaja na životnu sredinu.

EICAT procena invazivnih alohtonih vrsta (insekata, gljiva i biljaka) u prekograničnom rezervatu biosfere Mura-Drava-Dunav otkrila je da su alohtone biljne vrste *Amorpha fruticosa*, *Fallopia japonica* i *F. sachalinensis*, *Heracleum persicum*, *Humulus japonicus* i *Impatiens glandulifera* koje imaju najintenzivniji negativan uticaj na životnu sredinu u priobalnim šumama.

Preventivne mere

Veliki broj ljudskih aktivnosti podstiče unošenje i širenje

invazivnih alohtonih biljaka u priobalne šume. Mere prevencije, čiji je cilj da identifikuju i usvoje ove ljudske aktivnosti, kao i puteve introdukovanja invazivnih alohtonih biljnih vrsta, su među najefikasnijim merama upravljanja. Na primer, u priobalnim šumama, seča, a posebno seča visokog intenziteta menja svetlosne uslove i raspoloživost resursa na načine koji favorizuju alohtone vrste biljaka. To su obično heliofiti, prilagođeni staništu sa vrlo intenzivnom osunčanošću, zbog izgradnje sopstvene strukture i specifičnog metabolizma. Dalje, izgradnja šumskih puteva i pešačkih staza može da podstakne širenje semena alohtonih biljaka kretanjem kontaminiranog supstrata i građevinskog materijala. Zbog toga ne treba potcenjivati rizik da šumski putevi funkcionišu kao putevi za prenos invazivnih vrsta. Stočna hrana koja se koristi u za ishranu divljači tokom zime može biti izvor zaraze.

Pored toga, sposobnost identifikacije alohtonih biljnih vrsta je značajno za otkrivanje invazivnih alohtonih biljaka u ranoj fazi širenja u priobalnom šumskom području. Materijal za obuku specifičan za ovu ciljnu grupu može pomoći u povećanju znanja o opasnosti od invazivne vrste. Naučni programi, kao što su alati DanubeForestHealth, takođe nude veliki set tehničkih alata za interakciju sa javnošću radi identifikovanja invazivnih alohtonih biljnih vrsta.

Mere prevencije takođe uključuju pravno obavezujuće i neobavezujuće mere koje sprečavaju uspostavljanje invazivnim alohtonim vrstama na nekom području. Uredba Evropske unije (br. 1143/2014) o sprečavanju i upravljanju unošenjem i širenjem invazivnih alohtonih vrsta, koja je stupila na snagu 1. januara 2015. godine, na primer, ograničava namerno ili iz nehata unošenje invazivnih vrsta u Evropsku uniju, reprodukcija, uzgoj, transport, kupovina, prodaja, upotreba, razmena, čuvanje i puštanje u promet invazivnih alohtonih vrsta koje se tiču EU. Trenutna lista invazivnih alohtonih vrsta koje su zabranjene u Uniju sadrži 36 biljnih vrsta, a mnoge od njih se javljaju u priobalnim područjima, poput kiselog drveta (*Ailanthus altissima*), japanskog hmelja (*Humulus scandens*) ili *impatiens* (*Impatiens glandulifera*) (EU-ENV, 2020).

Procena rizika

Ponekad se alohtone biljke, kao što su drveće ili bilje u mešavinama livadskog semena, planski koristi u šumarstvu ili obnavljanju ekosistema. U ovim slučajevima namerne upotrebe stranih vrsta, preporučujemo da se izvrši procena

rizika specifičnog za lokaciju. Minimalni standardi za procenu rizika uključuju sledeće: (1) osnovni opis vrsta; (2) verovatnoća naturalizacije ili invazije; (3) distribucija, širenje i uticaj; (4) procena puteva introdukcije; (5) procena uticaja na biodiverzitet i ekosistem; (6) procena uticaja na ekosistemske usluge; (7) procena socijalno-ekonomskih uticaja; (8) razmatranje statusa vrsta (ugroženog ili zaštićenog) ili staništa pod pretnjom; (9) procena budućih uticaja klimatskih promena; (10) Procena je moguća čak i kada nedostaje informacija; (11) dokumentovanje izvora informacija; (12) daje rezime u doslednom i razumljivom obliku; (13) \neg uključuje neizvesnost; (14) uključuje osiguranje kvaliteta. Međutim, preporučujemo da kontaktirate nacionalnog stručnjaka kako biste vam pružili detaljnije informacije o proceni rizika u vašem području i za alohtone vrste koje vas zanimaju.

Monitoring

Rano otkrivanje i brzo uklanjanje u ranoj fazi invazije je isplativa mera za zaustavljanje širenja invazivnih alohtonih biljaka, koje obično uslede nakon uspešnog otkrivanja populacije invazivne strane biljke u monitoringu. Tokom proteklih nekoliko decenija implementirano je mnogo različitih sistema praćenja na lokalnom, regionalnom i nacionalnom nivou. Osnovni princip invazivnog monitoringa alohtone biljke je ponavljanje posmatranje sistematski lociranih parcela na zabrinjavajućem mestu tokom nekoliko godina. Nadzor zahteva inspektora i identifikacioni formular za identifikaciju. Razvijeni su i drugi tehnički alati za pojednostavljivanje i poboljšanje procesa praćenja: DNK u životnoj sredini (eDNA), na primer, može se koristiti za istraživanje genetskog materijala dobijenog direktno iz uzoraka vode ili sedimenta.

Mehanička kontrola

Mere mehaničke kontrole uključuju ručno čupanje, seču, malčiranje, prstenovanje... uključujući upotrebu različitih alata kao što su kosilice ili trimeri, alata za vađenje celih biljaka sa korenom, seču, zakopavanje ili spaljivanje čitavih invazivnih alohtonih biljaka ili njihovih delova.

Uspešnosti manuelnih metoda održavanja, kao što je čupanje, zavisi od morfologije invazivnih alohtonih biljaka vrsta i veštine i tehnike obučenog osoblja. Za većinu biljnih vrsta važno je u potpunosti ili više puta ukloniti korenov sistem kao i ostale delove biljke, ako je vrsta sposobna za vegetativno razmnožavanje.

Ponekad je potrebno nekoliko godina da biljka bude uspešno uklonjena ili oslabljena (npr. *Solidago gigantea/canadensis*, *Fallopia japonica*, *F. x bohemica*, *Acer negundo*, *Ailanthus altissima*, *Amorpha fruticosa*). U ovom slučaju, potrebna je istrajnost i doslednost. Posebnu pažnju treba obratiti i na rukovanje biljnim ostacima. Oni se moraju sakupljati pomoću plastičnih podloga i transportovati u plastičnim kesama, kako se seme, plodovi i drugi delovi biljaka (mogućnost vegetativne propagacije!) ne bi dalje širili u drugim oblastima. Ostaci biljaka treba da se osuše, slegnu ili predaju nadležnim službama koje se bave takvim otpadnim materijalom.

Seča i ispaša su efikasna rešenja za uklanjanje zeljastih i drvenastih invazivnih vrsta. Preporučuje se sprovesti mere sečenja i ispaše pre cvetanja i proizvodnje semena. Ispaša zahteva manju količinu radne snage i smatra se da ima pozitivne ekološke efekte. Na primer, u skladu sa lokalnim zakonodavstvom, ispaša stokom, konjima, domaćim svinjama i ovcama može se efikasno koristiti za sprečavanje širenja invazivnih alohtonih vrsta šiblja u plavnim šumama (Slika. 3.2.5-2, slika 3.2.5-3). U slučaju da se u potpunosti formiraju ove invazivne vrste šiblja (2-5 godina nakon klijanja), njihovo potpuno uklanjanje zahteva strpljenje i trajnu ispašu u plavnim šumama (npr. na plantažama topola).



Slika 3.2.5-3: Ispaša konja u močvarnom rezervatu prirode Isola Della Cona u Friuli-Venezia Giulia, severoistočna Italija



Slika 3.2.5-2: (Levo) Redovne aktivnosti uklanjanja sprečavaju potpuno formiranje i širenje invazivnih vrsta šiblja na plantažama topola duž reke Temišvar u Srbiji. (Desno) Gusta *Amorpha fruticosa* i *Fraxinus pennsylvanica* u netretiranoj plantaži topole.

Malčiranje je relativno nedestruktivan metod kontrole invazivnih vrsta, koji smanjuje prodor svetlosti i inhibira klijanje i fotosintezu, a postiže se prekrivanjem proklijalih biljaka slamom, korom, ostacima rezidbe sečenjem, plastičnim materijalima ili papirom. Ova mera se obično koristi u poljoprivrednoj proizvodnji za kontrolu uglavnom jednogodišnjih korovskih biljaka. Malčiranje se uspešno koristi za kontrolu *Impatiens glandulifera*.

U zavisnosti od oblasti koja se tretira preporučujemo informisanje o ograničenjima delovanja i reproduktivnosti biljnih vrsta. Generalno gledano, upotreba mera mehaničke kontrole zahteva planiranu strategiju koja uključuje nadzor, suzbijanje, tretiranje i prpratne mere za procenu uspešnosti. U mnogim slučajevima mere mehaničke kontrole su izvodljive samo u početnim fazama invazije. S jedne strane, cilj mehaničke kontrole se retko ostvaruje bez velikih napora i troškova. Stoga se mere mehaničke kontrole obično koriste u malim jasno definisanim oblastima. S druge strane, mere mehaničke kontrole, ako se pravilno primenjuju, manje su štetne po životnu sredinu i autohtoni ekosistem u odnosu na hemijske mere. To čini mehaničke mere kontrole veoma korisnim za zaštićena područja, gde hemijska ili biološka kontrola nije opcija ili je zakonski zabranjena. U plavnim šumama uspešno su korišćene mere mehaničke kontrole za iskorenjivanje malih zajednica nendirka (*Impatiens glandulifera*), kiselog drveta (*Ailanthus altissima*), medveđe šape (*Heracleum sp.*) ili ciganskog perja (*Asclepias syriaca*).

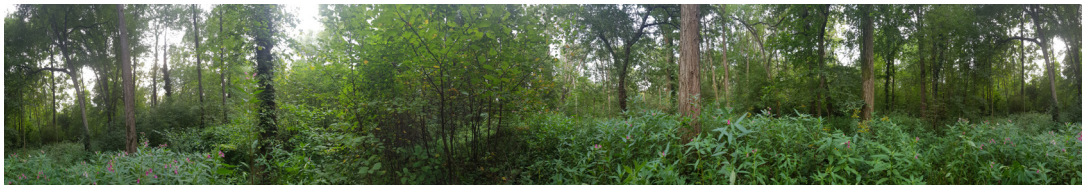
Hemijska kontrola

Mere hemijske kontrole odnose se na selektivno i lokalizovano prskanje ili razmazivanje proizvoda za zaštitu bilja (PZB). Primena herbicida, naročito primene glifosata, su isplative mere hemijske kontrole koje pomažu da se izbegne remećenje strukture površine zemljišta i naknadno klijanje invazivnih alohtonih biljaka, ali negativno utiče na ne-ciljane biljne vrste i životnu sredinu. Tretirane lokacije treba pratiti narednih godina kako bi se procenio uspeh i negativni, neželjeni efekti sprovedenih tretmana. Povremeno, tretiranje treba ponoviti u narednim godinama. Upotreba hemijskih tretmana u cilju kontrole invazivnih vrsta se naročito ne preporučuje u ekosistemima plavnih šuma. Osim toga, zakonska ograničenja često zabranjuju upotrebu herbicida u šumskim ekosistemima.

Biolška kontrola

Mere biološke kontrole odnose se na uvođenje živih organizama (biološkog agensa) kako bi se smanjila konkurentna sposobnost invazivne alohtone biljne vrste. Ove mere mogu imati negativne dugoročne efekte i zahtevaju konsultacije sa lokalnim ekspertima pre implementacije. Potrebno je poštovati nacionalno i lokalno zakonodavstvo, kao i definisati odgovarajuću procenu rizika pre bilo kakvog uvođenja bioloških agenasa. U praksi primena mera biološke kontrole obuhvata širok spektar organizama:

Ispaša zečeva, na primer, korišćena je za kontrolu ciganskog perja (*Asclepias syriaca*) u Nacionalnom parku Kiskunság, Mađarska. U eksperimentalnim studijama specifične gljive rđe (*Puccinia komarovii* var. *glanduliferae*) su korišćene za kontrolu *Impatiens glandulifera* (Slika 3.2.5-4). Štaviše, gljive iz roda *Verticillium* spp., kao što je izolat *Verticillium nonalfalfae*, trenutno se smatraju najefikasnijim biološkim agensom protiv *Ailanthus altissima*.



Slika 3.2.5-4: Invazija nedirka (*Impatiens glandulifera*) i falopije (*Fallopia Sachalinensis*)

Adaptacija gazdinskih mera

Preporuke koje se odnose na adaptaciju gazdinskih mera uključuju preventivne radnje kao što je sadnje autohtonih vrsta drveća. Pored toga, neprekidno održavanje pokrivenosti zemljišta drvećem i duži periodi rotacije preporučuju se tamo gde je moguće održavanje zasenjenih uslova. Totalnu seču treba izbegavati naročito kada je područje redovno plavljeno, jer se vegetativni i generativni materijal invazivnih vrsta lako može transportovati vodom do drugih, pogodnih zemljišta, gde mogu imati dovoljno svetlosti za klijanje i rast. Blago razređivanje šumskih područja treba izbegavati kako bi se smanjio rizik od izmena gazdovanja koje može funkcionisati kao put za uvođenje alohtonih biljnih vrsta u šumu. Granične delove šuma treba sačuvati jer gusta, višeslojna krošnja može sprečiti ili usporiti ulazak invazivnih vrsta iz okruženja. Redovno košenje koridora duž šumskih puteva je efikasno gazdovanje ovim delovima šuma. Konačno, alternativni režimi seče do jednostavne totalne seče, kao što su sistemi selekcije ili sistemi skloništa koji se primenjuju u uslovima neprekidne pošumljenosti zemljišta, su poželjni.



Slika 3.2.5-5: Ndirak (*Impatiens glandulifera*) je rodom iz Azije



Slika 3.2.5-6: Vinobojka (*Phytolacca americana*) je rodom iz Severne Amerike i širi se Evropom

Obnova oštećenih ekosistema

Dugoročna otpornost plavnih šuma može se poboljšati sprovođenjem odgovarajućih mera restauracije za potporu oporavka ekosistema koji je degradiran, oštećen ili uništen invazivnim, alohtonim biljkama ili drugim invazivnim organizmima (na primer insektima ili gljivama). Troškovi bilo kakvih kontrolnih mera mogli bi da budu visoki i nesrazmerni prednostima restauracije. Međutim, u nekim slučajevima tradicionalna praksa korišćenja zemljišta, kao što je ispaša u šumama, može da bude isplativo sredstvo za restauraciju.

KONTROLNA LISTA INVAZIVNE ALOHTONE BILJNE VRSTE

Preporuke za upravljanje invazivnim alohtonim biljnim vrstama u poplavnim šumama

- 1 ODREDITE CILJ**
 Identifikujte riziko vezane za postojeće i potencijalne invazivne alohtone biljne vrste u području interesa.
- 2 DOBRO UPOZNAJTE VRSTU**
 Mere suzbijanja mogu jako zavistiti od fenologije i drugih ekoloških karakteristika pojedinih invazivnih alohtonih vrsta biljaka. Stoga se preporučuje da se prvenstveno istraži biologija vrsta pa tek onda planiraju mere suzbijanja.
- 3 POŠTUJTE PROPISE**
 Prilikom primene hemijskih i mehaničkih mera suzbijanja uvek poštuju lokalne, regionalne i nacionalne propise.
- 4 IDENTIFIKUJTE PUTEVE UNOSA**
 Identifikujte puteve unosa, poput šumskih puteva ili ljudskih aktivnosti u poplavnim šumama, kako bi mogli povećati svest ljudi uključeni u aktivnosti vezane za puteve unosa.
- 5 ODREDITE PRIORITETE**
 Kako su finansijska sredstva uglavnom ograničena, preporučuje se određivanje prioriteta vezanih za prisutne i potencijalne vrste s obzirom na jačinu njihovog uticaja na životnu sredinu.
- 6 GOVORITE O SVOM RADU**
 Informativni materijal, prilagođen ciljnim grupama, može povećati svest o rizicima vezanim za invazivne alohtone vrste biljaka. Programi građanske nauke takođe nude široku paletu tehničkih alata za uključivanje javnosti u identifikaciju takvih biljnih vrsta.
- 7 PRILAGODITE SE LOKALNIM USLOVIMA**
 Mere upravljanja invazivnim alohtonim vrstama biljaka treba da budu prilagođene lokalnim uslovima.
- 8 PRATITE RIZIK I USPEH**
 Monitoring je koristan za ranu detekciju i brzu intervenciju u početnoj fazi invazije, kao i kvanitje, nakon sprovođenja mera, kako bi se ustanovila njihova učinkovitost.

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

Slika 3.2.5-7: Kontrolna lista invazivnih alohtonih biljaka



3.2.6 Gazdovanje zasadima topola uz očuvanje diverziteta

Markus Sallmannshofer, Werner Ruhm

Uvod

Plavne šume su posebno bogate raznovrsnošću vrsta zbog visoko produktivnog zemljišta i lokalno promjenljivih ekoloških uslova. Mnoge biljne i životinjske zajednice zavise od ovih staništa. Tipične vrste mekih lišćara, kao što su vrbe, crne i bele topole, posebno su prilagođene visoko dinamičnoj geomorfologiji nastaloj taloženjem reka. Kao vrste koje ne podnose senku, uspevaju na zemljištima bez vegetacije, na pesku i šljunku i mogu podneti poplave bolje od drugih vrsta drveća. Zbog regulacije reka, ova prirodna dinamika je izgubljena, a tipične vrste mekih lišćara se retko generativno obnavljaju i preusmeravaju na sekundarne lokacije kao što su šljunkare. Sve manja učestalost plavljenja duž regulisanih reka takođe promovira konkurentnu vegetaciju i sazrevanje šumskih zajednica što rezultira negativnim efektima na pojavu tipičnih vrsta mekih lišćara.

Oplemenjivanje topola

U drugoj polovini 19. veka započeto je sa uzgajanjem i sortama topola sa posebnim svojstvima poput otpornosti na bolesti. Uzgoj hibridnih topola počeo je početkom 20. veka: posebno brzorastući hibridi između različitih vrsta topola postali su popularni u šumarstvu. Nedostatak drveta izazvan Drugim svetskim ratom rezultirao je osnivanjem istraživačkih instituta za topole u mnogim zemljama.

Brzorastuće sorte topola odabrane su zbog svog oblika i otpornosti prema bolestima, čime se smanjuje vreme rotacije i povećava kvalitet drveta. Na nekim lokalitetima, topola ima bolji prinos od bilo koje druge vrste drveća - zbog čega su mnoga šumska preduzeća nepokolebljiva u njihovom korišćenju. Danas su aluvijalne šume mekog drveta i prelazno područje do poplavnog područja tvrdog drveta preovlađujuća područja za uzgoj topola. Sa savremenim klonovima visokih performansi može se upravljati sa periodima rotacije kraćim od 30 godina na odgovarajućim lokacijama.

Upravljanje i konzervacija šuma

Intenzivna zaštita prirode upućuje na to da treba izbegavati monokulture topola (Slika 3.2.6-1). U današnje vreme troškovi

gazdovanja šumama rastu, dok prihodi od prodaje drveta kontinuirano opadaju. U ovom poglavlju opisan je pristup koji uzima u obzir biologiju i ekologiju topola kako bi se povećala biološka raznolikost sastojina topola na efikasan način uz istovremeno smanjenje troškova.

Osnivanje zasada topola

Topole se sade na velikom međusobnom rastojanju pošto su to vrste koje ne podnose senku. Sadnja topola sa međurednim razmakom od 8 metara omogućava prirodni porast drugih stabala. U zavisnosti od lokaliteta, bele topole (*Populus alba*), vrbe (*Salix* sp.), jove (*Alnus* sp.) i sremza (*Prunus padus*) često se prirodno pojavljuju iz korena ili iz panja. Ako se takve korisne mešovite vrste drveća prirodno ne pojave, raznolikost se može povećati sadnjom drveća ili grmlja između redova topola (Slika 3.2.6 -2).

U zavisnosti od lokacije, postoji potreba za malčiranjem pre sadnje topola. Sadnja se može obaviti plugom ili kopanjem rupa. Uglavnom se koriste dvogodišnje, velike sadnice od oko 2,5 m ili više. Na samom početku redovi zasađenog drveća često imaju negativan vizuelni efekat na posetioce šume, ali omogućavaju racionalan tok rada kako za sadnju, tako i za neophodne radove na održavanju.

Topola se razmnožavaju u rasadnicima. Prostorna i vremenska mešavina nekoliko sorti povećava genetsku raznolikost i osigurava diversifikaciju. Podatak da je u mešavini zasađen kultivar/klon (npr. mape sadnje) osnovni je uslov za kasnije poređenje sorti.



Slika 3.2.6-1: Monokulture topola osnivaju se iz ekonomskih razloga



Slika 3.2.6-2: Stabla javora između redova topola

Specifična zaštita kultura

Ako je prisutna samo srna, sloj boje na deblu je dovoljan da se zaštiti od oštećenja. Protiv jelena neophodna je zaštita oko samog stabla ili oko čitavog područja. U Srbiji je razvijen metod gde se sadnice topole obmotavaju žičanim mrežom tokom procesa sadnje (Slika 3.2.6-3). Problemi nastaju kada jelen pase preko ograde i na taj način oštećuje biljku (Slika 3.2.6-4; poglavlje 3.2.4 “Kako gazdovati sa divljači i zaštititi šume od oštećenja”).

