



Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta

Zadnja sprememba: 3. 08. 2022 10:42:27

A. Podatki o raziskovalnem projektu

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra in naziv	V4-1818 - Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji
Vodja	11958 - Robert Brus
Naziv težišča v okviru CRP	3.5.1 - Uporabnost duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s sadnjo in setvijo
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	842
Cenovna kategorija	C
Obdobje trajanja	od 1. 11. 2018 do 31. 10. 2021
Nosilna raziskovalna organizacija	481 - Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	404 - Gozdarski inštitut Slovenije
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 - Biotehnika 4.01 - Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo 4.01.01 - Gozd - gozdarstvo
Družbeno-ekonomski cilj	08 - Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FORD	4 - Kmetijske vede 4.01 - Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

Naziv, naslov in pooblaščen predstavnik sofinancerja(Name, address and beneficiary-authorized representative)

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Matična številka(Co. reg. no.)

Dunajska 22, 1000 Ljubljana

DODAJ

B. Rezultati in dosežki raziskovalnega projekta

3. Povzetek raziskovalnega projekta

SLO

V okviru raziskovalnega projekta smo opravili analizo uspešnosti dosedanjega gojenja tujerodnih drevesnih vrst (TDV) v Sloveniji in pripravili priporočila za njihovo prihodnjo uporabo. V Sloveniji TDV predstavljajo 0,99 % lesne zaloge, med njimi so najpogostejše robinija, zeleni bor, ameriška duglazija in rdeči hrast. Podatke iz literature smo dopolnili z lastnimi analizami obstoječih nasadov ameriške duglazije, omorike, grške jelke in pavlovnije. Izsledki kažejo, da bi uporaba TDV lahko povečala stabilnost in trajnost delovanja gozdnih ekosistemov, še posebno v luči vse pomembnejših klimatskih sprememb. Analizirali smo zakonodajo in omejitve pri gojenju TDV. Sintezo gozdnogojitvenih usmeritev smo izpeljali na temelju pregleda literature, analize razširjenosti TDV v Sloveniji po gozdnogospodarskih odsekih ZGS in gozdno rastiščnih tipih, analiz odraslih sestojev in pomlajevanja TDV, terenskih ogledov ter ankete. Podrobnejše gozdnogojitvene usmeritve smo predstavili za ameriško duglazijo, zeleni bor, orjaški klek, robinijo, rdeči hrast in črni oreh. Ameriška duglazija potrebuje za razvoj več svetlobe kot navadna smreka in dosega večje dimenzije, zato je potrebno zgodnejše ukrepanje, število izbrancev pa je manjše. Podobno velja tudi za zeleni bor, njegovo naravno pomlajevanje je smiselno upoštevati, kjer je manj potenciala za bolezen. Največje tveganje za uspevanje tujerodnih drevesnih vrst v naših gozdovih so bolezni, škodljivci in poškodbe zaradi divjadi. Pri vsaki tujerodni drevesni vrsti iz naše raziskave smo pri pregledu literature našli od 17 do 142 možnih škodljivih organizmov, med njimi tudi take, ki lahko povzročijo propad drevesa. Pripravili smo opise 77 izbranih bolezni in škodljivcev, vse opise smo uredili in objavili v strokovni monografiji, ki lahko služi tudi kot priročnik. V Seznamu gozdnih semenskih objektov je trenutno odobrenih 11 semenskih objektov TDV za uporabo v večnamenskem gozdarstvu: po eden za grško jelko, alepski bor in rdeči hrast, in osem za navadno ameriško duglazijo. Genetska analiza je razkrila, da vseh 215 analiziranih dreves duglazije iz sedmih gozdnih semenskih objektov, neregistrirane semenske plantaže v Črnošnjicah pripada priobalni varieteti duglazije. Izvor imajo na sami zahodni obali Severne Amerike in v gorovju Cascades; drevesa, posajena na posamezni lokaciji, imajo lahko različen izvor. Celokupna genetska pestrost je v Sloveniji nižja od tiste v naravnem arealu. Podrobno smo proučili gostoto lesa nekaterih TDV in nekaj glavnih fizikalnih in mehanskih lastnosti, ki so pomembne za napoved rabe lesa v gozdno lesni verigi. Pri duglaziji smo zabeležili velik delež juvenilnega lesa v osrednjem delu debla. Ta je povezan s hitro rastjo dreves v prvih dvajsetih letih življenja in ima nižjo gostoto ter slabše mehanske lastnosti kot les v zunanjem delu debla. Za nabor potencialno zanimivih tujerodnih drevesnih vrst smo bistvene lastnosti lesa primerjali z lastnostmi potencialno primerljivih domačih lesnih vrst.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta

Cilji raziskovalnega projekta so bili naslednji: - analizirati uspešnost dosedanjega gojenja navadne ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst (TDV), kot so zeleni bor, rdeči hrast, črni oreh, robinija, v Sloveniji ter ovrednotenje njihovega potenciala z ozirom na gospodarsko zanimivost, zakonske osnove in morebitne okoljske omejitve ter primerjavo s stanjem v primerljivih državah alpskega prostora, - izdelati konkretne napotke za izbiro provenienc, načina in obsega gojenja ter nege duglazije in drugih predlaganih vrst po ustreznih rastiščih ter prenos znanja v prakso s pomočjo seminarjev, delavnic in vključitve v načrte, oceniti varstvena tveganja pri uporabi duglazije in drugih TDV v gozdarstvu ter predložiti ukrepe varstva gozdov, - izdelati nabor potencialno še primernih drugih TDV, ki bi lahko bile primerne za začetek sistematičnega dolgoročnega preizkušanja (npr. omorika, grška, velika in kavkaška jelka, sitka, Lawsonova pacipresa) in v sodelovanju z gozdarsko prakso in lastniki gozdov začetek zasajanja poskusnih nasadov z izbranimi vrstami, - analizirati in izpopolniti mrežo gozdnih semenskih objektov ter razviti konkretne uporabne protokole za semenarsko in drevesničarsko prakso, ki bodo omogočali zadovoljivo preskrbo z gozdnim reprodukcijskim materialom, - analizirati lastnosti lesa in trznega potenciala TDV v Sloveniji ter predlagati konkretne ukrepe za njegovo izboljšanje in - izobraževati in informirati lastnike gozdov, gozdarsko stroko, lesnopredelovalno industrijo in širšo javnost o pereči temi, o kateri je (pre)malo znanega. Vsi zgoraj našteti cilji so bili realizirani, podrobnosti sledijo v nadaljevanju. Vnašanje in uporaba tujerodnih drevesnih vrst (TDV) v evropskem gozdarstvu sta se začela sredi 19. stol. in še narasla konec 19. stoletja, ko so bili osnovani tudi prvi nasadi tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji. Danes TDV v Evropi zavzemajo skupno površino ca. 8,54 mio ha oz. 4,0 % celotne evropske gozdne površine. V Sloveniji TDV predstavljajo 0,99 % lesne zaloge, med njimi so najpogostejše robinija, zeleni bor, ameriška duglazija in rdeči hrast. Podatke iz obstoječe tuje in domače literature smo dopolnili z lastnimi analizami obstoječih nasadov ameriške duglazije, omorike, grške jelke in pavlavinje. Največ pozornosti smo namenili ameriški duglaziji, pri kateri smo ugotavljali njeno prostorsko razširjenost v Sloveniji in pojavljanje glede na tipe gozdnih tal in gozdnih združb. Pregledali smo tudi zakonske okvire možnosti gojenja TDV v Sloveniji in ugotovili, da je vnašanje TDV in potencialnega vpliva na okolje urejeno predvsem z Zakonom o ohranjanju narave, pomembni pa so še Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Zakon o gozdovih, Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu in Pravilnik o določitvi provenienčnih območij. Ugotovili smo, da gojenje TDV v Sloveniji ni nikjer povsem prepovedano, za izvajanje gozdarske dejavnosti je dovoljen TDV dovoljena, medtem ko je za vnos nove TDV potrebno opraviti ustrezno presojo, kar predstavlja podlago za izdajo dovoljenja pristojnega ministrstva. Analize nasadov TDV in primerjave z našimi avtohtonimi vrstami so pokazale, da nekatere TDV bolje kljubujejo naravnim motnjam. Omorika pri Postojni se je izkazala za odpornejšo vrsto kot navadna smreka, saj je bolje kljubovala tako žledolomu kot podlubnikom. Še veliko bolje je naravnim motnjam kljubovala ameriška duglazija, katero odlikuje tudi hitrejša priraščanja. Glede slednjega obstajajo velike razlike med proveniencami, na kar so pokazali rezultati dveh mednarodnih provenienčnih poskusov ameriške duglazije v Brkinih. Izsledki kažejo, da bi uporaba TDV lahko povečala stabilnost in trajnost delovanja gozdnih ekosistemov, še posebno v luči vse pomembnejših klimatskih sprememb. Je pa pred izborom in uporabo TDV potrebno dodobra spoznati. Ameriška duglazija je tako ena redkih TDV, ki jo v Sloveniji gojimo že dovolj dolgo, da bi njen potencial in morebitna tveganja lahko celovito ovrednotili in jo lahko začeli gojiti v nekoliko večjem obsegu kot do sedaj. Sintezo gozdnogojitvenih usmeritev smo izpeljali na temelju pregleda literature, analize razširjenosti TDV v Sloveniji po gozdnogospodarskih odsekih ZGS in gozdno rastiščnih tipih (GRT), analiz odraslih sestojev in pomlajevanja TDV ter terenskih ogledov z domačimi in tujimi strokovnjaki ter ankete. Podrobnejše gozdnogojitvene usmeritve predstavljamo za ameriško duglazijo, zeleni bor, orjaški klek, robinijo, rdeči hrast in črni oreh. Ameriška duglazija prinese več svetlobe kot navadna smreka in dosega večje dimenzije, zato je potrebno zgodnejše ukrepanje, število izbrancev pa je manjše. Podobno velja tudi za zeleni bor, njegovo naravno pomlajevanje je smiselno upoštevati, kjer je manj potenciala za bolezn. Orjaški klek dopolnjuje najpogostejše TDV, ki so bolj svetloлюбne in je primeren kot primesana vrsta v skupinah, še posebej v raznomernih sestojih v zaščitenih, vlažnejših legah. V gozdnih sestojih črni oreh najbolje uspeva kot primes bukve ali rdečega hrasta, kjer se sam čisti vej. Ob rednem izvažanju rdečeni dosega večje dimenzije in boljšo kakovost kot navadni oreh ter je manj dovzeten za bolezni. Rdeči hrast se pomlajuje naravno in obilno. S primernimi in dovolj pogostimi gojitvenimi ukrepi lahko vzgojimo zelo kakovostne osebk s krajšimi obhodnjami, kot pri domačih vrstah. Kjer je v Sloveniji prisoten, ga je s ciljem doseganja najboljše kakovosti smotrno negovati. Zaradi njegovih dobrih lastnosti ga je mogoče tudi točkovno uvajati na rastišča, kjer so domače vrste manj uspešne. Robinija se povsod na območju pojavljanja v Sloveniji uspešno obnavlja, ima pa tudi invazivni značaj. Na slabših rastiščih z njo lahko gospodarimo panjevsko s ciljem pridobivanja vinogradniškega kolja in drv. Pomembno je, da preprečimo njeno širjenje zunaj že obstoječih sestojev. Na dobrih rastiščih je smotrno izvajati premeno sestojev, ki je lahko tudi postopna, druga možnost pa je uporaba izbiralnega redčenja za vzgojo kakovostne hlodovine. Pri gojenju TDV je potrebno upoštevati, da so že dolgo v Sloveniji, da so večinoma zastopane kot primes v mešanih sestojih, monokultur je malo, večinoma niso invazivne. Smiselno je nadaljevati z obstoječimi načini premene sestojev TDV v mešane gozdove, večini TDV zagotoviti vsaj ohranjanje populacij, pri negi pa nekoliko bolj upoštevati njihove posebnosti, predvsem zgodnejše ukrepanje in dovolj velik rastišni prostor. Ob upoštevanju posebnosti in intenziviranju nege lahko od večine opisanih TDV pričakujemo kakovosten les, pa tudi zagotavljanje nekaterih ekosistemskih storitev. Največje tveganje za uspevanje tujerodnih drevesnih vrst v naših gozdovih so bolezni, škodljivci in poškodbe zaradi divjadi. V naši raziskavi smo se omejili na škodljive organizme naslednjih tujerodnih drevesnih vrst: navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*), zeleni bor (*Pinus strobus*), rdeči hrast (*Quercus rubra*), črni oreh (*Juglans nigra*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), omorika (*Picea omorika*), grška (*Abies cephalonica*), velika (*Abies grandis*) in kavkaška jelka (*Abies nordmanniana*), sitka (*Picea sitchensis*) in Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana*). Na omenjenih tujerodnih drevesnih vrstah je v Evropi zaznanih 768 škodljivih organizmov, od tega 50,4 % žuželk, 42,7 % gliv in 6,9 % drugih vrst, kot so virusi, bakterije, fitoplazme, ogorčice in sesalci. Pripravili smo opise 77 izbranih bolezni in škodljivcev, ki prizadenejo obravnavane tujerodne drevesne vrste. Posamezen opis škodljivega organizma vključuje njegovo razširjenost, gostitelje, značilna znamenja, vpliv in možne zamenjave. Vse opise škodljivih organizmov smo uredili in objavili v strokovni monografiji, ki lahko služi tudi kot priručnik. Strokovna monografija je prosto dostopna na spletu, posamezni opisi ŠO pa tudi v sredicah Gozdarkega vestnika. Obnova gozdov po načelih, ki podpirajo biotsko pestrost na vseh nivojih, bistveno prispeva k dolgoročni stabilnosti gozdov in njihovi odpornosti na biotske in abiotske dejavnike v okolju. Genetska pestrost gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) prispeva k ohranjanju prilagodljivosti bodočega gozda na spreminjajoče se okolje. Ob pojavu bolezni in škodljivcev, višanju temperatur in spreminjanju padavinskih razmer, so posamezne avtohtone drevesne vrste vse bolj ranljive. V okoljih, kjer na novo vnesene bolezni in spreminjanje podnebnih razmer onemogoča uspevanje avtohtonih vrst, se razmišlja o uporabi tujerodnih drevesnih vrst (TDV). V Seznamu gozdnih semenskih objektov je trenutno odobrenih 11 semenskih objektov tujerodnih drevesnih vrst za uporabo v večnamenskem gozdarstvu: po eden za grško jelko, alepski bor in rdeči hrast, in osem za navadno ameriško duglazijo. Za ameriško duglazijo obstaja tudi največje zanimanje v gozdarstvu zaradi njene lesno-proizvodne funkcije in manjše poškodovanosti v času žleda leta 2014. Zaradi pomanjkanja sadilnega materiala duglazije smo leta 2017 dopolnili Pravilnik o določitvi provenienčnih območij s proveniencami duglazije, katere uporabljajo v Avstriji, naknadno pa smo slednje in v Sloveniji uspevajoče populacije duglazije, sajene večinoma v začetku 20. stoletja, ter v semenski plantaži na Dolenjskem (ki še ni bila odobrena za uporabo GRM) analizirali glede izvora. Genetska analiza s SNP markerji je razkrila, da vseh 215 analiziranih dreves duglazije iz sedmih gozdnih semenskih objektov, neregistrirane semenske plantaže v Črmošnjicah in parkovnega nasada v Sloveniji, pripada priobalni varieteti duglazije. Izvor imajo na sami zahodni obali Severne Amerike in v gorovju Cascades; drevesa, posajena na posamezni lokaciji, imajo lahko različen izvor. Celokupna genetska pestrost (bogastvo alelov) je v Sloveniji nižja od tiste v naravnem arealu. V Sloveniji je bilo v desetletju 2011 – 2020 skupno posajenih v redni sadnji in za sanacijo 8.672.601 sadik, od tega 5.394 sadik tujerodnih drevesnih vrst. Med temi prevladuje ameriška duglazija s 4.838 sadikami. Les na prostem je izpostavljen različnim dejavnikom razkroja. Žal večina lesnih vrst v Sloveniji nima naravno odpornega lesa. Tujerodne drevesne vrste predstavljajo nov bazen, iz katerega lahko črpamo lesne vrste z boljšo naravno odpornostjo. Odpornost lesa z originalnih rastišč in novih rastišč ni vedno primerljiva, zato je nujno določiti odpornost tujerodnih lesnih vrst z novih rastišč. Predstavljeni so izvirni podatki o celoviti odpornosti lesa navadne ameriške duglazije, sitke in robinije. Te podatke smo primerjali s podatki ključnih domačih lesnih vrst in ostalih potencialno zanimivih tujerodnih lesnih vrst, kot so grška jelka, alepski bor in rdeči hrast. Eksperimentalni podatki kažejo, da je adultna jedrovina navadne ameriške duglazije odpornejša od lesa evropskega macesna in smreka sitka je odpornejša od lesa navadne smreke. Terenski testi potrjujejo te eksperimentalne podatke. Med obravnavanimi lesnimi vrstami največji potencial za uporabo na prostem izkazuje les ameriške duglazije. Podrobno smo proučili gostoto lesa duglazije in nekaj glavnih fizikalnih in mehanskih lastnosti, ki so pomembne za napoved rabe lesa v celotni gozdno lesni verigi pa tudi v gradbeništvu in energetiki. Pri duglaziji smo zabeležili velik delež juvenilnega lesa v osrednjem delu debla. Ta je povezan s hitro rastjo dreves v prvih dvajsetih letih življenja in ima nižjo gostoto ter slabše mehanske lastnosti kot les v zunanjem delu debla. Ugotovljena variabilnost lesnih lastnosti je velika že znotraj posameznega debla, kar je treba upoštevati pri rabi lesa za zahtevne izdelke. Za nabor potencialno zanimivih tujerodnih drevesnih vrst smo bistvene lastnosti lesa primerjali z lastnostmi potencialno primerljivih domačih lesnih vrst. Pri uporabi tujerodnih lesnih vrst je še posebej potrebno dobro poznavanje variabilnosti lastnosti lesa, ki ga moramo slediti od drevesa prek različnih stopenj predelave in obdelave lesa do končnega izdelka.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev

Vsi zastavljeni raziskovalni cilji so bili doseženi. V okviru projekta smo analizirali uspešnost dosedanjega gojenja navadne ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst (TDV), kot so zeleni bor, rdeči hrast, črni oreh, robinija, v Sloveniji ter ovrednotili njihov potencial z ozirom na gospodarsko zanimivost, zakonske osnove in okoljske omejitve ter jih primerjali s stanjem v primerljivih državah alpskega in širšega evropskega

prostora. Izdelali smo konkretne napotke za izbiro provenienc, načina in obsega gojenja ter nege ameriške duglazije in drugih predlaganih vrst po ustreznih rastiščih ter poskrbeli za prenos znanja v prakso s pomočjo seminarjev, delavnic in vključitve v načrte. Prav tako smo ocenili varstvena tveganja pri uporabi duglazije in drugih TDV v gozdarstvu ter predložili nabor ukrepov varstva gozdov. Izdelali smo nabor potencialno še primernih drugih TDV, ki bi lahko bile primerne za začetek sistematičnega dolgoročnega preizkušanja (npr. omorika, grška jelka, sitka, Lawsonova pacipresa, orjaški klek) in v sodelovanju z gozdarsko prakso in lastniki gozdov začeli z zasajanjem poskusnih nasadov z izbranimi vrstami. Analizirali smo mrežo gozdnih semenskih objektov ter razvili konkretne uporabne protokole za semenarsko in drevesničarsko prakso, ki bodo omogočali zadovoljivo preskrbo z gozdnim reprodukcijskim materialom TDV. V okviru projekta smo analizirali lastnosti lesa in tržnega potenciala TDV v Sloveniji ter predlagati konkretne ukrepe za njegovo izboljšanje. Ne samo med trajanjem projekta, ampak tudi po njegovem zaključku smo se ukvarjali z izobraževanjem in informiranjem za lastnike gozdov, gozdarsko stroko, lesnopredelovalno industrijo in širšo javnost o zanimivi temi temi, o kateri je za zdaj premalo znanega.

6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine

Sprememb ni bilo.

7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju

Naslov (Title) SLO		
Obseg, razširjenost in izvor tujerodnih gozdnih drevesnih vrst v Evropi		
Naslov (Title) EN		
Extent, distribution and origin of non-native forest tree species in Europe		
Opis (Description) SLO		
Gospodarjenje s tujerodnimi drevesnimi vrstami v evropskih gozdovih ima dolgo zgodovino, vendar so informacije o trenutnem številu in geografski razširjenosti teh vrst v evropskih gozdovih nepopolne in razpršene po različnih zbirkah podatkov. Namen te študije je popis najpogostejših tujerodnih drevesnih vrst, ki rastejo v evropskih gozdovih, ter analiza njihovega trenutnega obsega, geografske razširjenosti in geografskega izvora. Naši rezultati kažejo, da v evropskih gozdovih in provenienčnih poskusih trenutno raste vsaj 150 tujerodnih drevesnih vrst. Rodovi z največjim številom vrst so evkaliptus, bor, akacija in jelka. Vrste, ki rastejo na največjih površinah, so Robinia pseudoacacia (2,44 milijona ha), Eucalyptus globulus (1,46 milijona ha), Picea sitchensis (1,16 milijona ha) in Pseudotsuga menziesii (0,83 milijona ha). Skupno so tujerodne drevesne vrste v Evropi prisotne na površini približno 8,54 milijona ha ali 4,0 % površine evropskih gozdov, pri čemer pet najštevilčnejših vrst predstavlja do 77 % te površine. Največ od teh 150 vrst je bilo vnesenih iz Severne Amerike (71), sledijo Azija (45) in Avstralija (20). Severnoameriške vrste zavzemajo daleč največjo površino.		
Opis (Description) EN		
The management of non-native tree species in European forests has a long history, but the information on the current number and geographic distribution of these species in European forests is incomplete and scattered across various datasets. This study aims to perform an inventory of the most frequent non-native tree species growing in European forests and analyse their current extent, geographic distribution and geographic origin. Our results show that at least 150 nonnative tree species are currently growing in European forests and provenance trials. The genera represented by largest number of species are Eucalyptus, Pinus, Acacia and Abies. Species growing at the largest areas are Robinia pseudoacacia (2.44 million ha), Eucalyptus globulus (1.46 million ha), Picea sitchensis (1.16 million ha) and Pseudotsuga menziesii (0.83 million ha). In total, non-native tree species in Europe are found in an area of approximately 8.54 million ha, or 4.0% of the European forest area, and 5 most abundant species account for up to 77% of this area. The largest number of these 150 species were introduced from North America (71), followed by Asia (45) and Australia (20). North American species occupy by far the largest area.		
Objavljeno v (Published in)		
Taylor & Francis; Scandinavian journal of forest research; 2019; Vol. 34, iss. 7; str. 533-544; Impact Factor: 1.755; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.669; WoS: KA ; Avtorji/Authors: Brus Robert, Pötzelsberger Elisabeth, Lapin Katharina, Brundu Giuseppe, Orazio Christophe, Straigyte Lina, Hasenauer Hubert;		
COBISS ID	Leto	Tipologija (Tipology)
5538214	2019	1.01 - Izvirni znanstveni članek (Original Scientific Article)

Naslov (Title) SLO		
Razlike v rasti in kakovosti hlovov provenienc navadne ameriške duglazije (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco)		
Naslov (Title) EN		
Differences in growth and log quality of Douglas-Fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) provenances		
Opis (Description) SLO		
Navadna ameriška duglazija (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) je tujerodni iglavec iz zahodne Severne Amerike, ki so ga v evropske gozdove vnesli konec 19. stoletja. Nasadi duglazije v Evropi so se izkazali z dobrim priraščanjem, kakovostjo in odpornostjo na vse slabše podnebne razmere. Vendar so vse te lastnosti močno odvisne od izvora. V slovenskem provenienčnem poskusu, ki je bil vzpostavljen v okviru programa zbiranja semen IUFRO 1966/1967, je bilo skupaj izmerjenih 1061 preživelih dreves petnajstih različnih provenienc duglazije. Ugotovili smo pomembne razlike med proveniencami glede preživetja, rasti in kakovosti hlovovine. Skupni zabeleženi prirastek 46-letnega sestoja je znašal 602,9 m3/ha, povprečna stopnja preživetja pa je bila 43-odstotna. Korelacija med višino mladih dreves leta 1985 in njihovimi povprečnimi premeri v prsni višini leta 2017 je pozitivna in značilna. Na podlagi vitalnosti in premera sta bili najuspešnejši provenienci Yelm in Cathlamet. Provenienca z najboljšo kakovostjo hlovov, ocenjeno na podlagi vejnatosti, je Jefferson (Olimpijski polotok, zahodni Washington). Vse najbolj obetavne provenience za zahodno Slovenijo (Srednja Evropa) izvirajo iz zahodne obale Washingtona (WACO) na nizki nadmorski višini, pri čemer provenienca Cathlamet izkazuje najboljšo kombinacijo dobre rasti, stopnje preživetja in kakovosti hlovov.		
Opis (Description) EN		
Douglas-fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) is a non-native conifer from western North America that was introduced into European forests at the end of the 19th century. Plantations of Douglas-fir in Europe have shown good performance, quality, and resilience to exacerbating climatic conditions. However, all these qualities strongly depend on provenance. A total of 1061 surviving trees of fifteen different Douglas-fir provenances were measured in a Slovenian provenance trial that was established within the framework of the 1966/1967 IUFRO seed collection program. We found significant differences among provenances with respect to survival rate, growth performance, and log quality. The total recorded yield of the 46-year-old stand was 602.9 m3/ha, and the average survival rate was 43%. The correlation of juvenile tree heights in 1985 and their average breast height diameters in 2017 is positive and significant. Based on vitality and diameter, the best performing provenances were Yelm and Cathlamet. The provenance with the best log quality assessed through branchiness is Jefferson (Olympic Peninsula, western Washington). All the most promising provenances for western Slovenia (Central Europe) originate from the low-altitude western coast of Washington (WACO), with the Cathlamet provenance showing the best combination of good growth, survival rate, and log quality.		
Objavljeno v (Published in)		
MDPI; Forests; 2021; Vol. 12, article 287; 12 str.; Impact Factor: 2.634; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.973; A: 1; WoS: KA ; Avtorji/Authors: Smolnikar Peter, Brus Robert, Jarni Kristjan;		

COBISS ID 53578499	Leto 2021	Tipologija (Tipology) 1.01 - Izvirni znanstveni članek (Original Scientific Article)
Naslov (Title) SLO Uspevanje omorike (<i>Picea omorika</i> (Pančič) Purk.) v generativnem semenskem nasadu Počivalnik pri Postojni Naslov (Title) EN The success of Serbian spruce (<i>Picea omorika</i> (Pančič) Purk.) in a generative seed orchard at Počivalnik near Postojna Opis (Description) SLO Omorika (<i>Picea omorika</i> (Pančič) Purk.) je endemična drevesna vrsta z Balkanskega polotoka, ki dobro uspeva tudi v Sloveniji in bi bila na nekaterih rastiščih v manjših deležih lahko zanimiva alternativa navadni smreki (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.). Raziskavo smo opravili v nasadu omorike pod vrhom hriba Počivalnik med Uncem in Postojno. Drevesa so bila posajena leta 1988 in so zdaj v fazi drogovnjaka. Izmerili smo jim prsni premer in ocenili zdravstveno stanje. Izračunali smo deleže dreves različnih zdravstvenih stanj za posamezne provenience in fenotipe, izdelali model nasada, napravili analizo variance in post hoc test. Ugotovili smo, da imajo provenience velik vpliv na vitalnost dreves, ne pa tudi na debelinski prirastek. Vitalnost dreves se prav tako razlikuje med posameznimi fenotipi. Korelacijo med fenotipi in prsnimi premeri smo potrdili pri dveh od petih fenotipov (B; tip 'semidichotomy', C; tip 'serbica'). Vpliv fenotipa na debelinski prirastek je v različnih proveniencah različen. Glede na našo raziskavo bi bil ob morebitni uporabi za Dinarski kras v Sloveniji najprimernejši semenski material provenience Šargan, najprimernejša fenotipa pa C (tip 'serbica') in F (tip 'argentea'), oba sicer najbolj zaželeni tudi v hortikulturi. Opis (Description) EN Omorika (<i>Picea omorika</i> (Pančič) Purk.) je endemična drevesna vrsta z Balkanskega polotoka, ki dobro uspeva tudi v Sloveniji in bi bila na nekaterih rastiščih v manjših deležih lahko zanimiva alternativa navadni smreki (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.). Raziskavo smo opravili v nasadu omorike pod vrhom hriba Počivalnik med Uncem in Postojno. Drevesa so bila posajena leta 1988 in so zdaj v fazi drogovnjaka. Izmerili smo jim prsni premer in ocenili zdravstveno stanje. Izračunali smo deleže dreves različnih zdravstvenih stanj za posamezne provenience in fenotipe, izdelali model nasada, napravili analizo variance in post hoc test. Ugotovili smo, da imajo provenience velik vpliv na vitalnost dreves, ne pa tudi na debelinski prirastek. Vitalnost dreves se prav tako razlikuje med posameznimi fenotipi. Korelacijo med fenotipi in prsnimi premeri smo potrdili pri dveh od petih fenotipov (B; tip 'semidichotomy', C; tip 'serbica'). Vpliv fenotipa na debelinski prirastek je v različnih proveniencah različen. Glede na našo raziskavo bi bil ob morebitni uporabi za Dinarski kras v Sloveniji najprimernejši semenski material provenience Šargan, najprimernejša fenotipa pa C (tip 'serbica') in F (tip 'argentea'), oba sicer najbolj zaželeni tudi v hortikulturi. Objavljeno v (Published in) Gozdarski inštitut Slovenije, založba Silva Slovenica; Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; Acta Silvae et Ligni; 2020; [Št.] 123; str. 1-11; Avtorji/Authors: Bambič Sebastian, Jarni Kristjan, Božič Gregor, Brus Robert;		
COBISS ID 37851907	Leto 2020	Tipologija (Tipology) 1.01 - Izvirni znanstveni članek (Original Scientific Article)

8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnost

Naslov (Title) SLO Tujerodne drevesne vrste v evropski in slovenski perspektivi Naslov (Title) EN Non-native tree species in a European and Slovenian perspective Opis (Description) SLO V Evropi in Sloveniji v gozdovih sadimo in že dolgo preizkušamo veliko število potencialno zanimivih tujerodnih drevesnih vrst, toda informacij o trenutnem številu, geografski razširjenosti in poreklu teh vrst v evropskih gozdovih nimamo zbranih na enem mestu ali pa so nepopolne in razpršene po različnih bazah podatkov. V prispevku je predstavljen širok nabor tujerodnih drevesnih vrst, ki jih v Evropi in Sloveniji v gozdovih in provenienčnih poskusih trenutno sadimo ali preizkušamo za morebitno obsežnejšo prihodnjo uporabo. Osnova za analizo razširjenosti v Evropi so bili podatki iz nacionalnih poročil, ki so jih v okviru akcije COST NNEXT FP1403 'Tujerodne drevesne vrste za evropske gozdove: izkušnje, tveganja in priložnosti' na osnovi nacionalnih gozdnih inventur in drugih verodostojnih podatkov pripravili in v skupnem poročilu objavili v akciji sodelujoči nacionalni eksperti, podrobneje pa so bili obdelani v okviru nadaljnje analize. Opis (Description) EN A large number of potentially interesting non-native tree species are being planted and tested in forests in Europe and Slovenia, but information on the current number, geographical distribution and origin of these species in European forests is not available in one place or is incomplete and scattered in different databases. This paper presents a wide range of non-native tree species that are currently being planted or tested in forests and provenance trials in Europe and Slovenia, with a view to possible future large-scale deployment. The basis for the analysis of the distribution in Europe was data from national reports prepared by the national experts participating in the COST NNEXT FP1403 Action 'Non-native tree species for European forests: experiences, risks and opportunities', based on national forest inventories and other credible data, and published in a joint report, and further elaborated in the framework of the subsequent analysis provided by the COST NNEXT FP1403 Action. Objavljeno v (Published in) Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; 2021; Str. 9-18; Avtorji/Authors: Brus Robert;		
Šifra		
COBISS ID 79276547	Leto 2021	Tipologija (Tipology) 1.08 - Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (Published Scientifici

Naslov (Title) SLO Najpomembnejši povzročitelji poškodb tujerodnih vrst gozdnega drevja in sadik domačih vrst gozdnega drevja ter ukrepi na sadikah Naslov (Title) EN The most important causal agents of damage to non-native forest tree species and seedlings of native forest tree species, and measures to be taken on seedlings Opis (Description) SLO V monografiji so zbrani in predstavljeni podrobni opisi vseh znanih škodljivih organizmov, ki jih najdemo na tujerodnih drevesnih vrstah. Monografija lahko služi tudi kot priročnik za praktično uporabo, saj omogoča prepoznavanje organizmov in vsebuje napotke za njihovo omejevanje ali zatiranje. Monografija je prosto dostopna na spletu. Opis (Description) EN This monograph compiles and presents detailed descriptions of all known pests found on non-native tree species. The monograph can also serve as a practical guide, as it allows the identification of organisms and provides guidance on their containment or eradication. The monograph is		
--	--	--

freely available online.

Objavljeno v (Published in)

Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica; 2021; 280 str.;

Šifra

COBISS ID
67247619

Leto
2021

Tipologija (Tipology)
2.01 - Znanstvena monografija (Scientific Monograph)

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine

Projekt bo neposredno prispeval k prilagajanju gospodarjenja z gozdovi na spremenjene okoljske razmere ter k razvoju gozdarske in lesarske stroke in sicer najprej s spodbuditvijo strokovne razprave o tujerodnih drevesnih vrstah. Predlagan je nabor tujerodnih drevesnih vrst in njihovih provenienc, ki bi jih v Sloveniji lahko takoj začeti gojiti v nekoliko večjem obsegu ali začeli intenzivnejše preizkušati. Oblikovana so jasna in za javno gozdarsko službo neposredno uporabna navodila za izbiro provenienc in smernice za prilagojene sisteme pridobivanja, dodelave, shranjevanja, testiranja in uporabe GRM ameriške duglazije in nekaterih drugih TDV. Rezultati so uporabni za osnivanje in nego nasadov ali skupin tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji z največjim poudarkom na ameriški duglaziji. V Sloveniji po letu 1990 praktično nismo več snovali nasadov tujerodnih drevesnih vrst. Zato je snovanje poskusnih nasadov zelo pomemben cilj, saj bomo le tako lahko prišli do uporabnih in v domačih razmerah preizkušenih rešitev in izkušenj, ki jih nujno potrebujemo tudi na zalogo. V sklopu projekta smo osnovali dva poskusna nasada, enega v Univerzitetnih gozdovih na Vrhniki in drugega v Pahernikovih gozdovih na Pohorju. Nasada med drugim že služita za izobraževanje študentov, gozdarskih strokovnjakov in lastnikov gozdov. V sklopu projekta smo pridobili nova znanja, ki jih že neposredno vključujemo v izobraževalni proces.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine

10.1. Pomen za razvoj znanosti

SLO

Projekt je poleg tega, da je odprl javno razpravo o priložnostih in nevarnostih, ki jih predstavljajo tujerodne drevesne vrste, iniciral vrsto raziskovalnih aktivnosti, ki se z zaključkom projekta ne končujejo, ampak se bodo neprekinjeno nadaljevale tudi v prihodnosti. V okviru projekta smo najprej obnovili, potem pa natančno analizirali in ovrednotili 50-letni provenienčni poskus z ameriško duglazijo v Brkinih. Obnovitev poskusa je omogočila tudi nadaljevanje znanstvenih raziskav, ki tam že tečejo. Snovanje novih poskusnih nasadov z novimi, v preteklosti še nepreizkušanimi vrstami, in nasadi, osnovani v novih okoljih, so prav tako zelo pomemben rezultat projekta. Le na tak način bomo v prihodnosti lahko prišli do uporabnih in v konkretnih domačih razmerah preizkušenih rešitev in izkušenj, ki jih nujno potrebujemo tudi na zalogo. V sklopu projekta smo tako osnovali dva nova poskusna nasada s tujerodnimi drevesnimi vrstami, enega v univerzitetnih gozdovih na Vrhniki in drugega v Pahernikovih gozdovih na Pohorju. Nasada in njuno uspešnost bomo dolgoročno spremljali in analizirali.

ANG

In addition to opening a public debate on the opportunities and threats posed by non-native tree species, the project has initiated a series of research activities that will not end with the completion of the project but will continue into the future. The project first restored a 50-year-old provenance experiment with Douglas fir in Brkini and then carefully analysed and evaluated it. The renewal of the experiment also enabled the continuation of scientific research already underway there. The establishment of new experimental plantations with new species that were not tested in the past and the establishment of plantations in new environments are also a very important result of the project. This is the only way to ensure that in the future we will have useful solutions and experiences that have been tested in concrete domestic situations and that we urgently need to have in stock. Therefore, as part of the project, two new experimental plantations with non-native tree species were established, one in the university forests in Vrhnika and the other in the Pahernik forests in Pohorje. The plantations and their performance will be monitored and analysed in the long term.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije

SLO

Rezultati projekta bodo neposredno prispevali in že prispevajo k prilagajanju gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji na spremenjene okoljske razmere ter k razvoju gozdarske in lesarske stroke. To bo najprej doseženo s spodbuditvijo strokovne razprave o tujerodnih drevesnih vrstah, nato lahko tudi z njihovo postopno obsežnejšo uporabo. Predlagan je nabor tujerodnih drevesnih vrst in njihovih provenienc, ki bi jih v Sloveniji lahko takoj začeti gojiti v nekoliko večjem obsegu ali začeli intenzivnejše preizkušati. Prav tako so oblikovana jasna in za javno gozdarsko službo neposredno uporabna navodila za izbiro provenienc in smernice za prilagojene sisteme pridobivanja, dodelave, shranjevanja, testiranja in uporabe gozdnega reprodukcijskega materiala navadne ameriške duglazije in nekaterih drugih tujerodnih drevesnih vrst. Rezultati so uporabni za osnivanje in nego nasadov ali skupin tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji z največjim poudarkom na ameriški duglaziji. V Sloveniji po letu 1990 praktično nismo več snovali nasadov tujerodnih drevesnih vrst. Zato je snovanje poskusnih nasadov zelo pomemben cilj, saj bomo le tako lahko prišli do uporabnih in v domačih razmerah preizkušenih rešitev in izkušenj, ki jih nujno potrebujemo tudi na zalogo. V sklopu projekta smo osnovali dva poskusna nasada, enega v Univerzitetnih gozdovih na Vrhniki in drugega v Pahernikovih gozdovih na Pohorju. Nasada med drugim že služita za izobraževanje študentov, gozdarskih strokovnjakov in lastnikov gozdov. V sklopu projekta smo preizkušali različne lastnosti lesa tujerodnih drevesnih vrst in ugotovili, da nekatere med njimi dosegajo odlične tehnične lastnosti in trajnost, kar jim daje tudi velik prihodnji gospodarki potencial. V sklopu projekta smo pridobili nova znanja, ki jih že neposredno vključujemo v izobraževalni proces.

ANG

The results of the project will directly contribute and are already contributing to the adaptation of forest management in Slovenia to changing environmental conditions and to the development of the forestry and timber industry. This will be achieved first by stimulating expert discussion of non-native tree species and then possibly by their gradual wider use. A set of non-native tree species and their provenances is proposed that could be immediately introduced to Slovenia on a somewhat larger scale or subjected to more intensive trials. Clear and directly applicable guidelines for public forestry service on selection of provenances and guidelines for adapted systems for acquisition, storage, testing and use of forest reproductive material of Douglas-fir and some other non-native tree species are also established. The results are useful for establishing plantations or groups of non-native tree species in Slovenia, with emphasis on Douglas-fir. Practically no non-native tree species were planted in Slovenia after 1990. Therefore, the establishment of trial plantations is a very important goal, because it is the only way to obtain useful and field-tested solutions and experience, which are also urgently needed. Within the project we have established two trial plantations, one in the university forests in Vrhnika and the other in the Pahernik forests in Pohorje. The plantations have already been used to train students, forestry specialists and forest owners, among others. During the project, we tested various wood properties of non-native tree species and found that some of them have excellent technical properties and durability, which also gives them great economic potential for the future. The project has given us new insights that we are already incorporating directly into the educational process.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

☒ v domačih znanstvenih krogih ☒ pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Interes je izrazilo večje število ustanov in posameznikov. V prvi vrsti je to javna gozdarska služba (Zavod za gozdove Slovenije), ki ji bodo naši rezultati neposredna podlaga za izdelavo strategije razvoja gozdov in izdelavo gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov. Zanimanje izražajo tudi drevesničarji, gozdarska inšpekcija, lastniki gozdov (družba Slovenski državni gozdovi, posamezniki), enako Ministrstvo za okolje in prostor, Zavod za varstvo narave in nevladne organizacije.

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

☒ v mednarodnih znanstvenih krogih ☐ pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami:

Raziskovalni projekt je vebinsko nadaljevanje COST akcije FP-1403 NNEXT 'Non-native tree species for European forests – experiences, risks and opportunities'. V okviru akcije je potekalo bogato vsebinsko sodelovanje in izmenjevanje izkušenj z vrsto raziskovalnih in izobraževalnih ustanov po vsej Evropi (BOKU Dunaj, Univerza v Brašovu, INRA Francija, Univerza v Freiburgu (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg), Nemčija.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:

Rezultat sodelovanja je vrsta skupnih znanstvenih objav v vrhunskih znanstvenih revijah, na primer Đodan in sod. 2018, Nicolescu in sod. 2018, Van Loo in sod. 2018, Keča in sod. 2019, Brus in sod. 2019, Pötzelsberger in sod. 2020 in Nicolescu in sod. 2020.

12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.03 Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.04 Dvig tehnološke ravni	
Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.06 Razvoj novega izdelka	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen
F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka	

Cilj

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.08 Razvoj in izdelava prototipa

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.11 Razvoj nove storitve

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.12 Izboljšanje obstoječe storitve

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz

Cilj

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi,

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.19 Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.20 Ustanovitev novega podjetja ("spin off")

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.21 Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.22 Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.23 Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.24 Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.25 Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev

Cilj

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.26 Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.28 Priprava/organizacija razstave

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.29 Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.30 Strokovna ocena stanja

Zastavljen cilj ☒ DA ☐ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.31 Razvoj standardov

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.32 Mednarodni patent

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.33 Patent v Sloveniji

Zastavljen cilj ☐ DA ☒ NE

Rezultat

Uporaba rezultatov

F.34 Svetovalna dejavnost

Cilj	
Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	V celoti
F.35 Drugo	
Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
Rezultat	Ni dosežen
Uporaba rezultatov	Ni uporabljen

Komentar

13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	
G.01. Razvoj visokošolskega izobraževanja		
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☒ Velik vpliv
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☒ Velik vpliv
G.01.03.	Drugo Ni bilo drugih stvari.	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02. Gospodarski razvoj		
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.07.	Večji delež izvoza	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.08.	Povečanje dobička	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.09.	Nova delovna mesta	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.02.12.	Drugo Ni bilo drugih stvari.	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03. Tehnološki razvoj		
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.03.04.	Drugo Ni bilo drugih stvari.	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04. Družbeni razvoj		
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐ Ni vpliva ☒ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv

Vpliv		
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.04.06.	Drugo Ni bilo drugih stvari.	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☒ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.07.	Razvoj družbene infrastrukture	
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.07.04.	Drugo Ni bilo drugih stvari.	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv
G.09.	Drugo Ni bilo drugih stvari.	☒ Ni vpliva ☐ Majhen vpliv ☐ Srednji vpliv ☐ Velik vpliv

Komentar

14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi Javnih razpisov za sofinanciranje ciljnih raziskovalnih projektov za leta 2017, 2018 in 2019

<https://www.bf.uni-lj.si/sl/raziskave/raziskovalni-projekti/68/uporabnost-ameriske-duglazije-in-drugih-tujerodnih-drevesnih-vrst-pri-obnovi-gozdov-s-saditvijo-in-setvijo-v-sloveniji/>

C. Izjave

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat, ki ga bomo posredovali v digitalni obliki ali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

☒ Potrjujemo zgoraj navedene izjave.

Podpisa:

Zastopnik oz. pooblaščenca oseba	in	Vodja programa/projekta
Nataša Poklar Ulrih		Robert Brus
Digitalno podpisano		Digitalno podpisano

Žig

Datum: 3. 08. 2022
 Oznaka obrazca: 6fha-rdb7-6ixp-cb38-2umv-fu8z-l

Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji

Suitability of Douglas fir and other non-native tree species in the restoration of forests through planting and sowing in Slovenia

Zaključno poročilo o raziskovalnem projektu CRP V4-1818

Vodja projekta: prof. dr. Robert Brus

Uredili:

prof. dr. Robert Brus¹, doc. dr. Kristjan Jarni¹, prof. dr. Jurij Diaci¹, prof. dr. Hojka Kraigher², dr. Nikica Ogris², prof. dr. Miha Humar³

¹ Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana

² Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana

³ Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana

Vsebina

1	Analiza uspešnosti dosedanjega gojenja ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji in priporočila za prihodnjo uporabo...	9
2	Gojenje in nega ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji.....	41
3	Tveganja pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst.....	76
4	Tujerodne drevesne vrste pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo.....	85
5	Vrednotenje relevantnih lastnosti izbranih tujerodnih drevesnih vrst z vidika potreb slovenske lesnopredelovalne industrije.....	97

Povzetek

Vnašanje in uporaba tujerodnih drevesnih vrst (TDV) v evropskem gozdarstvu sta se začela sredi 19. stol. in še narasla konec 19. stoletja, ko so bili osnovani tudi prvi nasadi tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji. Danes TDV v Evropi zavzemajo skupno površino ca. 8,54 mio ha oz. 4,0 % celotne evropske gozdne površine. V Sloveniji TDV predstavljajo 0,99 % lesne zaloge, med njimi so najpogostejše robinija, zeleni bor, ameriška duglazija in rdeči hrast. Podatke iz obstoječe tuje in domače literature smo dopolnili z lastnimi analizami obstoječih nasadov ameriške duglazije, omorike, grške jelke in pavlovnije. Največ pozornosti smo namenili ameriški duglaziji, pri kateri smo ugotavljali njeno prostorsko razširjenost v Sloveniji in pojavljanje glede na tipe gozdnih tal in gozdnih združb. Pregledali smo tudi zakonske okvire možnosti gojenja TDV v Sloveniji in ugotovili, da je vnašanje TDV in potencialnega vpliva na okolje urejeno predvsem z Zakonom o ohranjanju narave, pomembni pa so še Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Zakon o gozdovih, Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu in Pravilnik o določitvi provenienčnih območij. Ugotovili smo, da gojenje TDV v Sloveniji ni nikjer povsem prepovedano, za izvajanje gozdarske dejavnosti je doselitev TDV dovoljena, medtem ko je za vnos nove TDV potrebno opraviti ustrezno presojo, kar predstavlja podlago za izdajo dovoljenja pristojnega ministrstva. Naravne ujme v zadnjih nekaj letih so pokazale krhkost naših gozdnih ekosistemov, še posebno v sestojih, katerih glavna graditeljica je navadna smreka. Analize nasadov TDV in primerjave z našimi avtohtonimi vrstami so pokazale, da nekatere TDV bolje kljubujejo naravnim motnjam. Omorika se je na objektu Počivalnik pri Postojni izkazala za odpornejšo vrsto kot navadna smreka, saj je bolje kljubovala tako žledolomu kot podlubnikom, ki so se razmnožili v letih po žledu. Še veliko bolje je naravnim motnjam kljubovala ameriška duglazija, katero odlikuje tudi hitrejša priraščanje. Glede slednjega obstajajo velike razlike med proveniencami, na kar so pokazali rezultati dveh mednarodnih provenienčnih poskusov ameriške duglazije v Brkinih. Izsledki kažejo, da bi uporaba TDV lahko povečala stabilnost in trajnost delovanja gozdnih ekosistemov, še posebno v luči vse pomembnejših klimatskih sprememb. Je pa pred izborom in uporabo TDV potrebno dodobra spoznati. Ameriška duglazija je tako ena redkih TDV, ki jo v Sloveniji gojimo že dovolj dolgo, da bi njen potencial in morebitna tveganja lahko celovito ovrednotili in jo lahko začeli gojiti v nekoliko večjem obsegu kot do sedaj.

Raziskovalni cilji gojitvenega delovnega sklopa so zajemali: 1) analizo obstoječih nasadov TDV, sintezo domačih in tujih izkušenj glede gojenja TDV, 2) pripravo smernic za načine setve, saditve in naravne obnove odraslih sestojev TDV ter 3) gozdnogojitvene smernice za nego sestojev TDV. Sintezo gozdnogojitvenih usmeritev smo izpeljali na temelju pregleda literature, analize razširjenosti TDV v Sloveniji po gozdnogospodarskih odsekih ZGS in gozdno rastiščnih tipih (GRT), analiz odraslih sestojev in pomlajevanja TDV ter terenskih ogledov z domačimi in tujimi strokovnjaki ter ankete. Podrobnejše gozdnogojitvene usmeritve predstavljamo za ameriško duglazijo, zeleni bor, orjaški klek, robinijo, rdeči hrast in črni oreh. Ameriška duglazija potrebuje za razvoj več svetlobe kot navadna smreka in dosega večje dimenzije, zato je potrebno zgodnejše ukrepanje, število izbrancev pa je manjše. Podobno velja tudi za zeleni bor, njegovo naravno pomlajevanje je smiselno upoštevati, kjer je manj potenciala za bolezni. Orjaški klek dopolnjuje najpogostejše TDV, ki so bolj svetloljubne in je primeren kot primešana vrsta v skupinah, še posebej v raznomernih sestojih v zaščitnih, vlažnejših legah. V gozdnih sestojih črni oreh najbolje uspeva kot primes bukve ali rdečega hrasta, kjer se sam čisti vej. Ob rednem izvajanju redčenj dosega večje dimenzije in boljšo kakovost kot navadni oreh ter je manj dovzeten za bolezni. Rdeči hrast se pomlajuje naravno in obilno. S primernimi in dovolj pogostimi gojitvenimi ukrepi lahko vzgojimo zelo kakovostne osebkke s krajšimi obhodnjami, kot pri domačih vrstah. Kjer je v Sloveniji prisoten, ga je s

ciljem doseganja najboljše kakovosti smotrno negovati. Zaradi njegovih dobrih lastnosti ga je mogoče tudi točkovno uvajati na rastišča, kjer so domače vrste manj uspešne. Med taka rastišča spadajo tudi degradirana rastišča na suhih in kislih tleh. Robinija se povsod na območju pojavljanja v Sloveniji uspešno obnavlja, ima pa tudi invazivni značaj. Na slabših rastiščih z njo lahko gospodarimo panjevsko s ciljem pridobivanja vinogradniškega kolja in drv. Pomembno je, da preprečimo njeno širjenje zunaj že obstoječih sestojev. Na dobrih rastiščih je bolj smotrno izvajati premeno sestojev, ki je lahko tudi postopna, druga možnost pa je uporaba izbiralnega redčenja za vzgojo kakovostne hlodovine. Pri gojenju TDV je potrebno upoštevati, da so že dolgo v Sloveniji, da so večinoma zastopane kot primes v mešanih sestojih, monokultur je malo, večinoma niso invazivne. Smiselno je nadaljevati z obstoječimi načini premene sestojev TDV v mešane gozdove, večini TDV zagotoviti vsaj ohranjanje populacij, pri negi pa nekoliko bolj upoštevati njihove posebnosti, predvsem zgodnejše ukrepanje in dovolj velik rastni prostor. Ob upoštevanju posebnosti in intenziviranju nege lahko od večine opisanih TDV pričakujemo kakovosten les, pa tudi zagotavljanje nekaterih ekosistemskih storitev.

Največje tveganje za uspevanje tujerodnih drevesnih vrst v naših gozdovih, ob domnevi, da so posajene na ustreznem rastišču, so bolezni, škodljivci in poškodbe zaradi divjadi. V naši raziskavi smo se omejili na škodljive organizme naslednjih tujerodnih drevesnih vrst: navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*), zeleni bor (*Pinus strobus*), rdeči hrast (*Quercus rubra*), črni oreh (*Juglans nigra*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), omorika (*Picea omorika*), grška (*Abies cephalonica*), velika (*Abies grandis*) in kavkaška jelka (*Abies nordmanniana*), sitka (*Picea sitchensis*) in Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana*). Na omenjenih tujerodnih drevesnih vrstah je v Evropi zaznanih 768 škodljivih organizmov, od tega 50,4 % žuželk, 42,7 % gliv in 6,9 % drugih vrst, kot so virusi, bakterije, fitoplazme, ogorčice in sesalci. Pri vsaki tujerodni drevesni vrsti iz naše raziskave smo pri pregledu literature našli od 17 do 142 možnih škodljivih organizmov, med njimi tudi take, ki povzročijo propad drevesa oziroma vplivajo na njegovo zdravje v tolikšnem obsegu, da po petih letih ni več povračljivo. Zato predvidevamo, da lahko tudi v naših gozdovih uspevanje tujerodnih drevesnih vrst ogrozijo škodljivi organizmi. Pripravili smo opise 77 izbranih bolezni in škodljivcev, ki prizadenejo obravnavane tujerodne drevesne vrste. Posamezen opis škodljivega organizma vključuje njegovo razširjenost, gostitelje, značilna znamenja, vpliv in možne zamenjave. Vse opise škodljivih organizmov smo uredili in objavili v strokovni monografiji, ki lahko služi tudi kot priročnik. Strokovna monografija je prosto dostopna na spletu, posamezni opisi ŠO pa tudi v sredicah Gozdarskega vestnika.

Obnova gozdov po načelih, ki podpirajo biotsko pestrost na vseh nivojih, bistveno prispeva k dolgoročni stabilnosti gozdov in njihovi odpornosti na biotske in abiotske dejavnike v okolju. Genetska pestrost gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) prispeva k ohranjanju prilagodljivosti bodočega gozda na spreminjajoče se okolje. Ob pojavu bolezni in škodljivcev, višanju temperatur in spreminjanju padavinskih razmer, so posamezne avtohtone drevesne vrste vse bolj ranljive. V okoljih, kjer na novo vnesene bolezni in spreminjanje podnebnih razmer onemogoča uspevanje avtohtonih vrst, se razmišlja o uporabi tujerodnih drevesnih vrst (TDV).

V Seznamu gozdnih semenskih objektov je trenutno odobrenih 11 semenskih objektov tujerodnih drevesnih vrst za uporabo v večnamenskem gozdarstvu: po eden za grško jelko, alepski bor in rdeči hrast, in osem za navadno ameriško duglazijo. Za ameriško duglazijo obstaja tudi največje zanimanje v gozdarstvu zaradi njene lesno-proizvodne funkcije in manjše poškodovanosti v času žleda leta 2014. Zaradi pomanjkanja sadilnega materiala duglazije smo leta 2017 dopolnili Pravilnik o določitvi provenienčnih območij s proveniencami duglazije,

katere uporabljajo v Avstriji, naknadno pa smo slednje in v Sloveniji uspevajoče populacije duglazije, sajene večinoma v začetku 20. stoletja, ter v semenski plantaži na Dolenjskem (ki še ni bila odobrena za uporabo GRM) analizirali glede izvora. Genetska analiza s SNP markerji je razkrila, da vseh 215 analiziranih dreves duglazije iz sedmih gozdnih semenskih objektov, neregistrirane semenske plantaže v Črmošnjicah in parkovnega nasada v Sloveniji, pripada priobalni varieteti duglazije. Izvor imajo na sami zahodni obali Severne Amerike in v gorovju Cascades; drevesa, posajena na posamezni lokaciji, imajo lahko različen izvor. Celokupna genetska pestrost (bogastvo alelov) je v Sloveniji nižja od tiste v naravnem arealu.

V Sloveniji je bilo v desetletju 2011 – 2020 skupno posajenih v redni sadnji in za sanacijo 8.672.601 sadik, od tega 5.394 sadik tujerodnih drevesnih vrst. Med temi prevladuje ameriška duglazija s 4.838 sadikami.

Les na prostem je izpostavljen različnim dejavnikom razkroja. Razkroj lesa lahko preprečimo z načrtovanjem detajlov, biocidno zaščito lesa, modifikacijo lesa ali izbiro naravno odpornih lesnih vrst. Žal večina lesnih vrst v Sloveniji nima naravno odpornega lesa. Tujerodne drevesne vrste predstavljajo nov bazen iz katerega lahko črpamo lesne vrste z boljšo naravno odpornostjo. Odpornost lesa je funkcija prisotnosti biološko aktivnih spojin (ekstraktivov) in odpornosti lesa proti navlaževanju. Na podlagi teh parametrov lahko relativno dobro ocenimo življenjsko dobo lesa na prostem. Literaturni podatki kažejo na to, da odpornost lesa z originalnih rastišč in novih rastišč ni vedno primerljiva, zato je nujno določiti odpornost tujerodnih lesnih vrst z novih rastišč. Predstavljeni so izvirni podatki o celoviti odpornosti lesa navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*), sitke (*Picea sitchensis*) in navadne robinije (*Robinia pseudoacacia*). Te podatke smo primerjali s podatki ključnih domačih lesnih vrst in ostalih potencialno zanimivih tujerodnih lesnih vrst, kot so grška jelka (*Abies cephalonica*), alepski bor (*Pinus halepensis*) in rdeči hrast (*Quercus rubra*). Eksperimentalni podatki kažejo, da je adultna jedrovina navadne ameriške duglazije odpornejša od lesa evropskega macesna (*Larix decidua*) in smreka sitka je odpornejša od lesa navadne smreke (*Picea abies*). Terenski testi potrjujejo te eksperimentalne podatke. Med obravnavanimi lesnimi vrstami največji potencial za uporabo na prostem izkazuje les navadne ameriške duglazije. Podrobno smo proučili gostoto lesa duglazije in nekaj glavnih fizikalnih in mehanskih lastnosti, ki so pomembne za napoved rabe lesa v celotni gozdno lesni verigi pa tudi v gradbeništvu in energetiki. Pri duglaziji smo zabeležili velik delež juvenilnega lesa v osrednjem delu debel. Ta je povezan s hitro rastjo dreves v prvih dvajsetih letih življenja in ima nižjo gostoto ter slabše mehanske lastnosti kot les v zunanjem delu debla. Ugotovljena variabilnost lesnih lastnosti je velika že znotraj posameznega debla, kar je treba upoštevati pri rabi lesa za zahtevne izdelke. Za nabor potencialno zanimivih tujerodnih drevesnih vrst smo bistvene lastnosti lesa primerjali z lastnostmi potencialno primerljivih domačih lesnih vrst. Primerjava lastnosti lesa smiselno izbranih dvojic (1) *Pinus strobus* / *Picea abies*, (2) *Pseudotsuga menziesii* / *Picea abies*, (3) *Pseudotsuga menziesii* / *Larix decidua*, (4) *Robinia pseudoacacia* / *Quercus robur*, (5) *Ailanthus altissima* / *Fraxinus excelsior* in (6) *Acer negundo* / *Acer pseudoplatanus* je pokazala, da bi nekatere od tujerodnih vrst lahko pokrile specifične potrebe po lesu, ne morejo pa v celoti nadomestiti tradicionalnih domačih lesnih vrst. Pri uporabi tujerodnih lesnih vrst je še posebej potrebno dobro poznavanje variabilnosti lastnosti lesa, ki ga moramo slediti od drevesa prek različnih stopenj predelave in obdelave lesa do končnega izdelka.

Summary

The introduction and use of non-native tree species (NNTS) in European forestry started in the mid-19th century and intensified in the late 19th century. Today, NNTS occupy a total area of about 8.54 million ha (4.0%) of the total European forest area. In Slovenia, NNTS account for 0.99% of the wood stock, with black locust, white pine, Douglas fir and red oak being the most common species. Data from domestic and foreign literature were supplemented by our own analyzes of existing plantations of Douglas-fir, Serbian spruce, Greek fir and imperial tree. We paid the most attention to Douglas-fir by determining its spatial distribution in Slovenia, its occurrence in relation to forest soils, forest associations, etc. We also reviewed the legal framework for the possibility of growing NNTS in Slovenia. We found that the introduction of NNTS and the potential impact on the environment are primarily regulated by the Nature Conservation Act, but the Ordinance on Special Protection Areas (Natura 2000 sites), the Forest Act, the Forest Reproductive Material Act and the regulations on designation of areas of origin are also relevant. We have noted that the cultivation of NNTS is not completely prohibited anywhere in Slovenia, for the implementation of forestry activities the resettlement of NNTS is allowed, while the introduction of new NNTS requires an appropriate assessment, which is the basis for the issuance of a permit by the competent ministry. Natural disasters in recent years have shown how vulnerable our forest ecosystems are, especially in stands where Norway spruce is the main tree species. Analyzes of NNTS plantations and comparisons with our native species have shown that some NNTS are better able to withstand natural disturbances. Serbian spruce proved to be a more resilient species than the Norway spruce at the Počivalnik site near Postojna. The species was better able to resist both icebreakers and beetles that had proliferated in the years following the ice. Douglas-fir, also characterized by faster growth, defied natural disturbances even better. As far as the latter is concerned, there are large differences between provenances, as shown by the results of two international provenance trials with Douglas-fir in Brkini. Thus, the results show that the use of NNTS could increase the stability and sustainability of forest ecosystem functioning, especially in view of the increasingly important climate change. However, before selecting and using an NNTS, it is necessary to know it well. Douglas fir is therefore one of the few NNTS that has been cultivated in Slovenia long enough to be able to fully assess its potential and potential risks and to be cultivated on a somewhat larger scale than before.

The research objectives of the silvicultural work package included 1) analysis of existing non native tree species (NNTS) plantings, synthesis of domestic and foreign experiences with NNTS cultivation, 2) preparation of guidelines for sowing, planting, and natural regeneration of mature NNTS stands, and 3) silvicultural guidelines for maintenance of NNTS stands. The synthesis of silvicultural guidelines was based on a literature review, an analysis of the distribution of NNTS in Slovenia according to Forest Management Departments of the Slovenian Forest Service and forest habitat types, an analysis of mature stands and regeneration of NNTS located in Slovenia, a survey using questionnaire for forestry professionals and a field analysis done with the help of local forestry experts. We present more detailed silvicultural guidelines for Douglas-fir, white pine, western red cedar, black locust, red oak, and black walnut. Douglas-fir requires higher light levels for its development and reaches larger dimensions, so compared to Norway spruce more intensive high thinning must be performed earlier and the number of selected crop trees should be smaller. The same goes for white pine, whose natural regeneration should be taken into account in areas where disease potential is low. Another NNTS with high light demands is Western red cedar which could be used as an admixed species, especially in unevenaged stands inside valleys where more ground water is present.

As a part of a forest stand, black walnut grows best as an admixture with beech or red oak, which also improves the log quality, due to severe shading. With regular thinning, it achieves larger dimensions and better quality than the common walnut and is less susceptible to disease. Red oak regenerates naturally and abundantly. With appropriate and sufficiently frequent silvicultural interventions, we can produce high quality wood using shorter rotation periods in comparison to native species. Where it occurs in Slovenia, it is advisable to manage it with the aim of achieving the best quality. Due to its good characteristics, it can also be introduced to sites where native species are less successful, including degraded sites on dry and acid soils. Black locust regenerates successfully everywhere in the area where it occurs in Slovenia, but it also has an invasive character. On poorer sites it can be managed using coppice silvicultural treatment resulting in vineyard stakes and firewood. It is important to prevent its spread beyond existing stands. On good sites gradual stand conversion to more native species is advisable. Another way to obtain quality wood of a black locust is using a selective thinning. When managing NNTS, it should be taken into account that they have been present in Slovenia for a long time, that they mostly occur as an admixture in mixed stands, that there are only few monocultures present in Slovenia and that most of them are not invasive. It is reasonable to continue the existing conversion activities in NNTS stands with the goal of achieving mixed forests. When managing NNTS we should take into account their specific ecological traits, and accordingly adapt out silvicultural treatment, ensuring good growing conditions. When taking into account their ecological traits and using appropriate silvicultural measures, we can expect quality timber, as well as the provision of certain ecosystem services from most of the described NNTS.

The greatest risk to the growth of non-native tree species in our forests-assuming they are planted in suitable habitat-is disease, pests, and wildlife damage. In our study, we limited our focus to pests of the following non-native tree species: Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*), white pine (*Pinus strobus*), red oak (*Quercus rubra*), black walnut (*Juglans nigra*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), Serbian spruce (*Picea omorika*), Greek fir (*Abies cephalonica*), grand fir (*Abies grandis*), Caucasian fir (*Abies nordmanniana*), Sitka spruce (*Picea sitchensis*) and Lawson's cypress (*Chamaecyparis lawsoniana*). On these non-native tree species, 768 harmful organisms were detected in Europe, of which 50.4% were insects, 42.7% were fungi and 6.9% were other species such as viruses, bacteria, phytoplasmas, nematodes and mammals. For each non-native tree species from our research, we reviewed the literature and identified 17 to 142 possible pests, including those that cause the tree to rot or affect its health to such an extent that it cannot be reversed after five years. Therefore, we hypothesize that the growth of non-native tree species in our forests may also be threatened by harmful organisms. We prepared descriptions of 77 selected diseases and pests affecting the non-native tree species under consideration. The description of each pest includes its occurrence, hosts, characteristic signs, effects and possible substitutions. All descriptions of the pests have been edited and published in a technical monograph, which can also serve as a handbook. The technical monograph is freely available online, and individual descriptions of harmful organisms are also available in the journal *Gozdarski vestnik*. Afforestation according to the principles that promote biodiversity at all levels contributes significantly to the long-term stability of forests and their resilience to biotic and abiotic environmental factors. The genetic diversity of forest reproductive material (FRM) helps to maintain the adaptability of the future forest to the changing environment. As diseases and pests emerge, temperatures rise, and precipitation conditions change, individual native tree species become more susceptible. In environments where newly introduced diseases and climate change prevent native species from growing, the use of non-native tree species will be considered.

The Forest Seed Objects List currently contains 11 approved non-native tree species objects for use in multipurpose forestry: one each for Greek fir, Aleppo pine, and red oak, and eight for Douglas-fir. Douglas-fir also has the greatest interest in forestry due to its role as a timber producer and reduced damage from ice in 2014. Due to the lack of Douglas-fir planting material, in 2017 we included Douglas-fir provenances used in Austria in the rules for determining areas of origin. The latter and populations of Douglas fir thriving in Slovenia, mostly planted in the early 20th century, and in a seed orchard in Dolenjska (not yet approved for use as FRM) were analyzed for their origin. Genetic analysis with SNP markers revealed that all 215 analyzed Douglas-fir trees from seven forest seed stands, one unregistered seed orchard in Črmošnjice and one park plantation in Slovenia belong to the coastal variety of Douglas-fir. They originate from the extreme west coast of North America and from the Cascades Mountains; trees planted at a single site may have different origins. Overall genetic diversity (richness of alleles) is lower in Slovenia than in its natural range. In the decade 2011-2020, a total of 8,672,601 seedlings were planted in Slovenia in regular planting and rehabilitation activities, of which 5,394 were seedlings of non-native tree species. Among these, Douglas fir dominates with 4,838 seedlings.

Wood outdoors is subject to various decomposition factors. Wood decomposition can be prevented by planning details, biocide protection of the wood, modification of the wood or selection of naturally resistant wood species. Unfortunately, most timber species in Slovenia do not have naturally resistant wood. Non-native tree species represent a new pool from which we can draw timber species with better natural resistance. The resistance of wood is a function of the presence of biologically active compounds (extracts) and the resistance of the wood to moisture. Based on these parameters, we can estimate the outdoor life of wood relatively well. Literature indicates that the resistance of wood from original sites and new sites is not always comparable. Original data on general wood resistance of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*), Sitka spruce (*Picea sitchensis*), and black locust (*Robinia pseudoacacia*) are presented. These data were compared with data from major native woody species and other potentially interesting non-native woody species such as Greek fir (*Abies cephalonica*), Aleppo pine (*Pinus halepensis*), and red oak (*Quercus rubra*). Experimental data show that the mature core of Douglas-fir is more resistant than the wood of European larch (*Larix decidua*) and Sitka spruce is more resistant than the wood of Norway spruce (*Picea abies*).

Field tests confirm these experimental data. Of the species studied, Douglas-fir wood has the greatest potential for outdoor use. We have studied in detail the density of Douglas-fir wood and some of its main physical and mechanical properties, which are important for predicting the use of wood throughout the forest wood chain and in the construction and energy sectors. In Douglas-fir, a large proportion of juvenile wood was found in the central part of the logs. This is related to the rapid growth of the trees in the first twenty years of life and has lower density and poorer mechanical properties than wood in the outer part of the log. The observed variability in wood properties is already large within a single log, which needs to be taken into account when using wood for demanding products. For a number of potentially interesting non-native tree species, we compared the main wood properties with those of potentially comparable native species. Comparison of wood properties of carefully selected pairs of (1) *Pinus strobus* / *Picea abies*, (2) *Pseudotsuga menziesii* / *Picea abies*, (3) *Pseudotsuga menziesii* / *Larix decidua*, (4) *Robinia pseudoacacia* / *Quercus robur*, (5) *Ailanthus altissima* / *Fraxinus excelsior*, and (6) *Acer negundo* / *Acer pseudoplatanus* has shown that some of the non-native species can satisfy certain timber needs but cannot completely replace traditional native species. The use of non-native species requires above all a good knowledge of the variability of wood properties, which must be followed from the tree through the different stages of wood processing to the final product.

1 Analiza uspešnosti dosedanjega gojenja ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji in priporočila za prihodnjo uporabo

Kristjan Jarni, Lado Kutnar, Aleksander Marinšek, Gregor Božič, Robert Brus

Povzetek

Vnašanje in uporaba tujerodnih drevesnih vrst (TDV) v evropskem gozdarstvu se je začela sredi 19. stol. in se je intenziviralo konec 19. stol., ko so bili osnovani tudi prvi tujerodni nasadi v Sloveniji. Danes TDV v Evropi zavzemajo skupno površino ca. 8,54 mio ha oz. 4,0 % celotne evropske gozdne površine. V Sloveniji TDV predstavljajo 0,99 % lesne zaloge, med njimi so najpogostejše robinija, zeleni bor, ameriška duglazija in rdeči hrast. Podatke iz obstoječe tuje in domače literature smo dopolnili z lastnimi analizami obstoječih nasadov ameriške duglazije, omorike, grške jelke in pavlovnije. Največ pozornosti smo namenili ameriški duglaziji, pri kateri smo ugotavljali njeno prostorsko razširjenost v Sloveniji, njeno pojavljanje glede na tipe gozdnih tal, gozdnih združb... Pregledali smo tudi zakonske okvire možnosti gojenja TDV v Sloveniji. Glede slednjega smo ugotovili, da je vnašanje TDV in potencialnega vpliva na okolje urejeno predvsem z Zakonom o ohranjanju narave, pomembni pa so še Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Zakon o gozdovih, Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu in Pravilnik o določitvi provenienčnih območij. Ugotovili smo, da gojenje TDV v Sloveniji ni nikjer povsem prepovedano, za izvajanje gozdarske dejavnosti je doselitev TDV dovoljena, medtem ko je za vnos nove TDV potrebno opraviti ustrezno presojo, kar predstavlja podlago za izdajo dovoljenja pristojnega ministrstva. Naravne ujme v zadnjih nekaj letih so pokazale krhkost naših gozdnih ekosistemov, še posebno v sestojih, katerih glavna graditeljica je navadna smreka. Analize nasadov TDV in primerjave z našimi avtohtonimi vrstami so pokazale, da nekatere TDV bolje kljubujejo naravnim motnjam. Omorika se je na objektu Počivalnik pri Postojni izkazala za odpornejšo vrsto kot navadna smreka. Vrsta je bolje kljubovala tako žledolomu kot podlubnikom, ki so se razmnožili v letih po žledu. Še veliko bolje je naravnim motnjam kljubovala ameriška duglazija, katero odlikuje tudi hitrejša priraščanje. Glede slednjega obstajajo velike razlike med proveniencami, na kar so pokazali rezultati dveh mednarodnih provenienčnih poskusov ameriške duglazije v Brkinih. Izsledki nasadov tako kažejo, da bi uporaba TDV lahko povečala stabilnost in trajnost delovanja gozdnih ekosistemov, še posebno v luči vse pomembnejših klimatskih sprememb. Je pa pred izborom in uporabo TDV potrebno dodobra spoznati. Ameriška duglazija je tako ena redkih TDV, ki jo v Sloveniji gojimo že dovolj dolgo, da bi njen potencial in morebitna tveganja lahko celovito ovrednotili in jo lahko začeli gojiti v nekoliko večjem obsegu kot do sedaj.

1.1 Opis problema in ciljev

Vnašanje in uporaba tujih drevesnih vrst v evropskem gozdarstvu se je začela sredi 19. stol. in se je intenziviralo konec 19. stol., ko so bili osnovani tudi prvi tujerodni nasadi v Sloveniji. Večji obseg zasajanja in preizkušanja TDV v Sloveniji pa sega v obdobje med obe svetovni vojni, ko so pogozdovali gozdne in negozdne površine predvsem v Prekmurju in na Krasu ter nekoliko manj v drugih delih Slovenije. Vnašanje TDV v slovenski prostor se je nadaljevalo tudi v desetletju po drugi svetovni vojni, potem pa se je zaradi sonaravnega pristopa h

gospodarjenju z gozdovi le-to bistveno zmanjšalo. V 70ih in 80ih letih 20. stoletja so bili osnovani posamični poskusni nasadi nekaterih TDV, npr. ameriška duglazija, omorika..., vendar pa je zbranih podatkov in analiz o uspešnosti nasadov malo. V okviru DS1 smo iz obstoječe literature sistematično zbrali, analizirali in predstavili podatke o prisotnosti, razširjenosti in uspešnosti nasadov TDV v Sloveniji. Podatke iz literature smo dopolnili z lastnimi analizami obstoječih nasadov ameriške duglazije, omorike, grške jelke in drugih izbranih vrst kot tudi z izkušnjami in znanjem iz sosednjih primerljivih držav. Pregledali smo zakonske okvire glede možnosti gojenja TDV v Sloveniji.

1.2 Analiza pojavljanja ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst ter njihovi deleži po območjih in rastiščih

1.2.1 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Ameriško duglazijo so že v obdobju pred 2. svetovno vojno in takoj po njej imeli za eno najbolj perspektivnih TDV za sajenje v naših gozdovih (Sotošek 1938a, 1938b; Rakušček, 1950; Miklavžič, 1951; Wraber, 1951; Rejic, 1952; Mikuletič et al., 1962). Duglazija je bila v Evropo prinesena iz Kanade leta 1827 in je za smreko sitko druga najbolj pospeševana TDV v Evropi (van Loo in Dobrowolska, 2019). Sprva so jo sadili kot okrasno drevo v parke. V gozdove so duglazijo začeli vnašati konec 19. stoletja in v začetku 20. stoletja. Toda v primerjavi z drugimi tujerodnimi gozdnimi vrstami (npr. robinja, zeleni bor) je sajenje duglazije ostalo skromno do sredine 20. stoletja. Po drugi svetovni vojni pa so duglazijo začeli močnejše pospeševati tudi v monokulturah, in postala je pomembna vrsta za pogozdovanje v zahodni Evropi (van Loo in Dobrowolska, 2019).

1.2.2 Metode dela

Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije so med bolj razširjenimi TDV v naših gozdovih robinja (*Robinia pseudoacacia*), zeleni bor (*Pinus strobus*), navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) in rdeči hrast (*Quercus rubra*) (Kutnar in Pisek, 2013).

Pri analizah smo posebno pozornost posvetili duglaziji, ki je v Evropi med gospodarsko zanimivejšimi TDV. Za namen analize prostorske razširjenosti duglazije v slovenskih gozdovih smo iz različnih podatkovnih baz zbrali georeferencirane podatke o njenem pojavljanju. Analizo pojavljanja duglazije v Sloveniji smo naredili na podlagi baze podatkov Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2019). Podlaga za analizo so podatki sestojnih kart in pri analizi smo upoštevali vse gozdne sestoe, v katerih se pojavlja duglazija. Zbrane podatke smo v okolju ArcGIS povezali z različnimi sloji, kot so npr. pedološka karta (Vidic in sod., 2015) in fitocenološka karta (Čarni in sod., 2002) ter rezultate interpretirali. Uporabljeni podatki o pojavljanju duglazije so bili zbrani med letoma 2007 in 2016.

1.2.3 Rezultati

V Sloveniji je skupna površina sestojev, v katerih se v tem obdobju pojavlja duglazija, 3.912 ha. Duglazija se pojavlja v vseh gozdnogospodarskih območjih (GGO), vendar z različno zastopanostjo (preglednica 1, slika 1). Največ sestojev, v katerih se pojavlja duglazija, je v

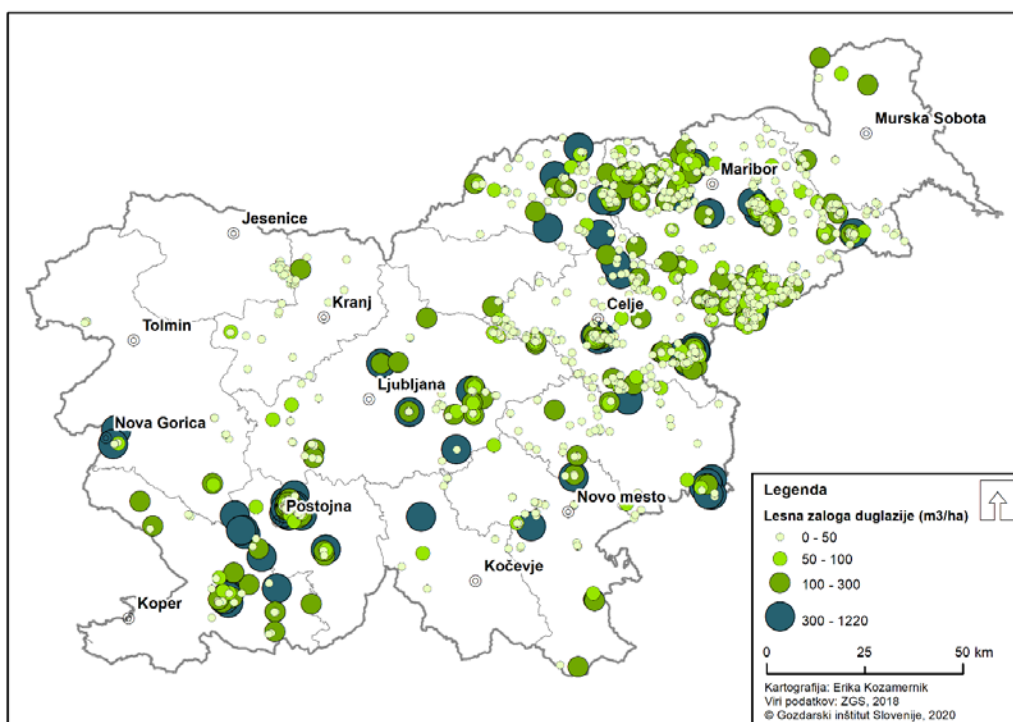
severovzhodni, jugozahodni in osrednji Sloveniji (slika 1), natančneje v GGO Maribor (1.292 ha površin), Celje in Postojna, najmanj pa v GGO Tolmin, Kranj, Kočevje, Nazarje (v slednjem le 4,8 ha površin sestojev) (preglednica 1). Največji strnjeni sestoji, kjer se pojavlja duglazija, so v Mariboru, Celju, Ljubljani in Postojni, v razponu od 22 do 39 ha. Najvišje povprečne lesne zaloge duglazije znotraj sestojev so v GGO Nazarje, Kočevje, Sežana in Postojna, v razponu od 108 do 148 m³/ha, kar kaže na to, da so tu v preteklosti zasnovali sestoji z visokim deležem duglazije v drevesni sestavi.

Preglednica 1: Sestojni podatki o pojavljanju duglazije po GGO v Sloveniji.

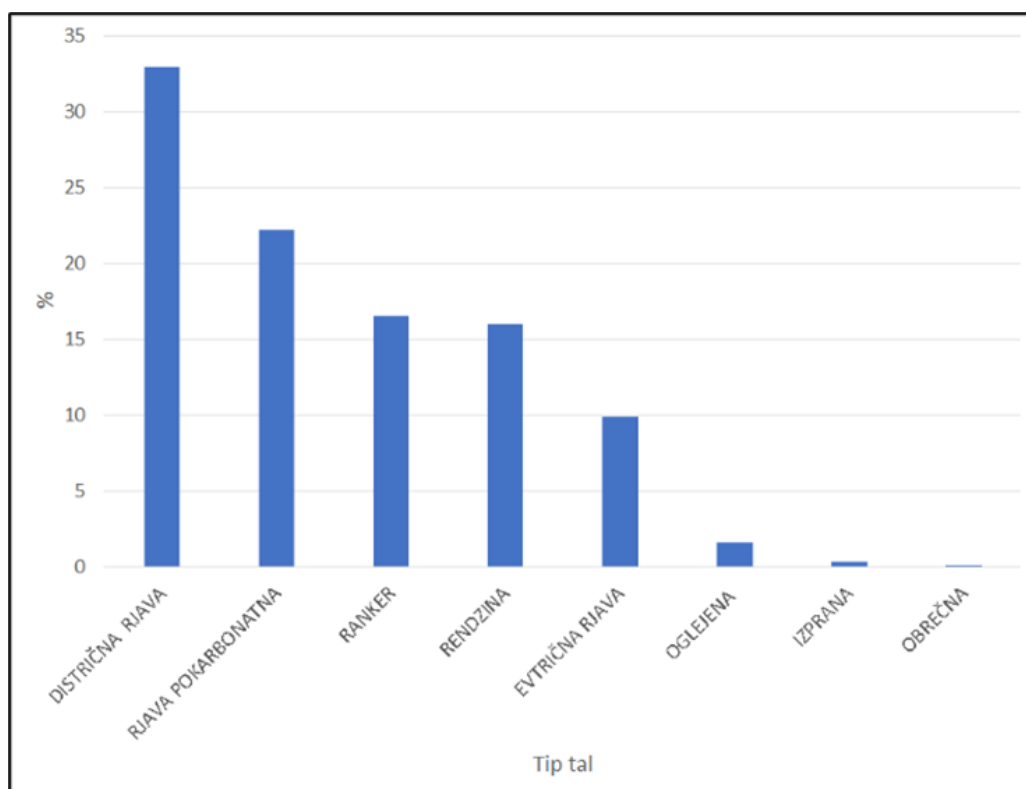
GGO	Št. sestojev	Površina sestojev (ha)	Min. površina sestoja (ha)	Max. površina sestoja (ha)	Povp LZ duglazije (m ³ /ha)
Maribor	375	1.292,72	0,15	38,73	54,35
Celje	279	906,36	0,08	24,80	66,32
Postojna	198	719,59	0,16	21,97	107,48
Slovenj gradec	56	215,79	0,10	16,73	61,02
Brežice	63	166,25	0,04	19,63	104,91
Ljubljana	58	147,63	0,11	24,09	98,15
Bled	35	106,11	0,22	12,68	13,32
Novo mesto	32	99,34	0,15	14,40	81,61
Sežana	39	87,31	0,10	18,19	124,89
Murska sobota	13	55,74	0,26	19,33	63,68
Tolmin	16	52,40	0,35	18,88	91,32
Kranj	14	46,28	0,71	8,71	33,54
Kočevje	7	11,65	0,81	4,84	125,86
Nazarje	2	4,80	0,16	4,65	148,43
Skupaj	1.187	3.911,98			

Duglazija v 55 % primerih uspeva na nadmorskih višinah od 400 do 700 m n. v., v višinskem pasu od 200 do 400 m n. v. je prisotna v 27,5 %, v pasu od 700 do 1000 m n. v. jo najdemo v 14,4 %. Pod 200 in nad 1000 m n. v. je zelo redka v slovenskih gozdovih.

Ugotovili smo, da se duglazija pojavlja na različnih gozdnih tleh in je glede tega zelo prilagodljiva. V več kot tretjini primerov duglazija v Sloveniji uspeva na distričnih rjavih tleh, na dobrih 20 % rastišč z rjavimi pokarbonatnimi tlemi, sledijo ji ranker in rendzina (oba dobrih 15 %) ter evtrična rjava tla (10 %) (slika 2). Na oglejena, izprana in obrečna tla je v preteklosti niso sadili, po vsej verjetnosti ji ta rastišča najbolj tudi ne ustrezajo. Dopuščamo možnost, da se na teh tleh duglazija sploh ne pojavlja ali pa so naši rezultati manj zanesljivi glede teh tal, saj je pedološka karta v razmeroma majhnem (grobem) merilu.



Slika 1: Prostorski prikaz pojavljanja duglazije v Sloveniji in njene količina lesne zaloge v gozdnih sestojih.

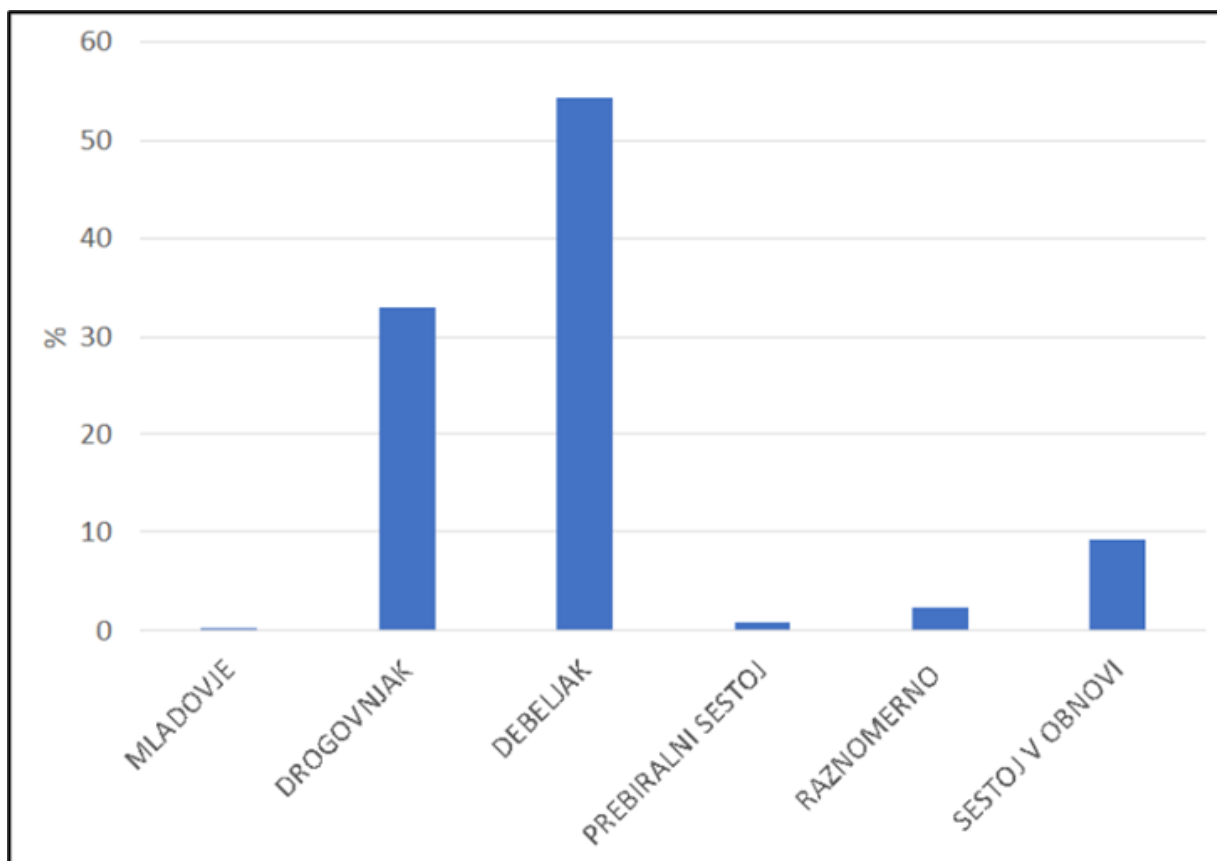


Slika 2: Duglazija se pojavlja na rastiščih z različnimi talnimi tipi.

Analiza pojavljanja duglazije glede na gozdne združbe nam kaže na to, da se duglazija pojavlja v sestojih 37 različnih gozdnih združb (Marinček in Čarni, 2002), vendar se duglazija v več kot 70 % pojavlja v sestojih znotraj petih gozdnih združb. Največ, skoraj 40 % pojavljanj smo

ugotovili v sestojih združbe bukve in pravega kostanja (*Castaneo-Fagetum*), z 19 % sledijo rastišča jelovo-bukovih gozdov preddinarskega in dinarskega sveta (*Omphalodo-Fagetum*). Na izrazito kislih bukovih rastiščih združbe bukve z rebrenjačo (*Blechno-Fagetum*) je prisotna v dobrih 6 % primerih. Podoben odstotek pojavljanja (5,5 %) duglazije je ugotovljen na zmerno kislih jelovih rastiščih z okroglostno lakoto (*Galio rotundifolii-Abietetum albae*). V 3,8 % primerih uspeva na kislih rastiščih združbe bukve z belkasto bekico (*Luzulo-Fagetum*). Na vseh ostalih z analizo ugotovljenih rastiščih se duglazija pojavlja precej redko.

Duglazijo so v Sloveniji najbolj intenzivno sadili in pospeševali v prvi polovici 20. stoletja, kar se jasno odraža v sestojni zgradbi (slika 3). Z analizo pojavljanja duglazije po razvojnih fazah smo ugotovili, da se okrog 65 % pojavlja v debeljakih in starih sestojih v obnovi, le tretjina jih je v fazi drogovnjaka. Raznomernih in prebiralnih sestojih je razmeroma malo, še precej manj pa je njenih sestojev v fazi mladovja. To je posledica tega, da je v zadnjem času niso sadili in da je njeno spontano pomlajevanje manj intenzivno. Duglazija je žledolom v letu 2014 razmeroma dobro prenesla. V okoliških sestojih s pretežno drugimi drevesnimi vrstami, ki so bili zaradi žledoloma in sanacije uničeni ali močno presvetljeni, pa se je začela relativno dobro pomlajevati (npr. v GGO Postojna).



Slika 3: Pojavljanje duglazije v Sloveniji glede na sestojno razvojno fazo ali obliko sestoja do leta 2016.

1.2.4 Razprava in zaključki

Duglazija je TDV, ki ji različne rastiščne razmere v podgorskem in gorskem pasu Slovenije večinoma ustrezajo. Zaradi žledoloma leta 2014, vetrolomov in napadov podlubnikov ter spreminjajočih podnebnih razmer bo v Sloveniji treba obnoviti velike površine prizadetih ali uničenih gozdov. Ob tem sta pomembni vprašanji, katere drevesne vrste bomo uporabili za

obnovo in s katerimi vrstami bo v spremenjenih podnebnih razmerah mogoče doseči postavljene gozdnogospodarske cilje (Brus in Kutnar, 2017). Na določenih rastiščih se je duglazija izkazala kot razmeroma odporna drevesna vrsta in njeno pospeševanje je potrebno pretehtati iz različnih zornih kotov, tako gozdnogospodarskih, gozdnogojitvenih kot tudi naravovarstvenih.

1.3 Primerjava stanja gojenja tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji s stanjem v Evropi

1.3.1 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Ljudje rastline iz enega v drugo okolje iz različnih razlogov prenašajo že več tisočletij. Drevesne vrste so sprva prenašali iz radovednosti, pozneje zaradi želenih lastnosti in večjega prirastka, v zadnjih desetletjih pa je kot velik potencial prepoznana tudi njihova morebitna boljša prilagojenost na spremenjene in zaostrene podnebne razmere. Prve tujerodne drevesne vrste so v Evropo od drugod vnesli že v antiki, med t.i. arheofiti so bila predvsem sadna drevesa kot oljka, mandelj ali smokvovec. Največ današnjih tujerodnih drevesnih vrst je bilo v Evropo vnesenih med 17. in začetkom 19. stoletja, v gozdovih pa so jih začeli saditi šele od sredine 19. stoletja naprej (Kowarik in Säumel 2007). Nekatere med njimi so se do danes po Evropi dobro uveljavile in v gozdarstvu posameznih evropskih držav zavzemajo pomembno mesto, med njimi so na primer sitka (*Picea sitchensis*), modri evkalipt (*Eucalyptus globulus*) in navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*). Po drugi strani lahko tujerodne drevesne vrste poleg številnih koristi predstavljajo tudi nevarnost za naravno okolje, kar se kaže zlasti v invazivnosti nekaterih med njimi, primera sta robinija (*Robinia pseudoacacia*) in visoki pajesen (*Ailanthus altissima*). Zlasti možni negativni vplivi na naravno okolje in biodiverziteto so pomemben razlog za nujno previdnost pri njihovem vnašanju in širjenju v določenem okolju. Če želimo pridobiti ustrezne podatke in izkušnje o uspešnosti in primernosti tujerodnih drevesnih vrst in o njihovih možnih vplivih na okolje, je nujno njihovo dolgotrajno in temeljito preizkušanje v različnih okoljih. V Evropi in Sloveniji v gozdovih sadimo in že dolgo preizkušamo veliko število potencialno zanimivih tujerodnih drevesnih vrst, toda informacij o trenutnem številu, geografski razširjenosti in poreklu teh vrst v evropskih gozdovih nimamo zbranih na enem mestu ali pa so nepopolne in razpršene po različnih bazah podatkov. V prispevku želimo predstaviti širok nabor tujerodnih drevesnih vrst, ki jih v Evropi in Sloveniji v gozdovih in provenienčnih poskusih trenutno sadimo ali preizkušamo za morebitno obsežnejšo prihodnjo uporabo.

1.3.2 Metode dela

Osnova za analizo razširjenosti TDV v Evropi so bili podatki iz nacionalnih poročil, ki so jih v okviru akcije COST NNEXT FP1403 'Tujerodne drevesne vrste za evropske gozdove: izkušnje, tveganja in priložnosti' na osnovi nacionalnih gozdnih inventur in drugih verodostojnih podatkov pripravili in v skupnem poročilu objavili v akciji sodelujoči nacionalni eksperti (Hasenauer in sod., 2017), podrobneje pa so bili obdelani v okviru nadaljnje analize (Brus in sod., 2019). Nacionalna poročila so bila zgrajena na osnovi enotnega vprašalnika za vse sodelujoče države in so med drugim vsebovala vprašanja o uporabljenih tujerodnih drevesnih vrstah ter obsegu njihovega gojenja v gozdovih in provenienčnih poskusih. Kot tujerodne drevesne vrste v Evropi so bile upoštevane samo vrste, ki so tujerodne v kateremkoli delu Evrope, kar pomeni, da prihajajo z druge celine in so obenem neofiti, torej v Evropo vneseni po letu 1492. V tem smislu v analizo niso bili vključeni ne arheofiti ne vrste z robnih

območij, kot sta na primer kavkaška jelka (*Abies nordmanniana*) in sibirski macesen (*Larix sibirica*). Pri razreševanju taksonomskih in nomenklturnih vprašanj ter sinonimih smo upoštevali The International Plant Index (2012). Prisotnost v gozdu smo beležili v treh kategorijah in sicer: i) vrsta je uporabljena samo v nasadih, ii) na mestu sajenja se vrsta tudi naravno pomlaja in iii) pomlajevanje ali širjenje je zabeleženo tudi zunaj prostora sajenja. Prikazani podatki za Slovenijo temeljijo na analizi podatkov Zavoda za gozdove Slovenije iz del Kutnarja in Piska (2013), Brusa in sod. (2017) ter nekaterih drugih objavljenih virov.

1.3.3 Rezultati

Preglednica 1 prikazuje, da v Evropi v gozdovih in provenienčnih poskusih gojimo ali preučujemo najmanj 150 različnih drevesnih vrst, med njimi 90 iglavcev in 60 listavcev. Daleč največ jih prihaja iz Severne Amerike, predvsem iz njenega vzhodnega dela ter iz Azije, večinoma vzhodne, medtem ko so vrste z drugih celin zastopane v manjšem številu. Številčno najbolj zastopani rodovi od skupaj 62 so evkalipti z 12, bori z 11, akacije z 8, jelke in smreke s po 7 in topoli s 6 vrstami. Kot je razvidno iz slike 1, se število gojenih tujerodnih drevesnih vrst med posameznimi državami močno razlikuje, pri čemer pa je potrebno poudariti, da veliko število gojenih vrst v posamezni državi še ne pomeni nujno tudi zelo velikega deleža teh vrst v lesni zalogi posamezne države. Tipična primera sta Irska in Portugalska, kjer so tujerodne vrste zelo močno zastopane, vendar skoraj v celoti na račun ene vrste (sitke in modrega evkalipta).

Preglednica 1: Izvor in število tujerodnih drevesnih vrst, sajenih v evropskih gozdovih in provenienčnih poskusih (po Brus in sod., 2019)

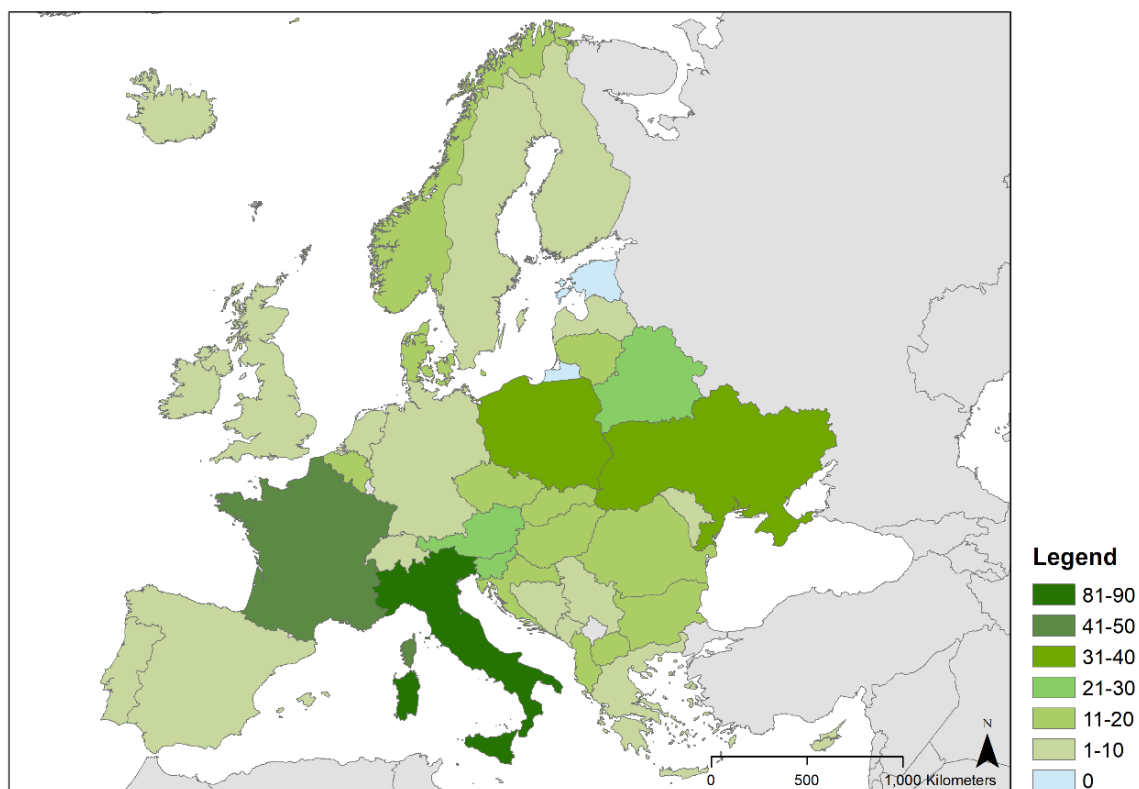
izvor	skupaj vrst	iglavci	listavci	izvor	skupaj vrst	iglavci	listavci
vzhodna Sev. Amerika	38	9	29				
zahodna Sev. Amerika	25	21	4	Sev. Amerika	71	37	34
severna Sev. Amerika	7	6	1				
Centralna Amerika	1	1	0				
Južna Amerika	2	1	1	Juž. Amerika	2	1	1
vzhodna Azija	25	9	16				
jugovzhodna Azija	7	1	6				
centralna Azija	6	2	4	Azija	45	17	28
zahodna Azija	5	3	2				
severna Azija	2	2	0				
Avstralija	20	0	20	Avstralija	20	0	20
severna Afrika	4	3	1				
južna Afrika	1	0	1	Afrika	5	3	2
neznano /hibrid	7	2	5	neznano	7	2	5
Skupaj	150	60	90				

Tujerodne drevesne vrste v Evropi zavzemajo skupno površino okrog 8,54 milijona hektarjev oziroma 4,0 % celotne evropske gozdne površine (preglednica 2). Tri najpogostejše vrste poraščajo po več kot 1 milijon hektarjev; to so robinija z 2,44 milijona hektarjev, modri evkalipt z 1,46 milijona hektarjev in sitka z 1,16 milijona hektarjev. Zanimivo je, da pet najpogostejših vrst porašča kar 77 % vse površine, poraščene s tujerodnimi drevesnimi vrstami. V največ evropskih državah gojimo ameriško duglazijo (32), robinijo (29) in rdeči hrast (24). V preglednici 2 je zanimiva analiza poročil o morebitnem pomlajevanju posameznih vrst po državah. Od 150 analiziranih tujerodnih drevesnih vrst je za 18 vrst vsaj ena država poročala o njenem širjenju zunaj nasadov, vendar se samo štiri vrste na tak način širijo v več kot treh

državah (robinija (17), visoki pajesen (10), ameriška pozna čremsa (*Prunus serotina*) (9) in ameriški javor (8)).