Održavanje kultura

Poplave koje se javljaju odmah nakon sadnje redovno podižu biljke koje još nisu imale dovoljno vremena da se ukorene. Takvo iskorenjivanje zahteva popravku. Prve 1-2 godine nakon sadnje poželjno je rotirajućim rezačem poseći vegetaciju duž redova topola. Ako je potrebno u prve dve godine nakon sadnje, mora se izvršiti uklanjanje penjačica ručnim makazama, jer čupanje divljeg hmelja ili klematisa oko topola može usporiti rast ili čak oštetiti mladu biljku.

Orezivanje

Za proizvodnju kvalitetnog drveta topole potrebno je orezivanje, koje se obično vrši u tri faze do visine od 6 metara. Sekundarni sastojak mešovitih vrsta drveća može doprineti smanjenju rasta i debljine grana. Tako se mogu izostaviti neke faze orezivanja.

Proreda

U intervalu od sedam do 10 godina starosti stabla, gustina drveća se obično šematski smanjuje na konačnu gustinu sastojine



Slika 3.2.6-3: Zaštita sadnica korišćenjem žice.



Slika 3.2.6-4: Kada se jelen savije prema mladim topolama radi ispaše izdanaka, oni se često lome (takođe iznad ograde).

proređivanjem (npr. na ramaku od 4 metara u redu uklanja se svaka druga topola). Proređivanje osim benefita za topolu od velike je koristi i za sekundarne vrte drveća.

Rezime

Zasnivanje sastojina sa širokim raspredom može povećati rast i stabilnost pojedinačnih stabala topola, dok razmak između stabala topola omogućava uspostavljanje sekundarne sastojine mešovitih drvenastih vrsta prirodnom sukcesijom. Na ovaj način se mogu smanjiti troškovi sadnje i orezivanja. To omogućava sprovođenje ekonomskih i ekoloških poboljšanja bez odstupanja od proizvodnje topola.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Herbert Tiefenbacher na doprinosu pri izradi poglavlja.



3.2.7 Mrtvo drvo u gazdovanju šumama

Janine Oettel

Uvod

Stvaranje, održavanje i upravljanje mrtvim drvetom je ključna komponenta poboljšanja ekološkog stanja šuma. Karakteristike mrtvog drveta korišćene su kao indikatori šumske prirodnosti, pružanje ekosistemskih usluga i stanja šumskog biodiverziteta. Međunarodne inicijative kao što su Konvencija o biološkoj raznolikosti (CBD), Šume Evrope (nekada Ministarska konferencija o zaštiti šuma u Evropi) i projekat Evropske agencije za životnu sredinu “Biodiversity Baseline” uključuju mrtvo drvo kao ključni indikator održivog upravljanja šumama. Nakon toga, sertifikacione šeme (FSC, PEFC) uvele su mrtvo drvo u svojim standardima sa ciljem očuvanja biodiverziteta i ekoloških vrednosti.

Mrtvo drvo doprinosi funkcionisanju ekosistema u šumama promenom mikroklimе, kao što je vlaga zemljišta, povećanjem kapaciteta za skladištenje vode i povećanjem dostupnosti hranljivih materija . Dalje, mrtvo drvo olakšava prirodno obnavljanje drveća, posebno u šumama u hladnim klimatskim uslovima kao što su umerene planinske šume . Štaviše, 25% šumskih vrsta zavisi od mrtvog drveta . Na primer, mrtvo drvo obezbeđuje osnovne resurse za saproksilne (od mrtvog drveta zavisne) vrste poput nekih gljiva, lišajeva, mahovina, ptica i slepih miševa.

Važnost mrtvog drveta za zaštitu vrsta je prilično dobro objašnjena kod buba. Prema Evropskoj crvenoj listi saproksilnih tvrdokrilaca, 18% od 688 istraženih vrsta smatra se ugroženim, dok se 13% smatra skoro ugroženim u Evropi. Saproksilni tvrdokrilci su zavisni od mrtvog drveta i starog drveća u toku svog razvoja. Zbog toga je neophodno zasnivati pejzaže i šume sa raznolikošću vrsta i dovoljnim brojem stabala koja omogućavaju mikrostaništa, kao i dovoljnom količinom mrtvog drveta u različitim fazama razgradnje.

Dok je u prirodnim umerenim šumama, zastupljenost mrtvog drveta velika, šumama kojima se gazduje mrtvo drvo je ozbiljno smanjena šumska komponenta. U skladu sa tim, u Evropi mnoge zajednice zavise od mrtvog drveta – naročito vrste koje zavise od velike količine mrtvog drveta u velikoj meri su opale u gazdovanim šumama i često su svedene na izolovane populacije. Dobro je poznato da na zapreminu i sastav mrtvog drveta utiče širok spektar faktora (npr. starost sastojina, prirodna smrtnost

drveta, sastav vrsta drveća), i da je to povezano sa gazdovanjem šuma. Müller i Bütler (2010) predlažu osnovni opseg od 20–50 m³ po ha za zapreminu mrtvog drveta, što se može posmatrati kao minimalni uslov za evropske šume. Stvarne prosečne zapremine su, međutim, znatno niže u severnoj Evropi sa 8 m³ po ha dok je nešto bolje u centralnoj i zapadnoj Evropi sa 20 m³ po ha.

Plavne šume

Staništa plavnih šuma su staništa koja su često visoko produktivna i predstavljaju područja sa visokim biodiverzitetom. Visoka produktivnost često rezultira visokim unosom mrtvog drveta. Rezultati istraživanja pokazuju da se zapremina mrtvog drveta može razlikovati. Na primer, u Austriji zapremina mrtvog drveta je 51 m³ po ha, u Poljskoj se zapremina kreće u rasponu vrednosti od 22 do 88 m³ po ha, od 36 do 165 m³ po ha u Sloveniji, dok zapremina mrtvog drveta u Italiji doštiže i vrednost od čak 206 m³ po ha. U zavisnosti od lokacije i blizine reke, mrtvog drveta se može odneti poplavama ili akumulirati na određenim lokacijama.

Istraživanja u u Austriji su pokazala da se u plavnim šumama nalazi 242 vrsta insekata koje žive u mrtvom drevetu. Ovako visoka vrednost jasno ukazuje na vrednost očuvanja plavnih šuma. Rezultati istraživanja pokazuju da na zastupljenost saproksilnih vrsta utiču na zapremina i prečnik mrtvog drveta. Detaljnije, Della Rocca et al. (2014) su utvrdili da je za popolavne šume vrednost prsnog prečnika (dbh) za mrtvo drvo od 22 cm i zapremine od 32 m³ po ha granična ispod koje se bogatstvo



Slika 3.2.7-1: Prosečna zapremina mrtvog drveta 30-50 m³ha⁻¹ u poplavnoj šumi u Austriji.

saproksilnih vrsta znatno smanjuje. Pored toga, dostupnost mrtvog drveta u naprednim fazama razgradnje je pozitivno povezana sa bogatstvom vrsta.

Načini gazdovanja u cilju povećanja učešća mrtvog drveta

Osobine mrtvog drveta utiču na bogatstvo vrsta. Aktivna promocija i integracija mrtvog drveta u gazdovanju šumama od velike je važnosti i primenljiva je u različitim konceptima gazdovanja poslednjih decenija. Razni koncepti gazdovanja na sličan način prepoznaju vrednost starog i mrtvog drveta i uključuju njegovu promociju kroz različite mere, poput (1) uspostavljanja šumskih rezervata ili (2) povećanje broja starih stabala u cilju prirodne dezintegracije. Pored toga, (3) nedostatak stabala sa šupljinama ili gnezdimama, i (4) povećanje količine ležećeg drveta, će očuvati populaciju saproksilnih vrsta i ojačati njihovu brojnost.

Preporuke za povećanje mrtvog drveta u plavnim šumama uključuju (a) ostavljanje drvnih ostataka posle seče, (b) stvaranje veštačkih panjeva visine od 0,5 do 1 m i (c) uklanjanje kore na mestima gde je stablo izloženo svetlosti kako bi se veštački stvorilo mrtvo drvo. Štaviše (5) produžavanjem proizvodnog ciklusa može se osigurati kontinuirano snabdevanje i dostupnost mrtvog drveta u kasnijim fazama razgradnje. Istraživanja su pokazala da broj stabala po ha varira od 5 do 10, a u tom slučaju zapremina mrtvog drveta varira od 20 do 40 m³ po ha.

Mrtvo drvo može predstavljati pretnju i uticati na bezbednost saobraćaja i bezbednost na radu u šumama. Duž i oko javnih



Slika 3.2.7-2: Gomila mrtvog drveta posle seče. Ostavljanjem grana, debla i panjeva sa malom ili nikakvom ekonomskom vrednošću tokom procesa seče, promoviše se integracija mrtvog drveta u redovno gazdovanje.

puteva, železničkih pruga, staza i drugih infrastrukturnih objekata bezbednost saobraćaja je prioritet. Generalno, važno je periodično procenjivati rizik od ostavljanja mrtvog drveta i po potrebi ga ukloniti. Mere u pogledu bezbednosti na radu i saobraćaju uključuju krčenje panjeva koliko je potrebno da bi se izbegao rizik. Izdvajanjem grupa stabala koje predstavljaju mrtvo drvo rizik je koncentrisan na manje područje.

Rezime

Mere za integrisanje mrtvog drveta u redovno gazdovanje šumama uključuju određivanje šumskih rezervi, isključivanje pojedinačnih ekološki vrednih stabala iz gazdovanja i aktivno obezbeđivanje dubecog i ležećeg mrtvog drveta. To se može realizovati tokom seče ostavljanjem grana, stabljika i panjeva male ili nikakve ekonomske vrednosti. Pokazalo se da mrtvo drvo zapremine 30 m³ po ha i prečnikom od 20 cm imaju pozitivan efekat na neke vrste insekata. Aspekti zaštite i bezbednosti moraju se uzeti u obzir u svakom slučaju. Neophodne mere treba svesti na minimum, uz istovremeno osiguravanje bezbednosti i izbegavajući rizike. Čineći to, izvodljivo je integrisati upravljanje mrtvim drvetom u gazdovanje šumama.



3.3 Zdravlje šuma

3.3.1 Šumske štetočine i bolesti u svetu koji se menja: Važnost njihovog ranog otkrivanja

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

Epidemijske štetočine i bolesti, stvarni problem za plavne ekosisteme

Globalna trgovina i klimatske promene vrše snažan pritisak na plavne šume u centralnoj Evropi. Globalna trgovina daje mogućnost invazivnim vrstama da budu donešene iz svog prirodnog staništa u evropske šume. Iako je većina ovih vrsta bezopasna, neke imaju potencijal da postanu invazivne i stoga mogu da nanese veliku štetu šumama, biodiverzitetu, ekonomiji i ljudskom zdravlju. S druge strane, u poslednjoj deceniji došlo je do povećanja globalne temperature i učestalosti ekstremnih vremenskih događaja – efekata aktuelnih klimatskih promena. Ova povećanja globalne temperature i ekstremnih vremenskih događaja slabe šumsko drveće i čine područje pogodnijim za određene (autohtone) štetočine i bolesti, koje mogu biti praćene izbijanjem gradacija i epifitocija. Ove vrste se nazivaju i eruptivne štetočine i bolesti.

Plavne šume su posebno u veoma ranjivom položaju jer su uglavnom u niskim predelima sa često visokim temperaturama, pod uticajem poplava koje znače potencijalni stres, ali i pod izrazitim uticajem ljudskih aktivnosti poput monokulturnih zasada ili preko eksploatacije u pogledu rekreacije. Skoro sve vrste drveća u centralnoevropskim plavnim šumama trenutno su ugrožene različitim štetočinama i bolestima. Na primer, udeo jasena (*Fraxinus excelsior* i *F. angustifolia*) se smanjuje poslednjih decenija zbog sušenja stabala (*Hymenoscyphus fraxineus*, poglavlje 3.3.4 “Sušenje jasena kao glavna pretnja diverzitetu plavnih šuma”), dok hrastovi pate od kompleksa faktora koji uzrokuju propadanje hrasta (poglavlje 3.3.3 “Propadanje hrasta - primer uzročno-posledičnih veza između različitih agenasa stresa”) ili izbijanje gradacija gubara (*Lymantria dispar*) i žutotrbe (*Euproctis chrysorrhoea*). Takođe, jova je pod pritiskom *Phytophthora alni*, *Armillaria* sp. i *Neonectria* sp. kompleksa koji dovode do njenog sušenja. Ovo su samo štetočine i bolesti koje su već ovde, dok još ima drugih koji dolaze. Smaragdni jasenov krasac (*Agrilus planipennis*) polako se širi iz Rusije i Ukrajine na zapad i ovim tempom će verovatno biti ovde za nekoliko decenija što će imati

za posledicu intenzivno sušenje jasena. Takođe, azijske strižibube (*Anoplophora glabripennis*) i (*Anoplophora chinensis*) još uvek nisu prisutne u plavnim šumama, ali napadaju lišćare, te potencijalno predstavljaju veliku pretnju po ove šumske ekosisteme. Da bi se ovi šumski zdravstveni problemi ublažili, treba pripremiti adekvatne mere gazdovanja ovim ugroženim šumskim ekosistemima.

Kako ublažiti uticaj epidemijskih štetočina i bolesti?

Rano upozoravanje i brzo reagovanje su najbitniji preduslovi za efikasno upravljanje šumskim štetočinama i bolestima. U slučaju eruptivnih autohtonih vrsta to znači da šumar može da preduzme mere pre nego što dođe do epidemije, dok bi potencijalno invazivna vrsta trebalo da bude pronađena što je pre moguće nakon njenog dolaska kako bi mogla da bude iskorenjena. Ključno je otkriti epidemiju i identifikovati invazivnu štetočinu ili bolest, pre nego što se proširi. Cilj ovog poglavlja je podrška šumarskim stručnjacima u njihovim aktivnostima na otkrivanju štetočina ili bolesti pokazivanjem metoda i davanjem informacija o karakteristikama određenih štetočina i bolesti.

Metode detekcije štetočina

Kada su šumske štetočine u pitanju fokus će biti uglavnom na tri pristupa: vizuelnom pregledu na simptome, metodama hvatanja i drugim metodama otkrivanja.

Prvi način za otkrivanje potencijalnih gradacija štetočina i invazivnih vrsta insekata je da se pažljivo promatra tokom boravka u šumi kao i znanje o tome šta da se traži. Prepoznavanje simptoma i znakova štetočina je stoga od najveće važnosti. Često sama štetočina neće biti prva stvar sa kojom ćemo se susresti dok se simptomi već prepoznaju sa neke distance. Najočigledniji simptom može biti da se celo stablo ili delovi krune **suše** ili su **bez listova** ili da pokazuju **promenu boje lišća**. Ovo su dobri razlozi da izbliza pogledate stablo. Štetni insekti se dele u četiri različite grupe: oni koji se hrane korom ili drvetom, defolijatori, sisaci i oni koji prave gale (Slika 3.3.1-1). **Insekti koji se hrane korom ili drvetom** su često insekti ili moljci koji se hrane kao larve u kori ili ispod kore. Jedna važna grupa su i potkornjaci (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), koji prave veoma lako uočljive i za vrstu specifične galerije. Krasci (Coleoptera: Buprestidae) često prave cik-cak šaru ispod kore, a izlazni otvor je okrugao ili u obliku latiničnog slova D. **Defolijatori** imaju sposobnost da potpuno obrste drvo. Većina defolijatora su larve leptira



Slika 3.3.1-1: Različite vrste oštećenja izazvane insektima: a) galerije velikog brestovog potkornjaka (*Scolytus scolytus*), b) defolijacija bresta od brestove lisne zolje (*Aproceros leucopoda*), c) oštećenje od hrastove mrežaste stenice (*Corythucha arcuata*), d) gale na javoru (*Pediaspis aceris*).

(Lepidoptera), larve osa listarica (Hymenoptera: Symphyta) ili bube listare (Coleoptera). Pojedini insekti su vezani samo za odedenog domaćina i mogu imati specifičan način ishrane npr. neke vrste se hrane samo unutar lista ili četine (mineri). Međutim, iako oštećenja od insekata mogu dati smernicu ka dijagnostici, često neće biti moguće utvrditi štetočinu na osnovu simptoma; stoga treba pronaći insekta koji je izazvao oštećenje. Ybog toga se, kada su defolijatori u pitanju savetuje da se stabla pregledaju kada primetite brst na njima. U nekim slučajevima prisustvo nekih simptoma (npr. jajna legla, gusenična gnezda) mogu pomoći u identifikaciji defolijatora. **Insekti sisaci** su insekti koji sisaju biljne sokove lišća, izbojaka, grana pa čak i stabala. Oštećenja su vidljiva po hlorozi listova i četina. U nekim slučajevima kod veoma jakog napada cela kruna stabala može da bude hlorotična i da se javi prevremeno opadanje listova (Slika 3.3.1-2). Četvrtu grupu čine grinje (Acari), muve galice (Diptera: Cecidomyiidae), vunaste vaši (Homoptera: Adelgidae) i ose šišaruše (Hymenoptera: Cynipidae) koje dovode do stvaranja specifičnih izraslina (gala). Ove vrste polažu jaja na različite delove stabala i njihove larve koje se razvijaju izazivaju stvaranje gala na biljnim tkivima. Iako pojedinačno nisu štetne, u velikom broju mogu da utiču na fotosintezu ili da omoguće patogenima ulazak u stablo. Gale se mogu naći na lišću, granama i semenkama. Za više informacija o štetama koje izazivaju šumski insekti možete pronaći u našoj preporučenoj literaturi kao i na brojnim sajtovima (npr. www.invasive.org, www.skodcoviadrevin.sk, www.evportal.hu).

U mnogim slučajevima, insekt koji nanosi određenu štetu biće u fazi larve (npr. gusenice koje se hrane lišćem, larve drvotočaca koje se razvijaju ispod kore). Generalno odrasle insekte uglavnom



Slika 3.3.1-2: Hrastova sastojina u Srbiji napadnuta hrastovom mrežastom stenicom (*Corythucha arcuata*) okružena topolom i vrbom.

nije lako pronaći. Zbog toga vam je potrebna pomoć različitih metoda. Jedan od metoda je da se koriste zamke i mamci. Postoji niz klopki, koje su specifične za određene vrste ili za određene grupe insekata, a koje koriste metod privlačenja. Primer nespecifičnih klopki jesu zamke za presretanje letova. Ove zamke su postavljene u šumi ili na ivici šume i hvataju sve što proleti. Problem je međutim u tome što ima mnogo vrsta koje dolaze u klopku. Za leptire koji su aktivni tokom noći, dobar način da ih detektujete jeste sa svetlosnim zamkama. Neke vrste insekata poput lisnih vašiju i krasaca privlače određene boje. Smaragdnog jasenovog krasca na primer, privlače zelene i ljubičaste zamke. Obojene zamke se često kombinuju sa lepljivim površinama. Pored boje, insekte mogu privući i mirisi, kakve su isparljive materije koje emituju stabla ili feromoni. Privlačenje prvog tipa je opštije i zasniva se na isparljivim materijama koje emituje stablo domaćina, te takve zamke privlače sve vrste insekata koje privlači baš taj domaćin. Feromoni su isparljiva jedinjenja koje proizvode sami insekti i selektivni su; privući će uglavnom jednu vrstu. Problem je međutim u tome što sintetički feromon nije razvijen za sve vrste štetočina.

Na raspolaganju je još nekoliko metoda, ali jedan metod detekcije koji je takođe veoma obećavajući je upotreba pasa za detekciju. Psi su se pokazali veoma preciznim za otkrivanje invazivnih vrsta kao što su azijske strižibube i smaragdni jasenov krasac, ali su još uvek u fazi ispitivanja i uvođenja u praksu. Psi za detekciju su takođe korišćeni za gradogene vrste kao što je *Ips typographus*. Iako mogu da budu veoma efikasni, psi moraju prvo da se obuču da identifikuju određenu vrstu.

Poslednjih godina daljinska detekcija postala je sve važnija za otkrivanje sušenja šuma. Takve metode mogu biti od pomoći u prikupljanju informacija o obimu ili širenju štete. Međutim, u većini slučajeva neće biti moguće utvrditi uzročnika štete. Slike koje su snimili dronovi sa manje pristupačnih šumskih mesta mogu da pruže rano upozorenje o diskoloraciji listova ili defolijaciji.

Metode detekcije bolesti

Bolesti drveća i žbunja uglavnom su uzrokovane gljivama, a ređe bakterijama, virusima i organizmima nalik virusima. Većina vrsta proizvodi samo mikroskopske strukture, što ometa odgovarajuću dijagnozu na terenu.

Identifikacija simptoma koji je gljivičnog/bakterijskog ili virusnog porekla na terenu zasniva se na poznavanju specifičnih simptoma i/ili nalazu i identifikaciji reproduktivnih struktura patogena. U dijagnostičkoj literaturi simptomi se obično grupišu prema biljnim organima na koje utiču: lišće/četine, izbojci/grančice/grane, stabla, korenje i cvetovi/plodovi. Slično štetočinama patogeni su često ograničeni u svojim aktivnostima na jednu ili nekoliko vrsta biljnih organa. Stoga je prvi korak nakon prepoznavanja simptoma identifikovanje i razgraničenje opsega organa na koje simptom utiče: bolesti (uglavnom gljivične prirode) koje utiču na lišće ili četine obično su prilično specijalizovane i često ograničene na ove organe. Pored toga, simptomi su nekada specifični kada su u pitanju određeni patogeni (npr. *Rhytisma acerinum*). Međutim, postoje patogeni koji su u stanju da inficiraju različite biljne organe, npr. *Hymenoscyphus fraxineus*, uzrokovatelj sušenja jasena, izazivajući pege na listovima, diskoloraciju peteljke, nekroze na izbojku/grančici/grani, korenu i stablu.