Preglednica 2: Površina najpogostejših tujerodnih drevesnih vrst v Evropskih gozdovih. Številke vključujejo čiste nasade, mešane gozdove ali površino ne glede na delež v lesni zalogi (po Brus in sod., 2019).

drevesna vrsta	skupna površina (ha)	št. držav	št. držav samo z naravno obnovo	št. držav s širjenjem zunaj nasadov
robinija (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	2.437.607	29	2	17
modri evkalipt (<i>Eucalyptus globulus</i>)	1.458.000	6	1	0
sitka (<i>Picea sitchensis</i>)	1.160.400	13	2	0
ameriška duglazija (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	830.707	32	5	1
zasukani bor (<i>Pinus contorta</i>)	736.005	11	1	1
topol (<i>Populus</i> sp.)	458.102	13	0	0
rdeči hrast (<i>Quercus rubra</i>)	345.333	24	7	3
kalifornijski bor (<i>Pinus radiata</i>)	257.000	3	0	0
macesen (<i>Larix</i> sp.)	167.484	7	0	0
hibridni topol (<i>Populus</i> × <i>canadensis</i>)	162.274	14	1	2
japonski macesen (<i>Larix kaempferi</i>)	134.812	16	0	0
hibridni macesen (<i>Larix</i> × <i>eurolepis</i>)	102.100	8	1	0
evkalipt (<i>Eucalyptus</i> sp.)	80.029	5	1	0
zeleni bor (<i>Pinus strobus</i>)	70.382	19	4	1
atlaška cedra (<i>Cedrus atlantica</i>)	23.000	5	1	0
srebrna jelka (<i>Abies procera</i>)	12.952	4	0	0
japonska kriptomerija (<i>Cryptomeria japonica</i>)	11.000	3	0	0
velika jelka (<i>Abies grandis</i>)	10.459	11	1	0
črni oreh (<i>Juglans nigra</i>)	7.802	14	1	0
visoki pajesen (<i>Ailanthus altissima</i>)	7.142	18	2	10
ameriški javor (<i>Acer negundo</i>)	4.724	16	2	8
Druge	57.798			
skupaj	8.535.112	38		



Slika 1: Poročano število tujerodnih drevesnih vrst, gojenih v evropskih gozdovih po državah (po Brus in sod., 2019)

V slovenskih gozdovih bolj ali manj intenzivno gojimo med 20 in 25, po nekaterih ocenah do 30 različnih tujerodnih drevesnih vrst. Natančna ocena je zelo težka, saj nekatere med njimi najdemo samo v nekaj poskusnih nasadih, natančnega kriterija za uvrstitev vrste na seznam gojenih pa nimamo. Skupno tujerodne drevesne vrste v lesni zalogi predstavljajo 0,99 % (Kutnar in Pisek 2013, Brus in sod. 2017), razmeroma pomembne deleže v lesni zalogi pa predstavljajo samo štiri najpogostejše drevesne vrste, in sicer robinija (0,6 % oz. 2 mil. m³), zeleni bor (0,18 %), ameriška duglazija 0,05 %) in rdeči hrast (0,04 %) (Preglednica 3). V preglednici so navedeni objavljeni kvantitativni podatki iz objav in analiz v letih 2013 in 2017. Že med njimi ni bilo praktično nobene razlike in ker se stanje glede tujerodnih drevesnih vrst v zadnjih letih ni bistveno spremenilo, jih lahko kot aktualne obravnavamo tudi danes.

Preglednica 3: Prisotnost najpomembnejših tujerodnih drevesnih vrst v slovenskih gozdovih (na osnovi Brus in sod. 2017, Kutnar in Pisek 2013, Wraber 1951, Puhek 1980, Brus 2012, Zelnik 2012, Medveš 2014)

drevesna vrsta	lesna zaloga (m ³)	% v lesni zalogi	površina odsekov s prisotnostjo (ha)	delež gozdne površine s prisotnostjo (%)
robinija (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	2.032.131	0,602	157,148	13,27
zeleni bor (<i>Pinus strobus</i>)	622.818	0,184	38,735	3,27
ameriška duglazija (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	170.980	0,051	18,066	0,02
rdeči hrast (<i>Quercus rubra</i>)	97.576	0,029	11,978	0,01
močvirski hrast (<i>Quercus palustris</i>)	4.272	0,001	1,052	0,00
velika jelka (<i>Abies grandis</i>)	-	<0,001	-	0,00
sitka (<i>Picea sitchensis</i>)	-	<0,001	-	0,00
kanadska čuga (<i>Tsuga canadensis</i>)	-	<0,001	-	0,00
<i>Tsuga heterophylla</i>	-	<0,001	-	0,00
himalajska cedra (<i>Cedrus deodara</i>)	-	<0,001	-	0,00
libanonska cedra (<i>Cedrus libani</i>)	-	<0,001	-	0,00
japonski macesen (<i>Larix kaempferi</i>)	-	<0,001	-	0,00
himalajski bor (<i>Pinus wallichiana</i>)	-	<0,001	-	0,00
močvirski taksodij (<i>Taxodium distichum</i>)	-	<0,001	-	0,00
Lawsonova pacipreca (<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>)	-	<0,001	-	0,00
papirjevka (<i>Broussonetia papyrifera</i>)	-	<0,001	-	0,00
črni oreh (<i>Juglans nigra</i>)	-	<0,001	-	0,00
navadna hikorija (<i>Carya ovata</i>)	-	<0,001	-	0,00
visoki pajesen (<i>Ailanthus altissima</i>)	-	<0,001	-	0,00
ameriški javor (<i>Acer negundo</i>)	-	<0,001	-	0,00
hibridni topol (<i>Populus × canadensis</i>)	-	<0,001	-	0,00
ameriški jesen (<i>Fraxinus americana</i>)	-	<0,001	-	0,00
pavlovnija (<i>Paulownia tomentosa</i>)	-	<0,001	-	0,00

1.3.4 Razprava in zaključki

Število dejansko gojenih drevesnih vrst v evropskih gozdovih in provenienčnih poskusih verjetno presega navedenih 150, o katerih so poročali eksperti, saj je bila odločitev o pomembnosti in uvrstitvi na seznam prepuščena posameznim poročevalcem. Največ tujerodnih drevesnih vrst je bilo v Evropo vnesenih iz Severne Amerike. Število vrst iz Azije in Avstralije je sicer primerljivega velikostnega reda, a razlike so še večje, če vrste primerjamo po površinah, saj prav severnoameriške daleč največ prispevajo k skupni površini. Današnjo prevlado severnoameriških vrst v Evropi je težko razložiti. Predpogoj za gojenje tujerodne drevesne vrste na nekem območju je velika podobnost med ekološkimi razmerami njenega domačega in novega območja. Pregled svetovne razširjenosti podnebne tipa Cfb, ki prevladuje v Evropi, kaže, da toplo do zmerno vlažno podnebje s toplimi poletji zunaj Evrope najdemo le na nekaj lokacijah, vendar je poleg Severne Amerike prisotno tudi v večjih predelih Južne Amerike, južne in vzhodne Afrike, jugovzhodne Avstralije in Nove Zelandije (Kölling, 2013). Prevlada severnoameriških vrst je verjetno tudi posledica manjše geografske razdalje, ki je v preteklosti omogočila boljše zgodovinske povezave in živahnjšo trgovino med Evropo in Severno Ameriko. Poleg tega nekatere druge regije na svetu s podnebjem, podobnim evropskemu, verjetno še niso bile temeljito pregledane v iskanju morebitnih novih ustreznih drevesnih vrst. V številu gojenih tujerodnih drevesnih vrst so med evropskimi državami velike razlike. V državah z uveljavljenim plantažnim gospodarjenjem je uporaba tujerodnih vrst pogosta, vendar je število uporabljenih tujerodnih drevesnih vrst v njih praviloma nizko in običajno temelji na

samo eni osnovni vrsti. Primeri so sitka v Veliki Britaniji in na Irskem, modri evkalipt na Portugalskem in v Španiji ter robinija na Madžarskem. V vsakem primeru pa je število tujerodnih vrst v določeni državi ali regiji posledica zapletenih interakcij med številnimi različnimi dejavniki.

Od 62 različnih rodov jih je samo šest zastopanih s po več kot petimi vrstami. Tudi v najbogatejših rodovih je le po nekaj vrst, ki poraščajo velike površine in so v Evropi postale gospodarsko pomembne (npr. 1 od 12 evkaliptov, 3 od 13 borov, 1 od 8 jelk). To razmerje je do neke mere presenetljivo in jasno kaže, da mora imeti vnesena vrsta veliko število zahtevanih lastnosti, da sploh lahko uspe. Tako nizko število široko uporabljenih in uspešnih vrst jasno kaže tudi to, da bo v prihodnosti nujno preizkušati še večje število novih, do sedaj spregledanih ali nepreizkušenih vrst, da bi lahko identificirali še nove z želenimi rastnimi in uporabnimi lastnostmi ter z možnostjo ekonomsko in ekološko sprejemljivega načina gojenja. Prihodnje iskanje novih potencialno uporabnih in proti zaostrenim podnebnim razmeram odpornih drevesnih vrst bo nujno tudi za zmanjšanje odvisnosti od zelo majhnega števila vrst in s tem povezanim tveganjem.

Veliko število tujerodnih vrst, ki že rastejo v evropskih gozdovih, ponuja dobro priložnost za preučevanje in oceno njihove dolgoročne uspešnosti. Nekateri iglavci ponekod, kjer do sedaj niso bili širše uporabljeni, že kažejo obetaven potencial (npr. libanonska cedra v srednji Evropi, sitka na Švedskem ali Norveškem ali hibridni macesen, sitka in duglazija na Švedskem). Prihodnja preizkušanja v Evropi pa zagotovo ne bodo usmerjena samo na raziskovanje novih, še neuporabljenih vrst, ampak nujno tudi na preučevanje in primerjanje provenienc tako že zdaj prisotnih kot na novo testiranih tujerodnih drevesnih vrst.

V Evropi tujerodne drevesne vrste trenutno poraščajo 8,54 milijona ha ali 4 % celotne gozdne površine. Čeprav ocene iz akcije COST verjetno predstavljajo le spodnjo mejo dejanske površine teh vrst, je to verjetno najbolj zanesljiva obstoječa ocena. Za primerjavo navajamo, da v poročilih, za katere podatke posredujejo vlade evropskih držav, lahko podatki močno nihajo. Forest Europe (2015) za tujerodne drevesne vrste ob poročanju 38 držav navaja 9,5 milijona hektarjev oziroma 4,4 % celotne evropske gozdne površine, enako poročilo (Forest Europe, 2020) pa lani ob poročanju samo 30 držav navaja le 6,2 milijona hektarjev (3,1 %) površine. Zastopanost tujerodnih vrst se v tem času seveda ni skrčila za toliko, ampak je razlog v nepopolnem poročanju posameznih držav. Poleg tega v omenjenih poročilih upoštevajo tudi tujerodne vrste znotraj Evrope, na primer navadno smreko in črni bor, kar sliko še bolj zamegljuje. Najbolj razširjena tujerodna drevesna vrsta v Evropi je po naših podatkih z 2,44 milijona hektarjev robinija; velja pa omeniti, da se ta vrsta navadno ne goji v nasadih, ampak se pojavlja v mešanih gozdovih z drugimi vrstami na velikih površinah. Zato bi morali biti pri primerjavi njene površine s površino sitke ali evkalipta, ki se gojita v čistih nasadih, previdni. Čeprav v gozdovih in provenienčnih poskusih v Evropi raste razmeroma veliko različnih tujerodnih drevesnih vrst (150), pa le majhno število prispeva k večini skupne površine tujerodnih vrst. To kaže, da je v resnici izjemno težko identificirati vrste, ki izpolnjujejo vse želene zahteve, na primer dobre gospodarske lastnosti in ekološko primernost, hkrati pa nimajo invazivnih lastnosti. Podobno velja tudi za Slovenijo, kjer določen gospodarski pomen zaenkrat kažejo samo štiri tujerodne drevesne vrste: robinija, zeleni bor, ameriška duglazija in rdeči hrast.

Podatki, na kratko predstavljeni v tem prispevku, bodo lahko neposredno uporabni za upravjalce in lastnike zemljišč in gozdov, odločevalce, raziskovalce in vse, ki iščejo izčrpne in zgoščene informacije o trenutni rabi najpogostejših tujerodnih drevesnih vrst v različnih

delih Evrope in v Sloveniji. Celoten seznam vrst in njihova razširjenost po evropskih državah bo uporaben kot podlaga za izmenjavo obstoječega znanja in izbor vrst ter kot generator nadaljnjih raziskovalnih idej pri prilagajanju odpornosti gozdov na podnebne spremembe.

Nekatere tujerodne drevesne vrste že zdaj gojijo v velikem obsegu in imajo pomemben delež v gozdarstvu in ekonomiji posameznih držav, zaradi česar so privlačne kot možnost ohranitve ali povečanja produktivnosti prihodnjih gozdov na območjih, kjer avtohtone vrste izgubljajo vitalnost. Tudi če je za zdaj v Evropi v večjem obsegu uspelo le nekaterim tujerodnim drevesnim vrstam, je njihovo skupno število v evropskih gozdovih razmeroma veliko in to je dobra priložnost za njihovo preučevanje in oceno dolgoročne uspešnosti.

Odločitev za gojenje tujerodnih drevesnih vrst je seveda zahtevna in mora biti dobro premišljena. Do njihove širše uporabe lahko pride šele takrat, ko so dobro znana in čimbolj zmanjšana morebitna ekološka tveganja, vključno z možnimi negativnimi učinki na večnamensko vlogo gozdnih ekosistemov, možnimi škodljivimi učinki na ohranjanje narave in krajine ter potencialno izgubo biotske raznovrstnosti. Ne glede na to pa se je treba zavedati tudi, da sta gospodarski potencial in potencial prilagajanja na podnebne spremembe tujerodnih drevesnih vrst očitna in ju nikakor ne bi smeli spregledati.

1.4 Naravovarstveni vidiki in ocena tveganja za okolje pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst

1.4.1 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Tujerodne drevesne vrste (TDV) so v naših gospodarskih gozdovih prisotne že več kot 100 let (Brus, 2012). V preteklosti so jih pospeševali zaradi različnih pozitivnih lastnosti, ki jih te vrste imajo, kot so npr. hitra rast, kakovosten les, stabilizacija terena, estetski vidik, možnosti pridobivanja medu, smole in cvetov. Določene vrste so se izkazale kot neprimerne in se na nove okoljske razmere niso prilagodile, nekatere so se naturalizirale in prilagodile novemu okolju. Nekatere TDV pa so na specifičnih rastiščih razvile invazivni potencial in v naših gozdovih predstavljajo večplasten problem za pomlajevanje avtohtonih drevesnih vrst, so grožnja biodiverziteti nasploh in odločilno vplivajo na gozdne ekosisteme (Kus Veenvliet in sod., 2020).

Nekatere od TDV so bile pri nas sicer že dolgo prisotne in poznane, vendar pa so bile v preteklosti razmeroma malo razširjene ali pa o njihovem pojavljanju ni bilo ustreznih in zanesljivih podatkov. Mednje lahko uvrščamo veliki pajesen (*Ailanthus altissima*), pavlovnijo (*Paulownia tomentosa*), ameriški javor (*Acer negundo*), pozno čremso (*Prunus serotina*) in še nekatere druge, kot so ameriški jesen (*Fraxinus americana*), pensilvanski jesen (*Fraxinus pennsylvanica*), octovec (*Rhus typhina*), cigarovec (*Catalpa bignonioides*), mehurnik (*Koeleruteria paniculata*).

Poleg splošno razširjenih TDV (npr. robinja), tudi za nekatere od manj poznanih in manj razširjenih TDV ugotavljamo, da se že invazivno širijo in s tem predstavljajo določeno grožnjo in tveganje za gozdne ekosisteme ter avtohtone vrste. Tudi na osnovi izkušenj iz bližnjih držav ali iz podobnih okolij lahko nekatere TDV ocenimo kot potencialno invazivne in nevarne za naš gozd. Za kar nekaj TDV ugotavljamo, da postajajo invazivne v zadnjem obdobju (lokalno

ali na nivoju celotne države), kar je lahko deloma tudi posledica spremenjenih okoljskih (rastiščnih) razmer v povezavi z podnebnimi spremembami in velikopovršinskimi motnjami.

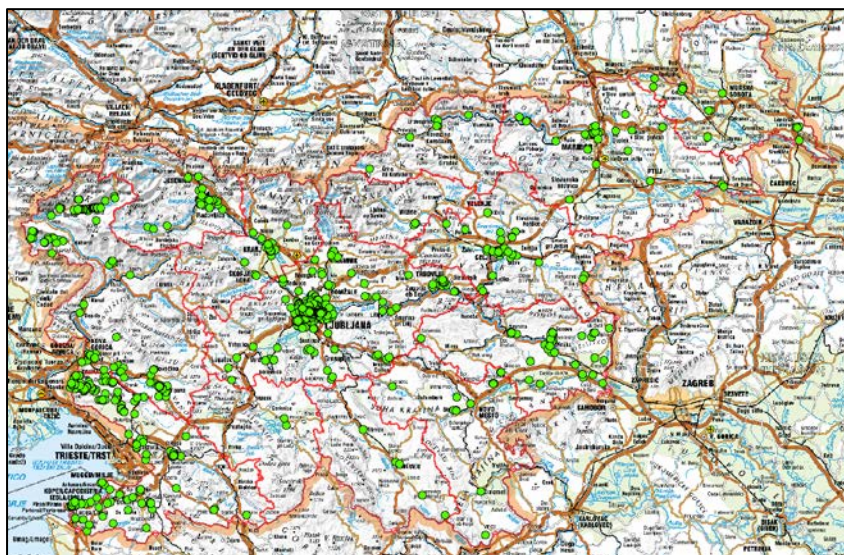
1.4.2 Metode dela

V zadnjem času kot pripomoček za oceno razširjenosti TDV, njihovih invazivnih potencialov in tveganja poleg drugih virov (npr. baza ZGS, botanični viri) uporabljamo tudi aktualne podatke spletnega portala Invazivke (<https://www.invazivke.si/>). V tem sistemu dinamično vnašamo in spremljamo pojavljanje (invazivnih) tujerodnih vrst, med njimi tudi TDV, ki so potencialno nevarne za gozdne ekosisteme. V portalu Invazivke (stanje na 28. oktober 2021) so zbrani podatki o pojavljanju preko 100 različnih invazivnih tujerodnih vrst rastlin, žuželk, gliv in še nekaterih drugih organizmov. Zaradi težje determinacije vrst so nekatere podatki zbrani samo na nivoju večjih funkcionalnih skupin, rodov in drugih taksonomskih enot.

1.4.3 Rezultati

Od TDV je najpogosteje zabeležen veliki pajesena, ki je bil potrjenih na 1.031 lokacijah po Sloveniji (slika 4), kar ga uvršča med pogosteje potrjene tujerodne vrste v tem sistemu. V začetku marca 2020 je bila vrsta ugotovljena na 755 lokacijah, kar lahko deloma kaže na njeno širjenje, deloma pa na večje zanimanje in vnos v sistem Invazivke.

Pavlovnija je bila do sedaj zabeležena na 368 lokacijah (stanje na 28. oktober 2021), kar jo uvršča v zgornjo četrtino tujerodnih vrst iz seznama projekta Life Artemis (Kus Veenvliet in sod., 2020) po pogostosti vnosa. V začetku marca 2020 je bila vrsta ugotovljena na 267 lokacijah.



Slika 4: Prikaz pojavljanje velikega pajesena v Sloveniji v spletnem portalu Invazivke (stanje 28. 10. 2021).

Zelo pogosti TDV v sistemu Invazivke sta tudi ameriški javor in rdeči hrast. Za prvega je v sistemu evidentiranih 290 lokacij, za drugega pa 206 lokacij. Obe ti dve vrsti se dobro pomlajujeta in širita v gozdnih ekosistemih. Ameriški javor se še posebej naglo širi v nižinskih poplavnih gozdovih, ki so vse bolj izpostavljeni širjenju številnih invazivnih tujerodnih vrst in drugim pritiskom (Marinšek in Kutnar, 2017).

1.4.4 Razprava in zaključki

Večini zgoraj omenjenih TDV gozdarstvo v preteklosti ni posvečalo posebne pozornosti. Veliki pajesen (podobno kot robinijo) pa so že v 19. stoletju sadili na degradiranih površinah na Krasu (Wraber, 1951; Rejic, 1952). Čeprav je bila ta vrsta v Evropo prinesena iz vzhodne Azije že sredi 18. stoletja, pa pri nas v preteklosti ni kazala večjega invazivnega potenciala. V zadnjih desetletjih pa se je začela naglo širiti tako v naravnem kot urbanem okolju, čemur je v veliki meri verjetno pripomoglo tudi spreminjanje podnebja in pogostejše motnje v gozdovih. Tudi za pavlovnijo velja, da je razmeroma pogosto posajene v urbanih okoljih, vendar pa se širi tudi v bolj naravnih okoljih, tudi v gozdnem prostoru.

Duglazija, ki so jo v Evropo prinesli iz Severne Amerike v prvi polovici 19. stoletja, je tudi pri nas med gospodarsko zanimivejšimi TDV. V zadnjem času se je zaradi naravnih motenj potreba in deloma tudi upravičenost po uporabi nekaterih TDV povečala. Tako bi lahko bile te vrste (med njimi predvsem duglazija) do neke mere celo primerna rešitev za obnovo nekaterih poškodovanih gozdov (Brus in Kutnar, 2017). Za duglazijo, ki so jo pri nas poskusno sadili v gozdove že v preteklosti, v Sloveniji do sedaj še niso poznani primeri invazivnega širjenja (čeprav se ponekod dobro pomlajuje), vendar pa nekatere študije v tujini že ugotavljajo njen invazivni potencial (Richardson in Rejmánek, 2004). V Nemčiji smatrajo duglazijo kot invazivno v posebej zavarovanih in redkih habitatih (Bindewald in Michiels, 2016), vendar pa ne na splošno v drugih nemških gozdovih. Na osnovi tujih izkušenj s to vrsto in izkušenj z drugimi TDV (npr. veliki pajesen) obstaja določeno tveganje, da bi se tudi duglazija začela invazivno širiti.

Ob morebitnih odločitvah za vnos TDV v gozdove se moramo zavedati, da je treba razvoj slovenskih gozdov še naprej čim bolj usmerjati po načelih sonaravnega gospodarjenja, ki v ospredje postavlja rastiščem prilagojene domorodne drevesne vrste. Nujno se je treba izogibati čistim enovrstnim sestojem, treba je uporabiti čim več različnih, rastišču primernih drevesnih vrst, saj bomo s tem v največji možni meri omejili tveganje. Pospešiti pa je treba preizkušanje novih domačih in preudarno tudi TDV (Brus in Kutnar, 2017). S povečanjem vrstne pestrosti gozdov bomo pomembno prispevali k njihovi odpornosti in uresničevanju njihovih večnamenskih vlog. S preudarnim pristopom in izdelavo ocene tveganja za posamezne rastiščne tipe, je duglazija v slovenskih gozdovih morda tudi del rešitve pri snovanju mehansko in biološko stabilnih, večvrstnih sestojev. Smiselno je, da čim bolj optimalno izkoristimo njeno odpornost in prilagodljivost predvsem v njenih obstoječih gozdnih sestojih. Pri njenem vnosu na nove gozdne površine pa moramo dobro pretehtati vse možnosti ter oceniti tudi potencialne nevarnosti (npr. morebitno povečanje njene invazivnosti) za domorodne vrste in gozdne ekosisteme.

1.5 Zakonodaja in pravni okviri gojenja tujerodnih drevesnih vrst

1.5.1 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Instrumenti, ki na splošno obravnavajo tujerodne drevesne vrste, večinoma vključujejo standarde, smernice, merila in kazalnike za trajnostno gospodarjenje z gozdovi. V zadnjih nekaj desetletjih so jih razvili medvladni procesi, kot so Forest Europe (Ministrska konferenca o zaščiti gozdov v Evropi, MCPFE), mednarodne organizacije, sistemi certificiranja gozdov (npr. FSC, PEFC) (Masiero in sod., 2015) in nacionalne vlade. Ta orodja veljajo za vse gozdove,

vključno s plantažami, zaradi česar je bilo gozdarstvo prepoznano kot oblika trajnostne rabe zemljišč in pomembno za boj proti podnebnim spremembam. Večina standardov certificiranja se nanaša na uporabo ustreznih izvorov, sort in vrst za pogozdovanje. Avtohtone vrste so vedno prednostne, tujerodne pa so dovoljene v primeru, ko so bistveno boljše za doseganje ciljev gospodarjenja z gozdovi (Stupak in sod., 2011). V to skupino spada tudi Alpska konvencija iz leta 1991, večnacionalna pogodba, katere namen je varovanje občutljivih alpskih ekosistemov ter regionalnih kulturnih identitet, dediščine in tradicij v Alpah za prihodnje generacije (Alpska konvencija, 2021).

Pravni instrumenti, katerih namen je obravnava invazivnih tujerodnih vrst, vključujejo številne konvencije: Mednarodna konvencija o varstvu rastlin (IPPC) iz leta 1951, Konvencija o mednarodni trgovini z ogroženimi prosto živečimi živalskimi in rastlinskimi vrstami (CITES), podpisana leta 1973, Konvencija Sveta Evrope o ohranjanju prosto živečih živali in naravnih habitatov (Bernska konvencija) iz leta 1979 in Konvencija Združenih narodov o biološki raznovrstnosti (CBD) iz leta 1992 ter tudi regionalno veljavna Okvirna konvencija o zaščiti in trajnostnem razvoju Karpatov (Karpatska konvencija) iz leta 2003.

Na ravni Evropske unije so za uvedbo, uporabo in upravljanje tujerodnih dreves pomembni predvsem trije pravni instrumenti: (1) Direktiva Sveta 1999/105/ES z dne 22. decembra 1999 o trženju gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM), (2) Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst (znana kot Habitatna direktiva) in (3) Uredba (EU) št. 1143/2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst.

1.5.2 Metode dela

Metode dela obsegajo natančni pregled celotne zakonodaje in pravnih aktov, ki so glede gojenja TDV v Sloveniji, zaradi zgoraj nakazanih razlogov, videti razmeroma omejujoči.

V slovenski zakonodaji področje vnosa in potencialnega vpliva tujerodnih drevesnih vrst ureja predvsem Zakon o ohranjanju narave (ZON, 1999), pomembni pa so še Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (2004), Zakon o gozdovih (1993), Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (2012), Pravilnik o določitvi semenskih območij (2003) in Uredba o zavarovanih prostoživečih rastlinskih vrstah (2004).

1.5.3 Rezultati

Zakon o ohranjanju narave

Zakon o ohranjanju narave (ZON, 1999) se neposredno dotika gojenja tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji. Med drugim opredeljuje definicije avtohtonosti in tujerodnosti vrst, kot tudi vnašanja tujerodnih vrst v naravno okolje. V splošnem pa ZON določa ukrepe ohranjanja biotske raznovrstnosti in sistem varstva naravnih vrednot z namenom prispevati k ohranjanju narave (1. člen, 1. odstavek).

V nadaljevanju predstavljamo nekaj pojmov, ki jih omenjeni zakon definira in se posredno ali neposredno nanašajo na problematiko gojenja tujerodnih drevesnih vrst v slovenskih gozdovih. Tako sta v 2. in 3. členu definirana pojma biotske raznovrstnosti in naravnega ravnovesja:

(1) Biotska raznovrstnost je raznovrstnost živih organizmov.

- (2) Raznoverstnost živih organizmov vključuje raznoverstnost znotraj vrst in med različnimi vrstami, gensko raznoverstnost ter raznoverstnost ekosistemov.
- (3) Biotska raznoverstnost se v naravi ohranja z ohranjanjem naravnega ravnovesja.

(1) Naravno ravnovesje je stanje medsebojno uravnoteženih odnosov in vplivov živih bitij med seboj in z njihovimi habitati.

(2) Naravno ravnovesje je porušeno, ko poseg uniči številčno ali kakovostno strukturo življenjske združbe rastlinskih ali živalskih vrst, okrni ali uniči njihove habitate, uniči ali spremeni sposobnosti delovanja ekosistemov, prekine medsebojno povezanost posameznih ekosistemov ali povzroči precejšnjo osamitev posameznih populacij.

Pojmi avtohtonosti in tujerodnosti ter vnašanja tujerodnih organizmov v okolje so definirani v 11. členu:

(1) Domorodna (avtohtona) živalska ali rastlinska vrsta je tista, ki je v določenem ekosistemu naravno prisotna; od vrst, ki so bile iztrebljene, se za domorodne štejejo tiste, za katere v ekosistemu še obstajajo približno enaki biotopski in biotski dejavniki, kot so bili pred iztrebitvijo.

(2) Doselitev je vnos rastlin ali živali v ekosistem, v katerem rastline ali živali te vrste že živijo.

(9) Naselitev je vnos rastlin ali živali v ekosistem, v katerem rastline ali živali te vrste niso bile nikoli prisotne. Naselitev je lahko izvedena z namenom, da rastline ali živali v novem ekosistemu živijo, ali je nezavedna in je posledica človekovega malomarnega ravnanja, npr. odmetavanje akvarijskih ali terarijskih živali v naravo ali omogočanje pobega živali iz ograjenih prostorov. Vnos živali v prostor za gojitev živali ni naselitev.

(16) Ponovna naselitev je vnos rastlin ali živali v ekosistem, v katerem so bile rastline ali živali te vrste iztrebljene, v ekosistemu pa še obstajajo približno enaki abiotski in biotski dejavniki, kot so bili pred iztrebitvijo.

(22) Tujerodna (alohtona) rastlinska vrsta je tista, ki jo naseli človek in pred naselitvijo ni bila prisotna na ozemlju Slovenije.

Pogoje za naselitev rastlin ali živali tujerodnih vrst v Sloveniji definira 17. člen, kar predvsem velja za vrste, ki se jih na novo naseljuje, ne pa za tujerodne vrste, ki so v nekem okolju že prisotne:

(1) Naseljevanje rastlin ali živali tujerodnih vrst je prepovedano.

(2) Ne glede na določbo prejšnjega odstavka lahko ministrstvo izjemoma dovoli naselitev rastlin ali živali tujerodnih vrst, če se v postopku presoje tveganja za naravo ugotovi, da poseg v naravo ne bo ogrozil naravnega ravnovesja ali sestavin biotske raznoverstnosti.

(3) Naseljevanje živali tujerodnih vrst, ki jih je dovoljeno loviti, in rastlin, ki se uporabljajo pri opravljanju kmetijske in gozdarske dejavnosti, dovoli pristojno ministrstvo s soglasjem ministrstva ob pogoju iz prejšnjega odstavka.

Pri vnosu novih tujerodnih drevesnih vrst v Slovenijo je potrebno narediti oceno tveganja, končno odločitev pa poda ministrstvo. O posegih v naravo, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje, govori člen 101.e. V postopku presoje sprejemljivosti posegov v naravo je treba ugotoviti in ustrezno presoditi vplive oziroma posledice teh posegov v naravo glede na varstvene cilje posebnega varstvenega območja ali potencialnega posebnega ohranitvenega območja. Ministrstvo sprejema odločitve v postopku presoje vplivov na okolje na podlagi mnenj organizacije, pristojne za ohranjanje narave.

Doseljevanje tujerodnih vrst obravnava predvsem 18. člen. V njem so opredeljeni pogoji doseljevanja rastlinskih in živalskih tujerodnih vrst, kjer velja izpostaviti 6. odstavek, ki izključuje kmetijsko in gozdarsko dejavnost iz problematike doseljevanja rastlin:

- (1) Doseljevanje rastlin ali živali tujerodnih vrst mora biti spremljano in nadzorovano.
- (2) Fizična ali pravna oseba mora obvestiti ministrstvo o nameravani doselitvi rastlin ali živali tujerodnih vrst.
- (3) Vlogi mora predlagatelj priložiti tudi ugotovitve izvedenega postopka presoje tveganja za naravo.
- (4) Odločba, s katero se doselitev prepove, se izda na podlagi izvedenega postopka presoje tveganja za naravo.
- (5) Če ministrstvo v 30 dneh od prejema popolne vloge o zahtevi ne odloči, se šteje, da z doselitvijo ne soglaša.
- (6) Za doseljevanje rastlin, ki se uporabljajo pri opravljanju kmetijske in gozdarske dejavnosti, se določbe tega člena ne uporabljajo.

V primeru negativnega vplivanja tujerodnih vrst na naravo 24. člen navaja, da je vlada tista, ki: predpiše podrobnejši način varstva rastlinskih ali živalskih vrst ter varstvo drugih vrst živih organizmov in pri tem med drugim uredi postopek odvzema rastlin ali živali tujerodnih vrst, ki ogrožajo domorodne vrste, in ravnanja v zvezi z omejevanjem in preprečevanjem širjenja ter zmanjševanjem in preprečevanjem negativnega vpliva tujerodnih vrst na naravo, zlasti invazivnih vrst (4. odstavek).

Gojenja tujerodnih drevesnih vrst se neposredno dotika splošni varstveni režim, ki je obravnavan v 68. členu. Govori o zavarovanih območjih, kjer je predvideno, da se z aktom o zavarovanju širšega zavarovanega območja lahko prepove, omeji ali drugače uredi vnašanje rastlin ali živali tujerodnih vrst in spreminjanje vegetacije na zavarovanem območju. Širša zavarovana območja so območje narave, kjer je velika abiotska, biotska in krajinska raznovrstnost ter velika gostota in raznolikost naravnih vrednot, ki so lahko tudi kompleksno in funkcionalno med seboj povezane (67. člen).

ZON v svojem XI. delu predpisuje tudi kazni za kršitelje prepovedi vnosa tujerodnih vrst. Predvidene so kazni, ki kaznujejo tako pravne kot fizične osebe. V kazenskih določbah je predpisana globa od 2.000 do 10.000 evrov za pravno osebo, če naseli rastline ali živali tujerodnih vrst brez dovoljenja (člen 160.a, odstavek 1) in globa od 1.000 do 2.000 evrov za pravno osebo, če ne obvesti ministrstva o nameravani doselitvi rastlin ali živali tujerodnih vrst ali, če doseli rastline ali živali tujerodnih vrst, ki jih je prepovedano doseliti (člen 161, odstavek 1), vendar to ne velja za gozdarsko dejavnost (ZON, 1999).

ZON je tudi osnova za Uredbo o posebnih varstvenih območjih – območjih Natura 2000, ki so definirana v 33. členu. V 6. odstavku je napisano, da se pri urejanju prostora in rabi naravnih dobrin upoštevajo pravila ravnanja, varstvene usmeritve, varstveni režimi ali razvojne usmeritve, ki so določene na podlagi ZON.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000)

Uredba o posebnih varstvenih območjih 2000 (2004) določa posebna varstvena območja (območja Nature 2000) in varstvene cilje na teh območjih ter varstvene usmeritve za ohranitev ali doseganje ugodnega stanja prostoživečih rastlinskih in živalskih vrst, njihovih habitatov ter

habitatnih tipov, katerih ohranjanje je v interesu Evropske unije, in druga pravila ravnanja za ohranjanje teh območij (1. člen).

Posebno varstveno območje oz. območje Natura 2000 je ekološko pomembno območje, ki je na ozemlju EU pomembno za ohranitev ali doseganje ugodnega stanja vrst ptic (posebno območje varstva) in drugih živalskih ter rastlinskih vrst, njihovih habitatov in habitatnih tipov (posebno ohranitveno območje), katerih ohranjanje je v interesu EU. Habitatni tipi v interesu EU so tisti, ki so v nevarnosti, da na svojem naravnem območju razširjenosti izginejo, ali imajo majhno naravno območje razširjenosti zaradi zmanjševanja ali omejenosti območja samega ali predstavljajo izjemne primere tipičnih značilnosti ene ali več od naslednjih petih biogeografskih regij: alpske, atlantske, celinske, makronezijske in sredozemske regije (2. člen).

Varstveni cilji območij Natura 2000 so ohranitev ali doseganje ugodnega stanja rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov, za katere je Natura območje določeno, ohranjanje celovitosti Natura območij v smislu ohranjanja njihovih ekoloških struktur, funkcij in varstvenega potenciala ter ohranjanje povezanosti Natura območij. Na Natura območju, na katerem je več habitatov vrst ali habitatnih tipov, zaradi katerih je to območje opredeljeno, se upoštevajo med seboj usklajeni varstveni cilji. Varstveni cilji se podrobneje opredelijo in določijo za posamezno Natura območje v programu upravljanja Natura območij (6. člen).

Varstvene usmeritve v 7. členu, 5. odstavku narekujejo: »Na Natura območja se ne vnaša živali in rastlin tujerodnih vrst ter gensko spremenjenih organizmov.«

Na Natura območju je treba izvesti presojo sprejemljivosti planov, programov, načrtov, prostorskih ali drugih aktov oziroma presojo sprejemljivosti posegov v naravo v primerih in na način, kot je to določeno s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave (8. člen).

Zakon o gozdovih

Zakon o gozdovih (ZG) spada med mehkejšje regulatorje glede gojenja tujerodnih drevesnih vrst, saj le-te niso nikjer neposredno omenjene, se jih pa zakon dotika posredno preko usmeritev gospodarjenja. ZG (1993) ureja varstvo, gojenje, izkoriščanje in rabo gozdov ter razpolaganje z gozdovi kot naravnim bogastvom s ciljem, da se zagotovijo trajnostno sonaravno ter večnamensko gospodarjenje v skladu z načeli varstva okolja in naravnih vrednot, trajno in optimalno delovanje gozdov kot ekosistema ter uresničevanje njihovih funkcij.

V nadaljevanju bomo iz omenjenega zakona izpostavili člene, ki se posredno ali neposredno dotikajo gojenja tujerodnih drevesnih vrst v gozdovih. Tako je v 3. členu opredeljeno sonaravno gospodarjenje kot način ravnanja z gozdnimi ekosistemi, ki temelji na negi gozda in zagotavlja njihovo ohranitev, povečevanje pestrosti avtohtonih rastlinskih in živalskih vrst ter vzpostavljanje biotskega ravnovesja.

V 18. členu je zapisano, da je v gozdovih prepovedano vsako dejanje, ki zmanjšuje ravnost sestoja ali rodovitnost rastišča, stabilnost ali trajnost gozda oziroma ogroža njegove funkcije, njegov obstoj ali namen. Ne glede na to lahko lastnik gozda v lastnem gozdu pridobiva seme gozdnih dreves in druge gozdne dobrine, če se s tem ne povzroči opustošenje.

36. člen ZG navaja, da se v gozdovih v skladu z gozdnogospodarskimi načrti ohranjajo oziroma ponovno vzpostavljajo habitati avtohtonih rastlinskih in živalskih vrst. V gozdovih s spremenjeno sestavo gozdnih življenjskih združb se postopno ponovno vzpostavlja njihova naravna sestava.

Za kršitelje prepovedi 18. člena so predvidene kazni, medtem ko 36. člen ni omenjen v kazenskih določbah, torej ne velja za prekršek. Za pravno osebo, posameznika, ki samostojno opravlja dejavnost ali samostojnega podjetnika posameznika je predpisana globa od 1.200 evrov do 42.000 evrov, če s svojim ravnanjem zmanjšuje ravnost sestoja ali rodovitnost rastišča, stabilnost ali trajnost gozda oziroma ogroža njegove funkcije, njegov obstoj ali namen ali, če pri pridobivanju semena gozdnih dreves ali drugih gozdnih dobrin povzroči opustošenje (79. člen, 1. odstavek) (Zakon o gozdovih, 1993).

Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu

Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (ZGRM) (2002) določa pogoje za pridelovanje, trženje in uporabo gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM); obveznosti oseb, ki se ukvarjajo s pridelovanjem, trženjem in uvažanjem reprodukcijskega materiala; strokovne naloge in postopke v zvezi z izvorom, kakovostjo in istovetnostjo reprodukcijskega materiala; pridobivanje, uporabo in izmenjavo podatkov in informacij; rezerve semenskega materiala in gozdno gensko banko; stroške; organe, ki izvajajo ta zakon, ter inšpekcijski nadzor.

Reprodukcijski material po tem zakonu obsega semenski material, dele rastlin in sadilni material tistih drevesnih vrst in umetnih križancev, ki se uporabljajo zlasti za obnovo gozdov s sadnjo in setvijo, pogozdovanje, snovanje in vzdrževanje trajnih zaščitnih ali protierozijskih pasov gozdnega drevja ter snovanje in vzdrževanje plantaž gozdnega drevja (3. člen). V 5. členu piše, da se določbe tega zakona ne uporabljajo za reprodukcijski material v obliki sadilnega materiala ali v obliki delov rastlin, ki se ne uporablja za namene iz 3. člena in za reprodukcijski material, ki ga lastniki gozdov pridobijo iz lastnega gozda in ga sami pridelujejo za uporabo v lastnem gozdu, če ga uporabijo v istem ali sosednjem sestoju, iz katerega je bil reprodukcijski material prvotno pridobljen. Tako se Zakon o GRM uporablja le za gozdarske dejavnosti in drevesne plantaže, ne pa tudi za drevorede, parke...

Seznam drevesnih vrst in umetnih križancev za GRM, za katerega velja ta zakon, predpiše minister, pristojen za gozdarstvo, v soglasju z ministrom, pristojnim za ohranjanje narave (3. člen) (ZGRM, 2002).

ZGRM vsebuje posredne usmeritve glede vnašanja tujerodnih drevesnih vrst v naše gozdove, saj so v 6. členu zapisani splošni pogoji za pridelovanje reprodukcijskega materiala, ki narekujejo, da se za njegovo pridelovanje, namenjenega trženju, uporabljajo samo tisti semenski objekti, ki jih v skladu z določbami tega zakona odobri Gozdarski inštitut Slovenije in so vpisani v register gozdnih semenskih objektov.

Na listi drevesnih in grmovnih vrst in umetnih križancev, za katere velja ZGRM, je uvrščenih 112 vrst, od tega je 15 tujerodnih (preglednica 1).

Preglednica 1: Tujerodne vrste na listi drevesnih in grmovnih vrst in umetnih križancev, za katere velja Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu

Latinsko ime	Slovensko ime
<i>Abies cephalonica</i> Loud.* #	grška jelka
<i>Abies grandis</i> Lindl.* #	velika jelka
<i>Juglans nigra</i> L. ^o	črni oreh
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carr.* #	japonski macesen
<i>Larix × eurolepis</i> Henry* #	macesen – umetni križanci
<i>Picea omorika</i> (Pančić) Purkyne ^o	omorika
<i>Pinus pinaster</i> Ait.* #	obmorski bor
<i>Pinus pinea</i> L.* #	pinija
<i>Pinus strobus</i> L. ^{#o}	zeleni bor
<i>Populus × spp.</i> * #	topoli in njihovi umetni križanci
<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco* #	navadna ameriška duglazija
<i>Quercus rubra</i> L.* #	rdeči hrast
<i>Quercus suber</i> L.* #	plutovec
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.* #	robinija
<i>Salix × spp.</i> #	vrbe in njihovi umetni križanci

Vrste, označene z *, so predpisane v prilogi Direktive o trženju GRM EC/105/1999; vrste, označene z #, so vključene v obstoječo Odredbo o seznamu drevesnih vrst in umetnih križancev (Ur. l. RS, št. 4/10). Z znakom ^o so označene tri tujerodne vrste, ki so v Direktivi izpuščene, v gozdarstvu v Sloveniji pa se uporabljajo že dobro stoletje.

Pravilnik o določitvi provenienčnih območij

Pravilnik o določitvi provenienčnih območij (2003) v skladu z Direktivo Sveta 1999/105/ES z dne 22. decembra 1999 o trženju GRM določa provenienčna območja, ki se morajo upoštevati pri pridelovanju in trženju GRM ter usmeritve za njegovo uporabo.

Po 5. členu Pravilnika o določitvi provenienčnih območij spadajo vse tujerodne drevesne vrste v Sloveniji med manjšinske drevesne vrste, za katere velja območje Republike Slovenije kot enotno provenienčno območje. Zato je možna uporaba GRM dovoljena po vsej Sloveniji, vendar je potrebno upoštevati višinske pasove, ki jih določa 6. člen pravilnika (nižinski pas ter spodnji, srednji in zgornji višinski pas). Sosednji višinski pas se dovoljuje pri izjemoma primernemu GRM, ki se lahko uporablja, če več kot 10 let ni na razpolago niti GRM za manj primerno uporabo, vendar največ za potrebe enega leta (7. člen).

Seznam gozdnih semenskih objektov, ki ga je izdelal Gozdarski inštitut Slovenije (stanje na dan 1. januar 2021), vsebuje 14 tujerodnih drevesnih vrst. Na seznamu je devet semenskih objektov navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii* Franco), dva semenska objekta grške jelke (*Abies cephalonica* Loud.), alepskega bora (*Pinus halepensis* Mill.), rdečega hrasta (*Quercus rubra* L.) in navadnega oreha (*Juglans regia* L.) ter po en semenski objekt za veliko jelko (*Abies grandis* Lindl.), japonski macesen (*Larix kaempferi* Carr.), hibridni macesen (*Larix × eurolepis* Henry), pinijo (*Pinus pinea* L.), plutca (*Quercus suber* L.), navadno robinijo (*Robinia pseudoacacia* L.), navadni smokvovec (*Ficus carica* L.), navadno nešpljo (*Mespilus germanica* L.) ter navadno oljko (*Olea europaea* L.). Večina jih ima »znano poreklo«, v kategorijo »izbran« so uvrščeni štirje sestoji ameriške duglazije in en sestoj alepskega bora.

Večinoma gre za tip »skupina semenjakov«, razen pri duglaziji, kjer je osem objektov uvrščenih v tip »sestoj« in en v tip »skupina semenjakov«, po en »sestoj« je še pri grški jelki, alepskem boru in rdečem hrastu. Od 26 tujerodnih gozdnih semenskih objektov jih kar 14 ni za uporabo v gozdarstvu, tako da so za slednje primerni le semenski sestoji za ameriško duglazijo, grško jelko, alepski bor, rdeči hrast in navadni oreh.

Usmeritve za uporabo GRM opredeljuje 7. člen, kjer je med drugim zapisano, da če več kot 10 let ni na razpolago GRM za izjemoma primerno uporabo in v primeru povečanih potreb po GRM zaradi sanacije velikih površin po ujmah, se lahko uporablja, vendar največ za potrebe enega leta, tudi GRM iz sosednjih držav pod pogoji, določenimi v 7.a členu tega pravilnika. V 7.a členu pa se po predhodni pridobitvi pozitivnega strokovnega mnenja Gozdarskega inštituta Slovenije lahko dovoli uporabo zelene navadne ameriške duglazije GRM iz posameznih provenienčnih območij in višinskih pasov iz Avstrije v posameznih provenienčnih območjih in podobmočjih ter višinskih pasovih na območju Republike Slovenije - dovoli se uporaba GRM zelene duglazije – *Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* iz provenienčnega območja 8.2 v provenienčno območje 3. (Predpanonska regija, brez 3.7) v pasu 200 do 700 m n.v. V prilogi pravilnika je podan tudi seznam provenienc zelene duglazije, ki so priporočene za sadnjo v provenienčnem območju 8.2 v Avstriji (Pravilnik o določitvi semenskih območij, 2003).

Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah

Z Uredbo o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah (2004) se zavarujejo ogrožene prosto živeče rastlinske vrste, predpiše pravila ravnanja, poseben varstven režim ter ukrepe varstva in smernice za ohranitev habitatov teh vrst, z namenom ohranitve ugodnega stanja teh vrst.

V 17. členu Uredbe, kjer so usmeritve za ohranjanje ugodnega stanja habitatov rastlinskih vrst piše, da se posegi in dejavnosti načrtujejo z namenom ohranitve habitatov rastlinskih vrst v ugodnem stanju na način in v obsegu, da se v kar največji možni meri ohrani naravno sestavo biocenoze, brez tujerodnih rastlinskih in živalskih vrst ali podvrst in biotehnološko spremenjenih organizmov (Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah, 2004).

1.5.4 Razprava in zaključki

Večdesetletni sonaravni koncept gospodarjenja je na eni strani pripeljal do današnje velike ohranjenosti slovenskih gozdov, na drugi strani pa je botroval razvoju obsežne in prepletene zakonodajne ureditve gospodarjenja z gozdovi in gozdno krajino v najširšem pomenu besede. Koncept, ki daje absolutno prednost domačim drevesnim vrstam pred tujerodnimi, je vgrajen v domala vse zakonske in podzakonske akte, in veljajo za vse gozdove v Sloveniji, ne glede na lastništvo. Ohranjenost narave se kaže tudi v tem, da več kot 37 % celotne površine Slovenije spada v območje Natura 2000, od katere gozdovi pokrivajo kar 71 % površine. Poseben naravovarstveni status, ki zadeva te gozdove, še dodatno omejuje gojenje tujerodnih drevesnih vrst in prispeva k zapletenosti zakonodajne ureditve.

V slovenski zakonodaji je krovni zakon, ki se neposredno dotika tujerodnih drevesnih vrst, Zakon o ohranjanju narave (ZON, 1999), ki pa za področje njihovega gojenja za gozdarske dejavnosti ostaja relativno ohlapen. Namreč, omenjeni zakon za gozdarsko dejavnost ne prepoveduje doselitve vrst, to je vrst, ki so na določenem ekosistemu že prisotne, omejuje pa novo naselitev tujerodnih drevesnih vrst, ki je možna le z dovoljenjem ministrstva, zato je, razen z ustrezno presojo za okolje, prepovedana. Rahle težave se nakazujejo že z samim

definiranjem avtohtonosti oz. tujerodnosti. Zakon o ohranjanju narave namreč tujerodnost definira z geografsko razširjenostjo vrste, in sicer se za tujerodne vrste štejejo tiste vrste, ki svojega naravnega areal nimajo na ozemlju Slovenije, medtem ko so avtohtone vrste definirane ekosistemsko, in sicer kot vrste, ki so v nekem ekosistemu naravno prisotne. Ob temu se takoj porajajo vprašanja o naših avtohtonih vrstah, ki rastejo zunaj svojih naravnih okolij kot npr. smreka v nižinskih gozdovih. In kot vemo, je takšnih primerov v slovenskih gozdovih zelo veliko.

V državi imamo območja, kjer se tujerodnih drevesnih vrst naj ne bi vnašalo, to so območja Natura 2000, ki jih definira Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uredba v 2. točki 7. člena določa, da se v Natura območjih posege in dejavnosti načrtuje tako, da se v čim večji možni meri ohranja naravna razširjenost habitatnih tipov ter habitatov rastlinskih ali živalskih vrst, in ohranja ustrezne lastnosti abiotskih in biotskih sestavin habitatnih tipov, njihove specifične strukture ter naravne procese ali ustrezno rabo. Intenzivnejše širjenje tujerodnih drevesnih vrst bi tako lahko imelo negativen vpliv na navedene elemente. V 5. točki 7. člena pa uredba določa, da se na Natura območja ne vnaša živali in rastlin tujerodnih vrst ter gensko spremenjenih organizmov, kar omejuje morebitno dodatno sajenje tujerodnih drevesnih vrst, vendar gre le za varstvene usmeritve, prav tako sam »vnos« ni natančno definiran. Torej vnašanje tujerodnih drevesnih vrst po Uredbi ni izrecno prepovedano (ni prekršek, za katerega so predvidene sankcije oz. kazni). Na območjih Natura 2000, katerih cilj je vzdrževanje gozdov v njihovem sedanjem stanju in razširjenosti, je mogoče obdržati obstoječe tujerodne vrste, če to ne ovira doseganja cilja ohranjanja območja. Na območjih, katerih cilj pa je izboljšati stopnjo ohranjenosti določenega habitatnega tipa ali vrste, je možen ohranitveni ukrep prizadevanje za zmanjšanje površine, ki jo zasedajo tujerodne vrste, da se obnovi kontinuiteta naravnega habitata ali njegove strukture. Posebnih omejitev pri vzdrževanju obstoječih sestojev tujerodnih drevesnih vrst v območjih Natura 2000 ni, prav tako se ne omenja njihovo odstranjevanje.

Zakon o gozdovih govori o sonaravnih pristopih, pri varstvu gozdov pa navaja, da se v skladu z gozdnogospodarskimi načrti ohranjajo oziroma ponovno vzpostavljajo habitati avtohtonih rastlinskih in živalskih vrst, ter, da se v gozdovih s spremenjeno sestavo gozdnih življenjskih združb postopno ponovno vzpostavlja njihova naravna sestava. Torej gre za mehkejše pristope oz. usmeritve pri gospodarjenju in ne za prepovedi, iz katerih bi sledile kazenske sankcije.

Na podlagi 3. člena Zakona o gozdnem reprodukcijskem materialu je izdana odredba o seznamu drevesnih vrst in umetnih križancev (Odredba o seznamu drevesnih vrst in umetnih križancev, 2010). Uvrstitev vrst na listo drevesnih in grmovnih vrst in umetnih križancev omogoča rabo ustreznih vrst in provenienc gozdnih drevesnih in grmovnih vrst za obnovo gozdov na območju Slovenije, z namenom ohranjanja gozdnih genskih virov, podporo biodiverziteti vrst, ohranjanje ali večanje genetske pestrosti in s tem potenciala za prilagajanje na bodoče spremembe v okolju. Zagotavlja tudi financiranje uporabe vrst, navedenih na listi, pri obnovi gozdov s sadnjo in setvijo (npr. po velikopovršinskih ujmah ali požarih, ko je pomembno poleg drevesnih vrst uporabiti tudi seme in/ali sadike grmovnic). Prav tako pa lista nudi nadzor nad uporabo tujerodnih vrst v slovenskih gozdovih in zunaj-gozdnih nasadih.

Po Zakonu o gozdnem reprodukcijskem materialu je v gozdove dovoljeno vnašati le GRM, ki izhaja iz registriranega semenskega objekta, tako da, če za določeno drevesno vrsto takšnega objekta ni, tudi GRM-ja, ki bi ga vnašali v gozdove, nimamo. Rešitev problema bi bila registracija novih semenskih objektov, ki bi jih eventuelno lahko registrirali v Sloveniji. Vprašanje, ki se ob temu poraja pa je, koliko takšnih objektov bi v Sloveniji sploh lahko imeli.

Druga možnost je uvoz GRM. Tako je na primer dovoljen uvoz GRM za ameriško duglazijo, ki je ena od dveh tujerodnih vrst, ki jo je dovoljeno uvažati iz tujine (Avstrija). Druga tujerodna vrsta je alepski bor, ki ga je dovoljeno uvažati iz Hrvaške. Iz Hrvaške je med drugim dovoljeno uvažati tudi topole in njihove hibride (ni definirano katere). Iz Madžarske lahko uvozimo le nekatere samonikle vrste hrastov (dob, cer in graden) ter črno jelšo. Na temu mestu je potrebno omeniti tudi rešitev za lastnike gozdov, za katere zakon o GRM dovoljuje uporabo in prenašanje GRM v sosednje sestoje. In to velja tako za avtohtone, kot neavtohtone vrste (5. člen).

1.6 Analiza uspešnosti današnjih nasadov ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst ter izdelava nabora vrst za prihodnje preizkušanje

Rezultati obsegajo analize več nasadov ameriške duglazije na Počivalniku pri Postojni, dveh provenienčnih poskusnih nasadov ameriške duglazije v Brkinih (Padež I in Padež II), nasada omorike na Počivalniku, več izven gozdnih nasadov pavlovnije na območju Bele krajine in semenskega sestoja (nasada) grške jelke na Krasu.

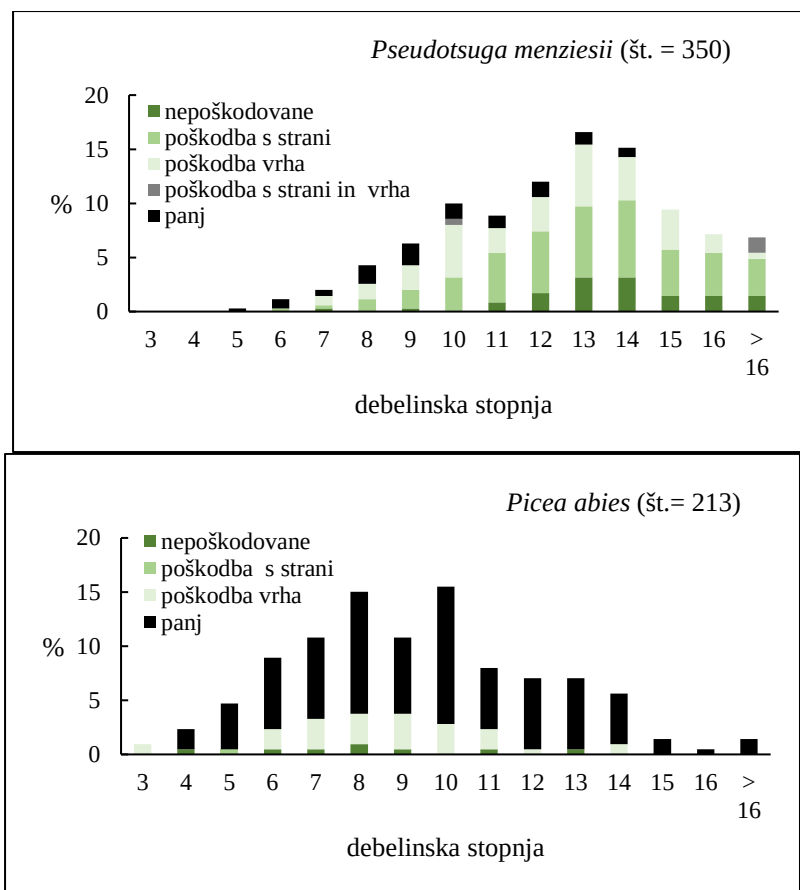
1.6.1 Ameriška duglazija - objekt Počivalnik

Metode dela

Raziskavo smo opravili v štirih mešanih sestojih navadne smreke in ameriške duglazije, ki so bili osnovani sredi 30. let 20. stoletja. Raziskovalne ploskve s skupno površino 2,9 ha ležijo v GGO Postojna, GGE Planina – Golobičevce, v odsekih A17B, A28B, A29B in A30B. Na ploskvah smo opravili polno premerbo dreves, drevesom smo ocenili vitalnost in poškodovanost. V analizo smo vključili tudi vse panje podrtih dreves. V sestojih, na robu in zunaj njih smo analizirali tudi uspešnost naravnega pomlajevanja. Za opis podrobnejših metod glej Raida 2018.

Rezultati

Skupno smo analizirali 359 stoječih dreves in 204 panjev odstranjenih dreves. Zaradi poškodb žledoloma (2014) in posledično napadov podlubnikov je bilo na raziskovalnih ploskvah odstranjenih 78 % vseh smrek in 11 % duglazij (slika 1). Kljub temu, da je bil delež poškodovanih duglazij v sestoju visok (85 %), te poškodbe niso bile tako hude, da bi resneje ogrozile preživetje dreves. Na drugi strani pa lahko že manjše poškodbe na smreki povzročijo tako velik upad vitalnosti, da postanejo drevesa tarča podlubnikov, kar vodi do povečane mortalitete. Zaradi tega je bila večina poškodovanih in nato posušenih smrek v letih po žledolomu odstranjenih iz sestoja.



Slika 1: Distribucija dreves navadne ameriške duglazije (zgoraj) in navadne smreke (spodaj) glede na debelinsko stopnjo in poškodovanost (pri panju je premer merjen na panju)

Iz debelinske strukture (slika 1) je razvidno, da je debelinska rast pri ameriški duglaziji veliko večja kot pri navadni smreki. Pri starosti 80 let (starost sestoja v času analize), so bila drevesa duglazije za več kot 3 debelinske razrede debelejša od smreke. Poleg večjega debelinskega priraščanja so drevesa duglazije tudi manj poškodovana. Na drugi strani je nepoškodovanih smrek izjemno malo, tudi poškodovanih dreves smreke je v sestojih ostalo le malo, kar je posledica preventivnih in kurativnih ukrepov pred, med in po napadih podlubnikov.

Analiza je pokazala, da obstaja pri ameriški duglaziji zmerna pozitivna korelacija med debelino dreves in nepoškodovanostjo ($r = 0,52$), kar pove, da z debelino postajajo drevesa duglazije odpornejša proti poškodbam (v našem primeru so to poškodbe zaradi žleda). Neposredna primerjava s smreko kaže, da je duglazija na Počivalniku bistveno bolj odporna proti naravnim motnjam, kot sta npr. žled in napadi podlubnikov. Četudi ne vemo natančno, kolikšen delež smrek je bil neposredno odstranjen zaradi poškodb po žledu, je bila smreka ob tem tako oslABLJENA, da je sledila močna gradacija podlubnikov, zaradi česar je bilo potrebno smreko skoraj v celoti odstraniti iz sestoja. Ob tem je potrebno omeniti, da je bilo poletje 2015 (leto dni po žledolomu) izredno vroče in sušno, kar je sušenje smreke še dodatno pospešilo.

Pomlajevanje

Pretekla opazovanja naravnega pomlajevanja ameriške duglazije pri nas so nakazovala, da je le-to v sestojih s sklenjenim sklepom krošenj pičlo. Prva opažanja in meritve po žledolomu 2014 pa na objektu Počivalnik nakazujejo, da je naravno pomlajevanje duglazije v večjih

vrzelih z večjim dotokom svetlobe intenzivno in močno pospešeno (Raida, 2018). Z analizo smo ugotovili, da je pomlajevanje duglazije najuspešnejše v notranjosti sestojev, predvsem v bližini večjih dreves in na bolj osvetljenih predelih. Omeniti velja, da ameriška duglazija velja za močno priljubljeno vrsto velikih rastlinojedcev. Medtem ko klice ostajajo večinoma nepoškodovane, je objedenost mladik v najštevilčnejšem višinskem razredu od 10 do 20 cm (povprečna gostota v sestoji je v tem razredu 3.310 mladik na hektar) že 50 %. Stopnja objedenosti se z višino mladik povečuje in znaša v višinskem razredu od 50 do 100 cm praktično 100 %. Če upoštevamo podatek, da je številčnost mladik v tem višinskem razredu zelo majhna, pri večjih osebkih mladja duglazije pa je opaziti velik delež obdrgnjenih stebelc (Roženberger, 2021), lahko sklepamo, oz. predvidimo določene težave pri pomlajevanju duglazije. Divjad z objedanjem v zeliščni plasti namreč ustvarja ugodne svetlobne razmere za pomlajevanje, s selektivnim objedanjem pa otežuje uspešno preraščanje mladik duglazije v višje višinske razrede. Intenzivnost pomlajevanja duglazije se od roba sestoja do oddaljenosti ene do dveh drevesnih višin zunaj sestoja močno zmanjšuje, medtem ko ostaja razmerje med poškodovanimi in nepoškodovanimi mladikami v posameznih višinskih razredih razmeroma enako (Raida, 2018).

1.6.2 Ameriška duglazija – objekt Padež I, Padež II

Metode dela

Mednarodni provenienčni nasad ameriške duglazije v Brkinih (GGO Sežana, k.o. Artviže) poteka v dveh ločenih nasadih; Padež I (odsek 07049b, površina 1,95 ha) in Padež II (07048b, površina 0,65 ha). V nasadu Padež I, osnovanem spomladi 1971, je bilo posajenih 2.490 2-letnih sadik 16 provenienc, v nasadu Padež II iz leta 1972 pa je bilo zasajenih 1.053 2-letnih sadik še drugih 11 provenienc. V letih 2017 (Padež I) in 2020 (Padež II) smo v nasadih opravili polne premerbe, vsem drevesom smo ocenili vitalnost in poškodovanost. Po posameznih proveniencah smo sistematično merili in ocenjevali znake vejnatosti. Vpliv provenienc na proučevane znake smo preverjali z neparametričnimi testi. Za opis podrobnejših metod glej Smolnikar in sod. 2021.

Rezultati

Analiza podatkov je pokazala, da povprečno preživetje provenienc v 46-letnih, nikoli redčenih sestojih znaša 42 %. Od skupno 3.543 posajenih sadik je preživel 1.481 dreves. Najvišjo stopnjo preživetja imata provenienci Steamboat (1121) in Roseburg (1123) (56,8 % in 56,7 %) iz JZ Oregona, medtem ko imajo najnižje preživetje provenienc iz obalnega dela Kalifornije; Fort Bragg (1147) 10,0 %, St. Helene Mountain (1150) 15,0 % in Willits (1148) 17,1 %. Zadnje tri omenjene so najjužnejše provenienc, vključene v naših poskusih.

Z neparametrično analizo variance (Kruskal-Wallis test) smo potrdili statistične razlike v srednjih premerih med proveniencami v nasadu Padež I ($p < 0,001$), medtem ko razlik med srednjimi premeri v nasadu Padež II nismo odkrili ($p > 0,112$). Podoben vzorec variabilnosti se kaže tudi v vitalnosti provenienc, in sicer so v nasadu Padež I razlike v vitalnosti statistično značilne ($p < 0,001$), medtem ko v Padežu II le-teh nismo potrdili ($p = 0,295$).

Razlike med proveniencami so statistično značilne tudi pri znakih vejnatosti. Povprečno število vej na drevo je bilo v nasadu Padež I med 9,4 in 12,4, razlike med proveniencami pa so statistično značilne ($p < 0,01$). V Padežu II se je povprečno število vej med proveniencami gibalo od 6,5 do 11,2, statističnih razlik pa nismo potrdili ($p = 0,429$). Smo pa razlike med proveniencami potrdili pri povprečnih debelinah vej tako v Padežu I ($p < 0,01$), kot v Padežu II ($p < 0,001$).

Preglednica 1: Proučevane značilnosti provenienc ameriške duglazije v nasadih Padež I in Padež II

Padež	Provenienca ¹	Število posajenih	Preživetje (%)	Prsni premer (cm)	Vitalnost	Število vej ²	Premer vej ³
I	1 (1028) Merrit	180	35,0	27,0	1,87	10,7	16,6
I	2 (1059) Perry Creek	197	51,3	32,7	2,30	10,5	16,8
I	3 (1060) Clallam	159	46,5	30,0	2,20	9,5	15,4
I	4 (1064) Jefferson	166	44,6	28,6	2,16	9,6	14,8
I	5 (1070) Denny Creek	170	55,9	31,1	2,25	10,2	16,0
I	6 (1078) Cle Elum	179	53,6	29,3	2,04	12,4	16,9
I	7 (1080) Yelm	170	40,6	36,1	2,49	10,5	16,8
I	8 (1081) Alder Lake	161	31,1	31,1	2,18	10,6	15,5
I	9 (1088) Castle Rock	160	41,3	31,2	2,23	9,8	15,8
I	10 (1089) Cathlamet	160	47,5	34,1	2,37	10,8	16,7
I	11 (1090) Cougar	139	44,6	32,4	2,24	11,0	14,9
I	12 (1094) Vernonia	110	39,1	30,8	2,19	10,7	15,9
I	13 (1101) Waldport	170	41,8	31,5	2,26	9,4	15,0
I	14 (1102) Upper Soda	179	40,2	30,4	2,07	11,2	16,7
I	15 (1104) Brookings	160	30,6	31,7	2,25	11,5	16,4
I	16* (-) Podčetrtek	30	33,3	33,7		11,2	18,5
Skupaj/ Povprečje		2.490	43,0	31,2	2,21	10,6	16,2
II	1 (1114) Detroit	157	47,8	35,2	1,95	9,4	19,3
II	2 (1115) Corvallis	60	45,0	32,7	1,93	10,8	18,2
II	3 (1116) Burnt Woods	90	44,4	34,9	1,95	9,4	19,6
II	4 (1118) Marys Peak	69	47,8	36,2	1,73	11,0	18,7
II	5 (1121) Steamboat	169	56,8	33,6	2,02	11,0	21,1
II	6 (1123) Roseburg	60	56,7	33,7	1,91	9,7	17,4
II	7 (1138) Arcata I	110	20,9	26,1	2,30	10,6	17,7
II	8 (1139) Weaverville	108	41,7	34,8	2,00	9,8	20,0
II	9* (1147) Fort Bragg	20	10,0	36,5	1,50	6,5	18,8
II	10 (1148) Willits	170	17,1	32,5	2,17	9,0	17,7
II	11* (1150) St. Helena Mountain	40	15,0	39,7	1,83	11,2	23,5
Skupaj/ Povprečje		1.053	38,9	34,0	1,98	9,9	19,4

¹ za natančnejše podatke o proveniencah glej Smolnikar, 2021 in Bambič, 2021 (v tisku)

² število vej > 8 mm debeline v območju prsne višine 1,3m ± 0,30 m

³ povprečni premer izmerjenih vej (vse veje > 8 mm debeline)

* zaradi nizkega števila preživelih dreves, izključeno iz analiz

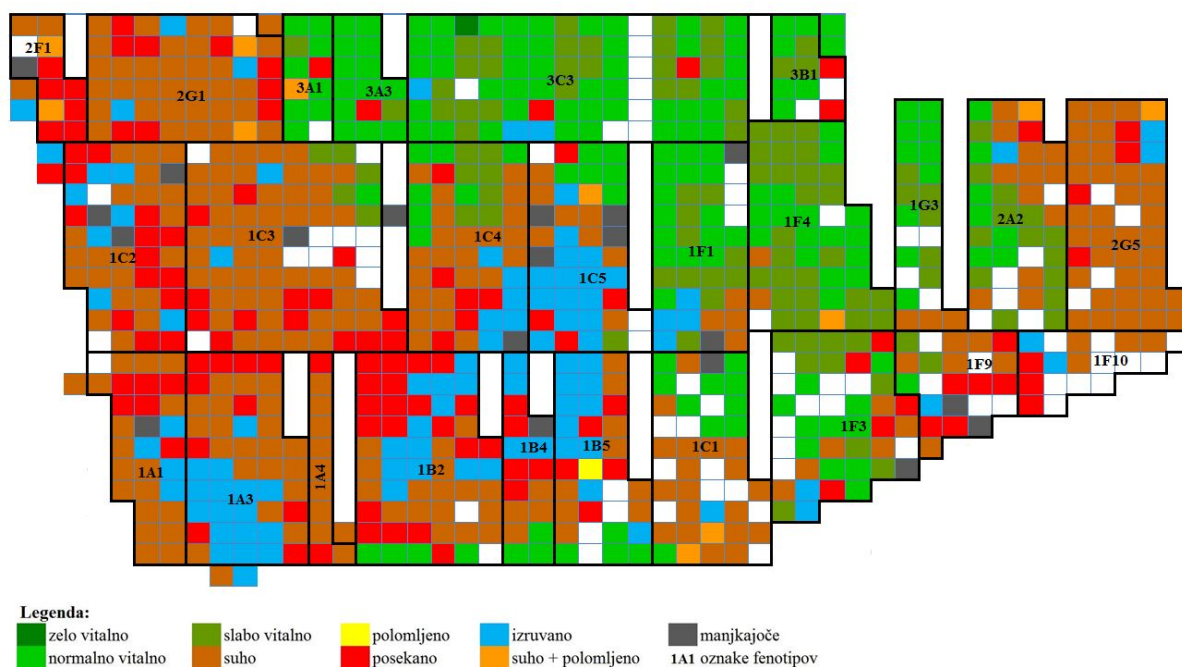
1.6.3 Omorika – objekt Počivalnik

Metode dela

Generativni nasad omorike (*Picea omorika* (Pančič) Purk.) na Počivalniku pri Postojni je bil osnovan leta 1988 (GGO Postojna, GGE Planina – Golobičevce). Na površini 0,5 ha je bilo posajenih 916 sadik omorike (vzgojna oblika 2 + 4). Sadike so pripadale trem različnim proveniencam: Bela Zemlja (pri Užicah), Popova Luka (pri Kremni) in Šargan ter petim različnim fenotipom (*borealis*, *semidichotomy*, *serbica*, *argentea* in *viminalis*). Leta 2014 je nasad prizadel žledolom, ki so mu v letih 2015–2016 sledile tudi prenamnožitve podlubnikov. Novembra 2016 smo v nasadu opravili polno premerbo, vsem drevesom smo ocenili vitalnost in poškodovanost. Vpliv provenienc in fenotipov na proučevane znake smo preverjali z neparametričnimi testi. Za opis podrobnejših metod glej Bambič in sod. 2020.

Rezultati

V času analize (november 2016) je bilo v nasadu omorike, ki je bil osnovan leta 1988, le še petina zadovoljivo vitalnih dreves. Pri provenienci Bela Zemlja je bilo največ suhih in polomljenih dreves, le nekaj manj je bilo manjkajočih. Od manjšine še živih prisotnih dreves provenience Bela Zemlja je bilo približno 15 % dreves normalno vitalnih, ca. 12 % pa slabše vitalnih. Kot slabše vitalna so se pokazala tudi drevesa provenience Popova Luka. Med njimi je bilo kar 66 % suhih in skoraj 20 % manjkajočih. Od 15 % še živih dreves je bila samo ena tretjina normalno vitalnih, druge smo ocenili kot slabo vitalne. Daleč najbolj vitalna so bila drevesa provenience Šargan. Živih, oziroma vsaj slabo vitalnih ali boljših je bilo več kot 90 %, od teh pa kar 65 % normalno vitalnih in celo 1 % zelo vitalnih. S Kruskal-Wallisovim testom smo potrdili, da učinek provenience značilno vpliva na zdravstveno stanje dreves, $H(2) = 186,86$, $p < 0,001$. Ugotovili smo, da na zdravstveno stanje značilno vpliva tudi fenotip dreves, $H(4) = 48,60$, $p < 0,001$, in sicer se je kot najvitalnejši pokazal fenotip argentea, medtem ko je vitalnost drugih štirih fenotipov nekoliko manjša.



Slika 2: Tlorisni shematski prikaz stanja celotnega nasada omorike na objektu Počivalnik v času poteka meritev

Pri analizi debelinske rasti smo ugotovili, da so najdebeljša drevesa iz Šargana, povprečni premer pri tej provenienci je znašal 17,4 cm, nekoliko manjši je bil pri Beli Zemlji, 17,3 cm in najmanjši pri drevesih Popove Luke, 17,1 cm.

Pri fenotipskih skupinah smo največji povprečni premer (18,1 cm) izmerili pri fenotipu semidichotomy, sledijo viminalis (17,6 cm), borealis in argentea (po 17,4 cm) ter na koncu fenotip serbica (16,9 cm). Z dvo-faktorsko analizo variance, s katero smo proučevali glavne učinke, nam ni uspelo potrditi vpliva provenience na premer dreves ($F = 1,099$, $p > 0,05$), značilni vpliv pa ima fenotip dreves ($F = 2,823$, $p < 0,05$). Posteriorna analiza (Tukey test) je pokazala, da se značilno razlikujeta fenotip semidichotomy, za katerega je značilna spontana dvovrhatost in fenotip serbica, katerega odlikuje habitus omorike z ozko krošnjo.

1.6.4 Pavlovnija v Beli krajini

Metode dela

Na širšem območju Bele krajine smo skupno evidentirali 28 izven gozdnih nasadov pavlovnije (*Paulownia* spp.), med njimi pa smo v 4 nasadih izvedli tudi natančnejše meritve; v treh nasadih je bilo to po 4. rastnih sezonah in v enem nasadu po treh sezonah. V posameznem nasadu smo naključno izbrali 50 dreves, pri katerih smo merili in ocenjevali kvantitativne in kvalitativne znake. Za podrobnejši opis metod glej Slobodnik 2019.

Rezultati

Evidentirali smo 28 nasadov s skupno površino 15,5 ha, v katerih je bilo zasajenih skupno 11.765 sadik. V večini primerov gre za sadike križanca Shan Tong in v enem primeru sorta »Bellissima«. Analiza 4. nasadov pavlovnije je pokazala na razlike v uspešnosti priraščanja dreves v posameznem nasadu. Ugotovili smo, da na rast vpliva več dejavnikov; kakovost in sorta kupljenih sadik, geološka podlaga zemljišča, njegova boniteta oz. kakovost, gojitveni ukrepi (zalivanje, rezanje po prvem letu, gnojenje itd.) ter motiviranost lastnika.

Najmanjši povprečni premer debla v štirih nasadih je znašal 11,7 cm, največji pa 12,6 cm, povprečna višina se je gibala od 6,5 m do 7,8 m. Pri ugotavljanju učinka rezanja sadik po prvem letu na višinsko in debelinsko rast smo ugotovili, da so rezane sadike po treh rastnih sezonah od izvedbe reza že značilno višje od sadik, pri katerih se rez ni izvedel ($U = 1742.00, p < ,01$). Učinka reza na debelinsko priraščanje po treh rastnih sezonah nam ni uspelo potrditi ($U = 2294.00, p > ,05$). Drugačno sliko pa kažejo rezultati po dveh rastnih sezonah od izvedbe reza. Izkazalo se je namreč, da so rezana drevesa nižja ($U = 121.00, p < ,001$) in tanjša ($U = 113.00, p < ,001$) od nerezanih. Dobljeni rezultati tako nakazujejo, da rez sadik po prvem letu za nekaj časa sicer zmanjša višinsko in debelinsko priraščanje, da pa rezane sadike že po treh rastnih sezonah ujamejo in v višinski rasti celo prehitijo nerezane sadike.

Omeniti velja, da so bile sadike v 4. analiziranih nasadih sadike s certifikatom, ki navaja njihovo sterilnost in zato nezmožnost nekontroliranega širjenja. Med pregledovanjem nasadov in izvajanjem meritev sicer nismo opazili znakov invazivnosti, smo pa v posameznih nasadih zabeležili pojav koreninskih poganjkov, v enem primeru so se na drevesih pojavili plodovi.

1.6.5 Grška jelka pri Komnu na Krasu

Metode dela

Pri Komnu na Krasu smo analizirali semenski sestoj grške jelke na površini 2,91 ha. Drevesom smo merili višino, premer in mrazne razpoke. Parametri, ki smo jih ocenjevali, so bili vitalnost, socialni položaj, utesnjenost, velikost krošnje, ravnost debla, čiščenje vej, vrhatost, poškodbe in vzrok poškodb. Poleg polne premerbe smo naredili še analizo mladja, kjer smo določili 79 vzorčnih ploskev, ki so bile v obliki kvadrata 2×2 metra. Vzorčne ploskve smo popisovali na mreži 20×20 metrov. Za opis podrobnejših metod glej Heberle 2021.

Rezultati

S polno premerbo smo ugotovili, da je grška jelka glede na vitalnost v sestoji razmeroma uspešna. Večina dreves je nepoškodovanih (59,22 %), pri drevesih kje pa smo opazili poškodbe, je večina le-teh abiotske narave, predvsem je šlo za mrazne razpoke. Ker je imelo mrazne razpoke 191 dreves od 797, kar je 23,96 % vseh dreves, lahko govorimo, da je vpliv temperaturnega režima na grško jelko velik in je pomemben dejavnik ob morebitni saditvi, saj zmanjšajo vrednost lesa in vitalnost dreves.

Analiza pomlajevanja je pokazala, da se grška jelka pomlajuje. Podmladek je najštevilčnejši v višinskem razredu do 10 cm, kjer znaša gostota 31.962 os./ha. Večina osebkov v tem razredu je nepoškodovanih (98,4 %). V naslednjih višinskih razredih se gostota podmladka izrazito zmanjšuje; v razredu 10–20 cm znaša gostota 5.316 os./ha, v razredu od 20–50 cm pa le še 190 os./ha. Mladik, ki bi bile višje od 50 cm na vzorčnih ploskvah nismo našli.

Razprava in zaključki (podsklop DS1.5)

Po Zakonu o ohranjanju narave (11. člen) smreka izven svojih naravnih rastišč v Sloveniji ne spada med avtohtone rastlinske vrste, a hkrati ne spada niti med tujerodne drevesne vrste, kamor uvrščamo rastline, ki na ozemlju Slovenije po naravni poti niso prisotne (Zakon o ohranjanju narave, 1999). Gojenje rastlin zunaj njihovih naravnih rastišč je iz ekološkega in naravovarstvenega vidika vprašljivo, pa vendar smo pri uporabi slovenskih vrst zunaj njihovih naravnih rastišč veliko popustljivejši kot pri uporabi neavtohtonih vrst, ki pa so lahko na določenih rastiščih z ekološkega vidika celo primernejše od naših vrst. Naravne ujme v zadnjih nekaj letih so pokazale krhkost naših gozdnih ekosistemov, še posebno v sestojih, katerih glavna graditeljica je navadna smreka. Na drugi strani motnje bolj prenašajo nekatere tujerodne drevesne vrste, na primer ameriška duglazija. Naše analize so pokazale, da bi TDV lahko povečale stabilnost in trajnost delovanja gozdnih ekosistemov, še posebno v luči vse pomembnejših klimatskih sprememb, je pa pred izborom in uporabo, tujerodne vrste potrebno dodobra spoznati. V kolikor bi italijanski gozdarji pred 2. sv. vojno na postojnskem ne sadili ameriške duglazije, danes ne bi vedeli, kako uspešno ta vrsta lahko prenaša naravne ujme in kako dobro se pomlajuje v večjih vrzelih. Na drugi strani pa je poskusni nasad grške jelke na Krasu, z visokim deležem pojavljanja mraznih razpok na drevesih, pokazal na njeno veliko občutljivost na lokalne podnebne razmere. Čeprav so tuje raziskave in spoznanja več kot dobrodošla, le-teh ne moremo neposredno prenašati v naše okolje. Za ta namen nam izvrstno služijo poskusni nasadi.

Omorika se je na objektu Počivalnik na postojnskem izkazala za odpornejšo vrsto kot navadna smreka. Vrsta je bolj kljubovala tako žledolomu kot podlubnikom, ki so se razmnožili v letih po žledu. Podlubniki so jo sicer napadli, vendar šele, ko je navadne smreke v okolici začelo zmanjkovati. Hkrati je naša analiza pokazala na velike razlike med proveniencami, kar govori o izjemnem pomenu izvora gozdnega reprodukcijskega materiala.

Od smreke se je kot veliko odpornejša proti žledolomu in gradaciji podlubnikov, in hkrati s hitrejšo rastjo, izkazala ameriška duglazija. Dobra vitalnost, hitra rast in intenzivno pomlajevanje duglazije na objektu Počivalnik so še posebno zanimivi, ker je matična podlaga karbonatna (kredni rjavosivi apnenci, tla so tipična rjava pokarbonatna, ponekod sprsteninasta rendzina), saj je znano, da duglazija na apnencih ne raste najbolje (Spiecker, 2018). Natančnega izvora dreves ameriške duglazije na območju Postojne žal ne poznamo, a je analiza dveh mednarodnih provenienčnih nasadov v Brkinih pokazala, da med proveniencami obstajajo

pomembne razlike tako v debelinskem kot v kakovostnem priraščanju. Najmanjše preživetje v Brkinih so pokazale provenience iz najjužnejših zemljepisnih širin, medtem ko se debelinsko priraščanje provenienc z zemljepisno širino povečuje.

1.7 Viri

- Alpska konvencija. 2021. <https://www.alpconv.org/sl/domaca-stran/> (4. 8. 2021)
- Bambič S., Jarni K., Božič G., Brus R. 2020. Uspevanje omorike (*Picea omorika* (Pančić) Purk.) v generativnem semenskem nasadu Počivalnik pri Postojni. *Acta Silvae et Ligni*, 123: 1–11.
- Bambič S. 2021. Navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v mednarodnem provenienčnem nasadu Padež 2 v Brkinih. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: (v tisku).
- Bindewald A., Michiels H.-G. 2016. Quantifying invasiveness of Douglas fir on the basis of natural regeneration in southwestern Germany. In: *Introduced tree species to European forests: challenges and opportunities*, Ascona, Switzerland.
- Brus R. 2012. Drevesne vrste na Slovenskem. 2., dopolnjena izdaja. Samozaložba in Mladinska knjiga, Ljubljana: 406 str.
- Brus R., Ficko A., Roženbergar D., Westergren M., Jarni K. 2017. Slovenia - Country Report. V: *Non-Native Tree Species for European Forests: Experiences, Risks and Opportunities*. Hasenauer in sod. (ur.). COST Action FP1403 NNEXT Country Reports, Joint Volume. 3rd edn. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria: 350–357.
- Brus R., Kutnar L. 2017. Drevesne vrste za obnovo gozdov po naravnih motnjah v Sloveniji. *Gozdarski vestnik* 75, 4: 204–212.
- Brus R., Pötzelsberger E., Lapin K., Brundu G., Orazio C., Straigyte L., Hasenauer H. 2019. Extent, distribution and origin of non-native forest tree species in Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 34, 7: 533–544.
- Čarni A., Marinček L., Seliškar A., Zupančič M. 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije : merilo 1 : 400.000. Ljubljana: ZRC SAZU (Biološki inštitut Jovana Hadžija), zemljevid.
- Forest Europe. 2015. State of Europe's Forests. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe: 312 str.
- Forest Europe. 2020. State of Europe's Forests. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe: 392 str.
- Hasenauer H., Gazda A., Konnert M., Lapin K., Mohren G.M.J., Spiecker H., van Loo M., Pötzelsberger E. (ur.). 2017. *Non-Native Tree Species for European Forests: Experiences, Risks and Opportunities*. COST Action FP1403 NNEXT Country Reports, Joint Volume. 3rd edn. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria: 431 str.
- Heberle T. 2021. Grška jelka (*Abies cephalonica* Loud.) v semenskem sestoju pri Komnu. Diplomsko delo. Univerzitetni študij – 1. stopnja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 57 str.
- Invazivke. 2021. Spletni portal (aplikacija) za zbiranje podatkov o invazivnih tujerodnih vrstah, Gozdarski inštitut Slovenije, <https://www.invazivke.si/>.
- Kölling C. 2013. Nichtheimische Baumarten - Alternativen im klimagerechten Waldumbau? *LWF aktuell* 96: 4–11.
- Kowarik I., Säumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8: 207–237.

- Kus Veenvliet J., Veenvliet P., de Groot M., Kutnar L. (ur.) 2020. Terenski priročnik za prepoznavanje tujerodnih rastlin v gozdovih. 3., dopolnjena izd., Ljubljana, Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 202 str.
- Kutnar L., Pisek R. 2013. Tujerodne in invazivne drevesne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 71, 9: 402–417.
- Marinček L., Čarni A. 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb v merilu 1 : 400.000. Založba ZRC, ZRC SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana, 158 str.
- 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.
- Masiero M., Secco L., Pettenella D., Brotto L. 2015. Standards and guidelines for forest plantation management: a global comparative study. Forest Policy and Economics, 53: 29–44.
- Medveš A. 2014. Popis drevesnih vrst v občini Kobarid. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 91 str.
- Miklavžič J. 1951. O zeleni duglaziji. Gozdarski vestnik, 9: 113–127.
- Mikuletič V., Urbas J., Debevc R., Penca J., Beltram V. 1962. Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana* Parl.) - hitro rastoči iglavec. Gozdarski vestnik, 20: 217–230.
- Odredba o seznamu drevesnih vrst in umetnih križancev. 2010. Ur. l. RS, št. 4/10.
- Pravilnik o določitvi provenienčnih območij. 2003. Ur. l. RS, št. 72/03, 58/12, 69/17.
- Puhek V. 1980. Izbor tujerodnih drevesnih vrst na Kraškem gozdnogospodarskem območju. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 73 str.
- Raida D. 2018. Navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v nasadih pri Ravbarkomandi po žledolomu leta 2014. Diplomsko delo. Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 45 str.
- Rakušček K. 1950. Zelena duglazija. Gozdarski vestnik, 8: 239–241.
- Rejic H. 1952. Obnova gozdov na slovenskem Krasu. Gozdarski vestnik, 10: 247–252.
- Richardson D.M., Rejmánek M. 2004. Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. Diversity and Distributions 10: 321–331.
- Roženberger D. 2021. Pomlajevanje navadne ameriške duglazije: terenska opazovanja. Ljubljana, (2. 9. 2021), ustni vir.
- Slobodnik D. 2019. Razširjenost in stenje nasadov pavlovnije (*Paulownia* sp.) v Beli krajini. Diplomsko delo. Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 38 str.
- Smolnikar P., Brus R., Jarni K. 2021. Differences in growth and log quality of Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) provenances. Forests, 3, 287: 12 str.
- Sotošek S. 1938a. Razmišljanje o pogozdovanju (2. del - nadaljevanje). Gozdarski vestnik, 1: 25–30.
- Sotošek S. 1938b. Razmišljanje o pogozdovanju (3. del - nadaljevanje). Gozdarski vestnik, 1: 55–60.
- Spiecker H. 2018. COST NNEXT Field Trip, Postojna, 22. 3. 2018, ustni vir.
- Stupak I., Lattimore B., Titu B.D., Smith C.T. 2011. Criteria and indicators for sustainable forest fuel production and harvesting: a review of current standards for sustainable forest management. Biomass & Bioenergy, 35, 8: 3287–3308.
- The International Plant Names Index. 2012. Published on the Internet <http://www.ipni.org/>

- Uredba EU, 2014. Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX:32014R1143>.
- Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). 2004. Ur. l. RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13.
- Uredba o zavarovanih prosto živečih rastlinskih vrstah. 2004. Ur. l. RS, št. 46/04, 110/04, 115/07, 36/09, 15/14.
- Van Loo, M., Dobrowolska, D. 2019. History of introducing Douglas-fir to Europe. V: Spiecker H., Lindner M., Schuler J. (ur.). 2019. Douglas-fir – an option for Europe. EFI: 124 str.
- Vidic N., Prus T., Grčman H., Zupan M., Lisec A., Kralj T., Vrščaj B., Ruprecht J., Šporar M., Suhadolc M., Mihelič R., Lobnik F. 2015. Tla Slovenije s pedološko karto v merilu 1 : 250.000. Luksemburg: Publications office of the European Union: 152 str.
- Wraber M. 1951. Tuje drevesne vrste v naših gozdovih. Gozdarski vestnik, 9: 94–103.
- Zelnik I. 2012, Razširjenost tujerodnih invazivnih vrst rastlin v različnih habitatih. Neobiota Slovenije. Končno poročilo projekta. Ljubljana: 55–69.
- ZGS, 2019. Baza podatkov Zavoda za gozdove, Ljubljana
- Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu. 2002. Ur. l. RS, št. 58/02, 85/02.
- Zakon o gozdovih. 1993. Ur. l. RS, št. 30/93, 56/99.
- Zakon o ohranjanju narave (ZON). 1999. Ur. l. RS, št. 56/99 (z dopolnili).

2 Gojenje in nega ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst v Sloveniji

Jurij Diaci, Dušan Roženberger, Tim Pirc, Tomaž Adamič

Povzetek

Raziskovalni cilji gojitvenega delovnega sklopa (DS2) so zajemali: 1) analizo obstoječih nasadov TDV, sintezo domačih in tujih izkušenj glede gojenja TDV, 2) pripravo smernic za načine setve, saditve in naravne obnove odraslih sestojev TDV ter 3) gozdnogojitvene smernice za nego sestojev TDV. Sintezo gozdnogojitvenih usmeritev smo izpeljali na temelju pregleda literature, analize razširjenosti TDV v Sloveniji po gozdnogospodarskih odsekih ZGS in gozdno rastiščnih tipih (GRT), analiz odraslih sestojev in pomlajevanja TDV ter terenskih ogledov z domačimi in tujimi strokovnjaki ter ankete. Podrobnejše gozdnogojitvene usmeritve predstavljamo za ameriško duglazijo, zeleni bor, orjaški klek, robinijo, rdeči hrast in črni oreh. Duglazija potrebuje za razvoj več svetlobe kot smreka in dosega večje dimenzije, zato je potrebno zgodnejše ukrepanje, število izbrancev pa je manjše. Podobno velja tudi za zeleni bor, njegovo naravno pomlajevanje je smiselno upoštevati, kjer je manj potenciala za bolezni. Orjaški klek dopolnjuje najpogostejše TDV, ki so bolj svetloljubne in je primeren kot primešana vrsta v skupinah, še posebej v raznomernih sestojih v zaščitelih, vlažnejših legah. V gozdnih sestojih črni oreh najbolje uspeva kot primes bukve ali rdečega hrasta, kjer se sam čisti vej. Ob rednem izvajanju redčenja dosega večje dimenzije in boljšo kakovost kot navadni oreh ter je manj dovzeten za bolezni. Rdeči hrast se pomlajuje naravno in obilno. S primernimi in dovolj pogostimi gojitvenimi ukrepi lahko vzgojimo zelo kakovostne osebke s krajšimi obhodnjami, kot pri domačih vrstah. Kjer je v Sloveniji prisoten, ga je smotrno negovati, s ciljem doseganja najboljše kakovosti. Zaradi njegovih dobrih lastnosti, ga je mogoče tudi točkovno uvajati na rastišča, kjer so domače vrste manj uspešne, med katere spadajo tudi degradirana rastišča na suhih in kislih tleh. Robinija se povsod na območju pojavljanja v Sloveniji uspešno obnavlja, ima pa tudi invazivni značaj. Na slabših rastiščih z njo lahko gospodarimo panjevsko s ciljem pridobivanja vinogradniškega kolja in drv. Pomembno je, da preprečimo njeno širjenje izven že obstoječih sestojev. Na dobrih rastiščih je bolj smotrno izvajati premeno sestojev, ki je lahko tudi postopna, druga možnost pa je uporaba izbiralnega redčenja za vzgojo kakovostne hlodovine.

Pri gojenju TDV je potrebno upoštevati, da so že dolgo v Sloveniji, da so večinoma zastopane kot primes v mešanih sestojih, monokultur je malo, večinoma niso invazivne. Smiselno je nadaljevati z obstoječimi načini premene sestojev TDV v mešane gozdove, večini TDV zagotoviti vsaj ohranjanje populacij, pri negi pa nekoliko bolj upoštevati njihove posebnosti, predvsem zgodnejše ukrepanje in dovolj velik rastni prostor. Ob upoštevanju posebnosti in intenziviranju nege lahko od večine opisanih TDV pričakujemo kakovosten les, pa tudi zagotavljanje nekaterih ekosistemskih storitev.

2.1 Opis problema in ciljev

Konkretniji cilji za DS2 so bili:

- analiza obstoječih nasadov TDV, sinteza domačih in tujih izkušenj glede gojenja TDV,
- priprava smernic za načine setve, saditve in naravne obnove odraslih sestojev TDV in
- gozdnogojitvene smernice za nego sestojev TDV

2.2 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Podrobnejši pregled literature za nego in obnovo sestojev TDV navajamo v poglavjih rezultati in diskusija. V nadaljevanju izpostavljam le nekatere temeljne vire za izbrane drevesne vrste. Splošna ekologija TDV iz Severne Amerike in gojenje v izvornih rastiščih so podrobno predstavljeni v obsežnem delu *Silvics of north America* (Burns, 1990). Za gojenje ameriške duglazije v Evropi je najpomembnejši vir strokovna monografija Spieckerja in sod. (2019) *Douglas-fir: An Option for Europe*. Gojenje raznomernih sestojev duglazije obravnava raziskava Schütza in Pommereninga (2013). Obnovo in nego duglazije, zelenega bora in orjaškega kleka predstavljajo tudi dela Kristöfela (2003), Köllinga (2013), Lederja (2014) in Vora (2015). Najbolj relevantne rezultate raziskav o ekologiji in negi rdečega hrasta za območje avtohtonega pojavljanja vrste so objavili Tirmenstein, (1991), Dey in Parker, (1996) in Sander, (1990). Pregledni članek, ki obravnava različne ekološke, gojitvene in gospodarske vidike rdečega hrasta pa so prispevali Nicolescu in soavtorji (2018b). Isti avtor je s sodelavci objavil tudi podroben pregledni članek za robinijo (Nicolescu in sod., 2018a).

2.3 Uporabljena metoda dela

Delo v DS2 se je odvijalo v treh podsklopih, ki so predstavljeni v nadaljevanju. Sintezo gozdnogojitvenih usmeritev smo izpeljali na temelju pregleda literature, analize razširjenosti TDV v Sloveniji po gozdnogospodarskih odsekih ZGS in gozdno rastiščnih tipih (GRT), terenskih ogledov in razgovorov z domačimi in tujimi strokovnjaki – pretežno zagovorniki sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Pri zajemanju domačih izkušenj smo v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije izpeljali anketo in intervjuje strokovnjakov, ki imajo z gojenjem TDV dolgoletne izkušnje. Poleg tega smo analizirali več odraslih sestojev TDV in proučili primere naravne in umetne obnove. Ekološke razmere smo proučevali tudi s primerjavo fitoindikacijskih vrednosti po Landoltu in sod. (2010).

Od številnih tujerodnih iglavcev zastopanih v Sloveniji, predstavljamo zeleno navadno ameriško duglazijo, ki ima iz ekoloških in gospodarskih vidikov največji potencial, zeleni bor, ki je precej razširjen, vendar tudi ogrožen in orjaški klek (*Thuja plicata* Donn ex D. Don). Zadnji je izbran zaradi dopolnjevanja z drugimi TDV glede ekoloških zahtev, priporočil iz srednje Evrope in izjemne uporabnosti lesa (Kristöfel, 2003; Kölling, 2013; Leder, 2014).

Med tujerodnimi listavci bomo predstavili robinijo (*Robinia pseudoacacia* L.), ki je najbolj pogosta TDV v Evropi in Sloveniji, rdeči hrast (*Quercus rubra* L.), zaradi hitre rasti, kakovostnega lesa in njegovih potencialov pri prilagajanju gozdov na podnebne spremembe, ter črni oreh (*Juglans nigra* L.), zaradi cenjenega lesa in morebitne uporabe na rastiščih, kjer jesen propada.

Vseslovenska anketa o TDV

V sklopu projekta smo izvedli anketo v obdobju med 1.4 in 5.5. 2021. Posredovali smo jo vodjem gojenja na območnih enotah, vodjem območnih in krajevnih enot Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) in revirnim gozdarjem po celotni Sloveniji. Namen ankete je bil ugotoviti, kje v Sloveniji se pojavljajo izbrane tujerodne drevesne vrste (TDV - duglazija, rdeči hrast, robinija, zeleni bor in črni oreh) in kakšno je stanje sestojev, kjer so prisotne.

Anketo sta si ogledala 302 anketiranca, izmed katerih je 63 % anketo popolnoma izpolnilo, 4 % delno izpolnilo in 33 % ankete ni začelo reševati. Med anketiranci je bilo 74 % revirnih gozdarjev, 7 % vodij gojenja na območnih enotah, 16 % vodij krajevnih enot, 1 % načrtovalcev, manj kot 1 % vodij območnih enot in 1 % drugih, ki so zaposleni na območnih enotah.