Kada su nekrotične lezije gljivičnog porekla u pitanju, često se u okviru lezije razvijaju plodonosna tela gljiva, obično vidljiva kao "sitne pustule" na površini kore. Njihovo prisustvo ukazuje na gljivično poreklo lezije, međutim identifikacija vrste zahteva mikroskopske i molekularne analize dijagnostičke laboratorije. Tako npr. kod lezija koje izaziva *H. fraxineus*, gljivična plodonosna tela koja se pojavljuju u okviru lezija su uvek od sekundarnih gljiva koje se hrane predhodno ubijenim tkivom. Plodonosna tela *H. fraxineus* obrazuju se isključivo na opalim lisnim peteljakama na zemlji i nikada u okviru nekrotičnih lezija.

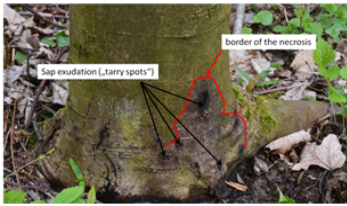
Nasuprot ovome, patogeni koji proizvode krupna plodonosna tela se lako mogu uočiti. Ovi patogeni pripadaju filumu

Basidiomycota gde gljive proizvode krupna plodonosna tela zvana pečurke, obično izazivaju trulež drveta i u većini slučajeva u stablo prodiru kroz rane (tzv. paraziti rana). Neke od njih mogu da identifikuju specijalisti na terenu prema morfologiji i veličini plodonosnih tela.

Nesumnjivo najteža grupa za otkrivanje (a još više za identifikaciju) su oboljenja korena. Praktikant se oslanja na prisustvo simptoma u kruni ili na stablu koji ukazuju na probleme na korenu: to su obično istovremeno i naglo sušenje cele sastojine i krošnje, pojava plodonosnih tela gljiva i curenje iz kore stabala kao posledica reakcije na stres ili patogene. Kombinacija pojave curenja eksudata na stablu i sušenje krune sa vrha obično se odnosi na infekcije korena i pridanka stabla uzrokovanim gljivama sličnim organizmima iz roda *Phytophthora*. Međutim, neki drugi patogeni ili čak abiotički faktori stresa mogu da izazovu slične simptome.

Za otkrivanje patogena na terenu, sve simptome bolesti uključujući različite faze razvoja simptoma treba pažljivo i sveobuhvatno dokumentovati (fotografije i opisi). Uzorkovanje za laboratorijsku potvrdu i dijagnozu trebalo bi da prati posebne zahteve ciljne vrste, ali generalno uzorci bi trebalo da budu značajni i obilni i trebalo bi da odražavaju različite faze pogoršanja stanja pogođenih tkiva (uzimanje uzoraka samo od mrtvog materijala uglavnom neće rezultovati izolacijom ciljnog organizma već skupom sekundarnih agenasa). Simptomatično lišće sa nekrozama treba nakon uzorkovanja čuvati u frižideru i istog dana poslati u laboratoriju a ukoliko je to nemoguće i ukoliko su na listovima vidljiva plodonosna tela lišće možete osušiti i ispresovati pre slanja. Lišće mora biti u papirnoj kesi, nikako u plastičnoj kako bi se izbeglo stvaranje buđi! Uzimanje uzoraka kada su u pitanju *Phytophthora* vrste sastoji se od dve različite tehnike. Ako su na stablu prisutne nekrotične lezije ovi patogeni mogu biti izolovani direktno iz lezija. Procedura uzorkovanja za to je demonstrirana na Slici 3.3.1-3. Ako nedostaju nekroze kore ali simptomi u kruni ukazuju na propadanje korena, uzorke zemljišta treba uzeti iz rizosfere: na 4 mesta oko stabla, organski sloj zemljišta treba ukloniti do dubine od oko 10 cm. a zatim uzeti uzorak iz dela tla koji sadrži fino korenje (po rupi 1 lopata). Ova četiri uzorka se mogu i pomešati. Uzorak treba da je ukupne težine oko 1 kg. Ovakav uzorak se može čuvati u laboratoriji nekoliko meseci u suvim uslovima.

Osim toga, prisustvo gljivičnih patogena se može detektovati hvatačima za spore. Hvatači za spore kao tehnika uzorkovanja jesu



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



Sampling from stem necroses

Uzorkovanje iz nekroza na stablima:

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



3

Uzorke odmah stavite u posude sa običnom vodom. Nakon 10 minuta prospite vodu koja je u međuvremenu postala braonkasta i sipajte svežu vodu. Ponavljajte ovaj postupak svaka 2 sata sve dok voda ne prestane da se boji (2-3 puta u zavisnosti od vrste drveta).

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

Slika 3.3.1-3: *Phytophthora* – uzorkovanje nekroza u 3 koraka

najbrži metod za prikupljanje spora koje se prenose vazduhom. Ovaj metod je prikladan za identifikaciju, ali i kvantifikaciju gljivičnih spora prisutnih u vazduhu. Na tržištu postoji nekoliko modela hvatača spora.

Neke gljive prenose insekti koji su u tom slučaju vektori bolesti. Takvi insekti često nose spore gljive u posebnim organima na svojim telima (“mikangija”). Primeri za bolesti izazvane insektima su bolest zvana hiljadu rakova, izazvana patogenom gljivom *Geosmithia morbida* čiji je vektor insekt *Pityophthorus juglandis*, holandska bolest bresta uzrokovana gljivama *Ophiostoma ulmi* i *O. novo-ulmi*, a koju prenose brestovi potkornjaci (*Scolytus* sp.), sušenje borova koje izaziva nematoda *Bursaphelenchus xylophilus* koju prenose strižibube iz roda *Monoctonus*. Za rano otkrivanje bolesti šumskog drveća koje prenose insekti koristimo tehnike klopki zajedno sa specifičnim feromonima kao što je gore opisano.

Preporuke za otkrivanje invazivnih vrsta i eruptivnih šumskih štetočina

- Sistem nadzora treba da bude adekvatan i sa dovoljnim brojem i lokacijom kloпки
- Treba koristiti ispravne metode za određene vrste. Pre nego što započnete otkrivanje, saznajte šta trebate da pronađete.
- Počnite rano da nadgledate potencijalne invazivne vrste ili eruptivne štetočine pre nego što nastane velika šteta.
- Potrebno je primeniti kampanje podizanja svesti o ovim štetnim insektima i patogenima; i uključiti javnost u ranu detekciju štetočina ili pojavu invazivnih vrsta
- Konsultujte stručnjake za savet, u mnogim slučajevima takva saradnja pruža obostranu korist:
- Dobijte povratne informacije za metode koje primenjujete
- Dobijte podršku na terenu
- Redovno učestvujte na kursevima i obukama jer se stalno pojavljuju nove štetočine i bolesti
- Koristite identifikacionu podršku informacionog sistema DunavForestHealth (www.danubeforesthealth.eu) i prijavite štetočine i bolesti što pre



Slika 3.3.1-4: Primena mobilne aplikacije Danubeforesthealth tokom posmatranja simptoma na terenu.

Pregled i rezime

Štetni insekti i bolesti mogu u mnogome ugroziti plavne šume, te je rano otkrivanje njihovog prisustva od presudnog značaja za smanjenje štete. U okviru projekta REFOCuS pripremljen je informacioni sistem pod nazivom DunavForestHealth (Sl. 3.3.1-4). U ovom poglavlju smo opisali simptome i metode detekcije štetočina i bolesti. Najbolje metode detekcije insekata su provera postojanja simptoma na terenu, korišćenje klopki, ali i metode kao što je daljinska detekcija. Kada su bolesti u pitanju, takođe je bitna detekcija simptoma, ali je za mnoge vrste potrebna potvrda identifikacije u laboratorijskim uslovima. Druge metode su hvatači spora i uzorkovanje vektorskih organizama poput insekata. Sve predhodno opisane metode detekcije služe kao polazna osnova za davanje preporuka za prevenciju i kontrolu bolesti i eradikaciju insekata.



3.3.2 Bolesti topola i njihovih hibrida sa posebnim akcentom na preporuke za prevenciju i kontrolu

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

Bolesti lišća

Rđa lišća

Simptomi bolesti

Rđa lišća koju izazivaju patogene gljive iz roda *Melampsora* je najčešća bolest topole, naročito u rasadnicima i zasadima starosti dvadeset i više godina gde može dostići razmere lokalnih epifitocija. Ova bolest je jedan od ključnih problema u topolarstvu. Tipičan simptom bolesti je fini, žučkasto-narandžasti “prah” koga čini masa spora gljive a koji se javlja na naličju lišća (Slika 3.3.2-1 i Slika 3.3.2-2). Do infekcije dolazi u



Slika 3.3.2-1: Rđa lišća *Populus × euramericana*.



Slika 3.3.2-2: Rđa lišća i smeđa pegavost lišća *Populus × euramericana*.

proleće, ali tipični simptomi su najočigledniji leti kada bolest može da dovede do prerane defolijacije stabala.

Smeđa pegavost lišća

Simptomi bolesti

Smeđa pegavost lišća uzrokovana patogenom gljivom *Drepanopeziza brunnea* (Ellis & Everh.) Rossman & W.C. Alen se uglavnom javlja u rasadnicima i mladim zasadima topole (starosti do deset godina). Tipičan simptom bolesti je pojava smeđih pega na lišću (Slika 3.3.2-2 i Slika 3.3.2-3). U poodmakloj fazi razvoja bolesti lišće najpre požuti, zatim dobija bronzanu nijansu, a može doći i do preranog opadanja lišća. Klonovi *Populus × euramericana* posebno su osetljivi na napad ove bolesti (Slika 3.3.2-3).

Ekologija i ekonomski značaj bolesti lišća

Gljive koje izazivaju bolesti lišća su obično "primarni paraziti" koji mogu da inficiraju zdrave biljke. Ukoliko se ne suzbiju na vreme, bolesti lišća, naročito u intenzivnim zasadima topole mogu da utiču na rast biljaka, a time i na proizvodnju drveta. Jake infekcije mogu smanjiti potencijal rasta smanjenjem površine lista neophodne za fotosintezu. Ožiljci koji na biljci nastaju nakon prevremenog opadanja lišća tokom sezone vegetacije predstavljaju savršeno mesto za ulazak sekundarnih patogena. Ponovljene infekcije i prerana defolijacija kod osetljivih klonova slabe biljke i čine ih podložnim drugim biotičkim i abiotičnim stresnim faktorima, kakvi su npr. prouzrokovani bolesti stabla (npr. gljiva *Dothichiza populea*), insekti, visoke temperature i suša. Ovi "drugi stresovi" su često pogubni po biljku. Matičnjaci su posebno podložni bolestima lišća jer su u njima biljke često gusto zasađene, relativna vlažnost vazduha je velika, a ovi uslovi su povoljni za pojavu i razvoj ovih bolesti. Bolesti lišća jesu jedan od najčešćih neprijatelja topolarstva i zato ne bi trebalo da ih zanemari ni oplemenjivač tokom procesa selekcije klonova, a ni uzgajivač tokom osnivanja i podizanja zasada topole.

Preporuke za prevenciju i kontrolu bolesti

Najefikasniji način prevencije bolesti lišća jeste sadnja otpornih ili barem tolerantnih klonova topole.

Gljive iz reda *Pucciniales* (tzv. rđe) imaju složenu ekologiju i često zahtevaju dva domaćina da završe svoj životni ciklus. Drugi domaćin zavisi od vrste rđe. Uzgajivač topole mora da ima dovoljno znanja o sekundarnim domaćinima da bi izbegao osnivanje zasada topola u njihovoj neposrednoj blizini ili da bi pokušao da ih iskoreni u slučaju da rastu u neposrednoj blizini zasada.



Slika 3.3.2-3: Smeđa pegavost lišća topole izazvana patogenom gljivom *Drepanopeziza brunnea*: jak napad na lišću osetljivog klona *Populus × euramericana* "I-214" sa desne strane; otporni klon na levoj strani.

Ako gore navedene preporuke nisu moguće, fungicidi (npr. fungicidi na bazi bakra i karbamidi) mogu se koristiti za preventivno tretiranje biljaka, naročito u rasadnicima, ali se moraju primeniti pre pojave infekcije.

Patogeni lišća mogu da prežive i završe svoj životni ciklus na opalom lišću, pa je neophodno ukloniti svo opalo lišće iz zasada pre početka naredne vegetacione sezone ili ga makar prekriti zemljom.

Jedan od načina za prevenciju pojave bolesti lišća jeste i sadnja biljaka na odgovarajućem razmaku i uništavanje konkurentne korovske vegetacije kako bi se izbegla visoka relativna vlažnost vazduha koja favorizuje pojavu i razvoj bolesti.

Stalni monitoring na prisustvo bolesti lišća treba da bude sastavni deo integralne zaštite biljaka od patogena u zasadima topole. To je neophodno zbog toga što ne samo da se mogu pojaviti novi agresivni sojevi i patogeni, već populacija date patogene gljive može da se promeni tokom vremena te ranije otporni klonovi mogu postati osetljivi na napad patogena.

Bolesti lišća su prisutne i u prirodnim šumama topole u kojima visoka vlažnost vazduha favorizuje razvoj bolesti. Budući da je verovatnije da će se bolest preneti između genetski sličnih individua, održavanje genetski raznovrsnih populacija topola je najbolji način borbe protiv bolesti lišća u plavnim šumama.



Slika 3.3.2-4. *Dothichiza* rak stabla *Populus × euramericana* sa plodonosnim telima gljive (piknidima).

Bolesti grana i stabla

Bolesti izazvane gljivama

Dothichiza rak stabla

Simptomi bolesti

Dothichiza rak stabla uzrokovan patogenom gljivom *Dothichiza populea* Sacc. predstavlja jednu od najčešćih i najrasprostranjenijih bolesti topole. Ova bolest je bila glavni razlog neuspeha masovne proizvodnje nekoliko klonova i kultivara topola uprkos njihovom dobrom prirastu i drugim dobrim karakteristikama. Do infekcije uglavnom dolazi krajem jeseni ili zime kada je biljka domaćin u fazi mirovanja, mada su moguće i prolećne infekcije. Jedna od najopasnijih osobina ovog patogena ogleda se u tome što ima dug period inkubacije koji traje i do godinu dana, pa samim tim do infekcije može doći u tekućoj godini, ali simptomi bolesti mogu da se pojave tek naredne godine. Ovoj bolesti najpodložnija su stabla pod stresom u rasadnicima i mladim zasadima i to najčešće ukoliko se topole sade na previše peskovitom zemljištu sklonom periodičnom nedostatku vode.

Prvi tipičan simptom bolesti je pojava crnih nekrotičnih lezija (Slika

3.3.2-4) na kori. Kako bolest napreduje površina lezije postaje ulegnuta, a na njenim obodima se kod snažnih biljaka koje mogu da razviju odbrambene reakcije formira kalusno tkivo jer domaćin nastoji da zaustavi širenje lezije, i izoluje gljivu od okolnog zdravog tkiva, obrazujući tako “rak ranu”. Međutim, ukoliko je biljka slaba gljiva nastavlja da se dalje širi u kortikalnom tkivu topole prstenujući celi obim kore. U okviru lezije (tj. kortikalnim zonama bez kalusa) dolazi do formiranja crnih plodonosnih tela gljive koja se nazivaju piknidi (Slika 3.3.2-4) i to u redovima ili koncentričnim krugovima oko mesta infekcije. Patogen prodire u biljku kroz rane i prirodne otvore te se lezije obično pojavljuju na mestima formiranja ožiljaka koji nastaju kao posledica odvajanja lišća, i ozlede kore. Biljke koje prežive infekciju obično polomi vetar ili je njihovo drvo slabijeg kvaliteta u poređenju sa zdravim biljkama.

Cytospora rak stabla

Simptomi bolesti

Cytospora rak stabla čiji su uzročnik gljive iz roda *Cytospora* je česta bolest u prirodnim šumama, zasadima i rasadnicima topole. Ovi patogeni dovode do pojave ulegnutih rak rana na stablu sličnih onima koje nastaju usled infekcije *D. populea*. Međutim, *Cytospora* plodonosna tela su vidno manja u poređenju sa plodonosnim telima *D. populea*, na kori su nasumično raspoređena, i oslobađaju mase narandžastih, žučkasto-belih ili crvenkastih spora koje isflekaju koru stabla (Slika 3.3.2-5). *Cytospora* spp. najčešće inficiraju biljke koje su već oslabljene nekom vrstom abiotičkog ili biotičkog stresa. Ove gljive inficiraju biljke svih starosti, a najčešće su na stablima koja se suše sa vrha (eng. die-back) usled infekcije nekim drugim patogenom, obično *D. populea*. Reznice topole koje ne uspeju da se ožile često ubrzo nakon sadnje stradaju od strane *Cytospora* vrsta (Slika 3.3.2-6).



Slika 3.3.2-5: Narandžaste mase spora *Cytospora* sp. ekstrudirane iz plodonosnih tela (piknida) na površini mrtve kore *Populus × euramericana*.



Slika 3.3.2-6: Beličasti crvuljci spora *Cytospora* sp. koji se izlučuju iz piknida obrazovanih na mrtvoj kori reznice *Populus × euramericana*.

Bolesti izazvane bakterijama

Lonsdalea rak stabla

Simptomi bolesti

Bakterijski rak koji izaziva *Lonsdalea populi* je izuzetno ozbiljna bolest *Populus × euramericana* u Evropi. Bolest je najčešća u rasadnicima i mladim zasadima topola. Tipični simptomi bolesti javljaju se tokom leta i jeseni kada je klima topla i vlažna a ogledaju se u pojavi rak rana na granama i stablu sa pukotinama u kori i proizvodnji velike količine lepljivih i često penušavih eksudata sa mirisom truleži koji se izlučuju iz pukotina (Slika 3.3.2-7 a, b). Izloženi vazduhu eksudati tamne i dovode do pojave fleka na kori (Slika 3.3.2-7 B). Štaviše, eksudati privlače razne insekte, uključujući bubamare i smrdljive martine za koje se spekulise da deluju kao vektori bolesti i šire je na obližnje drveće. Ponekad, kora



Slika 3.3.2-7: Simptomi bakterijskog raka *Populus × euramericana* u Srbiji i Mađarskoj čiji je uzročnik *Lonsdalea populi*. A) Beli, penušavi eksudati koji izbijaju iz pukotina u kori. B) Rak rana sa eksudatima koji boje koru stabla. Stablo je prethodno oštećeno od strane *Scapteron tabaniformis*. C) Kora se ljušti izlažući beli, kremasti eksudat i trulo drvo sa mirisom fermentacije. D) Proizvodnja eksudata prestaje u jesen, ali stablo se lomi pod uticajem jakog vetra.

rak rane se ljušti izlažući trulo drvo sa mirisom fermentacije i kremastom masom belih eksudata (Slika 3.3.2-7 c). U pođmakloj fazi bolesti, rak rane mogu da dovedu do sušenja krune sa vrha, a zaražena stabla suše se u roku od nekoliko nedelja. Rak rane mogu biti dužine nekoliko metara, i mogu se pojaviti na bilo kom delu stabla. U retkim prilikama, drvo se brani proizvodnjom ogromne količine kalusnog tkiva i rak rane mogu da zarastu. Međutim, drvo je beskorisno za dalju preradu u pilanama ili fabrikama za proizvodnju peleta i stabla se tokom jeseni i zime obično lome pod uticajem jakog vetra (Slika 3.3.2-7 d).

Ekologija i ekonomski značaj bolesti grana i stabla

Bolesti stabla dovode do strukturnih promena u drvetu i samim tim

utiču na značajan gubitak njegovog kvaliteta. Gljive koje dovode do pojave bolesti na granama i stablu su obično “paraziti rana” i “oportunistički patogeni” koji prodiru u stablo kroz rane ili prirodne otvore u kori i inficiraju biljku kada je pod stresom. Ovi patogeni stoga mogu da za ulazak u stablo iskoriste čak i male slučajne povrede nastale tokom različitih radnih operacija u zasadima i rasadnicima ili usled lošeg gazdovanja, uključujući preranu defolijaciju izazvanu patogenima lišća, prethodne napade insekata i klimatske ekstreme (npr. dugoročna stagnacija vode zbog intenzivnih kišnih događaja, nedostatak vode u zemljištu zbog dugotrajne suše i/ili sadnja topola na neadekvatnom zemljištu, “topli talasi”). Kombinacija i sukcesija bolesti česta je kako u prirodnim šumama, tako i u intenzivnim višegodišnjim zasadima topola.

Preporuke za prevenciju i kontrolu bolesti

- Selekcija otpornih ili barem tolerantnih klonova trenutno se smatra najboljim rešenjem za kontrolu bolesti *Dothichiza* i *Lonsdalea* raka stabla.
- Dobar način prevencije pojave ovih bolesti jeste održavanje vitalnosti stabla kroz različite proizvodne prakse uključujući đubrenje, zalivanje (naročito leti radi sprečavanja stresa zbog suše) i izbegavanje mehaničkih povreda.
- Inficirane grane sa rak ranama ili nekrotičnim lezijama treba odstraniti kako bi se sprečio ulazak patogena u stablo. Orezivanje treba uraditi tako da sek bude ispod rane, a mesto preseka treba premazati kalemarskim voskom ili tretirati protektivnim fungicidom (koji poseduje i baktericidni efekat, npr. nekim fungicidom na bazi bakra). Orezivanje bi trebalo obaviti u periodu mirovanja vegetacije, a kada su već zaražena stabla u pitanju alat za sečenje grana treba sterilisati pre orezivanja zdravih stabala.
- Biljke treba pravilno zaštititi od napada štetnih insekata jer oni mogu da oslabe biljke, rašire zarazu i stvore rane koje patogeni mogu da koriste za ulazak u stablo.
- Takođe je važno da uzgajivači topola primenjuju smernice dobre proizvodne prakse pogotovu one koje se odnose na smanjenje mogućnosti infekcije biljaka patogenima lišća, zatim kontrolu korova i održavanje optimalne gustine biljaka.
- Dobra proizvodna praksa takođe podrazumeva sadnju klonova topola otpornih ili tolerantnih na bolesti lišća kao i sadnju klonova koji su adekvatni srazmerno staništu na kom se uzgajaju.
- Rasadnici i zasadi moraju da se podignu na staništu pogodnom za gajenje topola kako bi se sprečio gubitak vitalnosti biljaka.
- Reznice treba praviti samo od zdravih biljaka, i treba ih pikirati u

zemlju u periodima povoljne vlage i temperature kako bi se stres sveo na najmanju moguću meru.

- Patogeni koji izazivaju rak rane grana i stabla mogu da prežive na drvenastom biljnom materijalu koji leži na zemlji, pa je posebno važno ukloniti sve posečene grane i drugo mrtvo drvo i ležavinu iz zasada.
- Jako zaražena stabla sa rak ranama i/ili bakterijskim eksudatima treba poseći pre nego što rak rane smanje kvalitet i potencijal prirasta i treba ih što pre ukloniti iz zasada kako bi se usporilo širenje bolesti.
- Zemljište koje potiče iz oblasti u kojoj je prisutan bakterijski rak ne sme da se prenese u nezaražena područja, ni preko biljnog materijala ni preko opreme za rad.

Selekcija i oplemenjivanje na otpornost na bolesti smatra se najboljim rešenjem za kontrolu bolesti grana i stabla u prirodnim šumama topole.

Bolesti korena

Bolesti korena topole uglavnom uzrokuju gljive i gljivama slični organizmi. Vrste iz roda *Armillaria* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., i *Phytopythium* spp. uzrokuju sušenje krune sa vrha i trulež korena *Populus* spp. u prirodnim šumama, zasadima i rasadnicima. Prirodne šume topole javljaju se u aluvijalnim ravnicama duž velikih reka gde vlažni uslovi zemljišta i sezonsko plavljenje stvaraju povoljne uslove za širenje, infekciju i opstanak gljivama sličnih organizama, uključujući vrste iz roda *Phytophthora*. Mere prevencije i kontrole bolesti izazvane *Phytophthora* vrstama detaljno su opisane u poglavlju "Mere za sprečavanje širenja *Phytophthora* vrsta u plavnim šumama".

Zaključci

Zbog preferencijalne sadnje visoko produktivnih "superiornih" klonova na velikim površinama i posledično niske genetičke raznovrsnosti, intenzivni zasadi topole su posebno podložni napadima patogena. Zbog toga su programi za poboljšanje topole koji konstantno traže nove klonove koji su otporni ili barem tolerantni na bolesti, prilagođeni lokalnoj klimi i sa optimalnim kapacitetom rasta poželjna strategija gazdovanja intenzivnim zasadima topole. Štaviše, kad god je to moguće u obzir treba uzeti i ekološki prihvatljive opcije biološke kontrole, kao i dobru proizvodnu praksu koja stvara minimalne uslove za infekciju patogenima.



3.3.3 Propadanje hrasta - primer uzročno-posledičnih veza između različitih agenasa stresa

Thomas L. Cech



Slika 3.3.3-1: Simptomi propadanja hrastova - proredena kruna i odumiranje grana sa vrha



Slika 3.3.3-2: Curenje ekskudata iz kore stabla hrasta.

Propadanje hrasta (eng. *oak decline*) je kompleksan proces koga uzrokuje veći broj faktora biotičke i abiotičke prirode, a sam fenomen je prisutan u Evropi i Severnoj Americi već više od 100 godina (Forestry Commission 2020). Pojava se ogleda u proređivanju krošnje, odumiranju grana i grančica sa vrha (eng. *die-back*) i konačno, sušenju stabla, kao posledice interakcije abiotičkih i biotičkih faktora (Slika 3.3.3-1). U Evropi se poslednja epizoda propadanja hrastovih šuma odigrala od kraja sedamdesetih do početka devedesetih godina prošlog veka. Jedna od hipoteza bila je da su ovu pojavu izazvale isključivo određene gljive izazivači vaskularnog sušenja (*Ophiostoma* spp.), iako za to nije bilo čvrstih dokaza. Otkrivanje brojnih faktora povezanih sa propadanjem hrastovih šuma pokrenulo je i brojna multidisciplinarna istraživanja u kojima su učestvovali naučnici iz različitih naučnih oblasti. Iako se razmere negativnog uticaja pojedinačnih uzročnika i način njihove interakcije sa drugima agensima nisu uvek mogli identifikovati, propadanje hrasta se generalno vezivalo za kombinaciju negativnih uticaja usled prisustva insekata i patogena uzročnika truleži korena i pridanka (npr. *Phytophthora*, *Gymnopilus fusipes*, *Armillaria* spp.), te kasnih prolećnih mrazeva, stresa od suše i antropogenih uticaja. Primera radi, smanjenje sadržaja vode u zemljištu se u pojedinim evropskim zemljama vezuje za intenzivnu eksploataciju vode za potrebe poljoprivredne proizvodnje, kao i isušivanje močvara, odnosno nestajanje manjih površina pod šumama. Primećeno je da krajem devedesetih godina prošlog veka dolazi do smanjenja razmere ove pojave, što je pozitivno uticalo na oporavak mnogih hrastovih šuma.

Intenzivno propadanje hrasta koje je aktuelno poslednjih godina u Velikoj Britaniji, opisano i kao "Akutno propadnje hrasta" (AOD), karakteriše curenje ekskudata iz stabala (Slika 3.3.3-2), kao i kombinovani uticaj pojedinih vrsta bakterija (*Brenneria* spp. i drugih) i krasaca (*Agrilus* spp.).

Otkrivanje i potvrda

Obzirom na to da simptomi propadanja hrasta mogu znatno da variraju u skladu sa različitim agensima, otkrivanje faktora koji tome doprinose je prvi preduslov u razdvajanju fenomena propadanja od pojedinačnih negativnih uticaja (npr. razređivanje

krune kao posledice defolijacije od insekata). Simptomi propadanja stabala obično utiču na čitavu krošnju: lišće postaje proređeno i manjih dimenzija, kao i hlorotičnog izgleda. Izbojci su kratki (zakržljali rast) sa gusto pakovanim lišćem na grančicama. Ovi simptomi su obično praćeni progresivnim odumiranjem grančica i pojedinačnih većih grana. Kao posledica opisanog, dolazi do narušavanja stanja krune, koja se nakon nekoliko godina karakteriše prisustvom brojnih mrtvih grana. Obično drveće reaguje proizvodnjom epikormičnih izbojaka, koji se takođe mogu javiti i kao posledica naglog izlaganja stabala sunčevoj svetlosti nakon sprovedenih mera prorede. Kao konačan ishod ovog fenomena uglavnom dolazi do sušenja stabala, iako je u određenom broju slučajeva primećeno da je dolazilo i do njihovog oporavka.

Simptome propadanja potrebno je pratiti osmatranjem krošnji staba (npr. veličina listova, boja), kao i određivanjem indeksa proređenosti. Krošnju treba pažljivo proveriti da li postoji prisustvo defolijacije od strane insekata, pepelnice ili drugih patogenih lista, što se uglavnom čini osmatranjem uz pomoć dvogleda. Pored toga, listove do kojih se može doći sa zemlje treba pregledati na prisustvo insekata i gljiva, kao i uzorkovati za laboratorijsku dijagnozu.

Mrtve grane treba ispitati na prisustvo vidljivih mehaničkih oštećenja. Veće rane (kao što su rane od oluja, udara groma, orezivanja ili oštećenja od divljih životinja) koje se nalaze u osnovama mrtvih grana ili na stablima ispod njih, nisu simptom propadanja hrasta, obzirom da one same mogu dovesti do sušenja grane. Pukotine, s druge strane, mogu ukazivati na abiotski stres (najčešće mraz i sušu): pukotine mogu podsećati na mehanička oštećenja, stoga ih treba proveriti u različitim fazama razvoja.

Inspekciju stabala treba obaviti pažljivom pretragom na prisustvo nekrotičnih lezija čiji uzročnici mogu biti patogene gljive npr. *Biscogniauxia mediterranea*, *Fusicoccum quercus*, *Stereum rugosum*, *Pezizula cinnamomea*. Štaviše, curenje katranastih eksudata je još jedna značajna karakteristika koja ukazuje na prisustvo najčešće gljivama sličnih organizama iz roda *Phytophthora* i bakterija u tkivima kore. Hrast najčešće inficira *Phytophthora cinnamomi* i u ređim slučajevima *P. ramorum*, koja je uzročnik fenomena "Iznenadnog propadanja hrasta" (Suden oak decline-SOD) u Severnoj Americi. Stoga, ukoliko su velike nekroze kore prisutne i šire se od osnove stabla naviše, pri čemu nema prisustva insekata koji se hrane drvetom (npr. Buprestidae), potrebno je uzeti uzorke kore kako bi se ispitalo prisustvo (i uradila identifikacija)

Phytophthora vrsta.

Ukoliko su na stablu prisutne katranaste mrlje u kombinaciji samo sa malim (5-10 cm) lezijama za koje ne možemo reći da se nakon skidanja kore šire od osnove naviše u vidu plamena ili jezička (što je tipično za *Phytophthora* vrste) ali možemo videti ubušne otvore sa galerijama krasca (npr. hrastov krasac *Agrilus biguttatus*), u tom slučaju biljni sok koji ističe iz stabala treba uzorkovati pomoću sterilnog štapića sa pamučnim vrhom (kompleta za uzimanje uzoraka za forenzičko-genetičku analizu), kog treba poslati u dijagnostičku laboratoriju radi izolacije i identifikacije bakterijske vrste.

Ukoliko postoje simptomi u kruni (npr. proređena krošnja, listovi male veličine), koji ukazuju na odumiranje korenovog sistema, ali nema nekrotičnih lezija na stablu, treba uzeti uzorke zemljišta kako bi se ispitalo prisustvo *Phytophthora* vrsta u zoni tzv. finog korenja (korenja prečnika manjeg od 2 mm): brojne *Phytophthora* vrste utiču na fino korenje hrastova, uzrokujući progresivni pad vitalnosti celog stabla.

Dve parazitske gljive posebno profitiraju od stresa od suše u sastojinama hrasta. *Armillaria* spp., koja inficira brojne vrste drveća, može se lako otkriti po prisustvu crnih vrpce vidljivih ispod kore (tzv. rizomorfe), bele lepezaste micelije i karakterističnih plodonosnih tela-pećurki, koje se pojavljuju u jesen. Uticaj vrsta iz roda *Armillaria* se generalno povećava posle sušnih perioda, kao i biotičkih faktora stresa. Obično patogen brzo ubije ceo korenov sistem. Gljiva *Gymnopus fusipes* napada grubo korenje. Proizvodi plodonosna tela-pećurke od sredine leta i izaziva tipične narandžaste mrlje na inficiranom korenu. Ovaj patogen postaje sve važniji zbog izuzetno suvih i vrelih leta poslednjih godina.

Nakon procene prisustva štetočina i patogena na pojedinačnim stablima ili u čitavoj sastojini, potrebno je sakupiti klimatske podatke za proteklih 10 do 20 godina sa najbliže meteorološke stanice i analizirati pojavu perioda ekstremnih suša, toplotnih talasa ili mrazeva.

Strategije gazdovanja

Nakon što su se stekli dokazi o prisustvu složenog poremećaja zdravstvenog stanja hrasta na nekoj lokaciji, a na osnovu pretpostavke da je bilo koja pojava propadanja u osnovi posledica stresa, u obzir treba uzeti bilo koju meru koja ima za cilj poboljšanje vitalnosti stabala. Pri tome, svaku aktivnost koja vodi

isušivanju zemljišta ili smanjenju nivoa podzemnih voda treba strogo izbegavati.

Na lokalitetima koji su sve više izloženi vremenskim ekstremima potrebno je da pojedinačna stabla hrasta budu sposobna da izdrže ove krajnosti. To se može postići odgovarajućim gazdinskim merama, kao što su pravovremena proreda, prevođenje čistih hrastovih sastojina u mešovite, ali i kontrolom prisustva i brojnosti divljači i stoke. U mešovitim sastojinama, brojnost svake vrste drveća je mnogo manja nego u čistoj sastojini, pa su usled toga štetočine i patogeni koji imaju predilekcije prema određenim vrstama manje efikasni u smislu prenamnoženja i pojave epifitocija.

Hrastove sastojine treba obnavljati odgovarajućim sadnim materijalom prilagođenim lokalnim stanišnim uslovima – i imajući u vidu tekuće klimatske promene. Na hrastove sastojine koje nisu u dovoljnoj meri adaptirane mogu uticati različiti patogeni; npr. nedavni slučajevi propadanja crvenog hrasta u Austriji i Češkoj pod uticajem *G. fusipes*: *Q. rubra* je posebno osetljiv na *G. fusipes*, ukoliko se sadi na alkalnim zemljištima i nalazi pod uticajem stresa (Slika 3.3.3-3).

Sažetak

Propadanje hrasta je složen fenomen izazvan interakcijom više abiotičkih i biotičkih agenasa. Za otkrivanje i tumačenje potrebna je pažljiva procena faktora koji mu doprinose, kao i analiza klimatskih uslova na pogođenim lokalitetima. Osim specifičnih mera borbe (suzbijanja) pojedinačnih štetočina i patogena, propadanje hrasta može se sprečiti ili umanjiti samo uzgojnim merama usmerenim ka jačanju vitalnosti stabala. Sa aspekta upravljanja stanišnim uslovima, potrebno je obnoviti i zagarantovati prirodno snabdevanje vodom hrastovih sastojina.



Slika 3.3.3-3: *Gymnopus fusipes* na stablu crvenog hrasta (*Quercus rubra* L.)



3.3.4 Sušenje jasena kao glavna pretnja diverzitetu plavnih šuma

Thomas L. Cech, Katharina Schwanda

Uvod

Sušenje jasena (sušenje krune sa vrha, eng. die-back) je značajna bolest nekoliko vrsta iz roda *Fraxinus* (Slika 3.3.4-1) koju uzrokuje patogena gljiva *Hymenoscyphus fraxineus*. Ova bolest se u Evropi javila početkom 1990-ih. Pojavila se u baltičkim zemaljama, Poljskoj i Skandinaviji sredinom 2000-ih, a nakon toga i u u srednjoj Evropi gde je okarakterisana kao jedna od najozbiljnijih bolesti jasena. *H. fraxineus* može inficirati sve starosne klase jasena. Međutim, veću štetu izaziva na mlađim stablima, za razliku od odraslih stabala gde ova bolest dobija hroničan karakter. Međutim, čak i stara stabla na kraju podlegnu bolesti zbog ponovljenih infekcija sekundarnim patogenima. Ovaj pathogen napada najrasprostranjenije vrste iz roda jasena u Evropi, i to beli jasen (*F. excelsior*) i poljski jasen (*F. angustifolia*). U istočnoj Aziji, odakle i dolazi ovaj pathogen, nanosi minimalne štete autohtonim vrstama jasena. Način introdukovanja ove bolesti u Evropu još uvek nije u potpunosti razjašnjen, ali se pretpostavlja da je bolest uneta trgovinom i prometom zaraženih biljaka i biljnog materijala. Jasen ima važnu ekonomsku i ekološku ulogu. Drvo je



Slika 3.3.4-1: Sušenje jasena je ozbiljna bolest koju uzrokuje patogen *Hymenoscyphus fraxineus* i koja ugrožava nekoliko vrsta iz roda *Fraxinus*.

izuzetno cenjeno u proizvodnji nameštaja, furnira, parketa, alata i sportske opreme. Zatim, lišće može da se koristi kao stočna hrana u ruralnim područjima tokom sušnih perioda. Dalje, kora sadrži aktivne supstance značajne za upotrebu u medicinske svrhe

(npr. ima antimalarijska svojstva). Ekološka vrednost je izuzetna: stabla jasena su stanište velikog broja insekata, gljiva, lišajeva i mahovina.

Stoga, može se očekivati da sušenje jasena predstavlja veliku opasnost za biodiverzitet, posebno u plavnim šumama, koje su već značajno osiromašene gubitkom brestova, jova i hrastova kao posledice holandske bolesti brestova, *Phytophthora alni* i drugih *Phytophthora* vrsta. Gubitak velikog broja stabala jasena verovatno će imati niz ekoloških efekata na ekosistemske usluge i biodiverzitet šuma. Prekomerni gubitak jasena, posebno u plavnim šumama, značio bi praznine koje bi mogle da popune invazivne zeljaste vrste, ali i invazivne drvenaste vrste kao što su *Acer negundo*, *Ailanthus altissima* ili *Juglans nigra*.

Infekcija i razvoj bolesti

Hymenoscyphus fraxineus inficira sveže listove jasena pomoću askospora koja prezimljavaju na opalom lišću (Slika 3.3.4-2). Prvi simptomi bolesti su nekarakteristične smeđe pege na listovima. Nakon infekcije, gljiva prorasta kroz lisnu ploču sve do peteljke, a zatim prelazi kroz izbojak u drvenasta tkiva stabla i gde izaziva promenu boje drveta u nijansama od sive do smeđe boje. Na grančicama i granama se pojavljuju nekrotične lezije koje ih prstenuju i dovode do njihovog sušenja, a kada je mlada biljka u pitanju lezija se preko grane širi i u samo stablo koga može prstenovati te dovesti do njegovog sušenja. Zaraženi listovi u jesen opadaju i gljiva prezimljava prvenstveno na glavnim nervima i peteljci, ali moguće je i prezimljavanje na bočnim lisnim nervima. Narednog proleća i leta, tako prezimela gljiva razvija mala bela plodonosna tela-apotecije (2 – 7 mm). Askospore se oslobađaju



Slika 3.3.4-2: Plodonosna tela (apotecije) *Hymenoscyphus fraxineus* koja se formiraju na opalim lisnim peteljka.

od kraja juna do septembra, u zavisnosti od lokalnih klimatskih uslova i tada ciklus bolesti sušenja jasena ponovo započinje.

Za proizvodnju plodonosnih tela gljive neophodna je visoka vlaga. Na vlažnom tlu bela plodonosna tela gljive se brzo pojavljuju. Stoga se maksimalna proizvodnja plodonosnih tela postiže na mestima sa konstantno visokom vlažnošću vazduha u blizini tla. Crna stroma gljive je izuzetno plodna: na jednoj lisnoj peteljci mogu se stvarati apotecije tokom čitavog vegetacionog perioda, pa čak i nekoliko godina uzastopno. Uzimajući u obzir da se spore gljive oslobađaju tokom nekoliko meseci, samo produženi periodi suše mogu značajno da redukuju bolest. Dalje, spore *H. fraxineus* mogu da prodru i u osnovu stabla i korenov vrat preko lenticela uzrokujući promenu boje drveta i nekrotične lezije na kori. To dalje stvara povoljne uslove za napad sekundarnih kolonizatora, poput *Armillaria* spp., što narušava vitalnost i dovodi do sušenja jasena. Usled napada gljiva truleži korena, u nekoliko zemalja se sve češće primećuju lomljenje stabala i vetroizvale (Slika 3.3.4-3). Bolest značajno smanjuje stabilnost stabla zbog čega se mnoga stabla moraju poseći, posebno duž puteva i pešačkih staza iz bezbednosnih razloga.



Slika 3.3.4-3: Infekcija sekundarnih kolonizatora, uglavnom uzročnika truleži korena i pridanka stabla poput *Armillaria* spp., ubrzava odumiranje stabala i njihovo izvaljivanje.

Strategije gazdovanja

Plavne šume pružaju povoljne uslove za razvoj patogena (visoka vlažnost, sabijen supstrat koji sprečava aeraciju). Stoga ova bolest

uzrokuje najveće gubitke jasena upravo u ovim šumama. U blizini velikih vodenih površina vlažnost vazduha je visoka a dodatno je uzrokovana gustom prizemnom vegetacijom. Sa druge strane, gusta prizemna vegetacija takođe može sprečiti da oslobođene spore dođu do zelenih listova u krošnji. Poplave takođe mogu imati ograničavajući efekat na inokulum; naslagani slojevi blata mogu prekriti opalo lišće jasena i na taj način sprečiti rasejanje spora. Ova pojava je primećena na oglednim lokalitetima u Austriji. Trenutno su na raspolaganju dve strategije za borbu protiv odumiranja jasena:

- Genetski nasleđena otpornost ili tolerancija malog broja stabala jasena na *H. fraxineus*.
- Higijenske i šumsko-uzgojne mere.