Anketa na območju ZGS OE Kranj

V sklopu diplomske naloge je bila izvedena krajša anketa za revirne gozdarje, ki imajo revir v GGO Kranj. Anketa je vsebovala 13 vprašanj, s katerimi smo želeli izvedeti kakšne so lastnosti duglazij v njihovih revirjih, kakšna je uspešnost pomlajevanja duglazije in kakšno je njihovo mnenje ter mnenje lastnikov o njej.

Metoda intervjujev

Na podlagi analize ankete smo izbrali lokacije na katerih smo izvedli intervjuje s strokovnjaki in terenske ogleda. Pri izbiri lokacij je bila predvsem pomembna prisotnost pomlajevanja TDV, kjer bi lahko ocenili morebitno invazivnost. Sledila sta dobra kakovost in vitalnost dreves, nato še skupinska ali sestojna zmes. Intervju in terenski ogled smo opravili na sedmih krajevnih enotah ZGS (Celje, Slovenske Konjice, Semič-Metlika, Postojna, Nova Gorica, Ajdovščina in Radeče-Mokronog). Po opravljenih terenskih ogledih in intervjujih s strokovnjaki, ki dnevno upravljajo z izbranimi TDV smo pridobili širši vpogled o pojavljanju, pomlajevanju, upravljanju in gospodarjenju z njimi.

Analize razširjenosti TDV v Sloveniji

Analizirali smo podatke iz sestojne karte in karte gozdnogospodarskih odsekov ZGS (ZGS, 2017), s katerih smo pridobili podatke o lesni zalogi drevesnih vrst po sestojih in podatke o gozdno rastiščnih tipih (GRT) v odsekih. Izračunali smo v katerih GRT se posamezna tujerodna vrsta pojavlja (v odseku je podatek za največ 3 GRT, upoštevali smo le tisti tip, ki ga je v odseku več kot 50 %, torej le najpogostejši GRT), koliko je odsekov s posameznim GRT, v katerih GRT lesna zaloga tujerodne vrste presega 10 % skupne lesne zaloge odseka ter koliko je takšnih odsekov in v katerih GRT lesna zaloga tujerodne vrste presega 500 m³ na odsek, tudi tu smo preverili število odsekov po teh GRT. Iz podatkov v karti odsekov smo izračunali še nekaj splošnih povzetkov ekoloških razmer v odsekih s tujerodno vrsto.

DS2.1: Načini saditve in pomlajevanja duglazije in drugih TDV

V podsklopu DS2.1 smo preučili izbrane primere saditve TDV v Sloveniji ter jih primerjali s priporočili iz tujine. Poskusni nasad smo osnovali na Pohorju, v gozdovih Pahernikove ustanove. Izsekanih je bilo šest eksperimentalnih sestojnih vrzeli okrogle oblike z radijem 50 m. Izbranih je bilo tudi šest kontrolnih ploskev znotraj sklenjenega sestoja. Da bi lahko preverjali vpliv divjadi na razvoj mladja, so tri vrzeli in njihove kontrole znotraj sklenjenega sestoja ograjene. Znotraj vrzeli je postavljenih pet ploskev, ena je v centru in štiri v vseh nebesnih smereh. Znotraj vsake ploskve v vrzeli in kontroli smo postavili manjše podploskve, na katerih smo izvajali setev in saditev duglazije. Podploskev za setev je velikosti 1 m x 1 m, podploskev za saditev pa 1,5 m x 1,5 m. Vrzeli imajo severno lego, s povprečnim naklonom 20°. Sadili smo puljenke duglazije, ki smo jih nabrali v bližnji okolici, vendar na nižji nadmorski višini. Poleg sadnje puljenk smo opravili tudi setev duglazije. Storže smo nabrali iz najbližjih dreves, nadaljnjo pripravi semena so izpeljali v drevesnici Muta. V poskusnem nasadu so bile raziskovalne ploskve zastavljene tako, da smo lahko ugotavljali razlike med

ključnimi ekološkimi dejavniki za rast in razvoj TDV (npr. zastor, sestojni rob, center). Izbrane ekološke dejavnike za določanje optimalnih razmer za rast in razvoj TDV smo delno ocenjevali (konkurenca zeliščne plast) in delno merili (svetloba, temperatura, talna in zračna vlaga). Poskusni nasad smo osnovali tudi v okolici Vrhlike (Univerzitetni gozd, slika 1). Del poskusnega nasada smo ogradili. Kot sadike smo uporabili puljenke, ki smo jih nabrali v sestoji na Verdu. Pri nabiranju puljenk smo pazili na poškodbe korenin in jih ustrezno pripravili na transport do mesta sajenja. Analizo uspešnosti pomlajevanja duglazije in avtohtonih vrst smo opravili s pomočjo naključno postavljenih raziskovalnih ploskev. Skupaj smo postavili 20 ploskev, 10 znotraj in 10 zunaj ograje. Na ploskvah smo popisali osnovne ekološke razmere, zastiranje vegetacije in stanje mladja. Posebej smo analizirali objekte v Celju, na Planini in Panovcu pri Novi Gorici, kjer se TDV naravno pomlajujejo.



Slika 1: Posajene puljenke duglazije v okolici Vrhlike (Univerzitetni gozd). Puljenke so zaščitene s škropivom Trico proti objedanju divjadi.

Metoda za snemanje pomlajevanja duglazije

Na dveh lokacijah Celje (mestni gozd Pečovnik) in Planina pri Postojni smo izvedli popis pomlajevanja duglazije. Na vsaki lokaciji smo izbrali dve vrzeli na katerih smo izvajali meritve v dveh transektih. Sistematične ploskve smo postavljali na razdalji 5 metrov, zraven vsake sistematične ploskve smo postavili ploskvice z duglazijo, ki jo je določal najbližji osebek duglazije. Skupno smo posneli 176 ploskev. Na ploskvah smo izmerili vsa drevesa od klice do 5 cm prsnega premera in jim določili vrsto in stopnjo poškodovanosti. Izmerili smo temeljnico in svetlobo s fisheye lečo in mobilno aplikacijo GLAMA. Naravno pomlajevanje duglazije smo

proučevali tudi na petih lokacijah kranjskega območja. Na vsaki lokaciji smo postavili pet sistematično razporejenih ploskvic in pet ploskvic, ki jih je določala mladica duglazije. Metoda je bila primerljiva z vzorčenjem v Celju in na Planini.

Pomlajevanje rdečega hrasta

Pomlajevanje rdečega hrasta smo proučevali v sestojih gozdov Panovca pri Novi Gorici. Postavili smo 57 ploskev velikost 4 x 4 m v transektih z začetkom v čistem sestoju rdečega hrasta v smeri navzven v okoliške sestoje. Na ploskvah smo popisali osnovne ekološke razmere in izvedli meritve odraslih sestojev in pomlajevanja. Ugotavljali smo, kako uspešno je pomlajevanje rdečega hrasta in ostalih drevesnih vrst in kako na pomlajevanje vpliva oddaljenost od matičnega sestoja.

Odziv naravnega mladja duglazije na različno intenziteto svetlobe

Za vrednotenje odziva naravno pomlajenih duglazij na različno intenziteto svetlobe smo primerjali dve rastišči, Celje in Postojno s primerljivimi meteorološkimi in talnimi razmerami v treh zaporednih rastnih obdobjih (2018-2020). Odzive smo primerjali z izmerjeno vsebnostjo foliarnega dušika in mikrometeorološkimi parametri. Vsako rastišče smo opremili s štirimi mikrometeorološkimi postajami (T, rel. zr. vlaga (%)). Primerjali smo odzive mladja v svetlobnih razmerah na odprtem brez zastora, pod delnim zastiranjem, povečanim zastiranjem in v razmerah popolnega zastora.

DS2.2: Smernice za snovanje in naravno obnovo duglazije in TDV

Na podlagi preučitve ekologije TDV, njihove zdajšnje razširjenosti v Sloveniji, analize pomlajevanja, ocene sprememb rastišč v prihodnosti, naravovarstvenih smernic ter rezultatov analiz pomlajevanja in poskusnih nasadov ter setev, smo izdelali priporočila za snovanje in naravno obnovo sestojev s TDV. Zdajšnjo razširjenost smo ugotovili na temelju analize podatkovnih zbirk ZGS, kjer smo zastopanost TDV prekrili s prostorskimi prikazi rastišč in gojitveno-rastiščnih razredov.

DS2.3 Smernice za nego sestojev duglazije in TDV

Na kranjski območni enoti ZGS smo izbrali in analizirali pet odraslih sestojev z duglazijo in pet kontrolnih sestojev, kjer so bile drevesne vrste približno iste starosti. Nadmorska višina je znašala od 500 do 900 m, prevladovala so rastišča jelovih in jelovo bukovih gozdov. V vsakem sestoju smo postavili ploskev velikosti 30x30 metrov. Na vseh ploskvah smo naredili polno premerbo, ocenili kakovost in določili izbrance. Na vsaki ploskvi z duglazijo smo postavili 5 ploskvic v jedrih pomlajevanja duglazije, kjer smo prešteli vso mladje in ocenili svetlobo s fisheye lečo in mobilno aplikacijo GLAMA. Nato smo pridobljene podatke analizirali. Priporočila za nego sestojev duglazije in TDV smo izdelali na temelju terenskih analiz in sinteze domačega in tujega znanja.

2.4 Rezultati raziskave

Vseslovenska anketa o TDV

Od TDV se na največ lokacijah pojavlja duglazija, sledijo ji robinija, zeleni bor, rdeči hrast in črni oreh. Prevladujoče starosti sestojev, kjer rastejo izbrane vrste so med 30 in 100 leti. Štirideset odstotkov sestojev duglazije je starih 30-60 let, 49 % 60-100 let, 6 % 100 in več let in 5 % je mlajših od 30 let. Pri zelenem boru, črnem orehu, robiniji in rdečem hrastu prevladujejo sestoji stari 30 do 60 let.

Anketiranci največjo invazivnost med izbranimi vrstami pripisujejo robiniji, ki jo je za invazivno (iztriva ali močno ovira razvoj avtohtonih vrst) označilo kar 51 % anketirancev. Robiniji po invazivnosti sledijo rdeči hrast (18 %), zeleni bor (10 %) in črni oreh (4 %). Duglazije niso na nobenem območju označili za invazivno. Duglazija in zeleni bor se največkrat pojavljata v skupinski zmesi (vsaj 5 dreves). Robinija se pojavlja v skupinski in sestojni zmesi. Rdeči hrast se pojavlja posamično, v skupinah in sestojih. Črni oreh se največkrat pojavlja kot posamezno drevo. Najboljša kakovost izbranih vrst je po mnenju anketirancev v sestojni ali skupinski zmesi, razen pri črnem orehu, kjer je kakovost najboljša v posamični zmesi. Enako je z vitalnostjo dreves.

Zeleni bor se po mnenju anketirancev najbolj uspešno pomlajuje v skupinski zmesi, pomlajevanje je razvito na 48 % lokacijah, ki so bile vključene v anketo. Duglazija se pomlajuje na 36 % lokacijah, na 29 % je pomlajevanje prisotno v skupinski ali sestojni zmesi. Rdeči hrast se pomlajuje na 61 % in robinija na 92 % lokacij, pomlajevanje se pojavlja v vseh vrstah zmesi. Črni oreh se pomlajuje na 35 % lokacij, pomlajevanje je uspešno v skupinski ali sestojni zmesi. Zeleni bor se pomlajuje v večjih in manjših vrzelih. Duglazija se najbolj uspešno pomlajuje v večjih vrzelih. Rdeči hrast se uspešno pomlajuje v večjih in manjših vrzelih ter pod zastorom. Robinija se uspešno pomlajuje v vrzelih, manj uspešno je pomlajevanje pod zastorom. Pomlajevanje črnega oreha je prisotno v vrzelih. Pri vseh vrstah razen robinije prevladuje pomlajevanje iz semena, pri robiniji je prisotno pomlajevanje iz koreninskih poganjkov in iz panja.

V sestojih, kjer se izbrane tujerodne vrste pomlajujejo intenzivno, ukrepajo le pri robiniji. Kot ukrep največkrat navajajo odstranjevanje ali zaviranje pomlajevanja. Zeleni bor, rdeči hrast in črni oreh ponekod odstranjujejo ali zavirajo pomlajevanje, glede na kakovost pospešujejo predvsem rdeči hrast, črni oreh in duglazijo. Pri vseh vrstah razen robinije je tudi velik delež lokacij, kjer se ukrepi ne izvajajo. Pri vseh vrstah razen robinije so ukrepi učinkoviti.

Anketa o TDV na območju ZGS OE Kranj

Anketo je izpolnilo 24 anketirancev. Ugotovili smo, da revirni gozdarji ne posvečajo posebne pozornosti duglaziji. Z njo gospodarijo podobno kot z ostalimi avtohtonimi iglavci in ne delajo razlike med nego duglazije ter nego ostalih vrst. V večini revirjev se duglazija ne pomlajuje, kjer pa se, do tega pride pod zastorom. Zaradi tega tudi večina revirnih gozdarjev meni, da imata duglazija in smreka enako potrebo po svetlobi. Menijo tudi, da je kakovost smreke in macesna boljša od duglazije in da je kakovost duglazije boljša v primerjavi s kakovostjo jelke in rdečega bora. Opazili so, da so lastniki gozdov v njihovih revirjih duglaziji naklonjeni in jo nekateri tudi sami sadijo. Nekateri anketirani revirni gozdarji so mnenja, da bi bilo smiselno vnašati duglazijo na primerna rastišča kot dodano vrednost sestoju, ampak le kot primes, do 5 % lesne zaloge v mešanih sestojih. Na drugi strani so nekateri mnenja, da tujerodne vrste ne spadajo v naše gozdove.

Intervjuji o TDV

Zeleni bor je bil prisoten v krajevnih enotah ZGS Slovenske Konjice, Semič-Metlika, Nova Gorica in Radeče-Mokronog. Na vseh lokacijah je bil sajen pred 50 in več leti. Sedaj dosega prsne premere 50 in več cm, letni debelinski prirastki znašajo okvirno 1 centimeter. Opazili smo boljšo kakovost in vitalnost, kjer je bil primešan avtohtonim vrstam, še posebej v KE Semič-Metlika, kjer smo si ogledali tudi čisti sestoje, kjer je bila kakovost in vitalnost slabša. Na vseh lokacijah so zabeležili prisotnost mehurjevke zelenega bora. Uspešno se pomlajuje le v KE Semič-Metlika, kjer je pomlajevanje prisotno po celotnem sestoku in tudi v sestoku, kjer prevladuje rdeči hrast (slika 2). Pomlajuje se v vrzelih in pod zastorom (slika 3). Na ostalih lokacijah nismo opazili uspešnega pomlajevanja, ampak le posamezne skupine mladja, predvsem tam, kjer je bila večja presvetljenost sestoka. O invazivnosti ne moremo govoriti, saj se ne širi v sosednje sestoke. V preteklosti so zeleni bor pogosto sadili na opuščene kmetijske površine z nekoliko težjimi tlemi. Nekateri odrasli sestoki so zaradi slabega zdravstvenega stanja že precej razgrajeni, še posebej v okolici Slovenskih Konjic. V več sestokih so se že pred časom naselile avtohtone vrste, sestoki so v premeni, zato čistih monokultur ni veliko. Les zelenega bora je slabše kakovosti od lesa rdečega bora, vendar s prodajo ni večjih težav, med drugim se uporablja za izdelavo palet. V preteklosti so les zelenega bora uporabljali za izdelavo krst za krematorij.



Slika 2 (zgoraj) in 3 (spodaj): Sliki prikazujeta pomlajevanje zelenega bora v Beli Krajini. Zeleni bor se uspešno pomlajuje tudi v slabših svetlobnih razmerah. Na zgornji sliki je mladje pod zastorom odraslih dreves rdečega

hrasta in zelenega bora. V starejših sestojih zelenega bora, ki so mestoma odprti se zeleni bor dobro pomlajuje, poleg pa tudi druge vrste, ki omogočajo vzgojiti mešane sestoje s pestro vertikalno strukturo (spodnja slika). Duglazijo so na večini lokacij sadili med obema vojnoma in sedaj dosega starosti 80 in več let ter višine več kot 50 metrov. V Celju so najstarejši osebki, ki so bili sajeni 1884. Duglaziji ustrezajo globoka in vlažna tla, pomembna je tudi prisotnost visoke zračne vlage. Gojenje duglazije v Sloveniji se bistveno ne razlikuje od gojenja avtohtonih vrst iglavcev. V Celju, na Planini (Postojna) in v KE Radeče-Mokronog smo zabeležili najboljše kakovosti in vitalnosti dreves ter dobro pomlajevanje. Pomlajevanje je razvito tako v vrzelih kot tudi na robu sestojev, v odraslih neredčenih sestojih pomlajevanja nismo opazili. Na vseh omenjenih lokacijah je v bližini potok ali reka, posledično je zato visoka zračna vlaga. Na dveh lokacijah je bila duglazija slabe kakovosti in vitalnosti, verjetno zaradi neizvedenih ukrepov in plitvih tal, v bližini tudi ni bilo vodnega vira. Strokovnjaki poročajo o upadu vitalnosti v primeru dolgotrajnih suš. Hitra vizualna ocena mladja, je pokazala sorazmerno majhno objedanje mladja po divjadi. Problem predstavljajo pogoste poškodbe zaradi drgnjenja rogovja ob debelca duglazij, še posebej pri mladovju višjem od dveh metrov. Nekateri osebki se uspešno zarastejo, večina drevesc pa propade. Bolezni ali škodljivcev na duglaziji niso opazili. Strokovnjaki se zavedajo lepote in uporabnosti lesa, vendar je zaradi nerazvitosti trga v Sloveniji težava s prodajo. Duglazijo imajo radi večji predelovalci, ki obdelavo lesa duglazije že poznajo. V nekaj primerih duglazije sekajo »po naročilu«, ko predelovalci potrebujejo določen končen izdelek. Le v Celju imajo namen načrtno zmanjševati delež duglazije že v mlajših razvojnih fazah, druge jo pospešujejo. Splošni vtis na pregledanih lokacijah je, da duglazija ni invazivna, saj je pomlajevanja razen Celja in Planine (slika 4) sorazmerno malo, mladje je mešano z domačimi vrstami, poleg tega ni zaznati širjenja v sosednje sestoje z avtohtonimi vrstami.



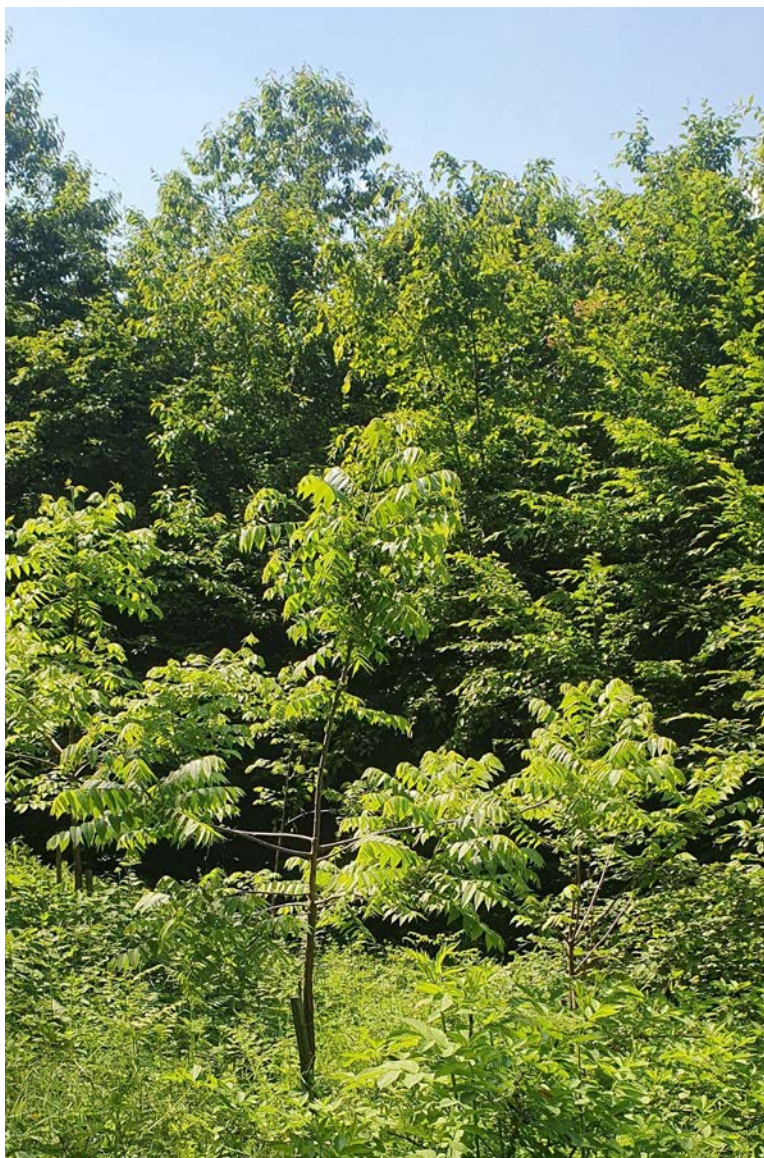
Slika 4: Dobro presvetljen in pomlajen mešan sestoj z duglazijo na Planini pri Postojni. Duglazija se dobro meša z avtohtonimi vrstami javor, bukev, smreka ali jelka. Ker v mladju ni preveč agresivna, bi lahko bili cilji gospodarjena mešani sestoji s primesjo duglazije.

Robinija intenzivno odganja iz panja, kar je najbolj razširjen način pomlajevanja. V Vipavski dolini v večini primerov Izvajajo le sečnjo na panj (slika 5). Revirni gozdar označi samo meje, potem pa na celotnem območju izvedejo panjevsko sečnjo. Najbolje uspeva na višjih legah (primer: Zgornja Vipavska dolina), saj raste počasneje kot v spodnjih legah, kjer je zaradi hitre rasti kakovost lahko slaba. Zaradi agresivnosti je na območjih z robinijo otežena in mestoma onemogočena obnova gozdov z domačimi drevesnimi vrstami kot je hrast. Premena je zato težavna in če je cilj gospodarjenja vinogradniško kolje ali drva so čisti panjevski sestoji robinije uspešen način gospodarjenja. Proizvodna doba za pridelavo vinogradniških kolov je med 20-30 leti. Kadar je proizvodna doba daljša, pride do prevelikih dimenzij in kolesivosti oziroma propadanja lesa v notranjosti debla. Takšni sortimenti nato niso uporabni za pridelavo kolov. Približno 70 % lesa lahko porabijo vinogradniki in hmeljarji za kolje, preostanek lesa se uporabi za kurjavo. V Vipavski dolini se nekateri robinijevi sestoji opuščajo, zaradi zmanjšane uporabe lesenih kolov in drogov (cenejši železni in betonski koli) in potreb po obdelovalnih površinah.



Slika 5: Pobočje v okolici Štanjela na Krasu eno leto po panjevski sečnji robinije, ki odžene najprej iz panja, potem pa še iz korenin. Na desni strani fotografije je ohranjen sestoj robinije, ki bo šel v sečnjo v naslednjih nekaj letih. V panjevskih sestojih nege ne izvajajo, zato je kakovost slaba.

Črni oreh so uporabili kot dopolnilno drevesno vrsto pri izpadanju osebkov drugih vrst (slika 6). Sadili so ga v skupinah ali manjših poskusnih nasadih. Za vnos je priporočena šopasta ali posamezna primes kot izpopolnitev na bogatih tleh. Črni oreh je drevesna vrsta, ki bujno odganja iz panja, ampak ne kaže znakov invazivnosti in je dobro obvladljiva, zato si marsikje želijo večji delež v sestojih. Dobro prenaša pozebo in ni dovzeten za bolezni, zato obstaja možnost za nadomeščanje velikega jesena na izbranih bogatih rastiščih z globokimi tlemi. Za odlično kakovost potrebuje večkratno sproščanje v mlajših razvojnih fazah, ampak dobro vitalnost in dobro kakovost dosega tudi v sestojih, kjer nega ni bila dosledna.



Slika 6: Triletni osebek črnega oreha ob robu sestoja v Slovenskih Konjicah. Kjer je velika presvetljenost, imajo osebki velike prirastke. Po mnenju strokovnjakov, bi ga lahko ob rednem sproščanju krošenj primešali tudi v sestoje, kjer propadajo veliki jeseni.

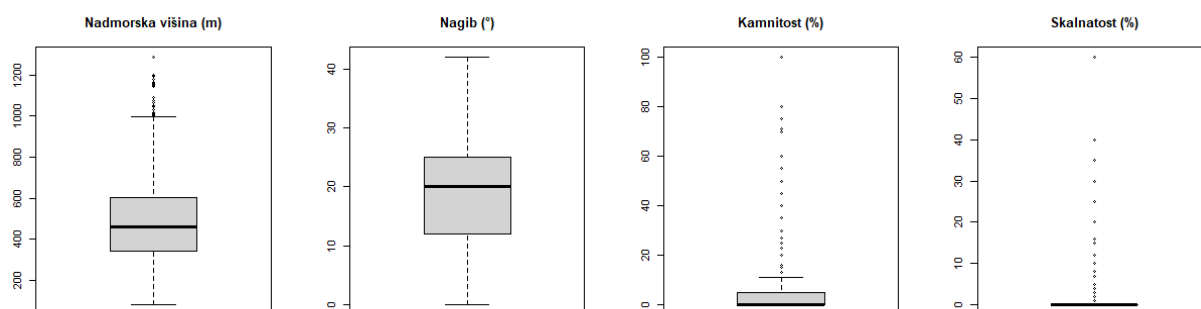
Rdeči hrast dobro uspeva v mešanih in čistih sestojih. V čistih sestojih se pogosto bujno pomlajuje, zato mu domače vrste z izjemo bukve težko konkurirajo. Pri premeni nasadov v mešane gozdove zato dajejo prednost avtohtonim drevesnim vrstam. Zaradi dobrega pomlajevanja se priporoča vnašanje v manjših skupinah v mešane sestoje (slika 7). Poganja tudi iz panja. Divji prašič se ne prehranjuje z želodom rdečega hrasta, verjetno je predatorstva semena na sploh manj v primerjavi z domačimi hrasti in tudi objedanje mladja je redko. Pri uvajanju sestoja v obnovo, mladje ne sme biti višje od 1 m, saj lahko pride do prevelikih poškodb mladih osebkov. Osebki priraščajo do 1 cm na leto v debelino in do 1 m v višino. Med odraslimi izbranimi drevesi bi naj bila razdalja od 8-9 m, kadar so bolj utesnjeni pride do krivosti osebkov zaradi iskanja svetlobnih jaškov v mlajših razvojnih fazah. Za odlično kakovost in doseganje velikih premerov so potrebna pogosta redčenja, ki jih ne izvajajo povsod. Predlagana proizvodna doba je 100 let, pri čemer dimenzije 50 cm s pravilno nego in ukrepanjem dosega že pri 50-60 letih. Na trgu je les rdečega hrasta malo znan in ga kljub kakovosti malo uporabljajo za predelavo.



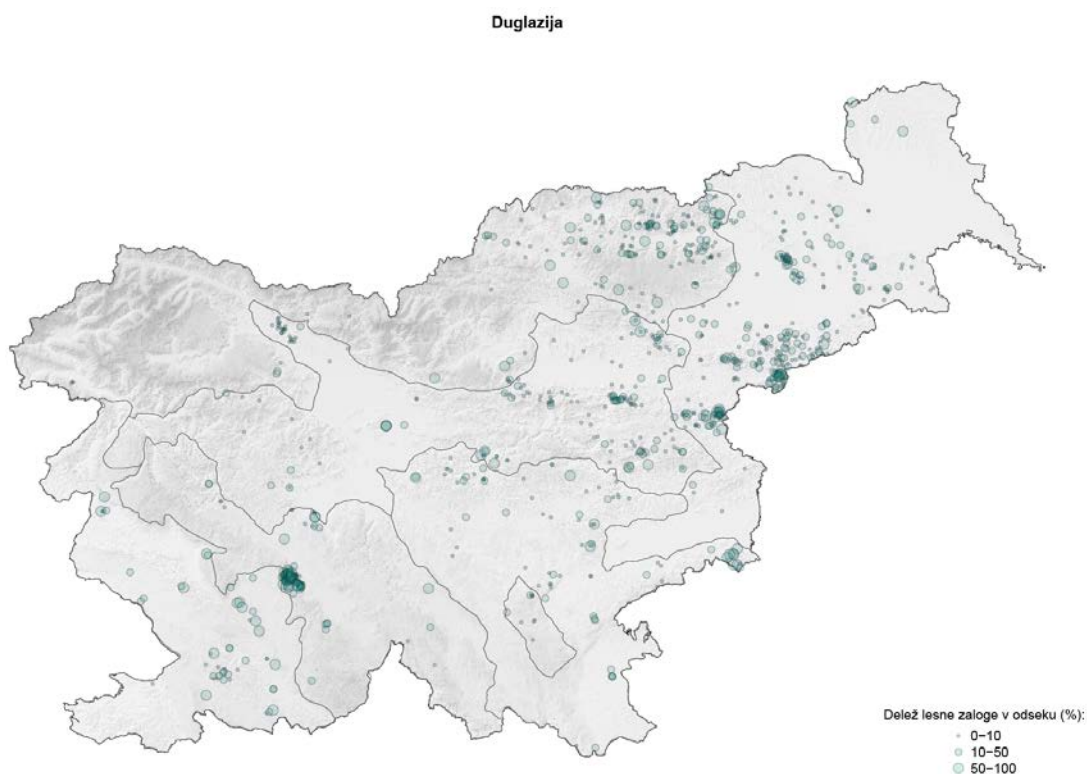
Slika 7: Mešano mladje v fazi gošče v Panovcu pri Novi Gorici, ki je nastalo po sečnji sestoja rdečega hrasta. Z dovolj hitrim in pogostim ukrepanjem v mlajših razvojnih fazah lahko sicer močno konkurenčnemu rdečemu hrastu primešamo graden, javor, bukev in ostale avtohtone vrste in vzgojimo mešane sestoje s posamično ali šopasto primesjo rdečega hrasta.

Analiza razširjenosti ameriške duglazije

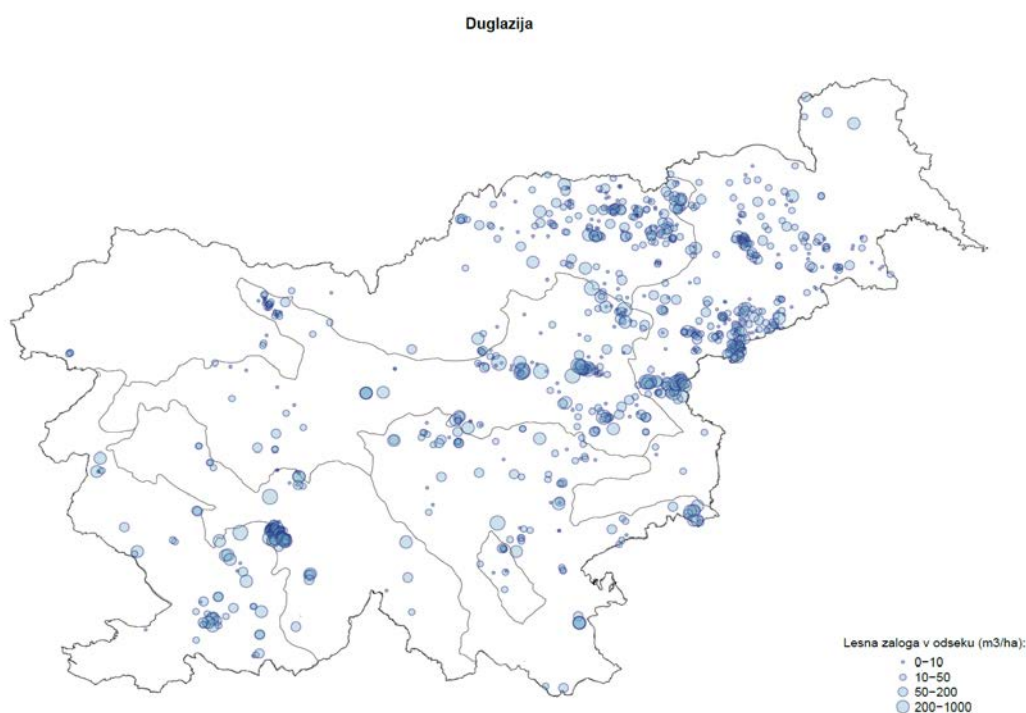
V Sloveniji ameriška duglazija porašča rastišča od nižin pa vse do 1.000–1.200 m nadmorske višine, nekoliko pogostejša je na silikatnih kamninah z manj površinske kamnitosti in skalovitosti in na osojnih legah, prevladujejo pobočja z nagibi med 12 in 25 stopinj (slika 8). Prevladujejo severne, severovzhodne in severozahodne lege (46 %), južnih leg je precej manj. Zanimivo je, da je duglazije nekoliko več v ohranjenih in zmerno spremenjenih gozdovih, kar nakazuje, da je večina vnosov manjšepovršinskih in se meša z domačimi vrstami. Zasledimo jo v vseh fitogeografskih regijah (slika 9 in 10). Nekoliko pogostejša je v vzhodni Sloveniji. Sorazmerno dobro uspeva tudi v subpanonskem in submediteranskem delu Slovenije.



Slika 8: Ekološke razmere v odsekih s prisotno duglazijo. Okvirji z ročaji so izračunani na podlagi povprečnih vrednosti za nadmorsko višino, nagib terena, kamnitost na površini tal in skalnatost v odsekih z duglazijo.



Slika 9: Prisotnost duglazije v gozdnogospodarskih odsekih. Odseki so prikazani s točkami, velikost točke je sorazmerna z deležem lesne zaloge duglazije v odseku.



Slika 10: Prisotnost duglazije v gozdnogospodarskih odsekih. Odseki so prikazani s točkami, velikost točke je sorazmerna s skupno lesno zalogo duglazije v odseku.

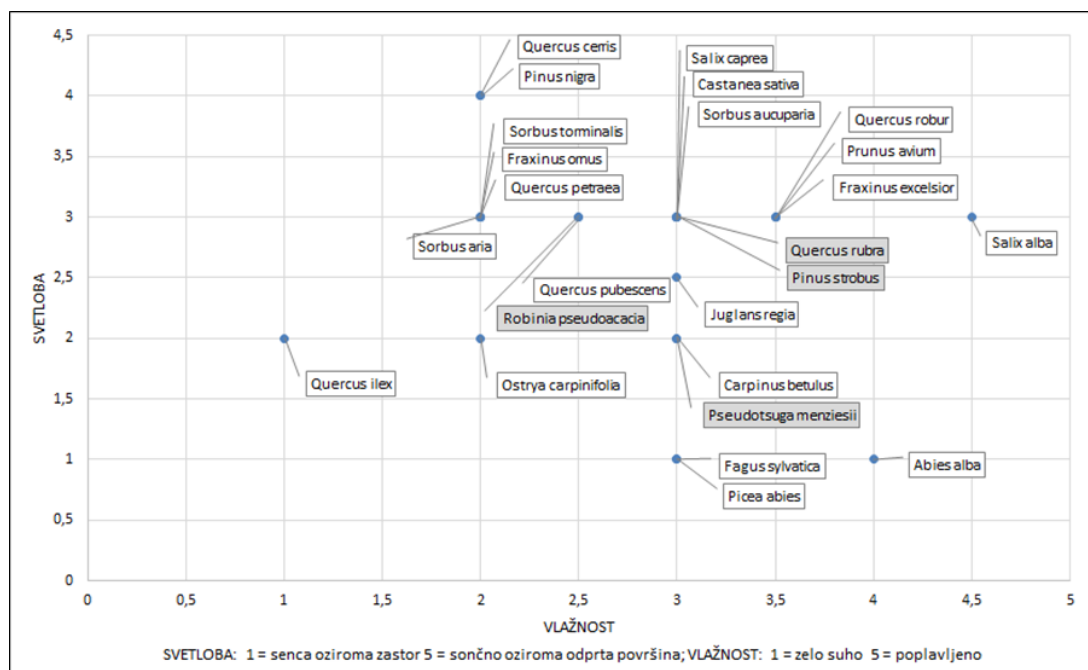
Duglazija se pojavlja v 32 gozdnih tipih (N_ods), v 20 gozdnih tipih ima vsaj 10 % lesno zalogo (N_ods10%) in v 18 vsaj 500 m³ (N_ods500m3) (preglednica 1). Po pogostnosti izstopata Kisloljubno gradnovno bukovje (731) in Dinarsko jelovo bukovje (641), kjer duglazija raste v 275 oz. 114 odsekih s tem prevladujočim gozdnim tipom (vsaj 50% površine celotnega odseka). Na rastišču Dinarsko jelovo bukovje ima duglazija vsaj 10 % delež lesne zaloge v 53 odsekih (Kisloljubno gradnovno bukovje – 25), prav tako je na teh dveh rastiščih tudi največ odsekov, kjer lesna zaloga duglazije presega 500 m³. Pogostejši gozdni tipi so še Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje (781), Kisloljubno bukovje z rebrenjačo (751), Gradnovno bukovje na izpranih tleh (554), Jelovje s praprotni (771), Predpanonsko podgorsko bukovje (752) itd.

Preglednica 1: Razširjenost duglazije v Sloveniji po gozdno rastiščnih tipih (ZGS, 2017)

GT	N_ods	N_ods10%	N_ods500m3
gt731	275	25	10
gt641	114	53	33
gt781	75	11	9
gt751	62	3	9
gt771	60	4	3
gt554	53	4	1
gt752	50	5	1
gt551	33	6	4
gt552	28	4	3
gt632	24	4	5
gt782	21	3	2
gt711	16	2	
gt772	11	2	2
gt631	10		1
gt643	10		2
gt581	9	4	3

Primerjava fitoindikacijskih vrednosti TDV po Landoltu

Rastlinske niše v naravnih združbah določajo njihove fiziološke meje rasti in konkurenčne sposobnosti. Fitoindikacijske vrednosti po Landoltu (2010) označujejo potrebe po in predvidene odzive drevesnih vrst na okoljske dejavnike v fazi mladja. Primerjava fitoindikacijskih vrednosti za svetlobno kaže, da je duglazija uvrščena za stopnjo višje kot najbolj razširjene domače vrste, bukev, jelka in smreka, medtem ko so robinija, rdeči hrast in zeleni bor uvrščeni še stopnjo višje (slika 11). Primerjava fitoindikacijskih vrednosti za vlažnost tal nakazuje robinijo kot manj zahtevno od najbolj razširjenih domačih vrst, medtem ko so duglazija, zeleni bor in rdeči hrast izenačeni z bukvijo in smreko.



Slika 11: Fitoindikacijske vrednosti za svetlobo in vlažnost po Landoltu (2010) za izbrane tujerodne in domače drevesne vrste

DS2.1: Načini saditve in pomlajevanja duglazije in drugih TDV

Poskusi setve in saditve duglazije

Uspešnost saditve puljenk na raziskovalnih ploskvah v Pahernikovih gozdovih, bi lahko opisali kot zadovoljivo. Obstaja več poskusov saditve puljenk, ki so se v nižjih nadmorskih višinah izkazali kot uspešni, nekoliko manj pa v altimontanskem pasu, kjer smo zaznali tudi poškodbe z žuželkami rodov *Hylobius* in *Hylastes* (Murn, 2021). Poškodbe se kažejo kot obgrizene korenine in koreninski vrat, lahko tudi višje po steblu. Posledica je upad vitalnosti, puljenka se lahko tudi v celoti posuši. Poskusna setev duglazije na prekopana tla v altimontanskem pasu se ni izkazala kot obetavna za prakso, hkrati njeno preživetje ni zaostajalo za domačimi vrstami. Klice so bile nekoliko bolj občutljive na erozijo na nagnjenih prekopanih predelih. Slabše preživetje je nakazovala v osrednjih delih vrzeli in pod sklenjenim sestojem, boljše pa na osojnem robu vrzeli (Blažko, 2021). Analize pomlajevanja na celjskem in postojnskem potrjujejo njeno sencoizdržnost do višine ca. 20 cm, višja je bolj svetloljubna od smreke ali gorskega javorja. Hkrati pa ekofiziološke raziskave na istih območjih nakazujejo slabšo učinkovitost fotosinteze mladovja (1,8-3,2 m) v po ujmah prizadetih sestojih na postojnskem, in v splošnem, prav tako slabšo učinkovitost fotosinteze v povsem odprtih delih vrzeli ter najboljšo pod delnim zastorom. Ti izsledki so skladni z opažanji v tujini, kjer opozarjajo na pomen sestojnih razmer in mikrorastišč z zadosti vlage za uspevanje duglazije in potencialno ogroženost mladovja zaradi suše (Čater, 2021).



Slika 12: Poškodbe puljenk duglazije

Na sliki 12 levo vidimo obgrizeno steblo puljenke duglazije v spodnjem delu. Iz izkušenj predvidevamo, da je verjetno steblo obgrizeno tudi na koreninskem vratu in nižje. Puljenka je bila še vitalna z lepimi prirastki, vendar lahko v naslednjih letih pričakujemo upad vitalnosti. Na sliki desno vidimo posušene puljenke z očitnimi znaki prisotnosti rilčkarja.

Analiza uspešnosti saditve puljenk duglazije dve leti po saditvi, na objektu v okolici Vrhnike je pokazala dobro preživetje puljenk, saj je bila uspešnost saditve kar 100 % (Adamič in Roženberger, 2021). Za vse sajene vrste skupaj (poleg duglazije smo sadili tudi navadno jelko, graden, bukev, gorski javor, divjo češnjo, drobnico, lesniko in oreh), pa tudi za duglazijo smo ugotovili značilne razlike v vitalnosti in poškodovanosti med ograjenimi in neograjenimi ploskvami. Na ograjenih ploskvah je bilo poškodovanih 7 %, dobre vitalnosti pa je bilo 93 % vseh posajenih osebkov duglazije, na neograjenih pa je bilo poškodovanih 100 % posajenih osebkov duglazije (slika 13), ki pa so vse ohranile dobro vitalnost (Raida, 2021).

	Ploskev	Gorski javor	Nav. bukev	Građen	Divja češnja	Nav. am. duglazija	Nav. jelka
Poškodovana drevesa (N/ha)		40	0	40	0	80	0
Skupaj (N/ha)	OS	840	40	240	0	1080	640
Poškodovanost (%)		4,8	0,0	16,7		7,4	0,0
Poškodovana drevesa (N/ha)		200	480	240	40	40	0
Skupaj (N/ha)	NS	200	760	280	80	40	0
Poškodovanost (%)		100,0	63,2	85,7	50,0	100,0	

Slika 13: Gostote (N/ha) in deleži (%) poškodovanih dreves sajenega mladja najbolj pogostih drevesnih vrst na raziskovalnih lokacijah v okolici Vrhnike glede na prisotnost ograje (OS - ograjeno, NS - neograjeno)

Analize pomlajevanja duglazije na kranjskem območju ZGS

Mladje duglazije, vključno s klicami, je bilo razvito na 49 od 50 ploskvic. Gostota mladja s klicami je znašala 6933 osebkov na hektar, kar je dovolj za naravno obnovo duglazije v mešanem gozdu. Prevladovalo je mladje do 20 cm višine. Med gostotami mladja drevesnih vrst in zastiranjem krošenj na vseh ploskvicah nismo zaznali povezav, kar je verjetno posledica prevladujoče inicialne faze mladja in sorazmerno neodprtih sestojev. Na manjšem vzorcu kontrolnih ploskvic, ki so bile postavljene sistematično, se je z večanjem zastrtosti krošenj odraslih dreves zmanjševalo število mladja duglazije. Po divjadi je bilo poškodovanih 19,1 % mladja duglazij, 7,4 % smrek in 38,1 % jelk.

Analiza odziva naravnega mladja duglazije na različno intenziteto svetlobe

Na obeh lokacijah (Celje in Postojna) je bila vsebnost foliarnega dušika optimalna. Kljub primerljivim dolgoročnim klimatskim razmeram, smo na obeh lokacijah potrdili povečevanje temperature v zadnjih treh dekadah in povečevanje nihanja razporeditve padavin. Skupna kumulativna količina padavin na obeh lokacijah zadnje dekade (2010-2020) ne odstopa od vrednosti dolgoletnega povprečja (1900-2020), značilna pa je večja povprečna temperatura (Postojna 13,3 °C => 14,8 °C; Celje 17,7 °C => 18,9 °C).

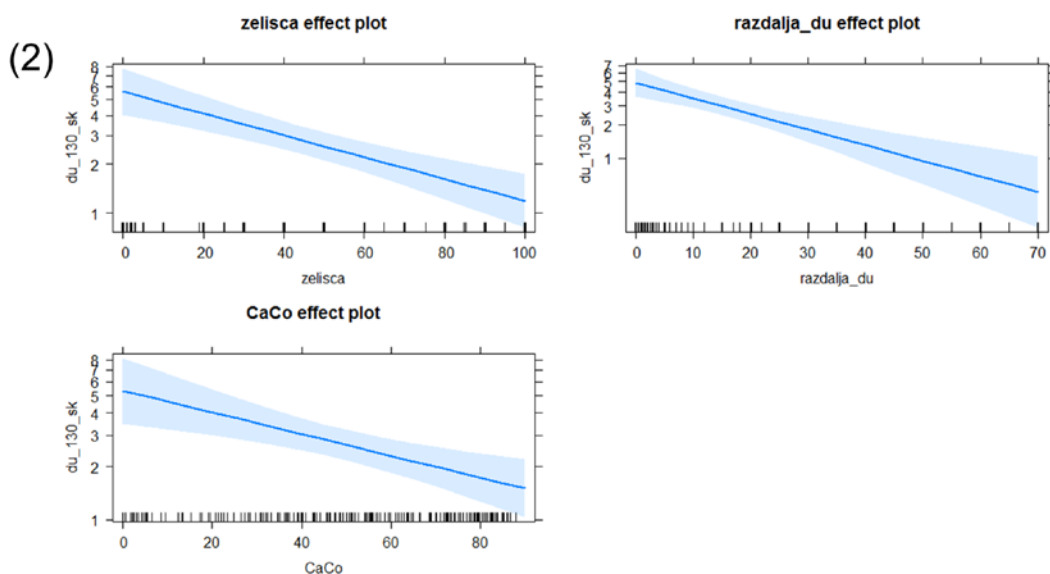
Asimilacijska učinkovitost je rezultativen parameter v katerem se zrcalijo učinki rastišča na mladje; v Postojni je bila učinkovitost največja na odprtem, v razmerah brez zastiranja in se je zmanjševala v smeri popolnega zastora. Proti pričakovanjem je bila učinkovitost na rastišču v Celju največja v kategoriji najmanjšega zastiranja, kateri je sledila kategorija brez zastora, potem kategorija povečanega zastora in končno kategorija popolne zastrtosti.

Na odzive odločilno vpliva poleg svetlobe relativna zračna vlaga (%), ki je bila ves čas izvedenih meritev v poletnem in poznojesenskem obdobju večja na rastišču v Celju zaradi orografije. Meritve kažejo na povečano količino vlage v inverzijski plasti in potrjujejo prilagojenost vrste na avtohtonih rastiščih vzdolž 600 km pasu pacifiške obale, ko drevje v času poletnih sušnejših obdobj brez padavin črpa potrebno vlago iz zraka (megle).

Uspevanje naravnega mladja v prihodnje ni samo po sebi umevno, za preživetje je ključno upoštevanje mikroklimatskih razmer, posebno zračne vlage, ki lahko v času naraščajočih vremenskih ekstremov odločilno vpliva na njegovo rast in razvoj.

Analize pomlajevanja duglazije na območju Celja in Planine

(1)	Duglazija		Bukev		Smreka		Jelka		Javor		Drugo		
	Celje												
	ha-1	%	ha-1	%	ha-1	%	ha-1	%	ha-1	%	ha-1	%	Skupaj
Klica	1593	61%	59	2%	42	2%	285	11%	629	24%	17	1%	2625
<20 cm	310	10%	159	5%	1509	49%	595	19%	444	15%	42	1%	3061
>21 cm	1484	56%	310	12%	243	9%	243	9%	252	10%	101	4%	2633
	Planina												
Klica	25	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	25
<20 cm	584	69%	0	0%	13	1%	25	3%	102	12%	127	15%	851
>21 cm	1333	48%	152	5%	89	3%	89	3%	737	26%	394	14%	2794



Slika 14: (1) Gostote mladja po drevesnih vrstah in višinskih stopnjah v Celju in na Planini; (2) značilni dejavniki, ki vplivajo na skupne gostote mladja duglazije brez klic.

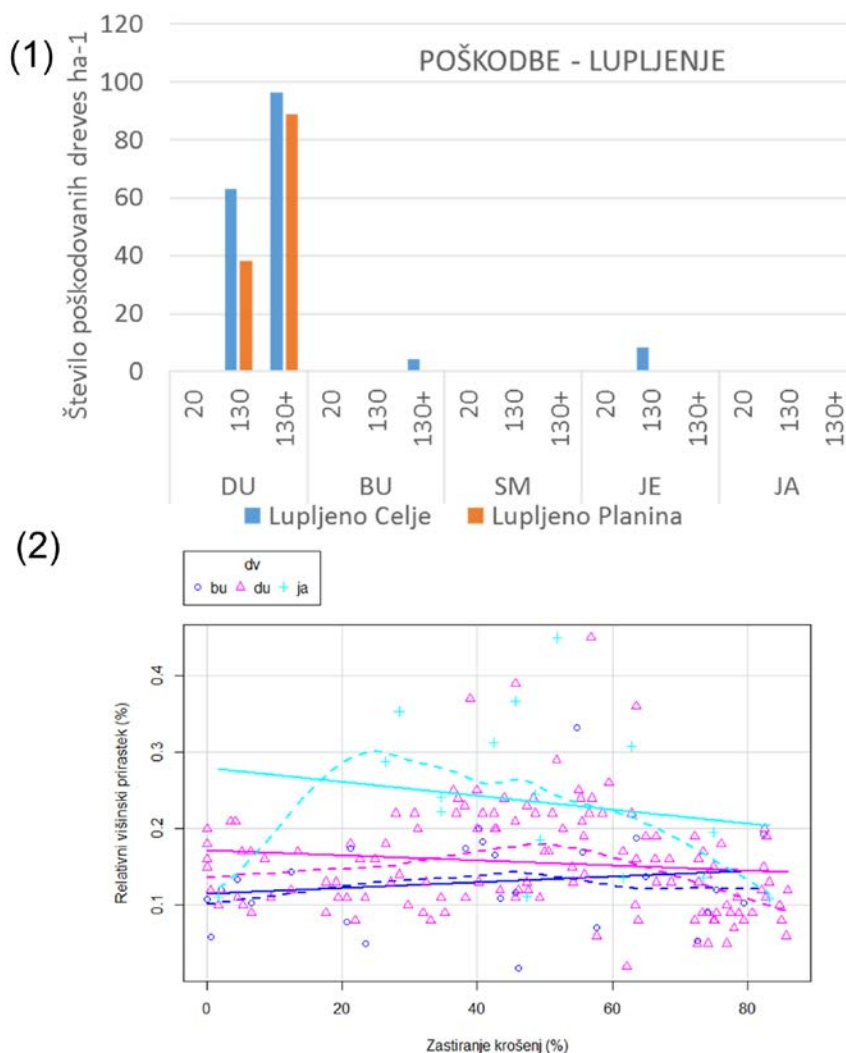
V Celju, kjer je bilo dokaj stabilno gospodarjenje v preteklosti, smo zabeležili visoke skupne gostote mladja (ca. 8300 ha^{-1}) in več klimaksnih vrst v zmesi, predvsem bukve, smreke in jelke (slika 14). Skupne gostote mladja na Planini, kjer so bili sestoji prizadeti zaradi žledu in posledično prenamnožitev podlubnikov, so bile značilno nižje (ca. 3700 ha^{-1}), v zmesi pa so prevladovali gorski javor ter druge vrste (veliki jesen, skorš, iva, robinija, gorski brest). V Celju je znašal delež duglazije višje od 20 cm v zmesi okoli 56 %, na Planini pa 48 %.

Multivariatni model gostot mladja duglazije brez klic nakazuje negativne povezave z zastiranjem zelišč, razdaljo do semenskih dreves in zastiranjem krošenj. To so trije najpomembnejši dejavniki, ki jih je smiselno pri načrtovanju naravne obnove upoštevati. Drugi dejavniki v našem modelu niso bili značilni.

Objedenost po divjadi je bila na splošno nizka, pri duglaziji višja kot pri smreki, primerljiva z objedanjem bukve in nižja kot pri gorskem javorju. Večja težava je bilo lupljenje mladja nad

20 cm višine, kjer je duglazija z 22 % daleč izstopala. Ocenjujemo, da omenjene poškodbe pomenijo visoko stopnjo mortalitete. Podobne poškodbe smo opazili tudi na območju Brežic (slika 15 (1)).

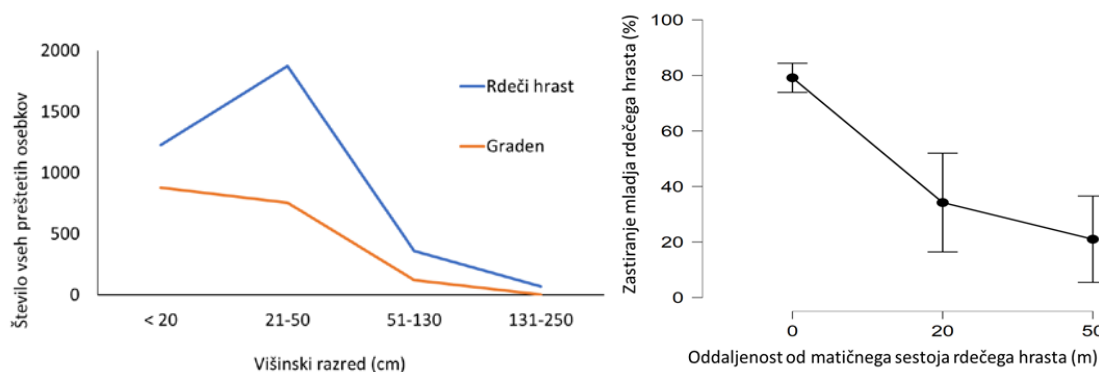
Povezava relativnega višinskega prirastka mladja z zastiranje krošenj kaže najboljše priraščanje pri gorskem javorju 24 %, sledi duglazija 16 % in bukev 13 %. Duglazija je nekoliko manj sencozadržna od bukve in ji prirastek prične upadati pri ca. 50 % zastora krošenj (slika 15 (2)).



Slika 15: (1) Poškodbe mladja duglazije po višinskih razredih zaradi lupljenja po divjadi; (2) Povezave med relativnim višinskim prirastkom bukve (bu), duglazije (du) in gorskega javorja (ja) in zastiranjem krošenj

Analize pomlajevanja rdečega hrasta v Panovcu

Na raziskovalnih ploskvah smo zabeležili skupaj 72.800 osebkov mladja na ha. Prevladoval je rdeči hrast s 55 %, sledili pa so mu graden (28 %), veliki jesen (6%), mali jesen (4 %) in beli gaber (2 %). V mladju se v manjših deležih pojavljajo tudi gorski javor, robinija, brek, brest, bukev, češnja in druge vrste.

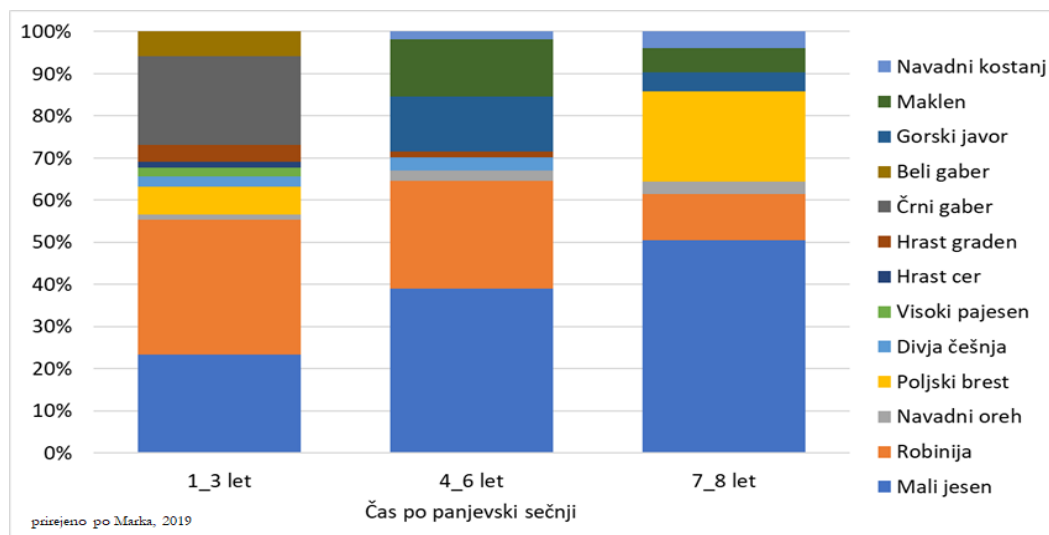


Slika 16: levo - število vseh osebkov mladja rdečega hrasta in gradna na raziskovalnih ploskvah glede na višinski razred; desno - odstotki zastiranja mladja rdečega hrasta glede na oddaljenost od matičnega sestoja.

Slika 16 levo kaže višinsko strukturo mladja rdečega hrasta in gradna. Rdeči hrast sicer prevladuje, vendar je graden prisoten tudi v višinskih razredih nad 50 cm in ga je s primerno hitrim gojitvenim ukrepanjem še mogoče primešati. Slika 16 desno kaže upadanje deležev zastiranja mladja rdečega hrasta z oddaljenostjo od matičnega sestoja. Z oddaljenostjo od matičnega sestoja delež rdečega hrasta značilno upada (ANOVA, $p < 0,001$).

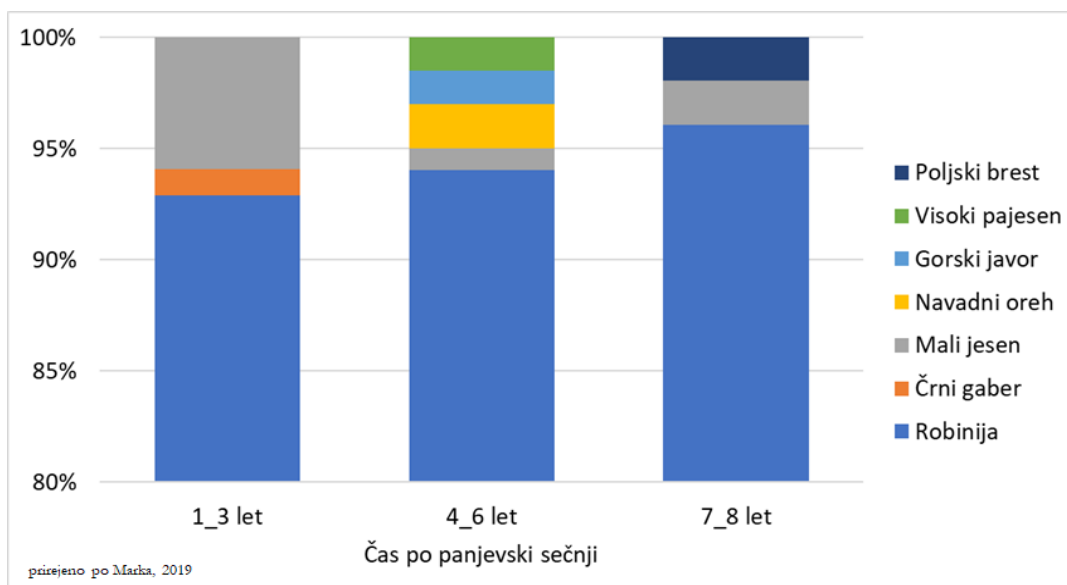
Analize razvoja vegetacije po panjevski sečnji v sestojih robinije v Vipavski dolini

Na raziskovalnih ploskvah v Vipavski dolini smo v 16 sestojih od 1 do 8 let po panjevski sečnji analizirali drevesno sestavo in strukturo mladja (Marka, 2019). Ugotovili smo veliko pestrost avtohtonih drevesnih vrst v mladju z višino nad 1,3 m med katerimi so bile mali jesen, poljski brest, gorski javor, navadni oreh, črni gaber, divja češnja, brek in graden (slika 17).



Slika 17: Drevesna sestava mladja višine do 1,3 m glede na čas po panjevski sečnji

Omenjene vrste se pojavljajo na začetku razvoja, kasneje pa postanejo manj konkurenčne, zato je v primeru premene potrebno ukrepanje kmalu po nasenitvi avtohtonih vrst.



Slika 18: Drevesna sestava mladja višine nad 1,3 m glede na čas po panjevski sečnji

Na sliki 18 vidimo manjšo drevesno pestrost dominantne plasti mladja v primerjavi s spodnjo plastjo. Nekatere vrste so v zgornji plasti takoj po sečnji še prisotne, s starostjo po sečnji pa robinija prevlada in možnosti za ukrepanje se močno zmanjšajo.

DS2.2: Smernice za snovanje in naravno obnovo duglazije in TDV

Ameriška duglazija

Ameriška duglazija potrebuje za razvoj več svetlobe kot navadna smreka, je pol-sencozdržna vrsta, čeprav v zgodnji mladosti prenese precej zasenčenosti. To še posebej velja za Evropo, verjetno zaradi več padavin v poletnem času v primerjavi z izvornimi rastišči (Spiecker in sod., 2019). Dobro se razvija na odcednih, globokih in svežih, rahlo kislih tleh, nekoliko slabše pa na apneni podlagi ter mokrih ali zbitih tleh (Uchytíl, 1991). Odrasla je manj občutljiva na poletno sušo in požare kot smreka, medtem ko je njeno mladje precej občutljivo. Težave lahko povzročajo spomladanske pozebe ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$), moker sneg (nasadi 20-40 let) in poškodb zaradi zimske izsušitve asimilacijskih organov. Zaenkrat ima manj antagonističnih organizmov kot domače vrste, težave lahko povzročajo osip iglic ter afide in žuželke (*Hylobius* in *Hylastes spp.*) na mladju (Waldwissen, 2015).

V Evropi poteka obnova duglazije v glavnem s saditvijo v gostotah 1.000-1.200, največ pa 2.000 sadik ha^{-1} . Priporočena je saditev v skupinah kot primes domačim vrstam za doseganje ciljne zmesi okoli 10 % na ravni sestoja (Leder, 2014). Zaradi večje potrebe po svetlobi je več možnosti za saditev duglazije po ujmah, na osvetljenih sestojnih robovih in ob gozdnih prometnicah. Sadike duglazije slabše prenašajo shranjevanje in transport kot sadike smreke, pomembno pa je zagotoviti tudi dovolj ravnega prostora pri vzgoji v drevesnici, kar je mogoče preveriti z analizo tršatosti. V splošnem je saditev dražja in manj uspešna kot pri smreki, zato je v zadnjem času vse večji poudarek na njeni naravni obnovi. Mladje je občutljivo na objedanje in drgnjenje po divjadi ter na konkurenco pritalne vegetacije. Zaradi pol-sencozdržnosti lahko preživi le krajši čas pod zastorom; mladje nad meter višine potrebuje za dober razvoj pribl. 20 % razpršene svetlobe, gošča pa že 40 %. Socialna diferenciacija je hitra in zahteva zgodnje uravnavanje gostote na 2.000 primerkov ha^{-1} . V Nemčiji se ameriška duglazija spontano širi,

vendar je lahko potencialno invazivna le na revnih, kislih, peščenih, plitvih in sušnih rastiščih, ki so primerljiva s kisloljubnimi gradnovimi gozdovi v Sloveniji (Spiecker in sod., 2019). Tudi v Sloveniji so duglazijo v zadnjih desetletjih sadili le kot primes smreki, gostote so bile nekoliko večje kot navajajo sodobna priporočila. Terenski ogledi nakazujejo, da je uspešnejša ob gozdnih robovih in prometnicah, kjer razvije zmogljivo krošnjo (Benedičič, 2021). V zadnjem času v nekaterih predelih Slovenije (npr. Kranjsko, Celjsko, Postojnsko, Slovenjegraško in Brežiško območje) opažajo njeno dobro naravno pomlajevanje, na Celjskem celo brez zaščite pred divjadjo. Mladje je bolj občutljivo na objedanje kot pri smreki, še večji problem je lupljenje mladja nad višino pritalne vegetacije.

Zeleni bor

Zeleni bor uspeva na izvornih rastiščih od morske gladine do 1.200 metrov nadmorske višine v gorstvih na jugu areala. Je hitrorastoča, pionirska vrsta in se uveljavlja tudi pri spontanem zaraščanju negozdnih površin. Je polsvetloljubna vrsta, ki v mladosti prenaša več zasenčenosti kot domači bori in to lastnost ohranja v odraslost. Dobro uspeva na silikatu, prekorenini tudi težja, glinasta tla, prenaša sušna peščena in plitva skalovita tla, opad se dobro razkraja (Carey, 1993). Zaradi teh lastnosti je dober meliorator. Ogrožajo ga številne bolezni in škodljivci, ki jih dodatno pospešujejo okoljske spremembe. Sestoji na hladnih in vlažnih legah so dovzetnejši za širjenje gliv. Dokaj odporen je na veter in nizke temperature, delno občutljiv na sušo in onesnaženo ozračje (Ostry in sod., 2010). V Nemčiji je uvrščen med invazivne TDV.

Pri 5.-10. letih začnejo drevesa proizvajati storže, semenijo na 3-5 let in lahko ohranijo reprodukcijsko sposobnost do 450 let. Seme se prenaša z vetrom, pticami ali malimi glodavci. Seme kali na različnih talnih podlagah, od vlažnih mineralnih tal, opada, do travnatih površin in v bolj skrajnih sušnih razmerah, če je dovolj zastora. Dobro naravno nasemenitev dosežemo pod zastorom odraslih dreves in v mešanih sestojih, posebno z listavci. V severni Ameriki uporabljajo za obnovo zastorno sečnjo, kjer s svetlitveno sečnjo odvzamejo približno polovico lesne zaloge, po 5.-10. letih sledi končni posek. Začetna rast je počasna, med 10. in 20. letom doseže pribl. 40 cm letne višinske rasti. Minimalne vrednosti za preživetje mladja so okoli 20 % svetlobe na prostem, maksimalno rast dosega pri 45 % difuzne svetlobe na prostem (Carey, 1993). Pri umetni obnovi sadimo od 1.500-2.000 sadik ha^{-1} . Pred obnovo oz. saditvijo je smiselna točkovna priprava sestoja z obžetvijo in prekopavanjem. Na odprtih površinah so večji prirastki, vendar tudi težave z zelišči in ribezovo rjo, zato je bolj priporočljiva vzgoja pod zastorom in na sušnih do srednje vlažnih ter na revnejših do srednje založenih rastiščih s hranili.

Orjaški klek

Orjaški klek porašča rastišča od severnoameriške pacifiške obale do 2.290 m nadmorske višine v zalednih gorstvih. Sladno s tem je prilagojen na zelo različne temperaturne in vlažnostne razmere: uspeva povsod, kjer se letna vsota padavin giblje med 500 in 5.550 mm. Obalne provenience so manj občutljive na glivične bolezni in bolj na pozebe, medtem ko velja za zaledne provenience ravno obratno. Je izrazito sencozažna in dolgoživa vrsta (800-1.000 let). Dobro se razvija na svežih, skeletnih tleh, na severnih lega in v soteskah s trajno veliko zračno vlažnostjo (Minore, 1990). V srednji Evropi dobro raste tudi na nekoliko bolj sušnih tleh in v predelih s padavinami pod 600 mm letno. Opad se dobro razkraja (Vor, 2015).

Polni obrodi orjaškega kleka so na 3-5 let. Naravna obnova je uspešna pod zastorom, na tleh z bogatim humusom, na plasti mahov in drevesnih ostankih. Mladje je občutljivo na pozebe in moker sneg, ter prekomerno objedanje, drgnjenje in lupljenje divjadi. V Nemčiji ni uvrščen med invazivne vrste. Umetna obnova se izpelje pod zastorom krošenj v razmiku $2 \times 2(3)$ m. S

saditvijo na večjih razdaljah se izboljša tršatost in poveča odpornost na poškodbe zaradi mokrega snega in kasneje vetra. Korenine sadik so zelo občutljive na izsušitev. V srednji Evropi so starejši sestoji z naravnim pomladkom, ki se zaradi sencoizržnosti pogosto pojavlja brez posebnih ukrepov (Vor, 2015).

Rdeči hrast

Rdeči hrast je severnoameriška vrsta, ki prihaja iz vzhodnega dela ZDA in Kanade, od Quebeca na severu, do Alabame na jugu, kjer uspeva v južnem delu Apalaškega gorovja od nižin, do nadmorske višine 1.680 m (Tirmenstein, D. A., 1991). Lahko raste v čistih sestojih ali pa je mešan z različnimi vrstami listavcev in iglavcev. Padavinski interval v katerem uspeva rdeči hrast na svojih naravnih rastiščih je med 760 in 2.030 mm, interval srednjih letnih temperatur pa med 4 in 16 °C. Raste na zelo različnih tleh in talnih podlagah, najbolj mu ustrezajo globoka dobro odcedna ilovnata in glinena tla ter severna in vzhodna pobočja, vključno z uleklinami in dolinami, brez zastajajoče vode (Dey in Parker, 1996; Tirmenstein, D. A., 1991). Semeniti začne v starosti 25 let, bolj obilno pa semeni v starosti okoli 50 let, v intervalih med 2 in 5 let (Sander, 1990). Vrsta je srednje sencoizržna, saj mladje preživi v svetlobnih razmerah med 2 in 5 % polne osvetlitve. Rdeči hrast asimilirate prvenstveno investira v rast korenin, zato zdrži tudi v bolj sušnih tleh (Dey in Parker, 1996), kljub temu pa je na revnih tleh občutljiv na sušo. Uspešnost pomlajevanja in širjenja rdečega hrasta je odvisna od rastiščnih razmer. Večjo uspešnost kaže na suhih revnih in srednje bogatih peščenih tleh, medtem ko je na bogatih tleh slabše konkurenčen in manj agresiven pri pomlajevanju. Glavni razlog za omejeno uspešnost širjenja je težko seme in njegova omejena disperzija. Rdeči hrast kot tujerodna vrsta s svojo prisotnostjo lahko spreminja strukturo in vrstno sestavo gozdov, vrstno sestavo talne vegetacije in talnih mikroorganizmov in lahko deluje kot invazivna vrsta (Chmura, 2013).

Najpomembnejši dejavnik pri razvoju mladih osebkov je svetloba, ki bi naj dosegala vsaj 30 % polne osvetlitve. Osebkji mladja pod zastorom preživijo nekaj let, potem pa propadejo, zato za obnovo priporočajo rahlo presvetlitev sestojev, kjer se vrsta pojavlja v pomladku (Dey in Parker, 1996). Tudi v primeru golosekov je rast mladih osebkov rdečega hrasta relativno počasna in se bolje uveljavlja, če je že prisoten kot pomladek oziroma površine, kjer se pomlajuje niso povsem odprte. V ZDA v večini primerov za obnovo uporabljajo naravno mladje, vendar se poslužujejo tudi umetne obnove s sadikami. Pri presajanju je zelo pomembno, da ohranimo čim več korenin, saj so v njih rezerve hranil, ki pomagajo pri preživetju mladih osebkov rdečega hrasta. Mladje rdečega hrasta v svojem naravnem okolju objedajo različne vrste iz družine jelenjadi, kar ima lahko velik zaviralen učinek na razvoj mladja. Rdeči hrast je v mlajših razvojnih fazah slabše konkurenčen na dobrih rastiščih, kjer uspevajo visoka hitrorastoča zelišča in drevesne vrste. Večjo konkurenčno moč ima na bolj ekstremnih, lahko tudi sušnih rastiščih, kjer lahko konkurira zaradi sposobnosti shranjevanja rezerv v svojem dobro razvitem koreninskem sistemu. Tako kot v ZDA, tudi v Evropi obnova rdečega hrasta temelji na naravnem pomlajevanju in uporabi zastornega, v nekaterih primerih pa tudi skupinsko postopnega gospodarjenja. Ko z odpiranjem sestoja dosežejo dobro pomlajevanje, takoj nadaljujejo s končno sečnjo. Naravno pomlajevanje rdečega hrasta je povsod, kjer se pojavlja, obilno in uspešno, zato so pomladitvene dobe kratke. Rdeči hrast tudi v Evropi dobro semeni, predacija semena pa je majhna. Glavna težava, ki jo opažajo tudi v evropskih sestojih, je objedanje mladja. Čeprav je v ZDA pomlajevanje rdečega hrasta včasih problematično zaradi slabe konkurenčnosti z bolj sencoizržnimi vrstami, so v analizah sestojev na peščenih tleh, na rastiščih doba in belega gabra v okolici Freiburga v Nemčiji zabeležili dobro pomlajevanje (v povprečju 240.000 osebkov nižjih od 2 m na ha) te drevesne vrste tudi v povsem zastrti sestojih. Maksimalne gostote so ugotovili neposredno pod semenskimi drevesi (do 1.250.000 na ha), v razdalji večji od 15 m od semenskih dreves pa značilno manj.

Rdeči hrast tudi v Evropi pospešujejo s pomočjo umetne obnove. Gostote sajenja se precej razlikujejo med državami. Najnižje gostote uporabljajo v Franciji (1.000 – 2.000 osebkov na ha), najvišje pa v Romuniji (5.000 – 7.000 osebkov na ha). Mladje rdečega hrasta se dobro meša z avtohtonimi vrstami, pri čemer moramo pri negi dajati prednost domačim vrstam, ki imajo nekoliko manj intenzivno višinsko rast (Nicolescu in sod., 2018b).

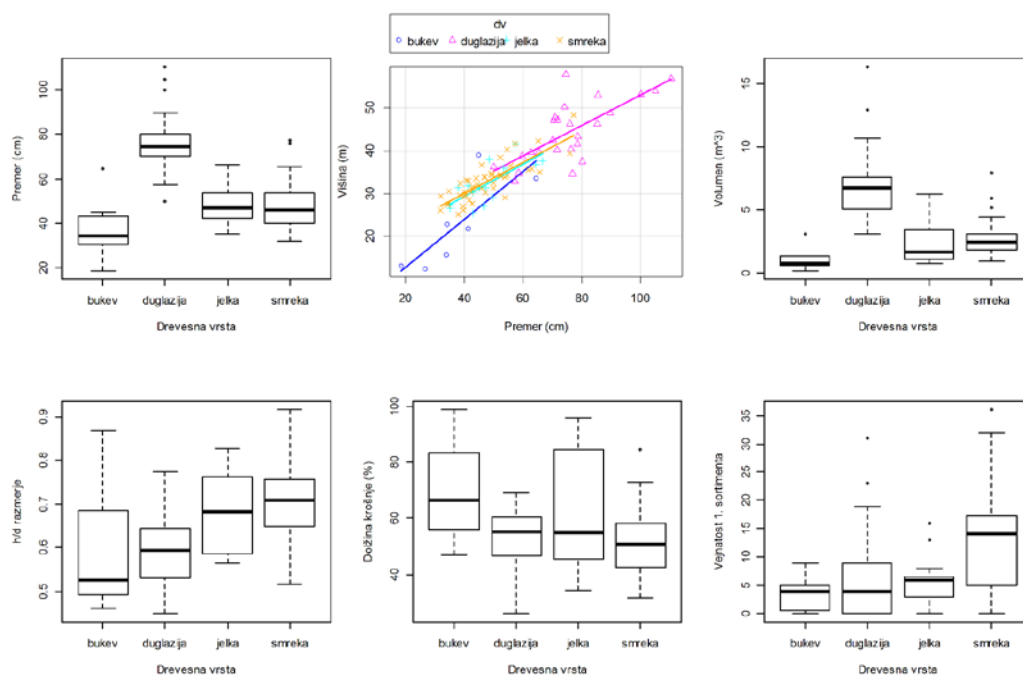
Robinija

Vegetativni način pomlajevanja, ki ga spodbujamo s panjevske sečnje robiniji omogoča nenehno prisotnost na površini kjer uspeva, saj je višinska rast poganjkov veliko bolj intenzivna, kot rast drugih vrst, ki se na isti površini razmnožujejo s semenom. Najpogostejši način pomlajevanja so koreninski in panjevski poganjki, v primeru bolj izpostavljenih mineralnih tal pa je uspešno tudi razmnoževanje s semenom. Pomlajevanje in obnova robinije tako nista problem, bolj je pomembno ali lahko v tej fazi agresivno pomlajevanje robinije upočasnimo. Glede na naše raziskave lahko v začetni fazi obnove zabeležimo pristnost tudi drugih drevesnih vrst, ki bi jih ob hitrem in intenzivnem gojitvenem ukrepanju v fazi obnove lahko uporabili pri premeni sestojev. Gojitveno ukrepanje naj bo, če je cilj premena, usmerjeno v pospeševanje predvsem hitrorastočih avtohtonih vrst na račun robinije. S temi vrstami lahko senčimo mladje robinije in ustvarjamo razmere za razvoj zahtevnejših klimaksnih in bolj počasi rastočih vrst, ki so v mladju prisotne v spodnjih socialnih položajih.

DS2.3 Smernice za nego sestojev duglazije in TDV po skupinah rastišč

Analiza odraslih sestojev z duglazijo na območni enoti ZGS Kranj

Na kranjskem območju ZGS smo v petih odraslih sestojih z duglazijo in petih kontrolnih sestojih analizirali 95 izbrancev, od tega 25 duglazij, 46 smrek, 16 jelk in 7 bukev. Analize izbrancev kažejo na značilno precej večje premere, višine in volumne v primerjavi s smreko, ki je bila sajena istočasno ter v primerjavi z jelko in bukvijo iz naravnega mladja (slika 19). Duglazija je imela najboljše h/d razmerje v primerjavi z drugimi vrstami, z izjemo bukve, ki se je v sestoji podselila kasneje. Globina krošnja je bila primerljiva z jelko in smreko. Proti pričakovanju, je bila vejnatost duglazije precej manj izrazita kot pri smreki in tudi nekoliko manj izrazita kot pri jelki. Duglazija je pri istih premerih dosegala višje končne višine kot smreka in še posebej bukev.



Slika 19: Primerjava premerov, višinskih krivulj, volumnov, h/d razmerij, dolžin krošenj in vejnatosti med izbranci duglazije in domačimi vrstami v izbranih odraslih sestojih z duglazijo na kranjskem območju ZGS

Ameriška duglazija

Negovalni modeli ob upoštevanju gospodarskih izhodišč, pomenijo optimiranje med priraščanjem, kakovostjo in stabilnostjo sestojev. Duglazija je iz gospodarskega vidika zanimiva, ker ima za vsaj 10-25 % večjo proizvodno sposobnost kot smreka, še posebej na nižjih nadmorskih višinah. Jedrovina je naravno trajna z odličnimi mehanskimi lastnostmi, zato dosega duglazija na srednjeevropskem trgu ugodno ceno, ki je lahko tudi do 25 % večja od cene smrekovine (Leder, 2014). Ciljni premer branik naj bi bil 6-8 mm, večje branike lahko vplivajo na manjšo mehansko trdnost. V srednji Evropi je trg za sortimente nižje kakovosti slabo razvit. Zaradi dobrega priraščanja, dolgoživosti, odpornosti na sušo, na ujme in požare je zanimiva vrsta pri prilagajanju gozdov na podnebne spremembe. V zadnjem desetletju je vse več poročil o občutljivosti mladja na sušo in o širjenju gliv. Obstaja pa tudi bojazen pred potencialno invazivnostjo (Spiecker in sod., 2019).

Duglazija zahteva nekoliko zgodnejše sproščanje in več rastnega prostora kot smreka. Pri zgodnjem prvem redčenju pospešujemo 500–800 dominantnih primerkov ha^{-1} , pri drugem redčenju se usmerimo na približno 100-200 izbrancev ha^{-1} . Dobro kakovost dosegamo z dokaj intenzivnimi redčenji, s katerimi: (1) ohranjamo zmogljive krošnje z globino do polovice višine, (2) dosegamo tanjše veje - do 4 cm premera in boljšo preskrbo z vodo ter (3) uravnavamo širino branik, ki naj ne bi presegala 8 mm. Temeljnica po redčenju ostaja v razponu 40-60 m^2ha^{-1} za ciljne premere debla 55-65 cm. Za dobro kakovost je potrebno obvejevanje pri 15-20 cm premera. Ameriška duglazija omogoča gospodarjenje z daljšimi proizvodnimi dobami in večjimi ciljnim dimenzijami dreves, kar je povezano s povpraševanjem na trgu. V srednji Evropi so iskani močnejši sortimenti z manj juvenilnega lesa (prvih 10-20 branik) in večjim deležem jedrovine (Spiecker in sod., 2019). Ameriška duglazija je v Evropi pogosto sestavina trajnega (prebiralnega) gozda, kjer pa naj temeljnica ne presega 30 m^2 za zagotavljanje kontinuiranega pomlajevanja (Schütz in Pommerening, 2013).

Zeleni bor

Negovalni modeli za zeleni bor upoštevajo hitro priraščanje in gospodarske značilnosti. V severni Ameriki se les zelenega bora uporablja za stavbno in notranje pohištvo ter za opaže in obloge. Les je mehak, lahek, srednje močan, smolnat, obdelava je enostavna. V Evropi občasno nadomešča dražji les cemprina, dogajajo se tudi namerne zamenjave. Les uporabljajo tudi za izdelavo čebeljih panjev in kukavičjih ur (Grosser in Teetz, 1985). V Evropi znaša proizvodna doba zelenega bora za celulozo 40-60 let, pri hlodovini za žago od 60-80 let. Do starosti 30 let se zeleni bor dobro odzivna na sproščanje, če dosega globina krošnje vsaj tretjino drevesne višine. Odzivnost na gojitvene ukrepe s starostjo hitro nazaduje, zato je težišče redčenj v prvi polovici proizvodne dobe. Ciljamo na 250-500 končnih izbrancev ha⁻¹. Dobro tekmuje s pionirji, težje se uveljavlja s hrastom in bukvijo, kar je potrebno upoštevati pri mreži izbrancev. Zgodnje obvejevanje (< 15 let) se priporoča zaradi odstranjevanja okuženih vej in kakovosti sortimentov. Kot dolgoživa drevesna vrsta je primeren kot prihranjenec.

Orjaški klek

V mladosti je rast počasna, kasneje je močnejša in izrazito dolgotrajna, zato lahko skupna produkcija v 100 letih doseže 2.000 m³ ha⁻¹, s čimer presega smreko na primerljivih rastiščih. Primerjave iz Nemčije kažejo, da je prirastno izjemno učinkovit tudi pod zastorom borov (Panka, 2014). Les orjaškega kleka je eden najmočnejših, najtrajnejših in najstabilnejših lesov iglavcev. Je pregovorno odporen na vlago, glive in žuželke (Ruhm, 2013). Poleg tega je zelo lep. Uporablja se za natančne projekte v gradbeništvu, še posebej za zunanje elemente, vključno s strehami ter v zadnjih desetletjih kot resonančni les za brenkala in godala. Ima mehkejši zvok od smreke ali sitke in je dobra izbira za kitare namenjene »fingerstyle« načinu igranja. Izvoz hlodovine iz severne Amerike je omejen.

Priporoča se zgodnja negativna izbira, zaradi nagnjenosti k rastnim nepravilnostim (rogovilavost), ki ji sledijo pogosta zmerna izbiralna redčenja za boljše čiščenje vej ter v izogib malolesnosti in sekundarnim poganjkom. Slabo se čisti vej, zato se za doseganje najboljših kakovosti priporoča obvejevanje. Poškodbe pri izvedbi del naj bodo čim manjše zaradi dovzetnosti na okužbe gliv. V Evropi dosežejo negovani sestoji sečno zrelost pri 80-100 letih, s starostjo narašča tveganje za razvoj gliv, za malolesnost in zavito rast. Ni primeren kot prihranjenec, ker ga ogrožajo vetrovi (Ruhm, 2013).

Rdeči hrast

Največje uspehe pri gospodarjenju z gozdovi rdečega hrasta naj bi dosegali z zastornim načinom gospodarjenja, čeprav ga je mogoče vzgajati tudi s kombinacijo ustvarjanja vrzeli in robnih sečenj. V primeru zastornega gospodarjenja se v ZDA poslužujejo več sečenj v nizu. Prva sečnja v obliki nizkega redčenja služi vzpostavljanju pomladka, ki mu z nadaljnjimi sečnjami dodajajo svetlobo. Včasih ob prvi sečnji izvajajo tudi odstranjevanje pritalne vegetacije. V primeru dobro razvite pritalne vegetacije pri prvi sečnji odstranijo okoli 30 % zastora, če je pritalne vegetacije manj in so tla slabše produktivna pa več. Za dobro uspevanje pomladka naj bi bila po prvi sečnji temeljnica ostanka sestoja med 9 in 12 m²/ha (Dey in Parker, 1996). Končni posek izvajajo, ko je v pomladku več kot 1.000 osebkov na ha z višino okoli 1 m, kar naj bi zagotovilo normalen razvoj sestoja. Ob končni sečnji na sečni površini puščajo okoli 30 prihranjenih dreves, da zagotovijo proizvodnjo semena za živalske vrste. V Evropskem prostoru pred prvim redčenjem v mladju rdečega hrasta izvajajo klasično nego mladja in gošče. V začetni fazi razvoja izvajajo obžetev in odstranjevanje vegetacije, kasneje

pa rahljanje in čiščenje (negativna selekcija). Zaradi hitre rasti rdečega hrasta mora biti ukrepanje pogosto in močno. V zadnji fazi razvoja mladovja pri prsnih premerih okoli 10 cm naj gostota ne bi presegala 1.600 osebkov na ha, pri čemer se na boljših rastiščih pozitivna selekcija začne že ob koncu faze gošče. V mlajših sestojih začnejo izvajati izbiralno redčenje zgodaj, pogostost pa je od 4–6 let. Jakost redčenja prilagajajo razmeram, giblje pa se med 15 in 30 % temeljnice. Večje jakosti imajo za cilj dolgoročno produkcijo lesa z debelinskim prirastkom vsaj 1 cm na leto. Pri močnem ukrepanju moramo biti previdni, saj se lahko pojavi intenzivno odganjanje debelnih epikormskih poganjkov. Tudi v sestojih rdečega hrasta je mogoče izvajati situacijsko nego in druge oblike bolj usmerjenih redčenj, kjer pospešujemo manjše število ciljnih dreves (60–140 dreves na ha) in skrbimo za dobro debelinsko rast z vzdrževanjem velike krošnje. Za doseganje boljše kakovosti izbranih ciljnih dreves izvajajo tudi obvejevanje, saj naravno čiščenje vej rdečega hrasta ni tako uspešno kot pri domačih vrstah. Odstranjujejo suhe in slabo razvite veje s premerom maksimalno 3 cm, do višine 6 m. V večini evropskih držav je proizvodna doba za sestoje rdečega hrasta med 70 in 100 leti, kar je, zaradi hitre rasti rdečega hrasta, manj, kot velja za avtohtone vrste hrasta (Nicolescu in sod., 2018b).

Robinija

Tradicionalno panjevisko gospodarjenje z robinijo je uspešno, če je naš cilj vinogradniško kolje in les za kurjavo. V primeru večjih ambicij pa lahko izvajamo premeno čistih sestojev robinije v mešane gozdove ali pa začnemo z gozdnogojitvenimi ukrepi za izboljšanje kakovosti sortimentov v sestojih robinije.

Če se odločimo za popolno premeno sestojev robinije je potrebno njeno odstranjevanje in pospeševanje ali saditev avtohtonih vrst. Ker je prvih nekaj let potrebno intenzivno ukrepanje, da ohranimo konkurenčnost domačih vrst in je tak ukrep lahko povezan z večjimi stroški, si lahko za cilj postavimo mešan sestoj, v katerem bodo robiniji posamično primešani osebki avtohtonih vrst, ki bodo služili kot semenska drevesa za naslednjo generacijo, obenem pa bodo s senčenjem zmanjševala moč svetloлюбne robinije. Tak postopen način premene je smotrno izvajati na dobrih rastiščih, kjer bo reakcija avtohtonih vrst boljša.

V več evropskih državah je cilj gojenja čistih sestojev robinije vzgoja hlodovine s ciljnim premeri najmanj 40 cm. V tem primeru prvič ukrepajo 5 let po panjevski sečnji. V tem ukrepu izvajajo negativno selekcijo in zmanjšujejo gostoto do 2.500 dreves na ha. Naslednji ukrep sledi čez 4 leta, ko pa že uporabljajo pozitivno selekcijo, gostote pa zmanjšujejo na 1.000, 1.700 ali 2.000 dreves na ha, odvisno od države. Ta del nege je ključen za zagotavljanje dovolj velikih krošenj robinije, ki je močno občutljiva na stransko senčenje. Nega se nadaljuje s serijo izbiralnih redčenj (vsakih 5-7 let) jakosti od 15 do 25 % lesne zaloge sestoja, kjer je glavni cilj pospeševanje kakovosti, vzdrževanje velikosti krošenj in ohranjanje prirastka. Vse osebke v spodnjem sestojnem položaju puščajo, da zagotovijo zaščito debel in preprečijo pojavljanje epikormskih poganjkov. Gostota dreves po zadnjem redčenju je v večini držav med 150 in 500 osebki na ha. Kakovost hlodovine izboljšujejo tudi z obvejevanjem od 4 do 8 m visoko (Nicolescu in sod., 2018a).

2.5 Razprava, zaključki in priporočila naročniku

Iz anket, intervjujev in analiz izhaja, da po letu 1994 ni bilo znatne saditve TDV v Sloveniji. Večina sestojev TDV je zato v odraščajoči in odrasli razvojni stopnji. Sestoji so bili deležni gozdnogojitvene obravnave v smislu postopne premene v mešane raznomerne sestoje, zato v Sloveniji ni tradicionalnih monokultur TDV. S takšnim načinom obravnave nasadov TDV je

smiselno nadaljevati, novi vnosi pa naj bodo bolj malopovršinski, skupinski in v mešane sestoje. V Sloveniji so dozdašnji vnosi upoštevali ekologijo TDV in usklajenost z rastišči, hkrati pa ni bilo predvidene posebne gozdnogojitvene obravnave TDV, kar je potrebno izboljšati. Za večino TDV je značilno odlično priraščanje in doseganje ciljnih dimenzij pred domačimi vrstami, kar pomeni manjšo gostoto pri obnovi, močnejše in zgodnje ukrepanje, manj izbrancev na ha in krajše proizvodne dobe. Negovalni modeli za TDV naj temeljijo na situacijski negi in še posebej na oblikovanju vrstno specifičnega rastnega prostora, na primer, duglazija bo zasedala večji rastni prostor od smreke v ciljnim stanju, kar pomeni manj izbrancev na hektar.

Vrste se pojavljajo na različnih rastiščih in na velikem razponu nadmorskih višin, vendar v splošnem obdržijo svoje značilnosti oz. se razmerja med vrstami spreminjajo na podoben način. Na primer drevesne vrste postajajo z naraščajočo nadmorsko višino vse bolj svetloljubne, vendar ocenjujemo, da se razmerje med ameriško duglazijo in smreko, prva je nekoliko bolj svetloljubna, ohranja tudi s spreminjam rastišč. Zato so usmeritve za obnovo in nego TDV podobne med različnimi rastiščno gojitvenimi tipi, oziroma jih pri praktičnem delu smiselno prilagodimo glede na rastiščni gradient, na primer, upoštevamo naraščajočo svetloljubnost z naraščajočo nadmorsko višino. Pri gojenju in vnašanju TDV je lahko dobro vodilo zdajšnja razširjenost TDV po rastiščno gojitvenih tipih, ki je predstavljena med rezultati in v prilogah. Namreč veliko vnosov na neprimerna rastišča je propadlo, zato so preostali sestoji, če so v dobrem zdravstvenem stanju, dober zgled mogočega. Čeprav večina TDV z izjemo robinije ne kaže znakov invazivnosti, je v splošnem potrebna večja previdnost pri njihovem vnosu v bližini sestojev z visoko stopnjo ohranjenosti drevesne sestave in v zavarovanih območjih.

Preglednica 2: Zatopanost TDV po odsekih in ocena lesne zaloge

Drevesna vrsta	Št odsekov (n)	Lesna zaloga (m ³)
Duglazija	962	194129
Robinija	6538	2326387
Zeleni bor	1584	763961
Rdeči hrast	574	118378
Črni oreh	6	198

Pri presoji vnašanja in gojenja TDV je potrebno upoštevati, da so že dolgo v Sloveniji, da so večinoma zastopane kot primes v mešanih sestojih. Večjih monokultur TDV, razen na nekdanjih negozdnih površinah ni; v glavnem niso invazivne, še več, njiva reprodukcijska stopnja ne zagotavlja obnavljanja populacij. Nekatere TDV so iz ekonomskih in ekoloških vidikov zanimive kot je npr. duglazija, druge imajo težave s škodljivimi organizmi. Zaradi

potencialne ogroženosti domačih vrst in okoljskih sprememb je smiselno za prve zagotoviti vsaj uspešno obnavljanje populacij, medtem ko bodo bolj ogrožene TDV nazadovale same. Zaradi okoljskih sprememb je potrebno preučiti obstoječe potenciale in zastaviti izven zavarovanih območij tudi nove poskuse. Le tako bo diskusija o gojenju TDV temeljila na domačem znanju in ne le na tujem ter ocenah in domnevah. Diskusija naj upošteva ekološke, socialne in gospodarske vidike in potenciale TDV. Še posebej zadnji niso povsem izkoriščeni zaradi nerazvitosti trga v Sloveniji. Vnaprejšnja, neutemeljena odklonilna nastrojenosti do TDV ni na mestu, saj vpliva na neizkoriščenost obstoječih potencialov (preglednica 2). To lahko posledično vodi do precejšnje gospodarske škode in manjše možnosti prilagajanja gozdov na okoljske spremembe.

Ameriška duglazija

Duglazijo so v Evropo vnesli pred skoraj 200 leti. Kmalu so ji sledile številne druge TDV iz zahodne obale severne Amerike, zato so izkušnje s snovanjem in nego sestojev solidne in dokaj enosmerne. V Sloveniji ameriška duglazija najpogostejša med 350 in 600 m nadmorske višine, čeprav se dobro raste tudi na višjih legah. Odlično uspeva na silikatni podlagi, še posebej če gre za bolj mezofilne in zaščitene lege (bližina Celjske koče). Pogosta je kot primes v nasadih smreke, ki pa so se v zadnjih desetletjih razvili v kakovostne, precej mešane odrasle sestoje. Za gojenje duglazije so zelo primerni gozdno rastiščni tipi na silikatu npr. Kisloljubno gradnovo bukovje, Kisloljubno gorsko-zgornjegorsko bukovje, Kisloljubno bukovje z rebrenjačo, Gradnovo bukovje na izpranih tleh in Jelovja. Pri nas so tudi izkušnje z duglazijo na apnencu dokaj dobre (Planina), zato je z gojenjem in vnosi na rastišču Dinarskega jelovega bukovja smiselno nadaljevati.

Že Čokl (1965) je poročal o naravnem pomlajevanju nekaterih sestojev, v zadnjem desetletju pa je vse več opažanj dobrega pomlajevanja duglazije, kar je verjetno povezano z odraščanjem sestojev in povečano količino semena. Domača izhodišča glede njene obnove so podobna tujim, pri čemer je poudarek na naravni obnovi ali skupinski saditvi. Pri negi pa ukrepanje zaenkrat ni bistveno drugačno kot pri navadni smreki in ga je potrebno prilagoditi večji svetloljubnosti in dimenzijam duglazije. To pomeni zgodnejše in močnejše ukrepanje ter manjše število izbrancev na hektar.

V sklopu združenja Pro Silva in tudi FSC standarda veljajo usmeritve glede TDV, da je do 10 % deleža v lesni zalogi obrata sprejemljivo, če ne gre za zavarovana območja. Deleži so lahko tudi večji, če je z gozdnogospodarskim načrtom predviden premena v mešane sestoje. V glavnem so deleži duglazije značilno manjši, na primer 1,9 % v Nemčiji (Kölling, 2013), čeprav jo pospešujejo močnejše kot pri nas. Duglazijo gojimo na rastiščih, kjer je že vnesena, v mešanih sestojih, z naravno in umetno obnovo, zahteva pa nekoliko prilagojeno nego in obnovo. Pod sklenjenimi sestoji se zaradi bližine semenskih dreves obilno nasemeni, vendar mladije višje od pritalne vegetacije hitro nazaduje, če ni dovolj svetlobe. Za razvoj mladja je dovolj postopno oblikovanje vrzeli do sestoje višine, kasneje pa dveh ali več. Na ta način dajemo tudi prednost domačim vrstam, ki so večinoma bolj sencozadržne. Pri negi je v splošnem ukrepanje bolj intenzivno kot pri smreki, izbrancev je manj in priporočeno je obvejevanje. Dolgoletne izkušnje iz Nemčije kažejo, da je tveganje povezano z invazivnostjo, z izjemo sušnih, kislih rastišč, sorazmerno majhno. Več raziskav potrjuje, da duglazija v mladju ne dosega enakega deleža kot v odraslih sestojih, kar pomeni, da bi brez saditve hitro nazadovala (Waldwissen, 2015).

V Sloveniji imamo več kot stoletne izkušnje z ameriško duglazijo, več negovanih odraščajočih in odraslih sestojev, nekaj celo z naravno obnovo. Delež duglazije v zmesi naših gozdov je v primerjavi srednjo Evropo med najmanjšimi, prav tako nevarnost invazivnosti, vnesena je v mešane sestoje v manjših skupinah. Trg z lesom duglazije v Sloveniji še ni razvit, vendar

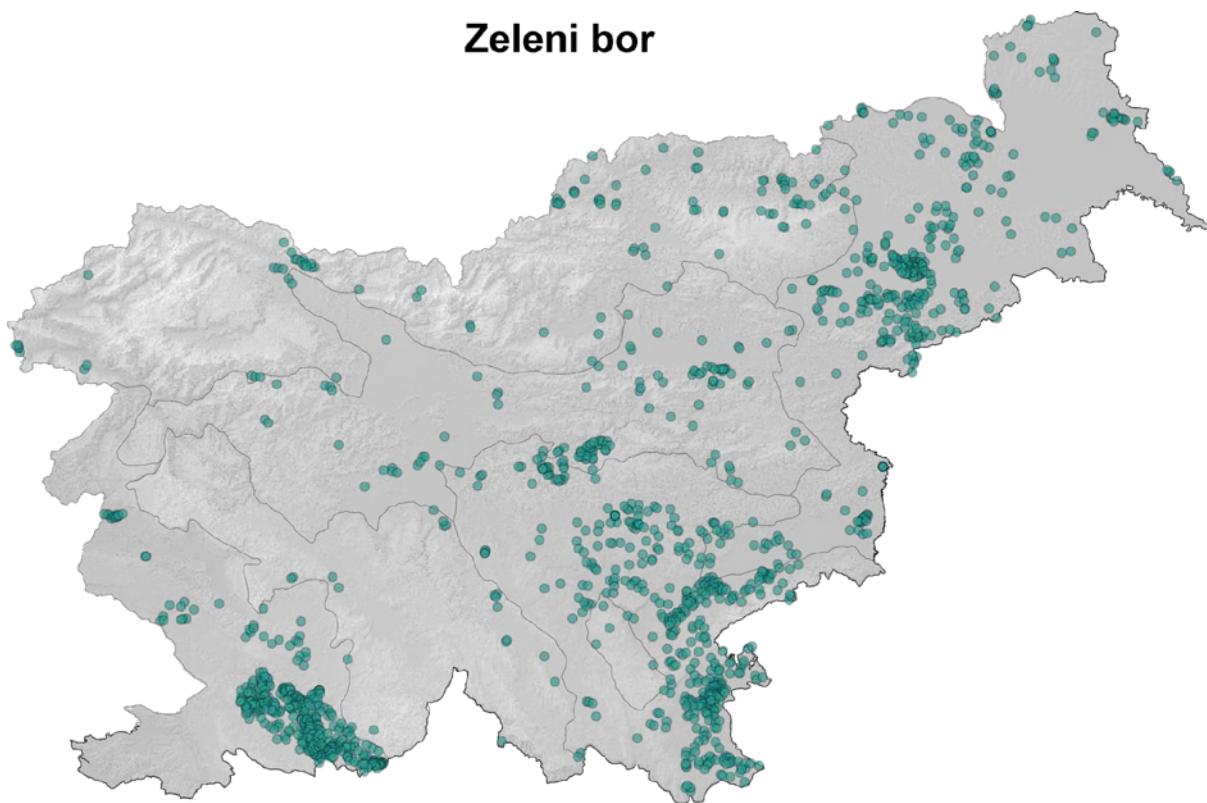
posamezni primeri kažejo, da se lastniki vse bolj zavedajo ekonomskega potenciala duglazije. Z obstoječimi sestoji z duglazijo je smiselno še naprej skrbno gospodariti in pri tem upoštevati sodobna srednjeevropska priporočila za obnovo in nego. Ob upoštevanju ekonomskih vidikov in odpornosti duglazije na okoljske spremembe, bi bilo smiselno razmisliti vsaj o ohranjanju obstoječe populacije, česar sedanja intenzivnost in struktura obnove ne zagotavljata.