Podsticanje prirodne otpornosti

Sušenje jasena je očigledan fenomen u srednjoevropskim šumama; sastojine sa velikim udelom zaraženih stabala nisu retke, posebno u plavnim šumama gde se često javljaju čiste sastojine jasena. Međutim, pojedina stabla koja ne pokazuju nikakve simptome ili imaju samo neznatne simptome mogu se primetiti čak i u veoma zaraženim sastojinama. Ovaj fenomen označen je kao nasledna otpornost ili tolerancija na bolest, i proučavan je u nekoliko zemalja. U toku su oplemenjivački programi za proizvodnju sadnog materijala otpornog na infekciju *H. fraxineus*. Pored ovoga, selekcija otpornih stabala u sastojinama jasena takođe može povećati otpornost populacija. To zahteva selektivno očuvanje stabala koja ne pokazuju nikakve ili samo minimalne simptome kao i sprovođenje mera koje pospešuju njihovu regeneraciju. Stoga se u šumama gde ovaj patogen ugrožava stabla jasena preporučuje ograđivanje područja oko stabala jasena koja ne pokazuju simptome kako bi se data stabla zaštitila od stoke i divljači, kao i sprovođenje mera za sprečavanje negativnog dejstva konkurentske vegetacije.

Higijenske i šumsko-uzgojne mere za smanjenje intenziteta sušenja jasena u plavnim šumama

Intenzitet bolesti u sastojinama jasena u korelaciji je sa gustinom i starošću sastojine, pa je pojava novih zaraza veća u gušćim i mlađim sastojinama. Suprotno tome, veći udeo drugih drvenastih vrsta smanjuje verovatnoću novih infekcija. Stoga bi proces prirodne selekcije trebao da osigura razvoj mešovitih sastojina sa malim do umerenim udelom jasena. Štaviše, otvorene sastojine

pružaju manje pogodne uslove za razvoj zaraze, jer su one sušnije i obično toplije od zatvorenih sastojina sa slabijom cirkulacijom vazduha. Međutim, uzimajući u obzir činjenicu da se spore ovog patogena rasejavaju vazдушnim putem, svaka higijenska mera usmerena na smanjenje inokuluma na datoj lokaciji treba da bude deo regionalnog plana gazdovanja, jer se spore mogu naći na udaljenosti i do nekoliko stotina metara u odnosu na okolne sastojine kojima se ne gazduje a koje predstavljaju izvor inokuluma. Nekoliko studija potvrdilo je uticaj strukture sastojine na intenzitet bolesti. Ovo se može objasniti bržom razgradnjom zaraženih peteljki u različitim šumskim prostirkama. Na primer, lisna prostirka lipe (*Tilia* spp.) značajno je ubrzala biološku razgradnju zaraženih peteljki jasena. Prema studiji koja je sprovedena u Republici Češkoj iz 2013. godine, intenzitet sušenja jasena negativno je povezan sa udelom četinara (uglavnom *Abies* i *Pinus*) primešanih sa jasenom.

Strategije koje se odnose na sekundarne štetočine i patogene

Tokom protekle decenije postala je očigledna intenzivnija aktivnost sekundarnih patogena stabala jasena koja su zaražena sa *H. fraxineus*. To se pre svega odnosi na patogene truleži korena, poput medonosne gljive (*Armillaria* spp.). Dejstvo *Armillaria* vrsta je dodatno podstaknuto različitim stresnim faktorima koji negativno utiču na zaražena stabla, a najčešće je to stres izazvan sušom. Stabla jasena koja su dugi niz godina pogođena odumiranjem krošnje, a posebno stabla pogođena lezijama na bočnim granama, oslabljena su i postaju sve više izložena napadima *Armillaria* spp. i drugih patogena korena i pridanka stabla. Ovaj fenomen je postao čest poslednjih godina, a u nekoliko zemalja Evrope plavne šume su bile prve sastojine jasena kod kojih je ustanovljeno značajno sušenje uzrokovano upravo ovim patogenima (npr. duž Dunava u Austriji). Tamo gde šume jasena pružaju višestruke ekosistemske usluge, zbog bezbednosti na radu, bezbednosti saobraćajnica i ljudi koji ih posećuju, vitalnost ovih šuma je od izuzetnog značaja, te se razvijaju različiti dijagnostički alati za procenu stabilnosti stabala. Što se insekata tiče, *Hylesinus fraxini* je okarakterisan kao nova sekundarna štetočina jasenovih šuma u procesu sušenja i za sada se javlja samo u sukcesiji sa *H. fraxineus*. Sveobuhvatno posmatrano, detaljna procena zdravstvenog stanja stabala neophodna je pre donošenja odluke o mogućim opcijama za kontrolu sušenja u šumama jasena.



Slika 3.3.4-4: Različite faze sušenja stabala jasena (*Fraxinus excelsior*) u Štajerskoj.

Rezime

Zamena stabala jasena koja su u odmakloj fazi sušenja usled infekcije *H. fraxineus* drugim lišćarima kao što su *Prunus avium*, *Quercus* spp. ili *Juglans regia*, kao i držanje jasena u niskom procentu u mešovitim sastojinama smatra se najboljom opcijom za smanjenje rizika od ukupnog gubitka jasena u plavnim šumskim ekosistemima. Pored toga, selekcija zdravih stabala u prirodnim sastojinama, a zatim i programi oplemenjivanja usmereni ka otpornosti biljaka na *H. fraxineus* mogu dodatno obezbediti odgovarajući sadni materijal u nadolazećim godinama. U šumama u kojima je cilj očuvanje staništa treba omogućiti prirodnu sukcesiju vegetacije. Sve pomenute mere usmerene na smanjenje inokuluma u zaraženim sastojinama jasena treba sprovesti u okviru regionalnog koncepta, jer je *Hymenoscyphus fraxineus* patogen čije se spore prvenstveno šire vetrom na velike udaljenosti.



3.3.5 Jasen u nevolji: programi konzervacije i oplemenjivanja na otpornost prema bolesti sušenja *Fraxinus excelsior* u Austriji

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

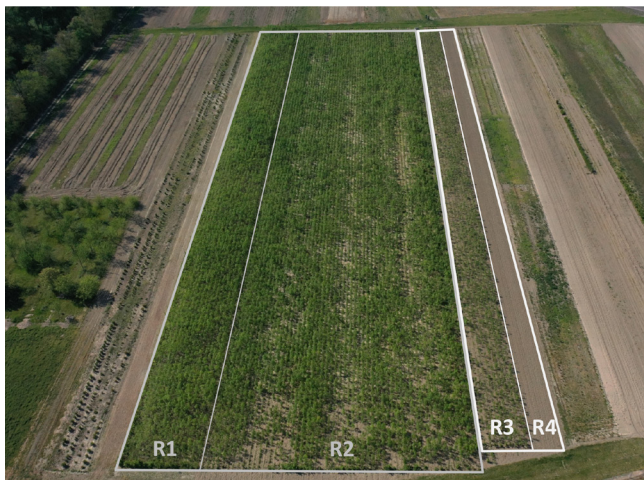
Austrijski Istraživački Centar za šume (BFV) je 2015. godine u saradnji sa Univerzitetom za prirodne resurse i nauke, Beč (BOKU) započeo projekat „Esche in Not“ („Esche in Not“, <http://vvv.esche-in-not.at/>). Ciljevi su bili mapiranje potencijalno otpornih stabala jasena u zaraženim šumskim sastojinama širom Austrije, kako bi se utvrdila otpornost na bolest sušenja jasena, na osnovu otpornosti njihovih potomaka koji su bili izloženi visokom nivou prirodnog inokuluma patogena *Hymenoscyphus fraxineus* u poljskim uslovima, kako bi se izvršio odabir superiornih genotipova za dalje oplemenjivanje. Obe vrste jasena, i to obični jasen (*Fraxinus excelsior*) koji je važna vrsta šumskog drveća u celoj Evropi i poljski jasen (*F. angustifolia*) koji se javlja na severoistoku Austrije (uglavnom u plavnim šumama duž reke Morave), vrlo su podložni bolesti sušenja jasena koju uzrokuje invazivna patogena gljiva *H. fraxineus* (poglavlje 3.3.4 „Sušenje jasena kao glavna pretnja diverzitetu plavnih šuma“).

Od 2005. godine patogen se proširio širom Austrije što je rezultiralo značajnim promenama u sastavu i ekologiji šuma tvrdih lišćara zbog velikog oštećenja i sušenja stabala jasena. Sada je ukinuto proaktivno gazdovanje jasenom, jer se stara stabla sve više obaraju, a regeneracija je oskudna. Međutim, u intenzivno pogođenim sastojinama konstantno se primećuje mali udeo minimalno degradiranih stabala, a pretpostavlja se da je otpornost na patogene u slučaju jasena naslednog karaktera.

Potvrde različitih nivoa otpornosti *F. excelsior* na *H. fraxineus* u Austriji uglavnom potiču iz osmatranja tri klonska ogleda koja su uspostavljena u periodu od 1993. do 2000. godine i sastoje se od 50 do 70 kalemljenih klonova sa selektovanih plus stabala. Procene štete u zasadima jasena od 2009. do 2011. godine, koje je sprovodio Univerzitet BOKU, ukazale su na velike razlike među klonovima u rasponu od minimalnih (<5 %) do ozbiljnih sušenja jasena. Iako se sušenje jasena naknadno povećalo i zdravstveno stanje mnogih klonova se znatno pogoršalo, do 2018. godine pojedini genotipovi su ostali minimalno zaraženi. Ova zapažanja, kao i nekoliko drugih evropskih studija pružili su dokaze da je otpornost jasena na *H. fraxineus* genetski određena i da ima

visoku heritabilnost. Selekcija na otpornost je stoga odabrana kao obećavajuća strategija za održivost jasena kao jedne od glavnih vrsta iz grupe tvrdih lišćara za šumarstvo, ali i za zaštitu prirode u Austriji.

Prva faza projekta „Jasen u nevolji“ (2015-2019) otkrila je visok potencijal za povećavanje otpornosti i zaštitu jasena *ex situ* konzervacijom. U ovom projektu definisani su strogi kriterijumi za odabir šumskih sastojina i pojedinačnih stabala: razmatrane su samo sastojine sa visokim nivoom zaraze (što ukazuje na visok lokalni infektivni pritisak) i odabrana su stabla jasena koja ne pokazuju lezije na kori i imaju samo zanemarljivo oštećenje krošnje. Isto tako, odabirana su stabla sa prsnim prečnikom (dbh) od 20-25 cm (ne većim od 30 cm).



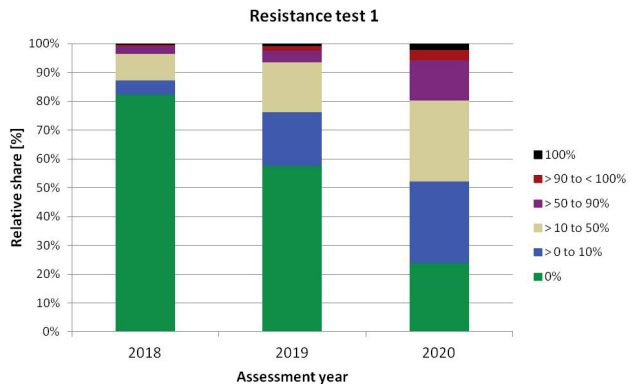
Slika 3.3.5-1: Slika poljskog oglada snimljena dronom u rasadniku BFV u Tulnu, koja je postavljena u okviru projekta

Na osnovu pomenutih kriterijuma, ukupno 716 potencijalno otpornih pojedinačnih stabala širom Austrije odabrano je za sakupljanje semena u 2015. i 2017. godini. Nakon uzgoja potomstva selektovanih stabala, četiri oglada sa ukupno 35.718 sadnica su posađena su u periodu od 2017. do 2020. godine u Istraživačkom oglednom dobru BFV u Tullnu (Donja Austrija; ispitivanja otpornosti R1 do R4; Slika 3.3.5-1), gde su biljke podvrgnute prirodnim infekcijama gljive *H. fraxineus*. Takođe, potomstvo sa veoma oštećenih matičnih stabala je uključeno kao kontrola u ovom ogledu.

Na osnovu sakupljanja semena u 2015. i 2017. godini i klijanju i rastu tokom perioda od naredne 4 godine, ogled je postavljen

na četiti odvojene površine, koje su organizovane za ispitivanje otpornosti, R1 do R4 (fotografija snimljena 08.05.2020.).

Da bi se definisali nivoi otpornosti sadnica u ogledima, vizuelnim pregledima i to korišćenjem šest klasa oštećenja procenivan je na godišnjem nivou intenzitet odumiranja drvenastih delova sadnica jasena (glavna stabljika, bočne grančice, korenov vrat) u skali od 1 = 0 % oštećenja do 6 = 100 % oštećenja (Slika 2). Udeo vitalnih sadnica na oglednoj površini R1 (osnovana 2017. godine) se značajno smanjio od 2018. do 2020. godine (Slika 3.3.5-2). Prilikom prve procene 2018. godine 82,4 % (4.970 od 6.030) sadnica nije bilo zaraženo, zatim taj udeo se još smanjio na 57,6 % u 2019. godini, dok je 2020. godine on iznosio samo 24,0 % biljaka. Nekoliko *half-sib* linija je bilo značajno slabije zaraženo u poređenju sa ostatkom. Isto tako, intenzitet oštećenja sadnica se značajno razlikovao između sadnica u odnosu na stepen zaraženosti matične biljke, što je u potpunosti u skladu sa genetski uslovljenom, naslednom, otpornošću *F. excelsior* na *H. fraxineus*. Drugo ogledno polje R2 (osnovano 2018. godine, dve procene 2019. i 2020. godine) pokazalo je sličan trend razvoja bolesti kao i kod prvog oglednog polja R1, zatim ogledno polje R3 (osnovano 2019. godine) ocenjeno je samo jednom do sada (2020. godine), a ogledno polje R4 (osnovano 2020. godine) biće prvi put ocenjivano 2021. godine. Visok intenzitet sušenja jasena na oglednom polju R1 sugerise na visok uticaj infekcije *H. fraxineus* u Istraživačkom rasadniku BFV, što osigurava da se za proizvodnju odaberu samo superiorni genotipovi. Iako se intenzitet bolesti



Slika 3.3.5-2: Razvoj intenziteta odumiranja jasena u testu otpornosti 1 (R1) od 2018. do 2020. Stubići pokazuju relativni udeo sadnica jasena u šest klasa oštećenja (R1 je uspostavljen 2017. godine sa 6.330 sadnica).

može vremenom dodatno povećavati (ali verovatno sporije), očekuje se da će značajan deo zdravih, odnosno minimalno zaraženih, primeraka jasena i dalje imati superiornije performanse u poređenju sa prirodnom populacijom.

Druga faza projekta (2019-2024) će biti usredsređena na karakterizaciju i odabir superiornih genotipova u poljskim uslovima. Zdravi primerci će biti odabirani između potomstva matičnih stabala koje je u proseku otpornije (Slika 3.3.5-3). Takođe, odabrani primerci će biti analizirani na molekularnom nivou, pomoću molekularnih markera u cilju testiranja na otpornost prema pomenutom patogenu. Na kraju, odabrani primerci na osnovu ovih karakteristika će biti testirani veštačkom inokulacijom sa *H. fraxineus* i *Armillaria spp.* (medenjača), koji je sekundarni, ali važni patogen u procesu sušenja jasena. Paralelno će se testirati različite metode rasadničke proizvodnje za optimizaciju razmnožavanja običnog jasena ožiljavanjem reznica i pomoću kalemljenja. Na kraju Faze II predviđa se postavljanje poljskih ogleda koji obuhvataju sadnju selektovanih primeraka jasena (ukoliko je moguće razmnoženih putem reznica), kao i uspostavljanje jednog ili više semenskih zasada jasena. Postavljanje ovakvih zasada jasena sa velikim udelom lokalno prilagođenih i izuzetno otpornih klonova trebalo bi da prevaziđe glavni problem za razvoj otpornosti u prirodnim populacijama gde raštrkana pojava nekoliko preostalih visoko otpornih stabala čini ukrštanje između njih malo verovatnim i tako predstavlja poteškoće u prenošenju njihovih osobina u vezi otpornosti na *H. fraxineus*.

Pored inicijative za konzervaciju običnog jasena, projekat „QEsche“ koji je pokrenut 2018. godine se takođe bavi uzgojem otpornih genotipova *Fraxinus angustifolia*, sledeći identičan pristup. Unutar prirodnih populacija *F. angustifolia* u Austriji, oštećenja su manje vidljiva na zrelim stablima, ali pojava sušenja jasena značajno utiče na prirodnu i veštačku regeneraciju šuma. Stoga su kriterijumi za odabir otpornih stabala modifikovani tako da uključuju posebno mlada stabla sa prečnikom na prsnoj visini manjim od 20 cm. Glavni cilj projekta „QEsche“ je uspostavljanje poljskih ogleda od vegetativno umoženih klonova superiornih genotipova, kao i sadnicama proizvedenih od semena sakupljenog od potencijalno otpornih matičnih stabala. Ova istraživanja će činiti osnovu za dalju *ex situ* konzervaciju jasena prema otpornosti na pomenutog patogena.

Ex situ konzervacija, koja je ovde korišćena, trebalo bi da bude dopunjena sa *in situ* testovima jasena prema otpornosti na



Slika 3.3.5-3: Četvorogodišnje elitne sadnice običnog jasena u ogledu R1 projekta „Jasen u nevolji“ koje su odabrane za klonsko razmnožavanje i dalju selekciju na otpornost. Drvo potiče iz *half-sib* linija sa superiornim osobinama koje do 2020. godine (nakon tri godine procene) još uvek nisu zaražene.

patogena koji izaziva odumiranje jasena. Posljednjih godina, a posebno nakon 2016. godine, značajan broj stabala jasena kao i čitave sastojine su nestale tokom sanitarnih seča u Austriji. U mnogim slučajevima se sanitarne seče izvode neselektivno, što znači da se stabla obaraju bez obzira na njihovo zdravstveno stanje. Međutim, da bi se favorizovalo prilagođavanje populacija jasena novom faktoru selekcije na *H. fraxineus*, toplo preporučujemo očuvanje i favorizovanje otpornih stabala jasena, posebno stabala unutar teško zaraženih sastojina kako bi se tako olakšala njihova prirodna regeneracija. Sudbina običnog i poljskog jasena se ne oslanja samo na selekciju i uzgoj sadnica otpornih na dati patogen, već je i u rukama vlasnika šuma, šumara, kao i drugih aktera koji učestvuju u očuvanju ekološki i ekonomski značajnih vrsta drveća, poput jasena, i spremni su zasade poboljšani, otporniji reproduktivni materijal *Fraxinus spp.*

Zahvalnica

“Ash in distress” (DaFNEplus Nr. 101113 and 101476) je finansiran od strane Federalnog Ministarstva Poljoprivrede i Turizma Austrije, Austrijske Komore za Poljoprivredu, Državne Agencije za Šumarstvo, Kancelarije za Šumarstvo i Urbanu Poljoprivredu (MA49) Grada Beča, Austrijske Asocijacije Šumara i Departmana za Konzervaciju Prirode Grada Salzburga i Gornje Austrije. “QESche” (2018-2022) je finansiran od strane Federalne Vlade Austrije, Federalnih Provincija i Evropske Unije (Evropski Fond za Poljoprivredu i Ruralni Razvoj).

Handwritten notes and a checklist on a white paper:

AT04a AC03 T3

Item	Quantity	Notes
✓		
✓		
✓		



3.3.6 Mere sprečavanja širenja *Phytophthora* u plavnim šumama

Thomas L. Cech

Uvod

Rod *Phytophthora* (*Chromista*, *Peronosporaceae*) čine patogeni koji nanose štetu brojnim zeljastim i drvenastim biljkama i to na globalnom nivou. Kao patogeni koji pretežno inficiraju koren, uglavnom se šire zaraženim biljnim materijalom, tekućom vodom i ljudskim aktivnostima (npr. turizam i gazdovanje šumama), a ređe vetrom i kišnicom. Veliki broj vrsta iz ovog roda potiče iz tropskih šuma gde su se prilagodile širokom spektru domaćina. Vrste poput široko rasprostranjene *P. cinnamomi* mogu da zaraze na nekoliko hiljada biljnih vrsta. Kao posledica toga, *Phytophthora* vrste često „otkrivaju“ nove domaćine, koji su posebno podložni razvoju bolesti jer ne poseduju prirodno stečenu otpornost prema ovim patogenima. Drugi faktor koji povećava štetnost ovih patogena je česta hibridizacija sa drugim vrstama iz ovog roda, koja je praćena promenama u nivou patogenosti. Sa ove tačke gledišta, šumski rasadnici su izloženi velikom riziku zbog raznolikosti biljnih vrsta unutar rasadnika i mnoštva potencijalnih domaćina u njihovoj neposrednoj blizini. *Phytophthora* vrste zahtevaju vlagu za svoj razvoj i proizvodnju i širenje zoospora. Zoospore se oslobađaju po kišovitom vremenu, u zemljištu, kao i u vodenim površinama poput bara, jezera i reka. Uticaji pojedinih vrsta na prirodne ekosisteme su veoma značajni (na primer *P. cinnamomi* na australijske šume, *P. ramorum* na severnoameričke šume sekvoje i *P. austrocedrae* na južnoameričke šume vrsta iz roda *Austrocedrus*), a efikasne mere suzbijanja su relativno retke. Većina njih je usmerena na sprečavanje infekcije, a do sada je razvijeno samo nekoliko strategija monitoringa i kontrole patogena.