Zeleni bor

Zeleni bor je že stoletja uvrščen med gospodarsko najpomembnejše bore. V Evropi je druga najpomembnejša TDV, ki je bila prinesena iz izvornih rastišč že leta 1705 (Ostry in sod., 2010). V Sloveniji porašča zeleni bor rastišča od nižin do pribl. 500 m nadmorske višine - posamično tudi višje (1.100 m). Največ (71 %) ga je na pobočji z nagibom od 18 do 22 stopinj, precej ga je tudi na ravnini in vznožjih pobočij (27 %). Nekoliko pogostejši je na osojnih legah in na silikatnih podlagah. Porašča vse fitogeografske regije, z izjemo obale (slika 20). Izkušnje z zelenim borom so, zaradi večje občutljivosti na biotske in abiotske motnje, doma in v tujini manj ugodne kot pri ameriški duglaziji. Kljub temu, je v Sloveniji nekaj zanimivih sestojev z dobrim zdravstvenim stanjem, pomlajevanjem in strukturo. Nasadi na opuščenih kmetijskih površinah na celjskem so slabega zdravstvenega stanja, medtem ko so nasadi v Beli Krajini v podobnih rastiščnih razmerah dokaj vitalni in se lepo pomlajujejo. Morda je razlika tudi v toplejšem podnebju Bele Krajine. Na splošno je zeleni bor dobro prilagojen na toplejše in bolj sušne razmere, ki jih prinašajo okoljske spremembe.

Zeleni bor je cenjen zaradi dobrega priraščanja, še posebej v mladosti, solidne sposobnosti tekmovanja in polsencozdržnosti v primerjavi z drugimi bori, čvrstega in globokega koreninskega sistema, odpornosti proti zmrzali, dobrega naravnega pomlajevanja in kakovostnega lesa. Podnebne spremembe lahko vplivajo na zmanjšanje njegove dovzetnosti za glivične bolezni, na višje temperature in suše je sorazmerno dobro prilagojen, zato je lahko zanimiva vrsta za prihodnost. Naravna obnova se odvija predvsem v neposredni okolici nasadov, ki so v veliki meri na bivših negozdnih površinah. Naravno mladje je smiselno upoštevati, kjer je manj potenciala za bolezni. Smiselni so tudi manjši poskusni nasadi v skupinah v mešanih sestojih, na zmerno kakovostnih do sušnih rastiščih v toplejših predelih Slovenije.

Zeleni bor



Slika 20: Razširjenost zelenega bora po odsekih v Sloveniji. S sivo črto so označene fitogeografske regije (Vir: GIS ZGS 2017).

Orjaški klek

V Sloveniji poznamo orjaški klek predvsem kot okrasno drevo, veliko ga je posajenega v živih mejah. Za predstavitev smo ga izbrali, ker ga v srednji Evropi uvrščajo med najpomembnejšo peterico TDV, ker je v pogledu ekoloških zahtev drugačen od ameriške duglazije, sitke in borov ter jih dopolnjuje, ker ga nekoliko manj ogrožajo glive in žuželke ter ima hkrati izjemno uporaben les. V Evropi so ga pričeli saditi v gozdne sestoje v drugi polovici 19. stoletja (Šeho in Janßen, 2019).

Orjaški klek dobro dopolnjuje najpogostejše TDV, ki so bolj svetloljubne in je primeren kot primešana vrsta v skupinah, tudi v kombinaciji z domačimi vrstami, posebno v raznomernih sestojih. Čeprav prenaša tudi bolj sušna rastišča, zahteva nekoliko večjo zračno vlago in je primernejši za zaščitene lege. Glede na izkušnje iz srednje Evrope je nekoliko manj dovzeten za biotska in abiotska tveganja, zlasti v mešanih sestojih. Odlikuje ga velika uporabnost in cenjenost lesa, zato je z njim smiselno osnovati poskusne nasade z drugimi TDV.

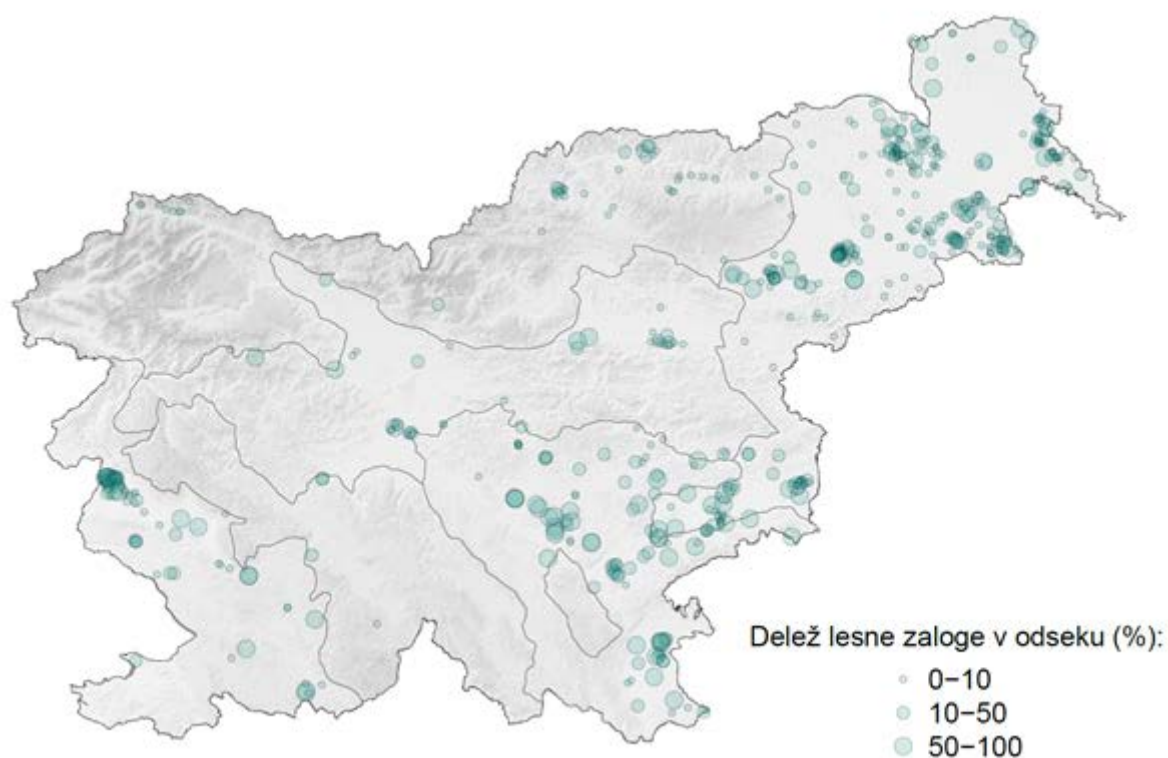
Rdeči hrast

V Sloveniji je, po podatkih ZGS (GIS ZGS 2017), lesna zaloga rdečega hrasta 110.768 m³, kar v skupni lesni zalogi predstavlja 0,03 %. Rdeči hrast se pojavlja v dobrem odstotku vseh gozdnih odsekov (slika 21). V Evropi raste večina rdečega hrasta na nadmorskih višinah med 250 in 800 m, na območjih, kjer je vsaj 550 mm padavin na leto (Nicolescu in sod., 2018b). Po nekaterih raziskavah naj bi bil bolj odporen na sušo kot graden in dob, zdržal pa naj bi tudi zelo nizke zimske temperature (do – 40 oC). Kljub temu je občutljiv na jesenske pozebe, ki lahko povzročijo odmiranje terminalnega poganjka in rogovilasto rast. Glede tal ni tako zahteven kot

graden in dobro uspeva tudi na peščenih in včasih na degradiranih tleh, pri čemer mu ne ustrezajo tla z zastajajočo vodo in tla z veliko vsebnostjo kalcija.

V Panovcu pri Novi Gorici se sestoji rdečega hrasta pojavljajo v različnih razvojnih fazah in odstotkih mešanosti. Večkrat sta primešana graden, mali jesen, pa tudi bukev. Rdeči hrast dobro uspeva v mešanih in čistih sestojih. V čistih sestojih je vidno bujno pomlajevanje rdečega hrasta s primešanimi domačimi vrstami. Domače vrste so v podrejenem položaju, zato je potrebno njihovo pospeševanje kmalu po nasemenitvi. Pri uvajanju sestoja v obnovo mladje ne sme biti višje od 1 m, saj pride pri sečnji do prevelikih poškodb mladih osebkov. Rdeči hrast počasi prodira v okoliške sestoje avtohtonega gradna. Kjer želijo ustaviti rdeči hrast pri širjenju, naredijo ostre meje oziroma robno sečnjo, s katero držijo rdeči hrast v ozadju in ne puščajo semenskih dreves, v ospredje pa postavljajo graden. Tak ukrep je učinkovit, ker se rdeči hrast relativno počasi širi v okolico semenskih dreves, zaradi česar je tudi njegova potencialna invazivnost omejena. Za odlično kakovost in doseganje velikih premerov so potrebna pogosta redčenja. Predlagana proizvodna doba je 100 let, pri čemer dimenzijo 50 cm s pravilno nego in ukrepanjem lahko dosegamo že pri starosti sestoja 50 let.

Povprečen debelinski prirastek rdečega hrasta je okoli 5 mm letno, na dobrih rastiščih pa lahko doseže 10 mm. Redčenje naj bi izvajali pred starostjo sestoja 30 let, ker kasneje zaradi utesnjene krošnje slabše reagira.



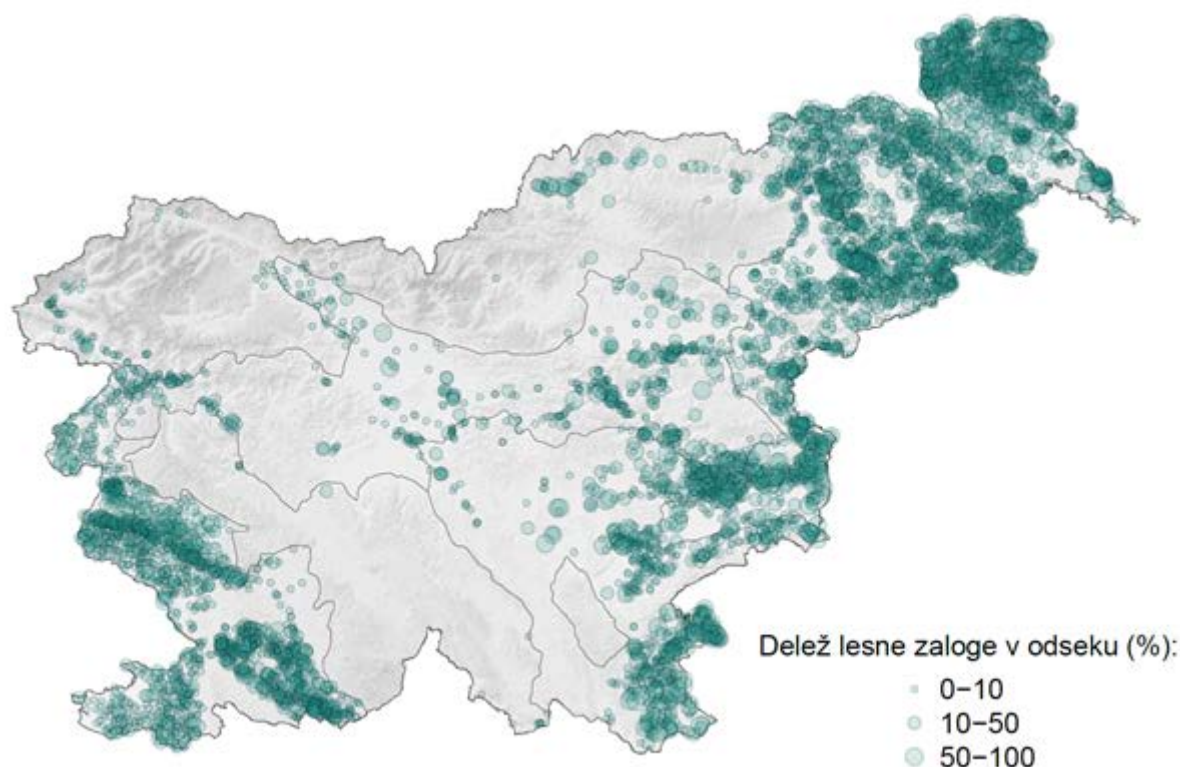
Slika 21: Delež lesne zaloge rdečega hrasta po odsekih v Sloveniji. S sivo črto so označene fitogeografske regije. (Vir: GIS ZGS 2017)

Rdeči hrast se pomlajuje naravno in obilno. S primernimi in dovolj pogostimi gojitvenimi ukrepi lahko vzgojimo zelo kakovostne osebke s krajšimi obhodnjami, kot pri domačih vrstah. Kjer se dobro pomlajuje je dominanten in lahko deluje invazivno, zato je pomembno, da v mladju ukrepamo hitro in dajemo prednost domačim vrstam. Kjer je v Sloveniji rdeči

hrast prisoten, ga je smotrno negovati, s ciljem doseganja najboljše kakovosti. Zaradi njegovih dobrih lastnosti, ga je mogoče tudi točkovno uvajati na rastišča, kjer so domače vrste manj uspešne, med katere spadajo tudi degradirana rastišča na suhih in kislih tleh.

Robinija

Status robinije v Sloveniji ni enoznačen. Zaradi uporabnega, kakovostnega in trajnega lesa, medonosnosti in pozitivnih vlog, ki jih ima na degradiranih rastiščih in po požarih je zaželena vrsta med lastniki in gozdarskimi strokovnjaki. Robinija je obenem invazivna in lahko negativno vpliva na obnovo in pestrost avtohtonega gozda.



Slika 22: Delež lesne zaloge robinije po odsekih v Sloveniji. S sivo črto so označene fitogeografske regije. (Vir: GIS ZGS 2017)

Robinija je najbolj razširjena TDV v Sloveniji, največje površine pa zastira v gozdovih GGO Murska Sobota, GGO Sežana, GGO Brežice in GGO Tolmin (Kutnar in Kobler, 2013). Njena lesna zaloga v Sloveniji je 2.235.607 m³, kar predstavlja 0,63 % celotne lesne zaloge gozda v Sloveniji, pojavlja pa se v dobrih 13 % vseh gozdnih odsekov (slika 22) v Sloveniji (GIS ZGS 2017).

V večini primerov, kjer z robinijo v Sloveniji načrtno gospodarijo, uporabljajo panjevsko sečnjo. Tak način gospodarjenja pospešuje konkurenčno moč te drevesne vrste, saj intenzivno odganja iz panjev in korenin. Sortiment, ki jih na tak način pridobijo so vinogradniško kolje, manjše dimenzije pa porabijo za kurjavo. Proizvodna doba za vinogradniško kolje je med 20 in 30 leti, na boljših rastiščih pa manj. Kljub uspešnemu panjevskemu gospodarjenju, se pojavljajo tveganja v smislu slabe kakovosti panjevskih osebkov, prisotnosti trohnobe, zmanjševanja biotske pestrosti, invazivnosti robinije in slabšanja talnih razmer. Zato lahko, na boljših rastiščih, razmišljamo o alternativnih pristopih k negi sestojev robinije v smislu premene čistih sestojev robinije v mešane brez ali z manjšo primesjo robinije. Tudi če bomo

izvajali premeno bo robinija v prihodnosti prisotna v slovenskih gozdovih, zato lahko z vzgojo kakovostne hlodovine bolje izkoristimo njene potenciale.

2.6 Viri

- Adamič, T., Roženberger, D., 2021. Poskus saditve in setve puljenk v poskusnih nasadih Vrhnika in Pahernikovi gozdovi. Interno poročilo.
- Benedičič, 2021. Zgradba, negovanost in naravna obnova sestojev z navadno ameriško duglazijo (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v gozdnogospodarskem območju Kranj. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- Blažko, A., 2021. Uspešnost setve v različnih položajih sestojnih vrzeli visokogorskega smrekovega gozda. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- Burns, R.M., 1990. Silvics of North America (No. 654). US Department of Agriculture, Forest Service.
- Carey, J.H., 1993. *Pinus strobus*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory.
- Chmura, D., 2013. Impact of alien tree species *Quercus rubra* L. on understorey environment and flora: a study of the Silesian Upland (southern Poland). Pol. J. Ecol. 61, 431–442.
- Čater, M., 2021. Microsites Influence the Light Response of Young Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Forests 12, 687.
- Čokl, M., 1965. Rast tujih iglavcev v Sloveniji (zelena duglazija, zeleni bor, pacipresa, sitka). Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana, 226 s.
- Dey, D.C., Parker, W.C., 1996. Regeneration of red oak (*Quercus rubra* L.) using shelterwood systems: ecophysiology, silviculture and management recommendations, Forest research information paper. Sault Ste. Marie, Ont.
- GIS ZGS, 2017. Gozdarski informacijski sistem Zavoda za gozdove Slovenije.
- Grosser, D., Teetz, W., 1985. Weymouthskiefer (Strobe). Einheimische Nutzhölzer. Vorkommen, Baum-und Stammform, Holzbeschreibung, Eigenschaften, Verwendung. Central Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH und Arbeitsgemeinschaft Holz.
- Huber, J., Brändle, J., Hein, S., Borowski, M., Endres, L., 2012. Nur wenige Gastbaumarten setzen sich durch. Holz-Zentralblatt, 138, 327–328.
- Kölling, C., 2013. Nichtheimische Baumarten – Alternativen im klimagerechten Waldumbau? LWF aktuell 96, 4–11.
- Kristöfel, F., 2003. Über Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten in Österreich. BFW-Berichte, Wien, Heft 131, 81 s.
- Kutnar, L., Kobler, A., 2013. Sedanje stanje razširjenosti robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) v Sloveniji in napovedi za prihodnost. Acta silvae et ligni 102: 21–30.
- Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmler, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F., Theurillat, J., 2010. Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt, Bern.
- Leder, B., 2014. Die AG Gastbaumarten im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten. <http://www.waldwissen.net>.
- Marka, D., 2019. Gojitvena obravnava in razvoj sestojev robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) v spodnji Vipavski dolini, Diplomsko delo.
- Minore, D., 1990. *Thuja plicata* Donn ex D. Don — western redcedar. Silvics of North America 1, 590–600.

- Murn, T., 2021. Preživetje puljenk v poskusnih vrzelih zasmrečenega visokogorskega gozda. Magistrsko delo v izdelavi. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- Niculescu, V.-N., Vor, T., Mason, W.L., Bastien, J.-C., Brus, R., Henin, J.-M., Kupka, I., Lavnyy, V., Porta, N.L., Mohren, F., Petkova, K., Rédei, K., 2018b. Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review. *Forestry* 14.
- Niculescu, V.-N., Hernea, C., Bakti, B., Keserű, Z., Antal, B., Rédei, K., 2018a. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as a multi-purpose tree species in Hungary and Romania: a review. *J. For. Res.* 29, 1449–1463. <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0626-5>
- Ostry, M., Laflamme, G., Katovich, S., 2010. Silvicultural approaches for management of eastern white pine to minimize impacts of damaging agents. *Forest Pathology* 40, 332–346.
- Panka, S., 2014. Der Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) – Wuchsleistung einer bisher unterschätzten Baumart in Brandenburg. *Eberswalder Forstl. Schrift* 55, 77–87.
- Ruhm, W., 2013. *Thuja plicata* (Riesenlebensbaum, Kanadische Rotzeder). www.waldwissen.net, 10.09.2013.
- Sander, I.L., 1990. *Quercus rubra* L. Northern red oak. *Silv. N. Am.* 2, 727–733.
- Schölch, M., 2013. Gastbaumarten. *LWF Aktuell* 96, 15–17.
- Schütz, J.-Ph., Pommerening, A., 2013. Can Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) sustainably grow in complex forest structures? *Forest Ecology and Management* 303, 175–183.
- Spiecker, H., Lindner, M., Schuler, J.K., 2019. Douglas-fir: An Option for Europe. What Science Can Tell Us, European Forest Institute, 121 s.
- Šeho, M., Janßen, A., 2019. Alternativbaumarten im Klimawandel. *LWF Aktuell* 123, 19–22.
- Tirmenstein, D. A., 1991. *Quercus rubra*, in: Fire Effects Information System (Online). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer).
- Uchytíl, R. J. 1991. *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory.
- Vor, T., 2015. Kurzportrait Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*). <http://www.waldwissen.net>
- Waldwissen, 2015. Gebietsfremde Baumarten – ein umstrittenes Thema. Dossier auf www.waldwissen.net.

Objave DS2

- Adamič, T., Diaci, J., Roženberger, D., Fidej, G.. Natural regeneration and planting within gaps in high mountain spruce dominated stands on acidic soils. V: Abies 2019 : prospects for fir management in a changeable environment : Kraków, 28.05 - 30.05.2019 : book of abstracts, IUFRO Abies 2019, Kraków, 28.05 - 30.05.2019, [Str. 8]. [COBISS.SI-ID 5417126]
- Benedičič, 2021. Zgradba, negovanost in naravna obnova sestojev z navadno ameriško duglazijo (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v gozdnogospodarskem območju Kranj. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- Blažko, A., 2021. Uspešnost setve v različnih položajih sestojnih vrzeli visokogorskega smrekovega gozda. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- Cholkova, M., 2021. Tujerodne drevesne vrste v urbanem gozdu Krajinskega parka Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib : diplomsko delo - univerzitetni študij - 1. stopnja = Non-native tree species in urban forests of the Tivoli, Rožnik and Šišenski hrib Landscape park : B.

- Sc. Thesis - Academic Study Programmes. Ljubljana: [M. Cholkova], 2021. VII, 52 f., ilustr. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=130936>. [COBISS.SI-ID 79150851]
- Čater, M., 2021. Microsites Influence the Light Response of Young Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). *Forests* 12, 687.
- Čater, M., 2021 Humidity affects the light response of young douglas-fir. V: Kacalek, D. (ur.), et al. *Silviculture : new issues in Central Europe: proceedings of original scientific studies at the occasion of the 21st scientific conference of silviculturists*, (Proceedings of Central European silviculture, vol. 7). Strnady: Forestry and Game Management Research Institute. 2021, str. 161-170, ilustr. [COBISS.SI-ID 76668163]
- Diaci, J., Fidej, G., Adamič, T., Roženberger, D.. Gojenje gozdov in nega gozdnih tal. V: KRČ, Janez (ur.). *Gozdna tla v trajnostnem gospodarjenju z gozdom : zbornik prispevkov posvetovanja*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. 2019, str. 37-40, ilustr. [COBISS.SI-ID 5362598]
- Diaci, J., Adamič, T., Čater, M., Fidej, G., Pirc, T., Rozman, A., Roženberger, D.. Gojenje ameriške duglazije in izbranih tujerodnih iglavcev v Sloveniji in tujini. V: Jarni, K. (ur.). *Tujerodne drevesne vrste v slovenskih gozdovih : zbornik prispevkov posvetovanja : XXXVII. gozdarski študijski dnevi : Ljubljana, 28. september 2021 = Non-native tree species in Slovenian forests : lectures presented at the conference : XXXVII. Forestry Study Days : Ljubljana, 28. september 2021*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. 2021, str. 33-42, ilustr. https://gsd.splet.arnes.si/files/2021/09/Zbornik_37G%C5%A0D_1.pdf. [COBISS.SI-ID 79281923]
- Murn, T., 2021. Preživetje puljenk v poskusnih vrzelih zasmrečenega visokogorskega gozda. Magistrsko delo v izdelavi. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo.
- Raida, D., 2021. Analiza uspešnosti naravne in umetne obnove po ujmah v gozdovih v okolici Ljubljanskega vrha : magistrsko delo : magistrski študij - 2. stopnja = Analysis of natural and artificial regeneration success after disturbance in forests around Ljubljanski vrh : M. Sc. Thesis : Master Study Programmes. Ljubljana: [D. Raida], 2021. X, 64 f., ilustr. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=127819>. [COBISS.SI-ID 68793091]
- Roženberger, D., Diaci, J., Fidej, G., Bottoso, M., Pirc, T., Rozman, A. Ekologija in gojenje rdečega hrasta in nekateri vidiki gojenja sestojev robinije v Sloveniji. V: Jarni, K. (ur.). *Tujerodne drevesne vrste v slovenskih gozdovih : zbornik prispevkov posvetovanja : XXXVII. gozdarski študijski dnevi : Ljubljana, 28. september 2021 = Non-native tree species in Slovenian forests : lectures presented at the conference : XXXVII. Forestry Study Days : Ljubljana, 28. september 2021*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. 2021, str. 43-51, ilustr. https://gsd.splet.arnes.si/files/2021/09/Zbornik_37G%C5%A0D_1.pdf. [COBISS.SI-ID 79285507]

3 Tveganja pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst

Nikica Ogris, Andreja Kavčič, Barbara Piškur, Maarten de Groot, Roman Pavlin, Tine Hauptman, Maja Jurc

Povzetek

Največje tveganje za uspevanje tujerodnih drevesnih vrst v naših gozdovih, ob domnevi, da so posajene na ustreznem rastišču, so bolezni, škodljivci in poškodbe zaradi divjadi. V naši raziskavi smo se omejili na škodljive organizme naslednjih tujerodnih drevesnih vrst: navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*), zeleni bor (*Pinus strobus*), rdeči hrast (*Quercus rubra*), črni oreh (*Juglans nigra*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), omorika (*Picea omorika*), grška (*Abies cephalonica*), velika (*Abies grandis*) in kavkaška jelka (*Abies nordmanniana*), sitka (*Picea sitchensis*) in Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana*). Na omenjenih tujerodnih drevesnih vrstah je v Evropi zaznanih 768 škodljivih organizmov, od tega 50,4 % žuželk, 42,7 % gliv in 6,9 % drugih vrst, kot so virusi, bakterije, fitoplazme, ogorčice in sesalci. Pri vsaki tujerodni drevesni vrsti iz naše raziskave smo pri pregledu literature našli od 17 do 142 možnih škodljivih organizmov, med njimi tudi take, ki povzročijo propad drevesa oziroma vplivajo na njegovo zdravje v tolikšnem obsegu, da po petih letih ni več povračljivo. Zato predvidevamo, da lahko tudi v naših gozdovih uspevanje tujerodnih drevesnih vrst ogrozijo škodljivi organizmi. Pripravili smo opise 77 izbranih bolezni in škodljivcev, ki prizadenejo obravnavane tujerodne drevesne vrste. Posamezen opis škodljivega organizma vključuje njegovo razširjenost, gostitelje, značilna znamenja, vpliv in možne zamenjave. Vse opise škodljivih organizmov smo uredili in objavili v strokovni monografiji, ki lahko služi tudi kot priročnik. Strokovna monografija je prosto dostopna na spletu, posamezni opisi ŠO pa tudi v sredicah Gozdarskega vestnika.

Obnova gozdov po načelih, ki podpirajo biotsko pestrost na vseh nivojih, bistveno prispeva k dolgoročni stabilnosti gozdov in njihovi odpornosti na biotske in abiotske dejavnike v okolju. Genetska pestrost gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) prispeva k ohranjanju prilagodljivosti bodočega gozda na spreminjajoče se okolje. Ob pojavu bolezni in škodljivcev, višanju temperatur in spreminjanju padavinskih razmer, so posamezne avtohtone drevesne vrste vse bolj ranljive. V okoljih, kjer na novo vnesene bolezni in spreminjanje podnebnih razmer onemogoča uspevanje avtohtonih vrst, se razmišlja o uporabi tujerodnih drevesnih vrst (TDV).

3.1 Opis problema in ciljev

Največje tveganje za uspešno uspevanje tujerodnih drevesnih vrst v naših gozdovih, ob predpostavki, da so posajene na ustreznem rastišču, predstavljajo bolezni, škodljivci in poškodbe zaradi divjadi. Od ustanovitve Gozdarskega inštituta Slovenije in Oddelka za gozdarstvo je bilo proučevanje bolezni in škodljivcev tujerodnih drevesnih vrst pomembna raziskovalna tema. V 60. letih prejšnjega stoletja so bili predvsem tujerodni iglavci predvideni za velikopovršinske premene malodonosnih gozdov (npr. Belokrajnski steljniki, Haloze, Slovenske Gorice, Goričko, Bizeljsko, Brkini in drugi predeli). Opravljeni so bili številni pregledi in determinirani povzročitelji bolezni in škodljivci, rezultati pa največkrat niso bili objavljeni v strokovni literaturi in so ostali v elaboratih ter posebnih poročilih o zdravstvenem stanju nasadov. Vsi ti viri nikoli niso bili celovito pregledani in združeni v eno pregledno delo o tveganjih pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst.

Namen DS 3 je bil pregledati in povzeti vso strokovno literaturo o boleznih in škodljivcih v evropskih gozdovih za naslednje drevesne vrste: navadna ameriška duglazija, zeleni bor, rdeči hrast, črni oreh, robinija, omorika, grška, velika in kavkaška jelka, sitka in Lawsonova pacipresa.

Cilj DS 3 je bil narediti pregled bolezni in škodljivcev, ki prizadenejo omenjene tujerodne drevesne vrste, opisati škodljive organizme, tj. njihovo biologijo, značilna znamenja, škodljivost in vpliv.

Z ozirom na veliko število novih tujerodnih invazivnih organizmov za drevje smo obravnavali tudi tiste, ki so bili nedavno ugotovljeni v Evropi, pa jih pri nas še ni in se bodo najverjetneje razširili tudi k nam.

Rezultat dela DS 3 je sistematično urejen opis najpomembnejših bolezni in škodljivcev tujerodnih drevesnih vrst, ki je bil objavljen kot strokovna monografija.

3.2 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Največje tveganje za uspevanje tujerodnih drevesnih vrst v naših gozdovih, ob domnevi, da so posajene na ustreznem rastišču, so bolezni, škodljivci in poškodbe zaradi divjadi. V naši raziskavi smo se omejili na škodljive organizme naslednjih tujerodnih drevesnih vrst: navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*), zeleni bor (*Pinus strobus*), rdeči hrast (*Quercus rubra*), črni oreh (*Juglans nigra*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), omorika (*Picea omorika*), grška (*Abies cephalonica*), velika (*Abies grandis*) in kavkaška jelka (*Abies nordmanniana*), sitka (*Picea sitchensis*) in Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana*).

Na omenjenih tujerodnih drevesnih vrstah je v Evropi zaznanih 768 škodljivih organizmov, od tega 50,4 % žuželk, 42,7 % gliv in 6,9 % drugih vrst, kot so virusi, bakterije, fitoplazme, ogorčice in sesalci (Pötzelsberger in sod., 2021; preglednica 1). Pri vsaki tujerodni drevesni vrsti iz naše raziskave smo pri pregledu literature našli od 17 do 142 možnih škodljivih organizmov, med njimi tudi take, ki povzročijo propad drevesa oziroma vplivajo na njegovo zdravje v tolikšnem obsegu, da po petih letih ni več povračljivo. Zato predvidevamo, da lahko tudi v naših gozdovih uspevanje tujerodnih drevesnih vrst ogrozijo škodljivi organizmi.

Preglednica 1: Število vseh zaznanih škodljivih organizmov in število organizmov, zaradi katerih rastlina propade ali njeno zdravje po petih letih ni več povračljivo, na devetih tujerodnih drevesnih vrstah v 27 državah Evrope (povzeto po Pötzelsberger in sod., 2021).

Drevesna vrsta*	Št. organizmov	Št. žuželk	Št. gliv	Št. drugih vrst	Št. organizmov, zaradi katerih rastlina propade ali njeno zdravje po petih letih ni več povračljivo
<i>Abies grandis</i>	55	30	23	2	23
<i>Abies nordmanniana</i>	74	37	28	9	27
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	61	20	38	3	34
<i>Juglans nigra</i>	17	4	10	3	8
<i>Picea sitchensis</i>	111	57	51	3	39
<i>Pinus strobus</i>	84	51	31	2	49
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	133	72	52	9	79
<i>Quercus rubra</i>	91	43	41	7	30
<i>Robinia pseudoacacia</i>	142	73	54	15	55
Skupaj	768	387	328	53	344

*Opomba: podatkovna zbirka iz projekta COST NNEXT ne vključuje omorike in grške jelke, ki ju obravnavamo tukaj.

Pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst na območje zunaj njihove naravne razširjenosti se srečujemo z dodatnimi težavami v povezavi s škodljivimi organizmi:

- (1) s tujerodnimi drevesnimi vrstami lahko vnesemo tudi tujerodne škodljive organizme, ki se lahko razširijo na avtohtone vrste, na katerih lahko povzročijo poškodbe in škodo;
- (2) na tujerodne drevesne vrste se lahko razširijo avtohtoni škodljivi organizmi. Tako so Branco in sod. (2015) opazili 590 avtohtonih žuželk na 28 tujerodnih drevesnih vrstah v Evropi. Večina opisanih vrst žuželk je bila polifagov (43 %), 25 % jih je povzročalo srednje in velike poškodbe; prevladovali so podlubniki in defoliatorji.

Odločitev o vnosu tujerodnih drevesnih vrst v naše gozdove mora sloneti tudi na oceni tveganja, v katero bi morali vključevati tudi teste občutljivosti za vse potencialne škodljive organizme, ki se pojavljajo na območju vnosa. Prav tako bi morala taka ocena tveganja vključiti tudi tujerodne škodljive organizme, ki bi jih lahko prenesli s semenom ali sadikami tujerodnih drevesnih vrst in bi lahko povzročali poškodbe avtohtonih drevesnih vrst v naših gozdovih.

Viri

Branco M., Brockerhoff E. G., Castagneyrol B., Orazio C., Jactel H. 2015. Host range expansion of native insects to exotic trees increases with area of introduction and the presence of congeneric native trees. *Journal of Applied Ecology*, 52, 1: 69–77. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12362>.

Hasenauer H., Gazda A., Konnert M., Lapin K., Mohren G. M. J., Spiecker H., Loo M. van, Pötzelsberger E. (Eds.), 2017. Non-native tree species for European forests: experiences, risks and opportunities – COST Action FP1403 NNEXT country reports, 3rd ed. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria.

Pötzelsberger E. in sod. 2021. Biotic threats for 23 major non-native tree species in Europe. *Scientific Data* (sprejeto v objavo).

Pötzelsberger E., Spiecker H., Neophytou C., Mohren F., Gazda A., Hasenauer H. 2020. Growing non-native trees in European forests brings benefits and opportunities but also has its risks and limits. *Current Forestry Reports*, 6, 4: 339–353. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00129-0>.

3.2 Metode dela

Delo v DS 3 je potekalo v dveh delovnih sklopih:

- DS3.1: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF (M. Jurc, T. Hauptman, R. Pavlin) je bil odgovoren za naslednje tujerodne drevesne vrste: navadno ameriško duglazijo, rdeči hrast, robinijo, grško, veliko in kavkaško jelko,
- DS3.2: Gozdarski inštitut Slovenije (N. Ogris, B. Piškur, M. de Groot, A. Kavčič, D. Jurc, N. Šramel, S. Zidar, A. Brglez, P. Smolnikar) je bil odgovoren za zeleni bor, črni oreh, omoriko, sitko in Lawsonovo pacipreso.

3.4 Rezultati

Pripravili smo opise 77 izbranih bolezni in škodljivcev, ki prizadenejo obravnavane tujerodne drevesne vrste. Posamezen opis škodljivega organizma vključuje njegovo razširjenost, gostitelje, značilna znamenja, vpliv in možne zamenjave. Vse opise škodljivih organizmov smo

uredili in objavili v strokovni monografiji, ki lahko služi tudi kot priročnik (Ogris, 2021). Strokovna monografija je prosto dostopna na spletu:

OGRIS, Nikica (urednik, recenzent). Najpomembnejši povzročitelji poškodb tujerodnih vrst gozdnega drevja in sadik domačih vrst gozdnega drevja ter ukrepi na sadikah, (Studia Forestalia Slovenica, 179). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2021. 280 str., ilustr. ISBN 978-961-6993-70-8. <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=14199>, <https://doi.org/10.20315/SFS.179>, doi: [10.20315/SFS.179](https://doi.org/10.20315/SFS.179). [COBISS.SI-ID [67247619](https://doi.org/10.20315/SFS.179)]

V priročniku smo škodljive organizme razvrstili po gostiteljih. Znotraj posameznega gostitelja (drevesne vrste) so razvrščeni glede na del rastline, ki ga najpogosteje poškodujejo, in sicer v naslednjem vrstnem redu: listi/iglice, seme, poganjki, veje, deblo in korenine. Znotraj posameznega dela rastline so najprej navedeni škodljivci, potem pa bolezni.

Pripravili smo tudi seznam škodljivih organizmov na tujerodnih drevesnih vrstah, ki lahko povzročijo propad rastline (Ogris in sod., 2021). Seznam je na voljo v strokovni monografiji. Seznam opisov 77 škodljivih organizmov po tujerodnih drevesnih vrstah, ki so predstavljeni v omenjeni strokovni monografiji:

***Abies cephalonica*, grška jelka; *Abies grandis*, velika jelka; *Abies nordmanniana*, kavkaška jelka**

- *Neodiprion abietis* (Harris, 1841), grizlica balzamaste jelke
- *Mindarus abietinus* Koch, 1857, uš jelovih poganjkov
- *Cinara curvipes* (Patch, 1912), dolgonoga jelova uš
- *Dreyfusia nordmannianae* Eckstein, 1890, jelova uš
- *Melampsorella caryophyllacearum* (DC.) J. Schröt., jelov metličasti rak
- *Pityokteines spinidens* Reitter, 1895, ostrozobi jelov lubadar
- *Trypodendron lineatum* Olivier, 1795, progasti lestvičar
- *Ips sexdentatus* Börner, 1776, dvanajsterozobi borov lubadar
- *Polygraphus proximus* Blandford, 1894, sahalinski jelov ličar
- *Heterobasidion* spp., trohnožni
- *Rhizina undulata* Fr., hrčkasti korenčar

***Chamaecyparis lawsoniana*, lawsonova pacipresa**

- *Seiridium cardinale* (W. W. Wagener) B. Sutton & I. A. S. Gibson, cipresov rak
- *Phytophthora lateralis* Tucker & Milbrath, fitoftorna sušica lawsonove paciprese

***Juglans nigra*, črni oreh**

- *Corythucha juglandis* (Fitch, 1856), orehova čipkarka
- *Rhagoletis completa* (Cresson, 1929), orehova muha
- *Ophiognomonina leptostyla* (Fr.) Sogonov, sin. *Marssonina juglandis* (Lib.) Sacc., sin. *Gnomonia juglandis* (DC.) Traverso, rjava pegavost orehov
- *Geosmithia morbida* M. Kolařík, E. Freeland, C. Utley & Tisserat, bolezen tisočerič rakov
- *Dryocoetes himalayensis* Strohmeyer, 1908, himalajski orehov podlubnik
- *Ophiognomonina clavigignenti-juglandacearum* (V. M. G. Nair, Kostichka & J. E. Kuntz) Broders & G. J. Boland, sin. *Sirococcus clavigignenti-juglandacearum* Nair, Kostichka & Kuntz, orehov rak
- *Agilus planipennis* Fairmaire, 1888, jesenov krasnik

***Picea omorika*, omorika; *Picea sitchensis*, sitka**

- *Dendrolimus sibiricus* Tschetverikov, 1908, sibirski svilena kokljica
- *Gilpinia hercyniae* (Hartig, 1837), evropska smrekova grizlica
- *Elatobium abietinum* (Walker, 1849), mala zelena smrekova uš

- *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger, smrekova rja
- *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794), orjaški smrekov ličar
- *Dendroctonus rufipennis* (Kirby, 1837), aljaški smrekov podlubnik
- *Ips duplicatus* (Sahlberg, 1836), dvojnozobi smrekov lubadar
- *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787), krojaški žagovinar
- *Pissodes strobi* (Peck, 1817), *Pissodes terminalis* Hopping, 1920, *Pissodes nemorensis* Germar, 1824, neevropski rilčkarji

***Pinus strobus*, zeleni bor**

- *Dothistroma septosporum* (Dorogin) M. Morelet in *Dothistroma pini* Hulbary (sin. *Mycosphaerella pini* Rostr. ex Munk, sin. *Scirrhia pini* A. Funk & A. K. Parker), rdeča pegavost borovih iglic
- *Lecanosticta acicola* (Thüm.) Syd., sin. *Mycosphaerella dearnessii* M. E. Barr, sin. *Scirrhia acicola* (Dearn.) Sigg.), rjavenje borovih iglic
- *Meloderma desmazieri* (Duby) Darker, sin. *Hypoderma brachysporum* Speg., sin. *Leptostroma strobicola* Hiltizer, osip iglic zelenega bora
- *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910, storževa listonožka
- *Arceuthobium americanum* Nutt. Ex Engelm., ameriška pritlikava omela
- *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer) Nickle, *Monochamus* spp., borova ogorčica in njeni vektorji (žagovinarji)
- *Cronartium ribicola* J. C. Fisch., mehurjevka zelenega bora ali ribezova rja
- *Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell, sin. *Gibberella circinata* Nirenberg & O'Donnell, borov smolasti rak
- *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet, sin. *Scleroderris abietina* (Lagerb.) Gremmen, sin. *Brunchorstia pinea* (P. Karst.) Höhn., odmiranje poganjkov črnega bora
- *Ips calligraphus* (Germar, 1824), severnoameriški dvanajsterozobi podlubnik
- *Atropellis* spp. (*A. apiculata* M. L. Lohman, E. K. Cash & R. W. Davidson, *A. pinicola* Zeller & Goodd., *A. piniphila* (Weir) M. L. Lohman & E. K. Cash, *A. tingens* M. L. Lohman & E. K. Cash), borov črni rak
- *Leptographium procerum* (W. B. Kendr.) M. J. Wingf., sin. *Verticicladiella procera* W. B. Kendr., venenje zelenega bora
- *Heterobasidion irregulare* Garbel. & Otrosina, ameriška rdeča trohnoba
- *Phaeolus schweinitzii* (Fr.) Pat., vznožna trohnoba iglavcev

***Pseudotsuga menziesii*, navadna ameriška duglazija**

- *Choristoneura freemani* Razowski, 2008, sin. *Choristoneura occidentalis* Freeman, 1967, severnoameriški zavijač
- *Orgyia pseudotsugata* McDunnough, 1921, severnoameriški čudak
- *Contarinia pseudotsugae* Condrashoff, 1961, duglazijina hržica
- *Adelges cooleyi* (Gillette, 1907), sin. *Gilletteella cooleyi* (Gillette, 1907), duglazijeva uš
- *Rhabdocline pseudotsugae* Syd., rdeči osip duglazije
- *Nothophaeocryptopus gaeumannii* (T. Rohde) Videira, C. Nakash., U. Braun & Crous, sin. *Phaeocryptopus gaeumannii* (T. Rohde) Petr., sajasti osip duglazije ali švicarski osip duglazije
- *Megastigmus spermotrophus* Wachtl, 1893, duglazijeva semenska osica
- *Arceuthobium douglasii* Engelman, duglazijeva pritlikava omela
- *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins, 1905, duglazijev ličar

- *Allantophomopsiella pseudotsugae* (M. Wilson) Crous (sin. *Phacidium coniferarum* (G. G. Hahn) DiCosmo, Nag Raj & W. B. Kendr.), uleknjenost lubja duglazije ali lubni ožig
- *Coniferiporia weirii* (Murrill) L. W. Zhou & Y. C. Dai in *Coniferiporia sulphurascens* (Pilát) L. W. Zhou & Y. C. Dai, sin. *Phellinus weirii* (Murrill) Gilb., lističasta vznožna trohnoba iglavcev
- *Grosmannia wagneri* (Goheen & F. W. Cobb) Zipfel, Z. W. de Beer & M. J. Wingf., počrnelost korenin

***Quercus rubra*, rdeči hrast**

- *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758), gobar
- *Apiognomonina errabunda* (Roberge ex Desm.) Höhn. (1918), sin. *Apiognomonina quercina* (Kleb.) Höhn. (1920), rjavenje hrastovih listov
- *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky, 1866), azijski ambrozijski podlubnik
- *Agrilus bilineatus* (Weber 1801), dvoprogasti krasnik
- *Agrilus auroguttatus* Schäffer, 1905, zlatoprogasti krasnik
- *Enaphalodes rufulus* (Haldeman, 1847), severnoameriški hrastov kozliček
- *Massicus raddei* (Blessig, 1872), azijski hrastov kozliček
- *Bretziella fagacearum* (Bretz) Z. W. de Beer, Marinc., T. A. Duong & M. J. Wingf. (2017), sin. *Ceratocystis fagacearum* (Bretz) J. Hunt, (1956), hrastova uvelost
- *Pezicula cinnamomea* (DC.) Sacc. (1889), sin. *Cryptosporiopsis grisea* (Pers.) Petr. (1923), rak na rdečem hrastu
- *Phytophthora ramorum* Werres, De Cock & Man in 't Veld, fitoftorna sušica vejic
- *Gymnopus fusipes* (Bull.) Gray (1821), sin. *Collybia fusipes* (Bull.) Quél. (1872), hrastov korenovec

***Robinia pseudoacacia*, navadna robinija**

- *Odontota dorsalis* (Thunberg, 1805), robinijev listni miner
- *Thyridopteryx ephemeraeformis* (Haworth, 1803), zimzeleni vrečkar
- *Megacyllene robiniae* (Forster, 1771), robinijev zavrtač
- *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853), azijski kozliček
- *Trichoferus campestris* (Faldermann, 1835), žametasti kozliček
- *Megaplatypus mutatus* (Chapuis, 1865), veliki svedraš
- *Tremex fuscicornis* (Fabricius, 1787), progasta lesna osa
- *Lycorma delicatula* (White, 1845), kitajski pikčasti škržatek
- *Diaporthe oncostoma* (Duby) Fuckel, robinijev rak
- *Phellinus robiniae* (Murrill, 1903) A. Ames (1913), robinijev plutač
- *Tylenchorhynchus* spp. Cobb, 1913, nematode, ogorčice

Po en izvod strokovne monografije smo podarili vsem gozdnim drevesničarjem ter gozdarskim inšpektorjem, ki pregledujejo gozdne drevesnice.

Večina omenjenih opisov škodljivih organizmov je bila tudi samostojno objavljena v sredicah Gozdarskega vestnika (Iščemo karantenske in druge gozdu nevarne organizme):

BRGLEZ, Ana. Orehov rak (*Ophiognomonina clavigignenti-juglandacearum*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 9, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 36852739]

KAVČIČ, Andreja. Krojaški žagovinar (*Monochamus sartor* (Fabricius, 1787)). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 9, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 36853763]

SMOLNIKAR, Peter. Rjava pegavost orehov (*Ophiognomonina leptostyla*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 10, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 41614595]

ŠRAMEL, Nina. Orehova čipkarka (*Corythucha juglandis*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 10, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 41614851]

BRGLEZ, Ana. Ameriška pritlikava omela (*Arceuthobium americanum*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 7/8, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 31734019]

ZIDAR, Simon, KAVČIČ, Andreja. Evropska smrekova grizlica (*Gilpinia hercyniae*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 7/8, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 31734787]

ZIDAR, Simon, KAVČIČ, Andreja. Aljaški smrekov podlubnik (*Dendroctonus rufipennis*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 2, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5651366]

BRGLEZ, Ana. Fitoftorna sušica lawsonove paciprese (*Phytophthora lateralis*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 2, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5651110]

BRGLEZ, Ana. Cipresov rak (*Seiridium cardinale*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 3, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 13033475]

ŠRAMEL, Nina. Orehova muha (*Rhagoletis completa*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 3, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 13033731]

SMOLNIKAR, Peter. Odmiranje poganjkov črnega bora (*Gremmeniella abietina*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 4, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 18105347]

KAVČIČ, Andreja. Orjaški smrekov ličar (*Dendroctonus micans*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 4, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 18104579]

ŠRAMEL, Nina. Mala zelena smrekova uš (*Elatobium abietinum*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 5/6, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 22257667]

BRGLEZ, Ana. Smrekova rja (*Chrysomyxa abietis*). Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 5/6, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 22256643]

BRGLEZ, Ana. Uleknjenost lubja duglazije ali lubni ožig : (*Allantophomopsiella pseudotsugae*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2019, letn. 77, št. 9, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5556390]

KAVČIČ, Andreja. Grizlica balzamove jelke : (*Neodiprion abietis*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2019, letn. 77, št. 9, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5556646]

DE GROOT, Maarten, ZIDAR, Simon. Himalajski orehov podlubnik (*Dryocoetes himalayensis*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2019, letn. 77, št. 10, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5587878]

SMOLNIKAR, Peter, PIŠKUR, Barbara, OGRIS, Nikica. Počrnelost korenin (*Grossmannia wagneri*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2019, letn. 77, št. 10, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5588134]

SMOLNIKAR, Peter, PIŠKUR, Barbara. Lističasta vznožna trohnoba iglavcev (*Coniferiporia weirii* in *Coniferiporia sulphurascens*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za

gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 1, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5639078]

ŠRAMEL, Nina. Severnoameriški dvanajsterozobi podlubnik (*Ips calligraphus*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2020, letn. 78, št. 1, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5639334]

KAVČIČ, Andreja. Storževa listonožka (*Leptoglossus occidentalis*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2019, letn. 77, št. 1, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5314982]

JURC, Dušan. Vznožna trohnoba iglavcev (*Phaeolus schweinitzii*). Gozdarski vestnik : Slovenska strokovna revija za gozdarstvo, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2019, letn. 77, št. 1, sredica, ilustr. [COBISS.SI-ID 5314726]

3.5 Razprava, zaključki in priporočila naročniku

Sredstva namenjena za izvedbo DS 3 so bila zelo skromna, saj so pokrila samo ok. 40 % delovnih ur. Preostanek 60 % pa smo morali kriti iz lastnih sredstev.