Slika 3.3.6-1: Od 1990-ih godina prošlog veka, na milionima zasadenih jova pojavili su se simptomi truleži korena i pridanka uzrokovani *Phytophthora* vrstama, što je dovelo do njihovog masovnog sušenja.

Plavne šume su posebno izložene riziku od infekcije korena i korenovog vrata *Phytophthora* vrstama zbog učestalih poplava koje su karakteristične za ovaj tip šuma. Poplave neizbežno omogućavaju bržu zarazu šuma duž reka, jer reka konstantno raznosi spore različitih vrsta iz roda *Phytophthora*. U Evropi je najočigledniji primer propadanja jove (*Alnus sp.*) uzrokovan sa *P. x alni* i drugim vrstama iz ovog roda (slika Slika 3.3.6-1 i Slika 3.3.6-2). Od devedesetih godina prošlog veka, milioni zasađenih jova nakon infekcije korena patogenima iz roda *Phytophthora* razvili su lezije i trulež kore. Zoospore se konstantno oslobađaju u reke tokom poplava i tako inficiraju zdrava stabla jova nizvodno što uzrokuje bržu infekciju i odumiranje stabala.



Slika 3.3.6-2: Nekrotične lezije na kori uzrokovane *Phytophthora* vrstama.

Preventivne i kurativne strategije

Najjači uticaj *Phytophthora* vrsta povezan je sa infekcijama korena i korenovog vrata, koje su obično smrtonosne. Međutim, dostupne su neke kurativne metode. Jedna od najefikasnijih mera za omogućavanje preživljavanja zaraženih stabala je korišćenje fosfita. Ova jedinjenja stimulišu odbrambene mehanizme stabla (stvaranje kalusa u rani), kao i ubrzani rast finih korenova. Ovaj tretman se obično primenjuje na pojedinačna gradska stabla. Međutim, njihova primena u šumarstvu je teško izvodljiva. Stoga su preventivne mere primarni metodi koji su usmereni na minimiziranje šteta usled širenja *Phytophthora* vrsta u plavnim šumama.

Prilagođavanje šumskih rasadnika za proizvodnju sadnog materijala koji nije zaražen *Phytophthora* vrstama

Održavanje proizvodnje bez *Phytophthora* vrsta predstavlja izazov za rasadnike. Sprečavanje unošenja patogena u rasadnik mora se kombinovati sa redovnim sistematskim nadzorom i kontrolom državnih organa za zaštitu bilja.

Kako bi se oformili rasadnici biljaka bez *Phytophthora* vrsta, mora se ispuniti nekoliko ključnih preduslova. Izbegavanje razmene sadnog materijala između rasadnika i izbegavanje zaraze sadnica koje se uglavnom dešava usled navodnjavanja zaraženom rečnom vodom, najvažniji su izazovi za upravljanje rasadnikom bez bolesti izazvane *Phytophthora* vrstama.

Rasadnici treba da garantuju da:

- Ne dolazi do unošenja *Phytophthora* u rasadnik putem biljnog materijala iz drugih rasadnika;
- Nema unošenja *Phytophthora* u rasadnik pomoću navodnjavanja;

- Nema unošenja *Phytophthora* u rasadnik usled poplava obližnjih reka, bara ili jezera;
- Nema unošenja *Phytophthora* u proizvodnju bilo kontaminiranom zemljom, opremom, alatom, odećom, obućom ili vozilima.

Seme

Iako se relativno malo *Phytophthora* vrsta prenosi semenom, treba razmotriti sledeće mere bezbednosti:

- Izbegavanje sakupljanja semena sa zaraženih ili potencijalno zaraženih biljaka ili područja;
- Izbegavanje sakupljanja semena sa zemlje ili unutar zone tla (0,5 m površine tla, ako je izvodljivo);
- Sterilizacija pre skladištenja i setve;
- Uklanjanje sumnjivog semena (bitno za krupno seme) pre setve;
- Tretmani semena za uništavanje patogena (npr. toplotni tretman, tretiranje hemijskim putem, itd.).

U slučaju rizika (u zavisnosti od biljne vrste) neophodna je dijagnostička laboratorijska analiza semena pre setve.

Biljna proizvodnja

Proizvodnja biljaka u kontejnerima je poželjna sa stanovišta proizvodnje nezaraženih sadnica, zato što se supstrat može sterilisati i kasnije održavati nekontaminiranim. Međutim, rizik se povećava kod sadnog materijala koji nije proizveden u kontejnerima, već na otvorenom prostoru, jer postoji veći broj potencijalnih izvora zaraza. Za proizvodnju biljaka u kontejnerima neophodne su sledeće mere:

- Termička sterilizacija supstrata najmanje 2 sata na 60°C pre setve ili sadnje. Dokaz o uspešnoj sterilizaciji daje ovlašćena dijagnostička laboratorija;
- Na proizvodnim mestima izbegavati spuštanje sadnog materijala direktno na zemlju ili u tekuću vodu, te ukoliko je moguće podići sadni materijal bar 1 m iznad zemlje. Takođe, izbegavati bilo kakav kontakt listova sa tlom;
- Izbegavati mešanje snopova biljnog materijala. Tokom proizvodnje, neophodno je ukloniti svaki kontakt sa tekućom vodom (poplave i topljenje snega);
- Izbegavanje dugotrajnog kvašenja listova tokom navodnjavanja (>24 sata). Prskalice koristiti samo ujutro kako bi se listovi brže osušili.

Ukoliko je moguće navodnjavanje bi trebalo vršiti podzemnim vodama iz bunara ili vodom iz vodovoda, jer ovi izvori vode obično nisu zaraženi *Phytophthora* vrstama. Kod rasadnika koji zavise od upotrebe vode iz bara ili reka neophodan je tretman vode pre navodnjavanja: moguće je filtrirati zaraženu vodu kako bi se uklonili patogeni iz iste. Ova praksa je pogodna samo za velike rasadnike, jer su ovi sistemi skupi (takođe u pogledu održavanja) i zahtevaju veliki prostor. Štaviše, sistemi obično ne garantuju da voda je u potpunosti čista od *Phytophthora* vrsta. Takođe, voda za navodnjavanje može se dekontaminirati hemikalijama. Korišćenje komercijalnog hlora uništava ovog patogena, međutim za ovakvo tretiranje vode moraju se uzeti u obzir i zakonska ograničenja.

Da bi se osigurala efikasnost, treba izvršiti nasumične provere supstrata na *Phytophthora* vrste (dijagnostička laboratorija). Pored toga, provere supstrata i sadnog materijala moraju se obaviti pre isporuke sadnica klijentima ili drugim rasadnicima. Takođe, dijagnostička laboratorija mora periodično testirati vodu za navodnjavanje na prisustvo *Phytophthora* vrsta.

Buduće strategije za prevenciju napada *Phytophthora* vrsta u plavnim šumama

Sprečavanje širenja *Phytophthora* vrsta poplavama može se jedino postići blokiranjem ulaza *Phytophthora* u vodotokove, a ovo zahteva proširenje primene navedenih preventivnih mera i na hortikulturne rasadnike, a ne samo njihovu primenu u šumskim rasadnicima. Pored toga, moraju se primenjivati određene sanitarne mere tokom gazdovanja šumama, jer na primer mašine za seču mogu raširiti patogena pomoću kontaminiranih lanaca, zatim izgradnja šumskih puteva često uključuje upotrebu materijala koji nisu iz šume, a koji mogu biti takođe kontaminirani. Međutim, u celini, potrebna je povećana svest ljudske populacije o rizicima od kontaminiranih sadnica kako bi se podržale i primenile u praksi gore navedene mere.

Rezime

Smanjivanje rizika od zaraze *Phytophthora* vrstama u plavnim šumskim ekosistemima može se uspostaviti samo primenom preventivnih mera uz održavanje ravnoteže između patogena i šumskog drveća. Štaviše, ovaj proces zahteva integrisan i sveobuhvatan pristup koji objedinjuje rasadničku proizvodnju i promet sadnog materijala kao i gazdovanje šumama i urbanim drvećem, i na kraju ali ne i manje važno, neophodno je povećavanje svesti javnosti o riziku od pojave ovih patogena. Takođe, biće potrebne promene u zakonodavstvu vezane za zaštitu bilja.



4. PRILOZI

4.1 Rasprostranjenje vrsta drveća i promet semena

4.1.1 Verovatnoća rasprostranjenja vrsta u svetlu klimatskih promena

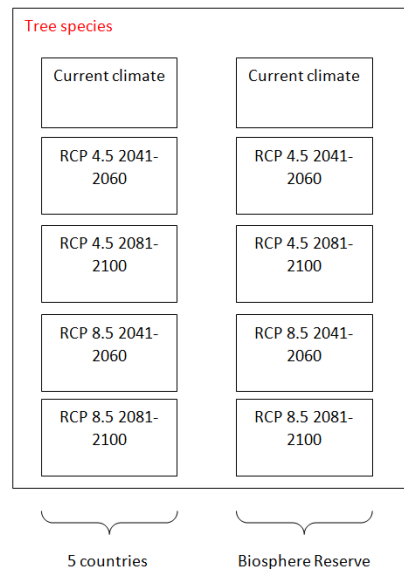
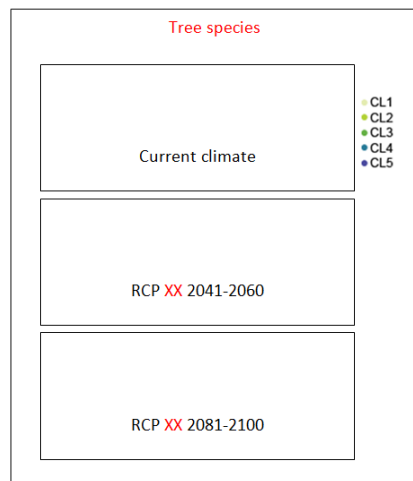
Prikazanih 10 mapa (spojenih na jednoj stanici u dve kolone i pet redova) pokazuju razvoj verovatnoće pojave u toku vremena za oba izabrana buduća klimatska scenarija. Leva strana se bazira na prostoru koji obuhvata površinu pet projektnih zemalja (Austrija, Slovenija, Mađarska, Hrvatska i Srbija), a desna strana je ograničena na prostiranje Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Mapa na vrhu je modelovana na osnovu trenutnih klimatskih uslove, a prate je dve mape za RCP 4.5 u sredini, i dve mape za RCP 8.5 na dnu. Prve mape u okviru oba RCP scenarija su za period od 2041. do 2060. godine, dok druge prikazuju scenarija za period od 2081. do 2100. godine. Legenda na desnoj strani svake od prikazanih mapa se odnosi na verovatnoću pojave vrste (odnosno verovatnoću preživljavanja i uspešnog rasta) datih vrsta u datim uslovima.

Bela i crvena boja označava malu verovatnoću pojave vrste, žuta srednju, a zelena veliku verovatnoću pojave. Granice Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav su prikazane crnom bojom na mapama, dok su državne granice označene sivom.

4.1.2 Zone prometa semena danas i sutra

Grupa od šest mapa (kombinovanih na dve stranice za svaku vrstu) prikazuje razvoj zona prometa (eng. *distribution*) semena tokom odabranih klimatskih scenarija. Prva stranica prikazuje RCP 4.5, a druga RCP 8.5 za svaku vrstu. Mapa na vrhu je modelirana na osnovu sadašnjih klimatskih uslova, a nakon nje, slede mape koje predstavljaju periode od 2041. do 2060. godine (u sredini) i od 2081. do 2100. godine (na dnu).

Sva obojena područja imaju verovatnoću pojave preko 0,5 (0,2 za *Ulmus laevis*). Stoga, delovi mape u beloj boji imaju verovatnoću pojave ispod 0,5 i označavaju područja gde je očekivano da vrste neće rasti. Različite boje označavaju različita područja (klastera) sa sličnim klimatskim uslovima, predstavljajući zone distribucije semena. Klasteri - zone distribucije semena su označeni kao CL1, CL2, CL3, itd. Tako da su područja označena sa CL1 više slična u pogledu klimatskim uslovima drugima iz te grupe u odnosu na ostala područja sa CL oznakom i drugim brojem.



Granice Rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav su označene žutom bojom.

Linkovi za preuzimanje mapa u visokoj rezoluciji

Ciljana vrsta 1: *Alnus glutinosa*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Alnusglutinosa/>

Ciljana vrsta 2: *Fraxinus angustifolia*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Fraxinusangustifolia/>

Ciljana vrsta 3: *Fraxinus excelsior*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Fraxinusexcelsior/>

Ciljana vrsta 4: *Populus nigra*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Populusnigra/>

Ciljana vrsta 5: *Quercus robur*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Quercusrobur/>

Ciljana vrsta 6: *Ulmus laevis*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Ulmuslaevis/>

Napomena: Mape zone distribucije semena za sve druge vrste su ograničene na područja koja karakteriše verovatnoća pojave veća od 0.5. Za *Ulmus laevis* granična vrednost je 0.2 da bi se uklopila u prirodnu distribudiju. Za ovu vrstu smo dodatno obezbedili set mapa bez granične vrednosti u cilju da prikazemo koje zone će biti prisutne u budućnosti, uprkos tome što je predviđeno da će verovatnoća pojave imati vrednost manju od 0.2.

Ciljana vrsta 7: *Ulmus minor*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Ulmusminor/>

Dodatna vrsta 1: *Salix alba*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Additionalpecies/Salixalbaoccurrence.pdf>

Dodatna vrsta 2: *Juglans nigra*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Additionalpecies/Juglansnigraoccurrence.pdf>

Dodatna vrsta 3: *Robinia pseudoacacia*

<https://danubeforesthealth.eu/dat/Output3.3/Additionalpecies/Robiniapseudoacaciaoccurrence.pdf>

4.2 Opis vrsta

Viktoria Valenta

4.2.1 Autohtone vrste drveća

Alnus glutinosa - Crna jova



Crna jova (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) je nisko ali brzorastuće listopadno drvo koje dostiže visinu od 10-15m (maksimalno do 40m) i starost do 120 godina. Krošnja je jajsto-kupstog oblika, dok je stablo pravo sa glatkom smeđom korom koja postaje tamnija i ispucala tokom starenja. Drvo se uglavnom koristi u industriji nameštaja, nije pogodno za spoljnu upotrebu, ali jeste za podvodnu gradnju.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Alnus glutinosa je raste širom Evrope, od oko 65°S do Severne Afrike, i od Irske do Rusije, gde je suša glavni limitirajući faktor opstanka. Raste na različitim tipovima zemljišta: dok podnosi suva ili siromašna zemljišta (šljunkovita i peskovita), raste bolje u vlažnim i močvarnim uslovima i bolje podnosi plavljenje od ostalih vrsta (tolerancija plavljenja "veoma visoka"). *Alnus glutinosa* može da podnese godišnju količinu padavina od 400 do 2000mm. Crna jova ima sposobnost brzog širenja na degradiranim područjima zbog simbiotske veze sa bakterijom *Frankia alni*, koja joj omogućava fiksaciju azota. Kao deo mešovitih plavnih zajednica, ova osobina je takođe značajna i za ostale vrste (*Betula* spp., *Fraxinus* spp., *Quercus* spp, *Salix* spp.), koje su kompetitivne sa *Alnus glutinosa* nakon formiranja krošnji, ne propuštajući dovoljno svetlosti za ovu pionirsku vrstu.

Ova vrsta je rasprostranjena na području celog Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, od Austrije do Srbije.

Šumarstvo i klimatske promene

Smatra se da je crna jova važna šumska vrsta, zbog mnogobrojnih načina korišćenja u šumarstvu i drvnoj industriji, ali i zbog mogućnosti upotrebe ove vrste u stabilizaciji rečnih obala. Kako održava veoma visok nivo azota u svojim listovima, njena organska prostirka poboljšava plodnost zemljišta u jesen. Dodatno, pruža vredan izvor hrane za divljač tokom zime. Međutim, pošumljavanje crnom jovom je problematično i u sadašnjem vremenu, jer je jako ugrožena od strane bolesti koju uzrokuje gljiva *Phytophthora alni*, koja se širi Evropom.

Klimatske promene mogu uticati na evropske populacije crne jove na različite načine: moguće je pomeranje prirodnog staništa na sever zbog smanjenja dužine trajanja i pojave mrazeva. Smanjene količine padavina, sa druge strane će imati negativan uticaj na njenu distribuciju i stopu preživljavanja.

Opis

List: obrnuto-jajast, dvostruko testerasto nazubljen, sa tupim vrhom (što je razlikuje od *A. incana*), tamnozeleno boje; poboljšavaju zemljište

Cvet: jednodomi, mladi pupoljci su veoma lepljivi

Fraxinus angustifolia - Poljski jasen



Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl) je listopadno drvo koje karakteriše relativno brz rast i koje dostiže visinu od 40-45m. Krošnja mu je zaobljena i duguljasto ovalna, dok je stablo, slično belom jasenu (*F. excelsior*) jako i fleksibilno, ali lošijeg kvaliteta. Koristi se za proizvodnju furnirskih proizvoda.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Poljski jasen raste širom centralnog dela Južne Evrope, Severozapadne Afrike i na Bliskom Istoku. Njegova rasprostranjenost se delimično poklapa sa rasprostranjenošću belog jasena (*F. excelsior*), sa kojim se može ukrštati. Poljski jasen raste u plavnim šumama na vlažnim, aerisanim zemljištima. Njegova otpornost na plavljenje je okarakterisana kao „visoka“. Ukoliko raste na područjima sa suvljim zemljištima, karakteriše ih veća nadmorska visina. Mraz ograničava njegovo širenje na više nadmorske visine. Kao vrsta kojoj je potrebna veća količina svetlosti, deo je mešovityh listopadnyh šuma sa npr. topolama (*Populus* spp.), vrbama (*Salix* spp.) ili javorima (*Acer* spp.).

Ova vrsta se može naći na području svih država, od Srbije do Austrije gde je ujedno i njena severna granica. Preklapa se sa *Fraxinus excelsior* naročito u centralnim delovima Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, ali ga zamenjuje na područjima ka severo-istoku.

Šumarstvo i klimatske promene

Plantaze jasena se najčešće formiraju korišćenjem sadnica iz rasadničke proizvodnje jer je *F. angustifolia* slabo kompetitivan sa korovima. Zahteva umerene klimatske uslove i padavine između 400 i 800 mm. Mraz je okarakterisan kao glavni faktor koji ograničava distribuciju ove vrste. Stoga je moguće da će doći do širenja areala ove vrste, ukoliko evropska klima bude toplija.

Opis

List: uski listovi, neparno perasti, 3-8 cm dugački, sjajno zeleni, glatki

Cvet: jednodoma vrsta; cvast: jednostavna, u formi nerazgranatog grozda (složena metlica kod *F. excelsior*), 10-30 cvetova, oprašivanje se vrši vetrom, cveta u rano proleće, smeđi terminalni pupoljci.

Plod/Seme: krilate orašice, 3-4 cm; sazrevaju krajem leta.

Kora: siva, glatka, postaje izbrazdana

Fraxinus excelsior - Beli jasen

Beli jasen (*Fraxinus excelsior* L.) je brzorastuće listopadno drvo. Živi do 300 godina i dostiže visinu od 20-35 m (maksimalno 45 m). Stablo je dugačko i pravo sa otvorenom i široko piramidalnom krošnjom. Za mlado drveće je jako karakteristično da raste simetrično. Kora je svetlo siva i glatka, kasnije se brazda. Drvo je svetle boje, jako i čvrsto, ali fleksibilno. Koristi se za alate i sportsku opremu, podove i muzičke instrumente zbog njegovih osobina.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Beli jasen raste širom Evrope, od obale Atlantskog okeana do severnih delova Bliskog Istoka - šireći se dalje od druga dva evropska jasena, poljskog jasena (*F. angustifolia*) i crnog jasena (*F. ornus*). Beli jasen je vrsta karakteristična za plavne šume, ali takođe raste i u planinskim oblastima u vlažnim dolinama – njegova tolerancija na plavljenje je okarakterisana kao umerena, do 60 – 102 dana. Ovaj jasen je dominantan u mladom razvojnem periodu zbog njegove tolerancije na zasenjenost, dok nakon prvih godina zahteva jaku osunčanost. Rasprostranjen je u svim državama od Austrije do Srbije, ali sve više biva zamenjen sa *Fraxinus angustifolia* u Mađarskoj i Hrvatskoj prema Srbiji. Ova vrsta je prisutna na celom području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav.

Šumarstvo i klimatske promene

Beli jasen se podmlađuje/obnavlja lako i obilno. Plodonošenje se uspostavlja sa 20 do 30 godina starosti, sa obilnim prinosom svakih 2-5 godina. Indirektna važnost za šumarstvo je takođe u gustom korenovom sistemu koji stabilizuje klizišta, kao i obale rečnih tokova.

Ovaj jasen bi generalno dobro podneo globalno zagrevanje, u slučaju da mu ne prete gljivična oboljenja (*Hymenoscyphus fraxineus*, znana i kao *Chalara fraxinea*), koja su uzrok fenomena izumiranja jasena. Ova gljiva se širi Evropom od početka 1990-ih godina, uzrokujući masivne stope odumiranja u nekim državama. Bolest takođe povećava osetljivost na druge bolesti i štetočine, kao što je smaragdni jasenov krasac (*Agrilus planipennis*) – invazivan tvrdokrilac iz Istočne Azije sa larvom koja buši drvo, a koja je prvi put registrovana u Evropi početkom 2000-ih godina.

Opis

List: složen, sa 9-13 liski, neparno perasti, nazubljene; lista relativno kasno u proleće, tamno jasno zelene boje; poboljšavaju kvalitet zemljišta

Cvet: kompleksna rodnost, jednodoma i dvodoma vrsta; cvast je složena metlica (kod *F. angustifolia* jednostavan, nerazgranat grozd); oprašivanje vetrom; u cvasti 100-400 cvetova; crni terminalni pupoljci; tamno crveni cvetovi

Plod/Seme: ovalne krilate orašice, dužine 2-5 cm, u grupama; dormancija semena traje 2 godine

Kora: siva, glatka, postaje izbrazdana

Populus alba - Bela topola



Bela topola (*Populus alba* L.) je drvo srednjeg rasta, koje može da dostigne starost do 400 godina i visinu oko 30 m. Stablo je nepravilno sa okruglastom krošnjom. Drvo nije od velikog ekonomskog značaja, ali se koristi u energetskom sektoru i u programima razmnožavanja i selekcije.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Bela topola raste u Centralnoj i Južnoj Evropi, u plavnim i obalnim šumama. Kao i ostale topole, preferira vlažna, rastresita, šljunkovito-glinena zemljišta bogata nutrijentima. Do određene granice toleriše dugotrajna plavljenja i niske koncentracije soli u zemljištu. To je brzorastuća vrsta sa velikim zahtevima u pogledu osunčanosti, česta je u mladim i srednje starim zajednicama. Bela topola se ukršta sa drugim vrstama topola, kao što je npr. jasika (*P. tremula*) i formira mešovita staništa sa jasenom (*Fraxinus* spp.), brestovima (*Ulmus* spp.), hrastovima (*Quercus* spp.) i drugim.

Šumarstvo i klimatske promene

Kako bela topola proizvodi mnogo izdanaka i smatra se otpornom na visoke i niske temperature, imaće sve veću važnost u kontekstu globalnog zagrevanja. Zbog svog jako razvijenog i prilagodljivog korenovog sistema, može stabilizovati zemljišta na padinama, zbog čega je korisna u pionirskim šumama na obalama. Na rečnim obalama i uz saobraćajnice koristi se u formiranju vetrozaštitnih pojaseva i u kontroli erozije.

Opis

List: naizmenični, varijabilni, 3-5 režnjeva, grubo nazubljeni, 6-12 cm; sjajno tamnozeleno boje sa lica, a svetlog naličja sa belim dlačicama.

Cvet: dvodoma vrsta; cveta pre listanja

Plod/Seme: plodne muške rese sive boje sa crvenim prašnicima; plodne ženske rese sivo-zelene, pojavljuju se u rano leto

Kora: kremasto bela sa crnim mrljama u obliku dijamanta (na mladom drveću); tamna i ispucala (bazni ceo starijih jedinki)

Populus nigra - Crna topola

Crna topola (*Populus nigra* L.) je brzorastuće listopadno drvo koje dostiže visinu do 40 m i starost do 400 godina (uglavnom 100). Razvija snažne grane i široku krošnju sa niskim granama. Drvo se koristi za gradnju nameštaja, i u proizvodnji papira i u energetsom sektoru.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Populus nigra raste širom Evrope – od Mediterana do Britanskih ostrva – od Severne Afrike do Centralne Azije. Važna je vrsta plavnih šuma, u kojima je njen rast direktno zavisao od godišnjih plavnih ciklusa. Diseminacija semena se dešava vetrom i vodom, od čega zavisi i klijavost semena. Razvoj korena je zavisao od vlažnosti zemljišta nakon plavljenja. Vlažna, duboka i zemljišta bogata nutrijentima su optimalna za razvoj ove vrste, preferira i krečnjačka zemljišta, dok slabije uspeva u slabo aerisanim i kiselim sredinama. Tolerira visok nivo vode i visoke temperature dok je pojava suše problematična za ovu vrstu. Kao pionirska vrsta ima visoke zahteve za svetlošću i može nastaniti devastirana područja, naročito vegetativnom regeneracijom. Lako dolazi do ukrštanja sa drugim topolama, i pojavljuje se u mešovitim šumama zajedno sa ostalim vrstama iz familije *Salicaceae*, kao što su bela topola (*P. alba*) i vrbe (*Salix* spp.), ali i jove (*Alnus* spp.), brestovi (*Ulmus* spp.) i javori (*Acer* spp.).

Ova vrsta raste na celom području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav od Austrije do Srbije.

Šumarstvo i klimatske promene

Iako je crna topola ekonomski važna vrsta i njeno razmnožavanje je jednostavno, reznicama, jedna je od najugroženijih vrsta drveća u Evropi. Zbog lakog ukrštanja, ova vrsta ima važnu ulogu u različitim uzgojnim procesima, npr. u dobijanju *Populus x euramericana* (*P. deltoides* x *P. nigra*) i drugih egzotičnih hibrida. Ovi hibridi se sade u velikim količinama, zamenjujući prirodne populacije. Transfer gena sa takvih hibridnih klonova u smešu gena *Populus nigra* takođe predstavlja pretnju. Iako, takvi hibridi su bolje adaptirani na različite klimatske uslove i šumske patogene. Topole pružaju važne ekosistemske usluge, uključujući smanjenje efekta polutanata, zaštitu plavnih područja, stabilizaciju zemljišta i sprečavanje erozije. Dodatno, topole emituju organski isparljiva jedinjenja, kao što je izopren, koja mogu imati uticaj na klimatske promene.

Opis

List: varijabilni, duži nego širi, trouglasti, goli sa nazubljenim ivicama i svetlijim licem u odnosu na naličje

Cvet: dvodomna vrsta; muški cvetovi: crvene rese; ženski: žuckaste rese; cveta pre listanja; oprašivanje vetrom

Plod/Seme: čaura, debela, šiljasta, zeleno-smeđe boje, sa prisutnom peteljkom, semena su prekrivena dlačicama

Kora: sivkasta, kasnije tamnija, sa dubokim pukotinama

Prunus avium - divlja trešnja



Prunus avium (L.), divlja trešnja je srednje visoko, brzorastuće drvo, koje dostiže visinu 15-30 m i starost 70-100 godina. Razvija uglavnom pravo stablo sa tankom sivom korom. Divlja trešnja je jedna od najvažnijih vrsta tvrdih lišćara iz porodice *Rosaceae* u Evropi. Drvo ima finu teksturu, sa izrazito obojenom srčikom, a koristi se za izradu nameštaja, u dekorativne svrhe i za izgradnju muzičkih instrumenata.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Divlja trešnja ima jako široku prirodnu rasprostranjenost u evropskim šumama sa umerenom klimom: može se naći u nizijskim regionima pa sve do subplaninskih, od Velike Britanije i Skandinavije na severu, pa do Južne Španije, Magreba i Kavkaza na jugu. Ipak, prirodne populacije ove vrste su uglavnom razruđene, ali veštačke i naturalizovane sastojine su široko rasprostranjene. Raste na obalama vodotokova i u graničnim delovima šuma.

Divlja trešnja ima srednje do visoke zahteve za nutrijentima i može da raste na različitim vrstama zemljišta, dok preferira sveža, krečnjačka zemljišta sa dobrim vodnim režimom na osunčanoj lokaciji³¹. Ne toleriše zadržavanje vode i osetljiva je na sušu. Smatra se pionirskom vrstom koja može da nastani čistine setvom ili izdancima. Raste brzo u mladom periodu, do otprilike 40 godina starosti, što joj daje visoku kompetitivnost, ali je uglavnom ugrožena od ostalih tvrdih lišćara u poznim godinama razvoja. Kao deo mešovitih šuma može se naći zajedno sa bukvama (*Fagus* spp.), hrastovima (*Quercus* spp.), grabom (*Carpinus betulus*), javorima (*Acer* spp.) i brestovima (*Ulmus* spp.).

Prunus avium raste od Austrije do Srbije. Javlja se na području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, sa izuzetkom severa Srbije i istoka Mađarske.

Šumarstvo i klimatske promene

Prunus avium je divlja forma domestifikovane domaće trešnje, čiji su plodovi (zajedno sa višnjom, *P. cerasus*) jestivi i ekonomski veoma važni. Često se sadi za zaštitu ptica i očuvanje biodiverziteta. Divlja trešnja se koristi za pošumljavanje poljoprivrednih zemljišta. Korenov sistem ove vrste pogodan je za zaštitu od erozije i stabilizaciju klizišta. Na severu je ograničena hladnijim uslovima, što će se promeniti globalnim zagrevanjem. Ipak, ovo bi moglo ugroziti njenu osetljivost na određene štetočine i bolesti (npr. gubar *Lymantria dispar*, virus kovrdžavosti lista trešnje) ukoliko uslovi sredine postanu manje povoljni.

Opis

List: elipsasto jajasti sa izduženim vrhom, jako testerasti; peteljka sa crvenim žlezdama; u jesen žute do crvene boje; poboljšava svojstva zemljišta

Cvet: jednodomi; dvospolni; cvasti od 2-5 belih cvetova; oprašivanje insektima

Plod/Seme: crveno-ljubičaste koštunice, na dugačkim drškama, prečnika 1-2 cm, sjajne; slatko kiselog ukusa, jestive; sazrevaju u kasno proleće ili u leto; ptice raznose seme

Kora: glatka, sjajna, sivo smeđe boje, sa velikim horizontalnim lenticelama; guli se horizontalno

Quercus robur - hrast lužnjak

Quercus robur L. (hrast lužnjak) je visoko listopadno drvo, koje dostiže visinu i do preko 40 m i starost do preko 1000 godina. Variraju u obliku, imaju nepravilnu krošnju koja propušta dosta sunčeve svetlosti. Stablo može biti jako razgranato kod soliternih primeraka, a karakteriše ga siva do smeđa kora, koja ima dugačke longitudinalne pukotine. Njegovo veoma tvrdo, teško i prilagodljivo drvo se koristi u proizvodnji nameštaja i građevini, a zbog velike vodootpornosti za izgradnju buradi i u brodogradnji.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Kao i *Quercus petraea* (hrast kitnjak), *Quercus robur* raste širom Evrope – od Južne Norveške na severu do Mediterana na jugu, gde dolazi do ukrštanja sa drugim hrastovima (*Q. frainetto* and *Q. pubescens*). Važna je vrsta mešovitih plavnih šuma i javlja se na vlažnim do močvarnim, ilovastim i glinastim, teškim zemljištima, na toplim lokacijama. Toleriše zemljišta siromašna u pogledu nutrijenata. Hrast lužnjak je vrsta koja zahteva dosta svetlosti, i razvija listove relativno kasno, propuštajući sunčevu svetlost na šumsko tlo. Ovo ne samo da sprečava oštećenja od strane kasnih prolećnih mrazeva, već dozvoljava i raznovrsnu regeneraciju šume. Hrast lužnjak je pionirska vrsta u ravničarskim i brdovitim područjima, ali kasna sukcesivna vrsta na plavnim područjima i udolinama. Hrastovi se mogu naći zajedno sa grabom (*Carpinus betulus*), formirajući svezu *Carpinion betuli*, koja takođe uključuje vrste kao što su jeseni (*Fraxinus excelsior* i *F. angustifolia*) i javori (*Acer campestre*, *A. platanoides*).

Ova vrste raste na celom području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav.

Šumarstvo i klimatske promene

Hrastovi zahtevaju dosta svetlosti i imaju visoke zahteve za negom u prvim godinama, i zbog toga se smatraju vrstom koja je izazovna za uzgajanje. Moguće je dobiti kvalitetno drvo od 90-120 godina starog hrasta - ekonomske rotacije su na oko 130 godina. Hrastovi se lako obnavljaju nakon čepovanja i orezivanja. Gde je moguće, prirodna regeneracija treba biti favorizovana – u slučaju neophodne plantažne sadnje introdukcija egzotičnih genotipova može predstavljati pretnju. Hrastovi predstavljaju važan izvor hrane za različite životinje, od sisara pa do ptica i insekata. Šumski patogeni kao što su hrastova pepelnica (*Erysiphe alphitoides* syn. *Microspora alphitoides*) i hrastov prelac (*Thaumatopoea processionea*) mogu prouzrokovati ozbiljnu štetu i ograničiti produktivnost smanjujući pristupačnost sunčeve svetlosti lišću ili dovesti do defolijacije. Relativno novu pretnju predstavlja i iznenadno uginuće hrasta, koje se između ostalih razloga (zagađenje, loše šumarske prakse itd.) pripisuje klimatskim promenama.

Opis

List: prosti, obrnuto jajasti, sa zaobljenim režnjevima; dugi 16 cm; sa kratkom lisnom drškom (2-7 mm; razlika u odnosu na *Q. petraea*); lice lista tamno zelene boje, baza lista sa izraženim nervima

Cvet: jednodomo; oprašivanje vetrom; ženski: sitni, crvenkasti, neupadljivi; muški: žučkasto-zelene rese; javljaju se odmah nakon prvih listova

Plod/Seme: žir, u ljuspastoj kupuli, sa dugačkim drškama (razlika u odnosu na *Q. petraea*) i uzdužnim prugama, velike rezerve za razvoj

Kora: siva do smeđa, sa dubokim uzdužnim pukotinama u kasnijem stadijumu razvoja

***Ulmus laevis* - vez**

Ulmus laevis Pall. (Vez, Beli brest) je srednje visoko listopadno drvo koje dostiže visinu do oko 30 m i starost i do preko 100 godina. Krošnja mu je veoma varijabilna, kupasta do konična. Kora stabla je izbrazdana, sivo smeđe boje, sa srčikom iste boje. Ono što je karakteristično za ovu vrstu jeste da formira daskasto korenje – koje povezuje koren i stablo, a inače se pojavljuje kod tropskih vrsta. Brestovi, generalno imaju visoko kvalitetno drvo i pogodni su za podvodnu upotrebu. *Ulmus laevis* ima drvo nepravilne teksture i slabije gustine.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Od tri autohtone vrste brestova u Evropi (*U. laevis*, *U. glabra* i *U. minor*), vez se proteže najistočnije, od Centralne Francuske do Urala. Brestovi rastu na plavnim zemljištima, u blizini reka i potoka. Preferiraju zemljišta bogata hranjivim materijama i periodično plavljena zemljišta (njihova tolerancija na plavljenje iznosi oko 119 dana na godišnjem nivou), ipak mogu da tolerišu i umereno suva zemljišta. Vez je pogodan za mešovite hrastove šume i pojavljuje se zajedno sa vrbama (*Salix* spp.), topolama (*Populus* spp.), jovama (*Alnus* spp.) i jasenima (*Fraxinus* spp.).

Ova vrsta drveta raste na celom području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, od Srbije do Austrije, gde se javlja u istočnim regionima i uz Dunav.

Šumarstvo i klimatske promene

Brestovi se uglavnom koriste u kontroli erozije zemljišta uz rečne vodotokove, naročito *U. laevis* može da podnese i jako devastirana i plavljena zemljišta. Ipak, tokom regulacije vodotokova i gubitka prirodnih staništa, njegova populacija je smanjena i raštrkana. U budućnosti je potrebno poseban fokus staviti na genetički diverzitet ove vrste, naročito zbog pojave holandske bolesti bresta tokom poslednjeg veka koja je vodila do gubitka genetičke varijabilnosti, a koja zajedno sa promenama pejzažnih predela otežava prilagođavanje ove vrste klimatskim promenama.

Opis

List: varijabilan; naizmeničan, tamno zelene boje, zašiljen na vrhu, testerast, lice lista glatko, lišće opada pre *U. minor*

Cvet: jednodoma vrsta; dvopolna vrsta; sa dugim peteljkama; pojavljuju se pre listanja; cvast sa 10-30 cvetova; dugačke drške (2 cm), bez latica, tamno crvene; oprašivanje vetrom.

Plod/Seme: ovalne krilate orašice; seme u sredini krila, obod krila trepavičavo dlakav; sazreva u kasno proleće

Kora: smeđe do siva, duboko izbrazdana

Ulmus minor - Poljski brest

Poljski brest (*Ulmus minor* Mill.) je srednje visoko listopadno drvo koje dostiže visinu do 20 m i starost u izuzetnim slučajevima do 600 godina. Krošnja mu je zaobljena, dok je kora gruba i izbrazdana. Srčika je crveno-čokoladne boje i dobrog kvaliteta za izgradnju podova i nameštaja. Kako je veoma otporno na vodu, takođe se koristi u podvodnoj gradnji.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Ulmus minor se u odnosu na ostale evropske vrste brestova (*U. laevis* i *U. glabra*) prostire najjužnije. Može se pronaći na prostorima sve do Irana, Izraela i Alžira na jugu; dok je najsevernija tačka prostiranja ove vrste Baltik. Ovo drvo priobalnih šuma raste uz vodotokove u Južnoj i Centralnoj Evropi i u šumskim stepama na severu Evrope pošto podnosi oboje, plavljenje (tolerancija na plavljenje do 151 dan) i sušu. Poljski brest je vrsta koja zahteva dosta svetlosti, i pionirska brzorastuća vrsta koja može veoma brzo da se razmnožava. Deo je mešovitih plavnih šuma u zajednicama sa jasenima (*Fraxinus* spp.), vrbama (*Salix* spp.) i hrastovima (*Quercus* spp.).

Ova vrsta drveta raste na celom području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, od Srbije do Austrije, gde se javlja u istočnim regionima i uz Dunav.

Šumarstvo i klimatske promene

Brestovi se koriste za kontrolu erozije na rečnim obalama, a *Ulmus minor* toleriše plavljenje bolje od drugih vrsta kao što je beli jasen (*Fraxinus excelsior*). Poljski brest se naročito koristi za sadnju pored saobraćajnica u urbanim sredinama zbog njegove osobine da se lako obnavlja. Takođe se koristi za izradu sitnih predmeta od drveta i u uzgoju životinja. Pojava holandske bolesti bresta tokom poslednjeg veka jako je loše uticala na populaciju poljskog bresta i njegovu genetičku varijabilnost, što je dovelo do uvrštavanja ove vrste na crvenu listu ugroženih vrsta kao najugroženiju među brestovima. Uzrok masovnog odumiranja brestova je infekcija gljivom *Ophiostoma novo-ulmi*. Ovaj patogen prenosi potkornjak hraneći se na granama zdravih brestova.

Poljski brest može da se ukršta sa brdskim brestom (*U. glabra*) – stvarajući nove forme znane kao *Ulmus x hollandica* (holandski brest) – i sa sibirskim brestom (*U. pumila*), koji je introdukovan iz Azije. Generalno, *Ulmus minor* je veoma polimorfna i genetski kompleksna vrsta, sa nekoliko podvrsta i varijeteta koji su se adaptirali različitim uslovima sredine, što se može posmatrati kao prednost u kontekstu klimatskih promena. Istraživanja sprovedena u Nemačkoj su pokazala da je *U. minor* u grupi vrsta koje su najbolje adaptirane na toplije i suvlje klimatske uslove.

Opis

List: asimetričan, go i sjajan; imaju samo jedan vrh (za razliku od brdskog bresta); nazubljeni, 4-10 cm dugački; crne žlezde duž nerava

Cvet: jednodoma vrsta; dvopolan; cvast od 10-30 cvetova, zbijeni; zvonolikog oblika, ljubičasto-crvene boje; pojavljuju se pre listanja u proleće

Plod/Seme: ovalne krilate orašice; seme u sredini krila; sazreva u kasno proleće

Kora: gruba, duboko izbrazdana

Salix spp. - vrbe



Vrbe (*Salix spp.*) su brzorastuće listopadne vrste, koje dostižu visinu do 30 m i imaju relativno kratak životni vek – do oko 20-30 godina, ali mogu dostići starost i do 100 godina. Postoji oko 115 vrsta vrba u Evropi, koje se koriste u različite ekonomske svrhe, uključujući gradivni materijal za sportsku opremu, korpe i ograde, tanin i salicin i ostale nedrvne proizvode.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Stanište vrba u Evropi se prostire od Mediterana do Britanskih ostrva i Baltika. Pojavljuju se na područjima od Španije do Kine, uglavnom u šumama umerenog klimatskog područja. Za razliku od ostalih taksona broj vrsta vrbe se povećava od juga ka severu. S obzirom da do međusobnog ukrštanja vrba dolazi veoma lako, kao i velikog broja kultivisanih vrsta teško je utvrditi njihov prirodni areal. Bela vrba (*Salix alba* L.) je jako zastupljena u plavnim šumama. Kao i ostale vrbe može rasti na različitim tipovima zemljišta pod uslovom da korenov sistem ima pristup vodi. Vrbe preferiraju glinovita zemljišta (*S. fragilis*) ili muljeve (*S. alba*), krečnjačka (*S. caprea*) ili peskovita (*S. purpurea*). Generalno, veoma su tolerantne na plavljenje, a naročito *S. alba* (tolerancija na plavljenje do 300 dana godišnje). Druge vrste su karakteriše veća osetljivost na stalno plavljenje, kao što je *S. caprea*, ali su ipak otpornije u odnosu na ostale vrste drveća priobalnih šuma. Vrste iz roda *Salix* zahtevaju dosta svetlosti i slabo podnose senku. Uglavnom rastu na otvorenim područjima. *Salix caprea* je ipak jedna od malobrojnih vrsta vrba koja se može naći u gustim šumama. Vrbe se javljaju u mešovitim sastojinama zajedno sa vrstama kao što je bukva (*Fagus spp.*), brest (*Ulmus spp.*), hrast (*Quercus spp.*) i topola (*Populus spp.*).

Vrbe, uključujući i *Salix alba*, *S. caprea* and *S. purpurea*, rastu na celom području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, od Austrije do Srbije.

Šumarstvo i klimatske promene

Zbog lakog ukrštanja između različitih vrsta vrba došlo je do stvaranja 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 osobina vrba mogla bi biti korisna pri prilagođavanju na klimatske promene s obzirom da se hibridi mogu saditi na devastirana zemljišta gde ne uspravaju ostale vrste. Dodatno, većina vrba dobro podnosi seču, i lako se obnavlja, sa izuzetkom ive (*S. Caprea*), koja se može razmnožavati reznicama. U okviru ekosistemskih usluga, vrbe igraju važnu ulogu u zaštiti obala, stabilizaciji zemljišta i upravljanju erozijama. Koriste se pri restoraciji ekosistema i fitoremedijaciji, ali takođe i u agrošumarstvu, graničnim drvoredima i vetrozaštitnim pojasevima. Vrbe u Evropi žive u različitim klimatskim uslovima. S obzirom na klimatske promene i promene u kompoziciji vrsta u evropskim šumama, moguće je da će određene vrste vrba zameniti druge na njihovom prirodnom području. Vrbe tolerišu plavljenje, ali vrste koje rastu na plavnim područjima (npr. *S. alba* i *S. viminalis*) će biti pogođene zaslanjivanjem zemljišta koje će se desiti zbog klimatskih promena. Starije jedinke su pokazale veću otpornost na manje količine soli.

Opis

List: dugački i uski (lancelasti), sitno testerasti; srebreno-sivi sa lica, sa naličja gusto belo dlakavi; naizmenični

Cvet: dvodoma vrsta; muške rese žute, do 5 cm dugačke; ženske rese zelenkasto žute, postaju paperjasto bele, kraće; javljaju se u rano proleće pre listanja; oprašivanje insektima

Plod/Seme: čaura, sive boje, jajastog oblika; nema peteljku; veoma sitno

Kora: crvene do sivo smeđe boje, kasnije žuto sive; uzdužne pukotine

4.2.2 Alternativne vrste drveća i klonovi

Juglans nigra - crni orah



Crni orah (*Juglans nigra* L.) je brzorastuće, listopadno drvo koje zahteva dosta svetlosti, poreklom iz Severne Amerike. Raste u visinu 20-35 m (najviše do 40 m) i dostiže starost 200-300 godina. Razvija dugačka debla do 2 m, sa širokom krošnjom. Drvo je jako, sa pravilnom teksturom i izdržljivo. Rangira se među vrstama koje daju najskuplje drvo za izradu nameštaja na svetu, ali se takođe koristi za izradu podova, furnira, skulptura i muzičkih instrumenata.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Prirodno stanište crnog oraha je Severna Amerika, odnosno njeni istočni i centralni delovi, kao i južni deo Ontarija. Pretpostavlja se da je u Evropu stigao početkom 17. veka. Od tada je sađen u oko 15 evropskih država kao ukrasna vrsta i kao šumsko drvo. *Juglans nigra* zahteva bogata zemljišta u pogledu sadržaja nutrijenata (npr. Ca, K, Mg). Crni orah preferira ilovasta zemljišta sa pH vrednostima 6-7. Ne toleriše jako kisela zemljišta, osetljiv je na pseudoglej i zahteva duboke slojeve treseta (> 60 cm) iznad siromašnih krečnjaka. U ovom slučaju, širok korenov sistem sa srčanicom može stabilizovati oboje – i drvo i zemljište. Zemljišta trebaju da budu dobro drenirana, ali sa dovoljnom količinom vode – bilo poreklom od podzemnih ili površinskih voda (minimum godišnjih padavina varira od 600 mm do 900 mm). Odrasle jedinke mogu da prežive plavljenje do 90 dana tokom vegetacionog perioda. Izveštaji o toleranciji na sušu variraju od umerene otpornosti do veoma velike osetljivosti na sušu. Ipak, može da toleriše sušu tokom leta, ako je zemljište adekvatno zasićeno. Divlje životinje, kao što su jeleni ili voluharice, mogu naneti štetu mladim biljkama. Ipak, crni oprah zavisi od raznošenja semena od strane glodara i ptica, za koje su orasi izuzetno nutritivni (kao što su i za ljude).

Poreklom iz Severne Amerike, *Juglans nigra* je introdukovan u sve partnerske države. U Austriji, prvi eksperimentalni uzgoji u plavnim šumama Dunava su se desili krajem 19. veka. U Sloveniji i Srbiji je prvo introdukovan u šume krajem 19. veka (1889 i 1890). U Srbiji danas čini oko 0.1% nacionalnih šuma. U Mađarskoj, *Juglans nigra* je introdukovan u 18. veku i danas pokriva oko 0.4% pošumljenog područja, i smatra se za jedno od najvrednijih egzotičnih vrsta drveća. U Hrvatskoj, prve plantaže crnog oraha su osnovane oko 1890. Kao i onda i danas se sadi u nizijskim šumama i u blizini reke Dunav, na zemljištima koja su previše suva za autohtone vrste kao što je hrast lužnjak.

Šumarstvo i klimatske promene

Crni orah se uglavnom uzgaja zbog visoko kvalitetnog drveta. Takođe se koristi i u agrošumarskim sistemima, proizvodnji oraha i pri restoraciji ekosistema. *Juglans nigra* zahteva jako puno svetlosti i ne toleriše senku, naročito kao zrelo drvo. Zbog slabe tolerancije na senku, prirodna regeneracija putem semena je retka. Širom Evrope, crni orah se razmnožava jednogodišnjim sejancima visine preko 30 cm. Mladi sejanci rastu velikom brzinom, oko 1 m godišnje. Plodonose nakon 8 – 10 godina, kad dostižu visinu od 7-8 metara. Značajno plodonosenje se može očekivati nakon 20-30 godina. U mešovitim sastojinama se sade sa jasenima (*Fraxinus* spp.), javorima (*Acer* spp.) ili hrastovima (*Quercus* spp.), gde rastu brže od autohtonih vrsta. Crni orah je takođe osetljiv na štetočine i bolesti (npr. gljivični rak oraha ili „hiljadu rak rana“). Kako crni orah dobro podnosi niske temperature tokom zime (i do -40°C), postoji jako mala opasnost od štete uzrokovane mrazevima. Ipak, jako su osetljivi na kasne prolećne mrazeve, što ograničava njegovu rasprostranjenost. Očekuje se da sa promenom

klimatskih uslova važnost ove vrste poraste u različitim delovima Evrope, s obzirom da dobro podnosi sušu, dok drugi limitirajući faktori njegovog rasta neće postojati.

Opis

List: složeni, neparno perasti, sa 9-23 liski; naizmenični; po obodu testerasti; tamno zelene boje, dlakavog naličja

Cvet: jednodoma vrsta; muške rese viseće, 8-10 cm; ženski cvetovi na vrhu ovogodišnjeg izbojka, zbijeni u grupe 2-5, pojavljuju se pre muških; samooplodna vrsta

Plod/Seme: zelenkasta ljuska, izbrazdana koštica, 8 cm prečnik; zreo plod u oktobru; prenosi se pticama i glodarima

Kora: sivo crna, duboko brazdasta

Populus x canadensis - „hibridne topole“



Hibridi topole (*Populus x canadensis*) dostižu visinu preko 30 m. To su brzorastuće vrste koje su nastale ukrštanjem vrsta *P. nigra* poreklom iz Evrope i *P. deltoides* iz Severne Amerike. Razlike među mnogobrojnim varijetetima ovog hibrida su veće u pogledu rasta i zahteva uslova sredine nego u morfologiji, pa je taksonomsko definisanje otežano. Hibridi su adaptirani na različite vrste zemljišta i klimatske uslove, otporni na štetočine i bolesti, što ih čini atraktivnim vrstama za šumarstvo.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Kanadske topole iz Severne Amerike su bile ukrštane u šumarstvu od kraja 19. veka sa različitim evropskim vrstama topola. *Populus x euramericana* je uzgajana i raste u prirodnim sastojinama u mnogo evropskih država. *P. x euramericana* zahteva dobro aerisana zemljišta sa povoljnim vodnim kapacitetom, eutrofna zemljišta za dobar rast – peskovito ilovasta zemljišta sa pH vrednostima od 6.0 do 7.5 su naročito povoljna. Topole su brzorastuće vrste koje zahtevaju dosta svetlosti u početnom rastu i zbog toga su pionirske vrste na otvorenim područjima. Hibridi topola nastali spontanom ukrštanjima su brzorastuće vrste koje zahtevaju dosta svetlosti u početnom rastu i zbog toga su pionirske vrste na otvorenim područjima. Topole se mogu naći u prirodnim sredinama, najčešće na plavnim područjima, ali i na devastiranim zemljištima. U plavnim područjima gde raste i bela vrba, hibridi topole nisu u mogućnosti da prežive jako dugo zbog dugotrajnog plavljenja. Stoga se uglavnom sade na plavnim područjima gde dominiraju tvrdi lišćari. *Populus x euramericana* se jako dobro obnavlja- nakon rezidbe formira izdanke dužine jedan metar u prvoj godini. Razmnožava se vegetativno izdancima iz korena koji je dužine do 35 m.

Kako među topolama lako dolazi do spontanog ukrštanja, a hibridi topola su više zastupljeni od crne topole, a one gotovo da više nemaju čisto potomstvo.

Populus x euramericana se raste na celom području Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, od Srbije do Austrije, gde se javlja u istočnim regionima i uz Dunav.

Šumarstvo i klimatske promene

Hibridi topola su uzgajani za proizvodnju drveta zbog uniformnosti stabla – dajući svetlo, mekano porozno drvo. Zbog brzog rasta period rotacije u trajanju od 25 godina je moguć na odgovarajućim zemljištima - u skoroj prošlosti, uzgajani su sa ekstremno kratkim periodima rotacije za potrebe proizvodnje energije. Očekivane klimatske promene će pogodovati hibridima topola, jer im inače pogoduju različita staništa, a mogu da podnesu sušu i ostale klimatske ekstreme.

Što se tiče šumarstva i hibrida topola, fokus je na stvaranju i selekciji novih sorti, s obzirom da su bolesti problem. Rđa topole koja se javlja na listovima je najznačajnija bolest ove vrste. Dve vrste gljiva iz roda *Melampsora* napadaju *P. x euramericana* (*M. allii-populina* Kleb. i *M. larici-populina* Kleb.). Dodatno, gljiva *Dothichiza populea* napada grane koje su prethodno oštećene mrazom. To je tipičan parazit koji lako prodiere kroz prethodno nastala oštećenja, i češće se javlja na lokacijama sa promenljivim vodnim režimom ili konstantnom vlagom. Jedino stalnim stvaranjem novih varijeteta navedene bolesti se mogu držati pod kontrolom. Dodatni problem za *P. x euramericana* je imela (*Viscum album*), koja jedino pogađa hibride topola, a ne autohtone crne topole.

Opis

List: mladi listovi su crvenkasti (kod crne topole zeleni) i dlakavi na rubovima. Žlezde su uglavnom prisutne na bazi lisne drške. Stariji listovi su trouglasti sa dugačkim izduženim vrhom, 7-10 cm dugački, nazubljenih rubova. Dugačka peteljka je lateralno spljoštena

Cvet: dvodoma vrsta, muške i ženske cvasti su viseće rese dužine do 9 cm. Hibridi topola se uglavnom razmnožavaju kao muški klonovi.

Plod/Seme: Čaura, debela, zašiljena, zeleno smeđa, sa peteljkom; seme je dlakavo

Kora: svetlo siva, ispucala; horizontalne brazde (razlikuje se od crne topole)

Robinia pseudoacacia - Bagrem



Robinia pseudoacacia L., bagrem, je brzorastuće listopadno drvo, srednje visine introdukovano u Evropu iz Severne Amerike. Dostiže visinu do 35 m i starost od 60 – 100 godina. Stablo je uglavnom krivo, ali je drvo izdržljivo i otporno na insekte. Koristi se za izradu podova i nameštaja, ali je pogodno i za spoljnu upotrebu pa se od njega prave čamci ili železnički pragovi. Dodatno, koristi se kao ogrev i za proizvodnju biomase.

Rasprostranjenost, stanište i ekologija

Prirodni areal bagrema je na istoku Severne Amerike, konkretno na Apalačkim planinama na visinama do 1.500 m. Introdukovano je u Evropu još u 17. veku, dok je značajnija sadnja nastupila tokom 18. i 19. veka. Od tada širi se celim kontinentom. Danas se može naći na područjima od Portugala do Kavkaza i od Skandinavije do južne Italije. *Robinia pseudoacacia* je pionirska vrsta koja zahteva dosta svetlosti, i raste na različitim zemljištima, od kiselih (pH 3) do alkalnih (pH 8). Toleriše suva i zaslanjena zemljišta, ali slabije podnosi zbijena i vlažna (ima slabu toleranciju na plavljenje). Idealna količina godišnjih padavina za ovu vrstu je između 700-2000 mm. Bagrem je veoma osetljiv na mrazeve i slabo je kompetitivan u zatvorenim i zasenjenim zajednicama. Na otvorenim područjima, kao što su rubovi šuma ili degradirana zemljišta je veoma kompetitivan. Može rasti na veoma siromašnim zemljištima, jer formira simbioznu zajednicu sa bakterijama iz roda *Rhizobium*, pri čemu dolazi do fiksacije atmosferskog azota pri čemu se menjaju svojstva zemljišta i za druge vrste. Upravo zbog ove osobine raste jako brzo dok je mlad. Cvetanje i plodonošenje počinje u trećoj godini, i zbog toga je važan izvod hrane za insekte kao što su pčele i leptirovi.

Široko rasprostranjena sadnja bagrema u Severnoj Americi počela je u 18. i 19. veku. Danas raste u svim državama Rezervata Biosfere Mura-Drava-Dunav, s tim da je najviše zastupljen u Mađarskoj, gde zauzima 24 % zemljišta pod šumom.

Šumarstvo i klimatske promene

U nekim delovima Evrope upotreba bagrema u šumarstvu je bila jako podsticana iako se on smatra jako invazivnom vrstom u Evropi. Zbog veoma brzog rasta, uspešnog izdanačkog obavljanja i poboljšavanja zemljišta, može se koristiti pri remedijaciji devastiranih zemljišta kao što su rudarski kopovi. Ipak, ovakav uticaj na zemljište može dovesti do ugrožavanja retkih ugroženih vrsta koja zavise od siromašnih zemljišta. Sa te tačke gledišta, bagrem ima sposobnost da menja čitave ekosisteme. Mere suzbijanja bagrema zahtevaju dosta vremena, rada i novčanih sredstava, a baziraju se na prstenovanju, jer seča stimuliše rast. Stoga, introdukovanje ove vrste treba dobro razmotriti i izvagati rizike i benefite. Gde je sadnja prikladna i njena svrha jasno definisana, rezultat može biti kvalitetno drvo sa osobinama kao što su jaka otpornost na udare, čvrstoća i trajnost. Kako su mrazevi limitirajući faktor za ovu vrstu, njegova distribucija će se povećavati s obzirom na klimatske promene što može rezultirati izmeštanjem autohtonih vrsta iz njihovih ekosistema i iz šumarstva.

Opis

List: složen list, liske neparno perasto složene, 2-12 parova, 10-30 cm; liske jajaste, elipsoidne do ovalne; naspramne; par bodlji na bazi

Cvet: jednodoma vrsta; dvopolna; beli do krem boje, sa žutim tačkama u unutrašnjosti; grupisani u viseće grozdove, 10-20 cm dužine

Plod/Seme: mahuna; tamno smeđe boje, 5-10 cm; 4-10 semena; ostaju na granama tokom zime; raznose se gravitacijom i vetrom; plodonošenje 1-2 puta godišnje

Kora: sivo smeđa do tamno smeđa; sa starenjem se javljaju pukotine u vidu longitudinalnih brazdi

4.3 Rečnik pojmova

Pojam	Objašnjenje
Adaptacija	Prilagođavanje organizama na sredinu u kojoj žive u cilju poboljšanja šanse za opstankom u toj sredini.
Alel	Alel je jedna ili dve ili više verzija gena ili DNK sekvence.
Autohtono	Populacija se smatra autohtonom ukoliko je razvila karakteristične osobine na osnovu kojih se razlikuju od drugih populacija u okviru iste vrste, bez antropogenog uticaja pri nastanku promena. Autohtome populacije su prilagođene uslovima staništa i mogu da prežive dugo u slučaju stabilnih uslova sredine. Šumski zasadi, koji se isključivo prirodno regenerišu u prošlosti su autohtoni. Ukoliko se vrši veštačka regeneracija, zasadi se smatraju autohtonim jedino u slučaju korišćenja šumskog reproduktivnog materijala prikupljenog iz istog zasada ili susednih autohtonih zasada koji rastu u istim uslovima sredine.
Bakterijski eksudati	Pojava koja označava bakterijsku infekciju sačinjenu uglavnom od bakterijskih ćelija
Rak rana	Izumrli deo kore na grančici ili grani (možda bolje stablu ili grani). Uzrokuju je parazitske infekcije, a ograničena je kalusnim ćelijama koje se javljaju kao odbrambeni mehanizam biljke za zalečivanje nastalih rana.
Izdanačka šuma	Deo šume u kojoj se drveće periodično seče do nivoa zemljišta da bi se stimulisao rast i obezbedilo drvo za ogrev ili građu.
Odumiranje	Progresivno odumiranje koje karakteriše početak od vrha grančica, grana, izdanaka ili korenja.
Pošumljavanje	Oblik neprirodne regeneracije šuma, u slučajevima kad je prirodna regeneracija potpomognuta sadnjom ograničenog broja sadnica da bi se poboljšali ekološki, socijalni ili produktivne funkcije šuma.
Šumski reproduktivni materijal	Plod, seme i šišarice; svi delovi biljke dobijeni vegetativnim razmnožavanjem; i svi delovi biljke dobijeni od navedenih
Genetički diverzitet	Varijacija u okviru populacije ili vrste koja se pripisuje razlikama u genima.
Genetički resursi	Genetički materijal stvarne ili potencijalne vrednosti, gde pojam genetički materijal označava bilo kakav materijal koji sadrži funkcionalne jedinice nasleđivanja.
Prstenovanje kore	Proces uklanjanja kore drveta i kambijuma kružeći oko drveta u obliku prstena. Narušen transport ugljenih hidrata (zbog uklanjanja floema) od asimilacionih organa do korenova dovodi do sporog odumiranja drveta koje može trajati i nekoliko godina.
Aukcija drveta	Prodaja trupaca visokog kvaliteta na javnoj aukciji

Pojam	Objašnjenje
Interspecies	Između različitih vrsta
Intraspecies	U okviru jedne vrste ili između individua jedne vrste
Prirodna selekcija	Jedan od osnovnih mehanizama evolucije; da bi se u jednoj populaciji odvijala prirodna selekcija, neophodno je da se desi varijacija u naslednim osobinama (npr. oblik, osetljivost na bolesti), nakon koje se selekcija dešava na osnovu različitih kapaciteta za reprodukciju (neke jedinke imaju veće šanse za stvaranje potomstva od drugih).
Nekroza	Crni, odmurli deo na kori stabljike ili grane, ali bez formiranog kalusa.
Plemeniti lišćari	<i>Vrste drveća iz rodova Juglans, Acer, Ulmus, Fraxinus, Tilia, Prunus, Sorbus, Malus i Pyrus.</i>
Populacija	Grupa jedinki iste vrste koje žive na tačno određenom geografskom području u istom vremenskom periodu, a između kojih postoji mogućnost međusobnog ukrštanja. Velika populacija može biti podeljena u nekoliko manjih grupa, formirajući tako lokalne populacije, populacije u užem smislu, s obzirom da je generativno razmnožavanje jedino moguće u manjim grupama.
Rahis	Drška i glavni nerv lista
Podsejavanje	Direktna setva semena na području zrelih sastojina u cilju inicijacije obnove ili poboljšanja prirodne obnove koja već postoji.

4.4 Reference po poglavljima

Studija slučaja: Perspektive zainteresovanih strana za upravljanje i očuvanje plavnih šuma u prekograničnom 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>

Značaj i ugroženost plavnih šuma

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/jfr3.12339>
 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>

Gazdovanja plavnim 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

<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 rečnog plavnog pejzaža

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, Bruijić 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/lzpisGradiva.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>

Načini gazdovanja plavnim 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 področje 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>

Izbora između prirodne ili veštačke obnove?

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 adaptaciji šuma izborom odgovarajućeg šumskog reproduktivnog 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

- 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 sastojina hrasta lužnjaka setvom žira

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 podizanje hrastovih sastojina veštačkom 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 upravljanja biodiverzitetima i konzervacijom

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 drveta visokog kvaliteta u sastojinama tvrdih lišćara

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

Izazovi klimatskih promena

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, Paž 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, Aneliman 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 gazdovati sa divljači i zaštititi šume od oštećenja

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

Upravljanje alohtonim vrstama

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

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>

Mrtvo drvo u gazdovanju šumama

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

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 Tothholzkonzept 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

Šumske štetočine i bolesti u svetu koji se menja: Važnost njihovog 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, Zúbrik 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 sa posebnim akcentom na preporuke za prevenciju i kontrolu

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 - primer uzročno-posledičnih veza između različitih agenasa stresa

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.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/pest-and-disease-resources/oak-decline/> Accessed 16 Oct. 2020

Sušenje jasena kao glavna pretnja diverzitetu plavnih 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

Mere sprečavanja širenja *Phytophthora* u plavnim 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>

Opis vrsta

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, Luxembourg, 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

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, Z.S.; 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/see-for.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/see-for.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)

Rečnik

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.