Objavili smo strokovno monografijo, v kateri smo opisali 77 izbranih boleznih in škodljivcev za naslednje drevesne vrste: navadna ameriška duglazija, zeleni bor, rdeči hrast, črni oreh, robinija, omorika, grška, velika in kavkaška jelka, sitka in Lawsonova pacipresa. V okviru monografije je pripravljen tudi celovit seznam škodljivih organizmov na obravnavanih tujerodnih drevesnih vrstah, ki lahko povzročijo propad rastline.

V naših gozdovih lahko uspevanje tujerodnih drevesnih vrst ogrozijo številni škodljivi organizmi. Na preučevanih tujerodnih drevesnih vrstah je v Evropi zaznanih 768 škodljivih organizmov. Zavedati se moramo, da se pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst na območje zunaj njihove naravne razširjenosti srečujemo z dodatnimi težavami v povezavi s škodljivimi organizmi:

(1) s tujerodnimi drevesnimi vrstami lahko vnesemo tudi tujerodne škodljive organizme, ki se lahko razširijo na avtohtone vrste, na katerih lahko povzročijo poškodbe in škodo;

(2) na tujerodne drevesne vrste se lahko razširijo avtohtoni škodljivi organizmi.

Zato mora odločitev o vnosu tujerodnih drevesnih vrst v naše gozdove sloneti tudi na oceni tveganja, v katero bi morali vključevati tudi teste občutljivosti za vse potencialne škodljive organizme, ki se pojavljajo na območju vnosa. Prav tako bi morala taka ocena tveganja vključiti tudi tujerodne škodljive organizme, ki bi jih lahko prenesli s semenom ali sadikami tujerodnih drevesnih vrst in bi lahko povzročali poškodbe avtohtonih drevesnih vrst v naših gozdovih.

Priporočila naročniku:

- Pred vsako uvedbo in širjenjem tujerodne drevesne vrste moramo narediti oceno tveganja z vidika škodljivih organizmov in varstva gozdov. V takšno oceno tveganja morajo biti vključeni vsi elementi, ki se obvezni po standardu ISPM 2 Framework for Pest Risk Analysis. Takšna analiza je z vidika sredstev zahtevna tako človeških virov, časa in denarnih sredstev. Izvede pa jo lahko samo dobro oblikovana strokovna skupina, katerih člani so strokovnjaki iz področja varstva gozdov.
- Učinkovit boj proti invazivnim tujerodnimi vrstami, ki jih lahko vnesemo s tujerodnimi drevesnimi vrstami, je samo sistem zgodnjega odkritja in hitrega ukrepanja. Zato moramo intenzivirati spremljanje zdravstvenega stanja posajenih tujerodnih drevesnih vrst (tudi okrasnih dreves). Vzorčiti moramo vsako drevo, ki ima sum na prisotnost škodljivega organizma, in vzorec poslati v ustrezen uradni laboratorij.
- Podpreti raziskave o škodljivih organizmov na tujerodnih drevesnih vrstah.

Priloge

KRAIGHER, Hojka, BRUS, Robert, OGRIS, Nikica. Najpomembnejši povzročitelji poškodb tujerodnih vrst gozdnega drevja in sadik domačih vrst gozdnega drevja ter ukrepi na sadikah. *Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo*, ISSN 0017-2723. [Tiskana izd.], 2021, letn. 79, št. 5/6, str. 245-246, ilustr. [COBISS.SI-ID 71947523]

OGRIS, Nikica (urednik, recenzent). Najpomembnejši povzročitelji poškodb tujerodnih vrst gozdnega drevja in sadik domačih vrst gozdnega drevja ter ukrepi na sadikah, (Studia Forestalia Slovenica, 179). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, 2021. 280 str., ilustr. ISBN 978-961-6993-70-8. <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=14199>, <https://doi.org/10.20315/SFS.179>, doi: [10.20315/SFS.179](https://doi.org/10.20315/SFS.179). [COBISS.SI-ID 67247619]

4 **Tujerodne drevesne vrste pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo**

Hojka Kraigher, Marko Bajc, Gregor Božič, Andrej Breznikar, Natalija Dovč, Marijana Minić Vidrih, Marjana Westergren

Povzetek

Obnova gozdov po načelih, ki podpirajo biotsko pestrost na vseh nivojih, bistveno prispeva k dolgoročni stabilnosti gozdov in njihovi odpornosti na biotske in abiotske dejavnike v okolju. Genetska pestrost gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) prispeva k ohranjanju prilagodljivosti bodočega gozda na spreminjajoče se okolje. Ob pojavu bolezni in škodljivcev, višanju temperatur in spreminjanju padavinskih razmer, so posamezne avtohtone drevesne vrste vse bolj ranljive. V okoljih, kjer na novo vnesene bolezni in spreminjanje podnebnih razmer onemogoča uspevanje avtohtonih vrst, se razmišlja o uporabi tujerodnih drevesnih vrst (TDV).

V Seznamu gozdnih semenskih objektov, katerega vsako leto objavi pooblaščen organizacija v Sloveniji, Gozdarski inštitut Slovenije, je trenutno odobrenih 11 semenskih objektov tujerodnih drevesnih vrst za uporabo v večnamenskem gozdarstvu: po eden za grško jelko, alepski bor in rdeči hrast, in osem za navadno ameriško duglazijo. Za ameriško duglazijo obstaja tudi največje zanimanje v gozdarstvu zaradi njene lesno-proizvodne funkcije in manjše poškodovanosti v času žleda leta 2014. Zaradi pomanjkanja sadilnega materiala duglazije smo leta 2017 dopolnili Pravilnik o določitvi provenienčnih območij s proveniencami duglazije, katere uporabljajo v Avstriji, naknadno pa smo slednje in v Sloveniji uspevajoče populacije duglazije, sajene večinoma v začetku 20. stoletja, ter v semenski plantaži na Dolenjskem (ki še ni bila odobrena za uporabo GRM) analizirali glede izvora. Genetska analiza s SNP markerji je razkrila, da vseh 215 analiziranih dreves duglazije iz sedmih gozdnih semenskih objektov, neregistrirane semenske plantaže v Črmošnjicah in parkovnega nasada v Sloveniji, pripada priobalni varieteti duglazije. Izvor imajo na sami zahodni obali Severne Amerike in v gorovju Cascades; drevesa, posajena na posamezni lokaciji, imajo lahko različen izvor. Celokupna genetska pestrost (bogastvo alelov) je v Sloveniji nižja od tiste v naravnem arealu.

V Sloveniji je bilo v desetletju 2011 – 2020 skupno posajenih v redni sadnji in za sanacijo 8.672.601 sadik, od tega 5.394 sadik tujerodnih drevesnih vrst. Med temi prevladuje ameriška duglazija s 4.838 sadikami. Vprašanja, ki se postavljajo ob podatkih o sadnji:

- Dobrih 8 milijonov sadik skupno v 10 letih (od tega 0,06% TDV) pomeni manj kot milijon sadik ali okoli 350 ha letno; ali je slednje dovolj v času veliko-površinskih motenj in poškodovanja reproduktivnih delov krošenj, ki onemogočajo naravno obnovo z ustrezno genetsko pestrim GRM?
- V Sloveniji primanjkuje ustrezno seme in sadike duglazije; med drugim sta bili za pridobivanje semena duglazije leta 2018 posekani dve (!!!) drevesi v Podvelki; glede na nižjo genetsko pestrost v odraslih sestojih duglazije v Sloveniji v primerjavi s. Ameriko bi bilo potrebno pridobivati seme iz čim večjega števila dreves, uporaba semena z zgolj posameznega drevesa (ali dveh) je strokovno povsem neprimerna.
- Seznam drevesnih vrst, za katere velja Zakon o GRM, bi bilo nujno potrebno spremeniti in dopolniti, saj le slednje omogoča financiranje, in s tem reguliranje (!) uporabe ustreznega GRM za sadnjo v slovenskih gozdovih.

V Drugi prenovljeni in ilustrirani izdaji Semenarskega praktikuma (Kraigher 2020, v tisku) v predstavljen izvor ter semenarski in drevesničarski napotki za pridobivanje semena in vzgojo sadik duglazije v Sloveniji.

4.1 Uvod

TDV so v preteklem stoletju in več v Sloveniji sadili posamič, v skupinah in v večjih nasadih v gozdovih ali v zunajgozdnih lesnih nasadih. Izmed TDV so v Sloveniji trenutno odobreni semenski objekti za pridobivanje gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) za grško jelko (1), alepski bor (1), ameriško duglazijo (8) in rdeči hrast (1), medtem ko so bile posamezne vrste iz direktive EC/1999/105 z odločbo EC iz leta 2005 za področje Slovenije zaradi gospodarske nezanimivosti izbrisane (in sicer španska jelka, atlantska in libanonska cedra, sibirski macesen, sitka, brucijski, kanarski, zaviti, beli in kalifornijski bor).

Zaradi prilagoditvenih sposobnosti vrst na zunanje okolje v času ene do dveh generacij, ter vplivov okolja tako na izražanje genov, kot na klasične evolucijske in na epigenetske procese, je najbolj primerno za obnovo TDV s sadnjo in setvijo uporabljati GRM iz v Sloveniji odobrenih gozdnih semenskih objektov, ter iz v Sloveniji vzgojenih sadik.

Zato so osnovne naloge prenos znanja o pomenu in uporabi TDV za obnovo; evidentiranje, ogled in ocena ustreznosti potencialnih semenskih objektov v Sloveniji; razvoj priporočil za ukrepe nege v le-teh in njihovo izvajanje; ter podpora in razvoj gozdne semenarske in drevesničarske dejavnosti.

Le v primeru pomanjkanja GRM iz Slovenije je na osnovi strokovnega mnenja možno dovoliti uporabo GRM iz sosednjih držav. Za slednje pa je potrebno poznati izvor provenienc posameznih TDV, ki so se doslej izkazale kot uspešne na območju Slovenije. Slednje se je doslej izkazalo problematično predvsem pri poznavanju izvornih provenienc duglazije, za katero obstaja zanimanje gozdarske prakse za sadnjo v najkrajšem možnem času. Hkrati posamezne, potencialno zanimive TDV niso vključene v Odredbo o listi vrst, za katere velja ZGRM (npr. črni oreh), tako da odobritev GSO in uporaba GRM ni mogoča, hkrati pa za druge vrste ni odobren niti en GSO, oziroma je število le-teh potrebno povečati.

DS4.1: Identifikacija izvora ameriške duglazije, posajene v Sloveniji

Navadna ameriška duglazija je naravno razširjena v severni Ameriki. Ima dve varieteti, *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* ali *viridis* in *P. menziesii* var. *glauca*. V naravnem arealu je var. *glauca* bolj odporna na zgodnjo zmrzal, mrzle zime in sušo, medtem ko var. *viridis* bolje prirašča in je bolj odporna na *Rhabdocline* sp. in *Phaeocryptopus gaeumannii*. Za obe varieteti velja, da odpornost na sušo narašča od severa proti jugu in od zahoda proti vzhodu. Rezultati provenienčnih testov v Evropi so podobni tistim iz naravnega areala. V južni Evropi so se bolje izkazale priobalne provenience iz Oregona, medtem ko na višjih nadmorskih višinah najbolj rastejo provenience iz cone tranzicije med obema varietetama, včasih imenovane tudi var. *caesia* (povzeto po Konnert 2017).

V Sloveniji duglazija na nekaterih območjih dobro prirašča in še nima pomembnih naravnih škodljivcev ali bolezni. Duglazija se je zelo dobro obnesla tudi v gozdovih, poškodovanih v žledu februarja 2014 in se ponekod pomlajuje. Žal pa izvora dreves/populacij duglazije, ki v Sloveniji uspeva, doslej nismo poznali.

V primeru neznanega izvora provenience duglazije lahko z uporabo molekularnih markerjev določimo, ali provenienca pripada var. *viridis* ali var. *glauca*, s primerjavo z znanimi proveniencami pa tudi ožji izvor le-teh (van Loo in sod. 2015, Howe et al 2013).

V okviru DS4 smo izkazano uspešne populacije duglazije iz Slovenije analizirali z molekularnimi pristopi, jim določili okvirni izvor in pripravili predlog za uporabo izvornih

provenienc na posameznih provenienčnih območjih in višinah v Sloveniji. Pri tem so upoštevana tudi priporočila sodelavcev BF Gozdarstvo o uporabnosti provenienc duglazije v 7.3 Submediteransko PO – Brkini.

DS4.2: Priporočila za izbor drugih TDV v Sloveniji in možnosti formalizacije njihove uporabe

Na osnovi obstoječih zapisnikov o ogledu, priporočil sodelavcev ZGS in rezultatov raziskav v okviru naloge DS1 predlagamo nabor potencialnih TDV, ki še niso vključena v Odredbo o listi vrst, za katere velja ZGRM; v letu 2019 smo pripravili strokovno utemeljitev spremembe te Odredbe, evidentirali in pripravili zasnove za odobritev gozdnih semenskih objektov TDV, ter sodelovali ali organizirali prenos znanja za gozdarsko stroko, lastnike gozdov in širšo publiko. Žal je predlog spremembe Odredbe obstal v medresorski obravnavi.

DS4.3: Analiza in izpopolnitev mreže GSO za TDV

Pridobivanje GRM je odvisno od reproduktivne biologije posamezne TDV ter razporeditve GSO v ustreznih provenienčnih območjih (PO) in nadmorskih višinah (NV). Glede na izjemno majhno število GSO za TDV v Sloveniji smo pripravili okvirno analizo potreb po le-teh. Na osnovi sodelovanja z ZGS in analiz rezultatov raziskav v okviru DS1 smo evidentirali potencialne GSO ter pripravili osnove za njihovo odobritev.

DS4.4: Priprava specializiranega dela Semenarskega praktikuma

Za potrebe pridobivanja semena smo pripravili specializiran del Semenarskega praktikuma (H. Kraigher, 2020)) o reproduktivni biologiji TDV s poudarkom na periodičnosti semenjenja, minimalni velikosti populacije za zagotavljanje ustrezne genetske pestrosti GRM, kakovostnih značilnostih storžev / plodov / semena z ustreznimi protokoli, času in načini pridobivanja, dodelave in shranjevanja semena, ter klasične in naprednih tehnik vzgoje sadik. Poseben poudarek je bil tudi na pripravi Protokola o manipulaciji semena in sadik TDV od drevesnice do sadnje ali setve, ter negi prvih 5 let po sadnji (v priponki).

4.2 Skupno poročilo za DS4.1

Poročilo je pripravljeno na osnovi skupnega prispevka CRP 1818 in 1819 za Gozdarske študijske dneve 2021.

4.2.1 Uvod – pregled zakonodajnih osnov v Sloveniji in Evropi

Obnova gozdov je eden najdražjih ukrepov pri gospodarjenju z gozdovi, vendar hkrati tudi bistveno prispeva k dolgoročni stabilnosti gozdov in njihovi odpornosti na biotske in abiotske dejavnike v okolju. V času hitrih sprememb okolja, predvsem podnebnih sprememb, je pomembna podpora ohranjanju in vzpodbujanju biotske pestrosti na vseh nivojih. Genetska pestrost in prilagojenost gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) na rastiščne pogoje prispeva k ohranjanju prilagodljivosti bodočega gozda na spreminjajoče se okolje. Ob pojavu bolezni in škodljivcev, višanju temperatur in spreminjanju padavinskih razmer, so posamezne avtohtone drevesne vrste vse bolj ranljive; najbolj problematični so nižinski poplavni gozdovi, kjer uspevanje jesena, črne jelše in hrastov ogrožajo predvsem biotski dejavniki, in veliko-površinski nasadi smreke v zanje vse manj ugodnih pogojih kolinskega in submontanskega pasu. V teh okoljih se razmišlja o uporabi tujerodnih drevesnih vrst (TDV).

Trženje GRM v Evropski uniji predpisuje Evropska Direktiva o trženju GRM (1999; v nadaljevanju Direktiva), ki v prilogi navaja seznam vrst, za katere velja Direktiva; od slednjih

sta v nacionalni zakonodaji (ki mora biti obvezno harmonizirana z Direktivo) možni dve vrsti odstopanj:

- 1) V nacionalni zakonodaji je dovoljeno predpisati strožja merila, kot veljajo po Direktivi; slednje omogoča tudi uvrstitev večjega števila drevesnih vrst na listo vrst, za katere velja harmonizirana nacionalna zakonodaja.
- 2) Možno je tudi prositi EC za izbris posameznih vrst iz Direktive iz nacionalne liste; slednje sta leta 2005 uporabili Danska in Slovenija; izdan je bil Odlok (2005), s katerim sta ti dve državi s seznama lahko izbrisali posamezne tujerodne drevesne vrste, ki tedaj niso bile zanimive za proizvodnjo in trženje na nacionalnem nivoju (Preglednica 1). O tovrstnih izjemah na osnovi argumentacije s strani nacionalnih predstavnikov odloča Delovna skupina za GRM, katero vodi predstavnica DG SANTE iz Bruslja.

Na nacionalnem nivoju proizvodnjo in trženje GRM regulira Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (2002; v nadaljevanju ZGRM) in Odredba o listi vrst, za katere velja ZGRM (2010). Na osnovi ZGRM in podzakonskih aktov, ter seznama vrst, ki so uvrščene na to Listo, je možno regulirati odobritev Gozdnih semenskih objektov (GSO) in financiranje proizvodnje GRM in trženja. Uporabo GRM v Sloveniji pa regulira Zakon o gozdovih (1993); k uporabi vrstno in genetsko pestrega GRM pa prispevajo tako Resolucija o nacionalnem gozdnem programu (2007), kakor tudi ZGRM, ki izhaja iz načel ohranjanja gozdnih genskih virov (člen 2), in v področje veljavnosti uvršča GRM za: i) obnovo gozdov s sadnjo in setvijo, ii) pogozdovanje, iii) snovanje in vzdrževanje trajnih zaščitnih ali protierozijskih pasov gozdnega drevja, iv) snovanje in vzdrževanje plantaž gozdnega drevja. Nenazadnje, k ohranjanju gozdnih genskih virov prispeva Slovenski program za gozdne genske vire (SIFORGEN, predstavljen v sredicah Gozdarskega vestnika v letih 2010-2014, pregledno pa 2019 (Kraigher s sod., 2019)).

Na mednarodnem nivoju ohranjanje gozdnih genskih virov navajajo Evropska strategija o gozdnih genskih virih (2021, v prenovi v programu EUFORGEN), resolucije Forest Europe (1990, 1993, 2003, 2007, 2015, 2021), Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030 (2020) in Nova strategija EU za gozdove do leta 2030 (2021), kakor tudi Evropska strategija o genskih virih (2021, v obravnavi), ki vključuje genske vire gozdnega drevja, kmetijskih rastlin in domačih živali v kmetijstvu.

TDV so bile sajene, ali se razširjajo v slovenskih gozdovih že vse od konca 19. stoletja dalje. Med najbolj razširjenimi ali med najbolj zanimivimi je potrebno navesti robinijo, ameriško duglazijo, rdeči hrast, črni oreh in posamezne druge vrste, ki so še, ali pa so bile z Odlokom leta 2005 izbrisane s seznama vrst, za katere velja ZGRM. V prispevku predstavljamo seznam GSO, uporabo sadik in izpostavljeno problematiko TDV v slovenskem gozdnem semenarstvu in drevesničarstvu, ter okvirno ekspertizo o izvoru duglazije v Sloveniji.

4.2.2 Material in metode

Pooblaščen organizacija za odobritev gozdnih semenskih objektov (GSO)), za objavo Seznama GSO (januarja vsako leto v Uradnem listu RS (Pravilnik o pogojih za odobritev..., 2003) in za redne objave v evropski bazi FOREMATIS (Izvedbena uredba komisije ..., 2021) je Gozdarski inštitut Slovenije (GIS). Iz zadnjega Seznama GSO (2021) smo povzeli pregled odobrenih GSO tujerodnih drevesnih vrst. Prispevek združuje del aktivnosti in rezultatov CRP projektov V4-1818 in V4-1819; osnovni podatki izhajajo iz nalog javne gozdarske službe GIS in ZGS; za analizo izvoda duglazije je bilo pridobljeno tudi dodatno financiranje v okviru ekspertize s strani MKGP. Zahvaljujemo se dr. Aleksandru Marinšku za podatke o pojavljanju paulovnije v Sloveniji iz pregledovalnika invazivke.si (LIFE ARTEMIS)

Za zagotavljanje semena in sadik gozdnih drevesnih vrst za uporabo v slovenskih gozdovih in vodenje evidenc o le-teh je pooblaščen Zavod za gozdove Slovenije (ZGS). Na podlagi

podatkov iz baze ZGS smo izvedli analizo podatkov o porabi sadik za redno sadnjo, sanacijo in skupno, za vse in posebej za posamezne tujerodne drevesne vrste v letih 2010 – 2020.

Za ugotavljanje izvora ameriške duglazije, ki je bila v preteklosti sajena v Sloveniji, smo uporabili SNP označevalce za izvedbo genetske analize 215 dreves duglazije iz Slovenije. Nabor SNP označevalcev smo izbrali na podlagi analize baze podatkov Univerze v Oregonu. S programom AssignPOP (Chen in sod. 2018) smo izbrali označevalce, ki so najbolj razločevali med genetskimi skupinami (severno-ameriško priobalno in notranjo varieteto, skupino obala in Cascades). DNK smo izolirali iz iglic s pomočjo DNeasy Plant 96 in DNeasy Plant Mini Kit po navodilih proizvajalca. Koncentracijo in čistost DNA smo preverili z UV spektrofotometrom BioPhotometer Plus in mikrolitrsko kiveto µCuvette G1.0, z metodo »dsDNA«. DNK smo poslali zunanjemu izvajalcu (INRAE BIOGECO, Bordeaux, Francija) za analizo z izbranimi SNP označevalci. Po prejemu surovih podatkov smo te ovrednotili glede kakovosti in nekatere označevalce zavrgli zaradi slabega pomnoževanja. Pripadnost genetskim skupinam, ki jih SNP označevalci razlikujejo, smo določili z algoritmom grupiranja posameznih osebkov na podlagi Bayesove verjetnosti v programu Structure 2.3.4. Povprečje na podlagi desetih ponovitev analize smo izračunali in rezultate vizualizirali s pomočjo programa CLUMPAK. Skupno genetsko pestrost (bogastvo alelov in heterozigotnost) na ravni Slovenije in v naravnem arealu smo ocenili s standardnimi metodami implementiranimi v programu SpaGeDi (Hardy in sod. 2002).

4.2.3 Rezultati in diskusija

Preglednica drevesnih vrst, za katere velja ZGRM

V Odredbi o seznamu vrst in umetnih križancev, za katere velja ZGRM, je vpisanih 77 vrst (Preglednica 1).

Vrste, izločene iz seznama vrst, za katere velja Direktiva (1999) na osnovi Odločbe EC (2005), so: *Abies pinsapo* Boiss., *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, *Cedrus libani* A. Rich., *Larix sibirica* Ledeb., *Picea sitchensis* (Bong.) Carrière, *Pinus brutia* Ten., *Pinus canariensis* C. Sm. ex DC., *Pinus contorta* Douglas ex Loudon, *Pinus heldreichii* H. Christ, *Pinus radiata* D. Don.

Pregled odobrenih gozdnih semenskih objektov TDV v Sloveniji

V Seznamu gozdnih semenskih objektov, katerega vsako leto objavi Gozdarski inštitut Slovenije kot pooblaščen organizacija v Sloveniji, je trenutno odobrenih 11 semenskih objektov TDV za uporabo v večnamenskem gozdarstvu (Preglednica 2): po eden za grško jelko, alepski bor in rdeči hrast, in osem za duglazijo (vendar bo eden od teh v letu 2021 izbrisan, ker se površinsko prekriva z večjim, kasneje odobrenim sestojem, zato v preglednici 2 ni prikazan). Za duglazijo obstaja tudi največje zanimanje v gozdarstvu zaradi njene lesno-proizvodne funkcije in odpornosti na žled, ki se je pokazala leta 2014.

Izvor duglazije v Sloveniji

Vseh 215 analiziranih dreves duglazije iz sedmih gozdnih semenskih objektov, neregistrirane semenske plantaže v Črmošnjicah in parkovnega nasada v Sloveniji pripada priobalni varieteti. Izvor imajo na sami zahodni obali Severne Amerike in v gorovju Cascades; drevesa posajena na posamezni lokaciji imajo lahko različen izvor. Celokupna genetska pestrost (bogastvo alelov) je v Sloveniji nižja od tiste v naravnem arealu.

O proveniencah iz Priloge 3 Pravilnika o določitvi provenienčnih območij nimamo genetskih informacij. Posredno lahko na podlagi njihovih geografskih lokacij sklepamo, da vse razen dveh pripadajo priobalni varieteti in obema podskupinama: »obala« in »Cascades«. Ker verjetno izhajajo iz istega geografskega območja kot drevesa duglazije posajena v Sloveniji,

sklepamo, da jih v Sloveniji lahko uporabljamo. Zagotovo bomo to lahko vedeli šele, ko bomo lahko analizirali vse provenience iz Priloge 3. O ekološki prilagojenosti provenienc iz Priloge 3 na okoljske razmere v Sloveniji na podlagi genetskih podatkov ne moremo sklepati.

Preglednica 1: Pregled drevesnih vrst, za katere velja ZGRM (* Drevesne vrste in umetni hibridi, vključeni v Direktivo (1999)).

Latinsko ime		
	<i>Laburnum alpinum</i> (Mill.) Bercht. et J. Presl	<i>Prunus padus</i> L.
<i>Abies alba</i> Mill.*	<i>Laburnum alschingeri</i> (Vis.) K. Koch	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco*
<i>Abies cephalonica</i> Loud.*	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	<i>Pyrus amygdaliformis</i>
<i>Abies grandis</i> (Douglas ex D. Don) Lindl.*	<i>Larix decidua</i> Mill.*	<i>Pyrus pyraeaster</i> (L.) Burgsd.
<i>Acer campestre</i> L.	<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carr.*	<i>Quercus crenata</i> Lam.
<i>Acer monspessulanum</i> L.	<i>Larix x eurolepis</i> Henry*	<i>Quercus cerris</i> L.*
<i>Acer obtusatum</i> Wald. et Kit. ex. Willd.	<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Quercus ilex</i> L.*
<i>Acer platanoides</i> L.*	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.*
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.*	<i>Mespilus germanica</i> L.	<i>Quercus pubescens</i> Willd.*
<i>Acer tataricum</i> L.	<i>Olea europaea</i> L.	<i>Quercus robur</i> L.*
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.*	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	<i>Quercus rubra</i> L.*
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench *	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	<i>Quercus suber</i> L.*
<i>Alnus viridis</i> (Chaix) DC.	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.*	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.*
<i>Betula pendula</i> Roth*	<i>Pinus cembra</i> L.*	<i>Salix</i> × spp.
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.*	<i>Pinus halepensis</i> Mill.*	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz
<i>Carpinus betulus</i> L.*	<i>Pinus mugo</i> Turra	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	<i>Pinus nigra</i> Arnold*	<i>Sorbus domestica</i> L.
<i>Castanea sativa</i> Mill.*	<i>Pinus pinaster</i> Ait.*	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz
<i>Celtis australis</i> L.	<i>Pinus pinea</i> L.*	<i>Taxus baccata</i> L.
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	<i>Pinus sylvestris</i> L.*	<i>Tilia cordata</i> Mill.*
<i>Fagus sylvatica</i> L.*	<i>Pistacia terebinthus</i> L.	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.*
<i>Ficus carica</i> L.	<i>Populus alba</i> L.	<i>Ulmus glabra</i> Huds.
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl*	<i>Populus nigra</i> L.	<i>Ulmus laevis</i> Pall.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.*	<i>Populus tremula</i> L.	<i>Ulmus minor</i> Mill.
<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Populus</i> x spp*	
<i>Ilex aquifolium</i> L.	<i>Prunus avium</i> L.*	
<i>Juglans regia</i> L.	<i>Prunus mahaleb</i> L.	

Preglednica 2: Odobreni gozdni semenski objekti tujerodnih drevesnih vrst (2021)
(Kategorija 1 – znano poreklo, kategorija 2 – izbran).

Vsi semenski objekti so sestoji, namen je večnamensko gozdarstvo. Kategorija 1 pomeni, da se v tem sestoji se pridobiva GRM kategorije 1, to je 'znano poreklo', v kategoriji 2 pa GRM kategorije 'izbran'. Sestoj provenienice 'Gladovec' bo do naslednje objave Seznama GSO izbrisan, ker se prekriva s provenienco 'Planina'.

Vrsta	Kategorija	Id. št.	Provenienca	Nadm. viš. (m)	Površina (ha)	Provenienčno območje	Območna enota ZGS
<i>Abies cephalonica</i> Loud.	1	0,0144	Kregolišče	280	2	Submediteransko	Sežana
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	2	0,0139	Krkavče	50	2,30	Submediteransko	Sežana
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	1	1,0373	Navršnik	560 - 604	2,70	Alpsko	Slovenj Gradec
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	1	6,0307	Gladovec*	640-700	7,93	Dinarsko	Postojna
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	1	6,0377	Cerovec	650	67	Dinarsko	Postojna
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	1	6,0378	Tkalca jama	580	103	Dinarskoo	Postojna
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	2	2,0374	Rdeči breg - Klančnikovo	700 - 800	0,80	Pohorsko	Maribor
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	2	4,0207	Podmeja	700	0,75	Predalpsko	Celje
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	2	4,0208	Podmeja - Spomenik	600	0,86	Predalpsko	Celje
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	2	6,0379	Planina	500-720	105	Dinarsko	Postojna
<i>Quercus rubra</i> L.	1	1,0372	Reberniki	560 - 604	3,39	Alpsko	Slovenj Gradec

Pregled sadnje v letih 2010 - 2020 v slovenskih gozdovih

Preglednica 3: Število posajenih sadik in puljenk z deležem TDV v Sloveniji v letih 2010 – 2020

	Redna obnova	Sanacija	Skupaj
Število sadik	3.554.915	5.117.686	8.672.601
Število sadik TDV	3.819	1.575	5.394
Delež TDV (%)	0,11	0,03	0,06

V Sloveniji je bilo v desetletju 2011 – 2020 skupno posajenih v redni sadnji in za sanacijo 8.672.601 sadik od tega 5.394 sadik tujerodnih drevesnih vrst. Med temi prevladuje duglazija s 4.838 sadikami.

Pri povprečni gostoti sadnje 2500 sadik / ha je bilo v 10 letih predvidoma s sadnjo obnovljenih približno 3.469 ha skupno, oz. povprečno 347 ha letno, pri čemer je bilo za sadnjo uporabljenih povprečno 539 sadik TDV letno na površini vseh slovenskih gozdov v obnovi.

Vprašanja, ki se postavljajo ob podatkih o sadnji TDV v slovenskih gozdovih:

- Dobrih 8 milijonov sadik skupno v 10 letih (od tega 0,06% TDV) pomeni manj kot milijon sadik ali okoli 350 ha letno; ali je slednje dovolj, kljub prednostnemu pospeševanju naravne obnove v Sloveniji, v času veliko-površinskih motenj in poškodovanja reproduktivnih delov krošenj, ki onemogočajo naravno obnovo z ustrezno genetsko pestrim GRM?
- V Sloveniji primanjkujejo ustrezno seme in sadike duglazije; med drugim sta bili za pridobivanje semena duglazije leta 2018 posekani dve (!!!) drevesi v Podvelki; glede na nižjo genetsko pestrost v odraslih sestojih duglazije v Sloveniji v primerjavi s S. Ameriko, bi bilo potrebno pridobivati seme iz čim večjega števila dreves, uporaba zgolj posameznega drevesa (ali dveh) je strokovno povsem neprimerna.
- Listo drevesnih vrst, za katere velja ZGRM, bi bilo nujno potrebno spremeniti in dopolniti, saj le slednje omogoča financiranje, in s tem reguliranje (!) uporabe ustreznega GRM za sadnjo v slovenskih gozdovih. Ob tem bi bilo primerno v Listo vrst uvrstiti tudi vse TDV, ki se trenutno uporabljajo za sadnjo v zunajgozdnih nasadih, npr. vrste *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., saj bi s tem avtomatično regulirali NEuporabo (!) GRM teh vrst tako na gozdnih površinah, kot v nasadih (gl. 3. člen ZGRM). Kljub zagotovitvi, da se posamezni kultivarji te vrste (Shan Tong, Bellissima) kot umetni križanci ne morejo samostojno razmnoževati, so namreč strokovnjaki in prostovoljci v okviru projekta LIFE Artemis zabeležili več kot 366 primerkov pavlovnije v poplavnih gozdovih v Prekmurju. Analiza vnosov najdb kaže na to, da se pavlovnija pojavlja tudi na gozdnem robu, gozdnih površinah po motnjah in v gozdnih sestojih po celotni Sloveniji (A. Marinšek, os.kom.). Sodelavci BF Gozdarstvo pa so zabeležili 261 primerkov v Breginjskem kotu, za katere predvidevajo, da izvirajo iz 5 okrasno nasajenih dreves v tem območju.
- Sadnjo TDV omejujejo tudi drugi predpisi, npr. uredba vlade Republike Slovenije, ki ureja gospodarjenje z mrežo Natura 2000 območij v Sloveniji in predpisi o Triglavskem narodnem parku, poleg tega pa moramo pri upravljanju tujerodnih vrst upoštevati tudi certificiranje gozdov. Certifikacijske shemi FSC in PEFC dajeta prednost domačim vrstam, izjemoma pa dopuščata tudi tujerodne, če je njihova raba nadzorovana in ne povzroča negativnih ekoloških učinkov.

4.2.4 Zaključek

Slovenska zakonodaja je harmonizirana z direktivo EC o trženju GRM, hkrati pa ZGRM izhaja iz načel ohranjanja gozdnih genskih virov. Seznam vrst, za katere velja ZGRM, omogoča reguliranje proizvodnje, trženja, in v kontekstu Zakona o gozdovih ter 3. člena ZGRM, tudi uporabo GRM ustrezne kakovosti, oziroma preprečevanje uporabe (in financiranja proizvodnje, trženja in uporabe) GRM za slovensko gozdarstvo (in zunaj-gozdne nasade) neprimernih drevesnih vrst.

Zaradi nezanimivosti za slovensko gozdarstvo je Slovenija leta 2005 na osnovi Odločbe EC izbrisala s seznama vrst 10 tujerodnih vrst, nekaj pa jih je zaradi zanimivosti, ali zaradi že ugotovljene razširjenosti, pustila v Listi. Za vse vrste s Seznama je pred proizvodnjo in uporabo v slovenskem gozdarstvu potrebno izvesti vse postopke odobritve gozdnih semenskih objektov, in jih uvrstiti na Listo / Seznam, katerega GIS vsako leto objavi v Uradnem listu in evropski bazi FOREMATIS.

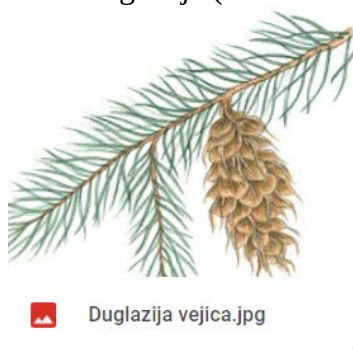
Trenutno je na Seznamu gozdnih semenskih objektov za uporabo v večnamenskem gozdarstvu odobrenih 11 semenskih objektov, od tega 8 za duglazijo. V zadnjem desetletju pa se je skupno posadilo okoli 8,5 milijona sadik, od tega zgolj dobrih 5.000 TDV, večinoma sadik duglazije. Hkrati se izkazuje interes po morebitni povečani sadnji duglazije in nekaterih drugih vrst, ki bi bile uspešne predvsem v nižinskih poplavnih gozdovih. V zunaj-gozdnih nasadih pa se

povečuje uporaba pavlovnije, ki se že pojavlja tudi kot invazivna vrsta na gozdnem robu v SV Sloveniji, pri čemer bi bilo potrebno preveriti izvor le-te, saj naj bi bili umetni križanci (Shan Tong, Bellissima) sterilni.

Uporaba zgolj ca 870.600 sadik letno, ne glede na delež TDV, ki je zgolj 0,06 %, oz. obnova gozdov s sadnjo in setvijo okvirno okoli 350 ha letno, je ob hitrem spreminjanju podnebnih razmer in posledično veliko-površinskih motnjah ter razširjanju novih bolezni in škodljivcev, vprašljiva. S tako nizkim deležem obnove s sadnjo in setvijo je usmerjanje razvoja gozdov v prihodnosti nerealno, saj ga ni mogoče zagotoviti zgolj z naravno obnovo.

4.3 Priprava specializiranega dela Semenarskega praktikuma

Iz Semenarskega praktikuma (H. Kraigher, 2020) dobesečno prenašamo vsebine za duglazijo. 9.7.5 Duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)



Od sedmih vrst iz rodu *Pseudotsuga* Carr. je najbolj razširjena duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), ki uspeva naravno od zahodne severne Mehike (19°N, 97°W) do vzhodnega dela Britanske Kolumbije (55°N, 128°W) (Stein in Owston, cit. v USDA, 2008). Fosilni ostanki so bili najdeni v Severni Ameriki od zgodnjega terciarja naprej, kasneje tudi na Japonskem in v Evropi (*ibid.*). Zaradi komercialne uporabe lesa jo sadijo izven njenega aktualnega areala razširjenosti, v Evropi, Čilu, na Novi Zelandiji in v Avstraliji.

Opisani sta dve obliki, obalna (var. *menziesii* ali *viridis*) in kontinentalna (var. *glauca*), ki se križata v notranjosti Britanske Kolumbije. Uspevata na različnih nadmorskih višinah (275 – 3260 m n. m.) in v različnih rastiščnih razmerah, zato so njeno območje uporabe v S. Ameriki razdelili na šest semenskih con, ki nadomeščajo provenienčna območja. Za več znakov so ugotovili klinalno genetsko variabilnost pri obalni in pri kontinentalni obliki duglazije. Znaki vključujejo preživetje, rast, obliko rasti, fenologijo, odpornost naproti boleznim in škodljivcem, odpornost naproti nizki temperaturi, tehnološke značilnosti in kemično strukturo lesa, s programi žlahtnjenja pa so začeli že pred 60 leti (*ibid.*). Za obe varieteti velja, da odpornost naproti suši narašča od severa proti jugu in od zahoda proti vzhodu (Westergren s sod. 2018).

V Evropi so jo začeli saditi v 19. stoletju, večina nasadov je v Franciji, Veliki Britaniji in Nemčiji (<http://www.euforgen.org/species/pseudotsuga-menziesii/>). V južni Evropi so se bolje izkazale priobalne provenience iz Oregona, medtem ko na višjih nadmorskih višinah najbolj rastejo provenience iz cone tranzicije med obema varietetama, včasih imenovane tudi var. *caesia* (Westergren s sod., 2018). V Sloveniji so največje strnjene površine na Notranjskem, kjer je tudi največji odobren semenski sestoj za pridobivanje gozdnega reprodukcijskega materiala kategorije 'izbran'. Naravno pomlajevanje duglazije je bilo v Sloveniji zabeleženo na več lokacijah, na notranjskem, kočevskem, novomeškem, in celjskem območju in na Pohorju. Na podlagi molekularno-genetske analize 215 dreves iz 7 sedmih sestojev in (za zdaj še neodobrene) semenske plantaže na novomeškem območju so ugotovili, da je celokupna

genetska pestrost v Sloveniji manjša od tiste v naravnem arealu, heterozigotnost pa je podobna, medtem ko je zadnja v nemških in avstrijskih sestojih večinoma tudi manjša kot v naravnem arealu. Skladno s priporočili iz srednje Evrope zato priporočamo pridobivanje semena vsaj z 20 dreves duglazije; v semenski plantaži, ko bo odobrena, pa pridobivanje semena samo v primeru cvetenja vseh klonov. Na podlagi večinsko prisotnih dreves ene ali druge skupine, in verjetnih epigenetskih vplivov zunanjih razmer na fiziologijo semena in mladja, priporočamo delitev Slovenije za duglazijo na dve provenienčni območji: provenienčno območje 1 naj vsebuje pohorsko in alpsko regijo, provenienčno območje 2 pa preostale ekološke regije (*ibid.*). Duglazija lahko zraste v višino več kot 100 m, v debelino do premera 4 m, in doživi 1300 let starosti. Cveteti začne pri 7 do 10 (var. *menziesii*) oziroma 20 letih (var. *glauca*). Čas med masovnimi obrodi je od 2 do 11 let. Moški in ženski storži začnejo odganjati pozno pozimi oziroma spomladi, približno eno leto po zasnovanju teh popkov. Cvetenje poteka od marca do junija, storži dozorevajo od konca julija do začetka septembra, seme se sprošča (z gravitacijo in vetrom) od avgusta do marca, večinoma pa septembra in oktobra (USDA 2008).

Moški 'storži' poraščajo večino krošnje na proksimalnem delu enoletnih vejic, povesejo se pri dolžini okoli 2 cm; so od rumene do temno rdeče barve. Ženski storži se razvijejo bolj distalno na enoletnih poganjkih predvsem v zgornjem delu krošnje. V času sproščanja peloda so še pokončni, dolgi okoli 3 cm. Barva storžev je od temno zelene do temno rdeče. Na posameznih drevesih so storži iste barve, razlikujejo pa se barve moških in ženskih strobilov. Opraševanje poteka, ko vsaj polovica storža izraste iz brstnih lusk, in lahko traja od 6 do 10 dni. Do oploditve pride okoli 10 tednov kasneje (Allen in Owens 1972, cit. v USDA 2008). Za zrele storže so značilne 3-robe brakteje, ki so vidne izven storževih lusk. Na vsaki sta po dve semeni. Število polnih semen na storž je zelo različno. Pri var. *glauca* okoli 20 do 30 na storž iz iste lokacije, pri var. *menziesii* pa 4 do 54 na storž (Olson in Silen 1975, cit. v USDA 2008). Povprečna proizvodnja čistega semena v sestoji je okoli 0,45 kg na drevo. Obilnost obroda je možno potrditi šele 2 meseca pred odpadanjem semena. Vzroki, ki vplivajo na obilnost obroda, so poleg periodičnosti cvetenja, slabo opraševanje, spomladanske pozebe, odpadanje storžev, žuželke in drugi škodljivci na storžih (vsaj 9 pogostih vrst v S. Ameriki) ter drugi dejavniki (Owens idr. 1991, cit. v USDA 2008). Potencial fruktifikacije pa je možno oceniti že 12 mesecev prej glede na število ženskih brstov ali 17 mesecev v naprej po oceni moških brstov. Storži se začnejo nabirati 3–4 tedne pred dozorevanjem semena, od avgusta naprej. Oceno zrelosti je najbolje opraviti na prerezu storža – seme mora biti zlato do temno rjave barve, krilca svetlo rjave, embrij mora napolnjevati večino volumna in biti rumeno- zelene barve. Ekonomsko upravičenost pridobivanja semena ocenimo na podlagi štetja polnih semen – priporočajo, da je takih vsaj 5 na prerez; za oceno števila semen na storž se število na vzdolžnem prerezu pomnoži s faktorjem 4,5. (USDA 2008). Ustrezno shranjevanje storžev v suhem in dobro prezračnem prostoru pri temperaturi od 7 do 10 °C za 2 – 4 mesece lahko prispeva h kakovosti semena. Storži se odpirajo pri izgubi 35 - 51 % mokre mase. Sušenje poteka od 4 do 60 dni na zraku oziroma od 2 do 48 dni v sušilnici pri 32 – 43 °C. Pri ekstrakciji je treba upoštevati, da višje temperature in grobo rokovanje (robustni stroji za ekstrakcijo) močno škodijo semenu. Seme se shranjuje pri 5 - 9 % vlažnosti (na osnovi mokre mase). Visoko kalivost (85 – 87 %) so pri obalni duglaziji zaznali še po 25 letih shranjevanja pri –18 °C, pri temperaturah od 0 -do 5 °C pa je kalivost upadla v nekaj letih.

Večinoma je treba seme duglazije stratificirati ali pred-pripraviti na kalitev s postopki, ki hkrati zmanjšujejo škodo zaradi bolezni in škodljivcev (npr. izpiranje s hladno ali vročo vodo, fungicidi, varekino, peroksidom, etanolom, polietilen glikolom ali etilenom (*ibid.*)). Stratificira se večinoma seme brez medija, po imbibiciji 24 ur v vodi, za čas 3 – 6 tednov pri 2 – 5 °C. Kalitev pogosto ni enaka ugotovljeni vitalnosti (TTC), odvisno od lege semena pri kalitvi. Predpripravo semena in čas stratifikacije je treba določiti za vsako partijo semena posebej.

V drevesničarski praksi se uporabljajo 1 + 0, 3 + 0, in 1 + 1, 1 + 2, 2 + 1, 2 + 2 sadike z golimi koreninami ali 1-enoletne kontejnerske sadike. Pri drevesničarskih postopkih je treba upoštevati ukrepe za ohranjanje genetske pestrosti sadik. Stratificirano seme se večinoma poseje pozno pozimi ali zgodaj spomladi, da se izognemo poškodbam čez zimo. Po imbibiciji semena za 24 do 48 ur se seme podhladi (navadno v 2-kg vrečkah) pri 1 – 5 °C za 28 do 60, včasih tudi do 90 dni. Stratificirano seme se lahko shranjuje za poznejšo uporabo pri 2 °C za 3 mesece, ali osušeno seme na 7 – 15 % vlažnost pri –7 do +3 °C za 9 ali več mesecev.

Za proizvodnjo sadik z golimi koreninami se seme poseje na globini od 3 do 6 mm,: za 2 + 0 sadike je gostota enoletnih sadik 161–323/m², za 1 + 1 pa 538 – 753/m². Priporočen pH tal je 5,0 – 6,5. Gnojenje se večinoma konča julija ali konec avgusta. Kontejnerske sadike je mogoče za sadnjo pripraviti v enem letu, priporočni pH substrata je 4,5 – 6. Za izboljšanje kakovosti sadik se le-te lahko prvo leto vzgajajo v kontejnerjih, drugo leto pa na gredici.

Za povečanje proizvodnje se lahko uporablja tudi vegetativno razmnoževanje s potaknjenci. Ti se zakoreninijo v prvem letu, jeseni se jih presadi in po naslednjem letu so uporabne za sadnjo. Potaknjenci iz juvenilnega lesa se bolje ukoreninijo in imajo manj plagiotropnih lastnosti kot potaknjenci iz starejšega lesa. Juvenilni les se lahko ohranja z obrezovanjem matičnjaka.

Ustrezno olesenele sadike se lahko shranjujejo precej časa pri temperaturah okoli ničle. Sadnja poteka večinoma od pozne jeseni do pomladi.

4.4 Viri

Chen KY, Marschall EA, Sovic MG, Fries AC, Gibbs HL, Ludsin SA (2018). assignPOP: An R package for population assignment using genetic, non-genetic, or integrated data in a machine-learning framework. *Methods in Ecology and Evolution*. 9:439–446. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12897>

Direktiva EC o trženju GRM (1999). Council Directive EC/105/1999 of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material (OJ L 11, 15.1.2000, p. 17).

Evropska strategija o genskih virih (European Genetic Resources Strategy) (2021). EUFORGEN, EGRS, ECPGR. V pripravi.

Evropska strategija o gozdnih genskih virih (European Forest Genetic Resources Strategy) (2021). EUFORGEN. V pripravi

FOREST EUROPE - 8th Ministerial Conference: Resolution »Adapting pan-European Forests to Climate Change« (10 and 17) and Declaration »The Future We Want: The Forests We Need« (29 and 30), 14-15 April 2021, Bratislava, Slovaška.

FOREST EUROPE Resolution H2: General Guidelines for the Conservation of the Biodiversity (1993). Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 16-17 Junij 1993, Helsinki, Finska.

FOREST EUROPE Resolution M2: Protection of forests in a changing environment (2015). Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 20-21 Oktober 2015, Madrid, Španija.

FOREST EUROPE Resolution S2: Conservation of forest genetic resources (1990). Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 18 December 1990, Strasburg, Francija.

FOREST EUROPE Resolution V4: Conserving and enhancing forest biological diversity in Europe (2003). Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 28-30 April 2003, Dunaj, Avstrija.

FOREST EUROPE Resolution W: Warsaw declaration (2007). Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 5-7 November 2007, Varšava, Poljska.

- Hardy OJ, Vekemans X (2002) SPAGeDi: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels. *Molecular Ecology Notes* 2: 618-620
- Howe et al. 2013. *BMC Genomics*: 14:137
- IZVEDBENA UREDBA KOMISIJE (2021) Izvedbena uredba komisije (EU) 2021/1324 z dne 10. avgusta 2021 o spremembi Uredbe (ES) št. 1597/2002 glede oblike za predložitev nacionalnih seznamov izhodiščnega materiala gozdnega reprodukcijskega materiala.
- Konnert M. 2017. *Studia Forestalia Slovenica* 151, 30-35
- Kraigher H, Bajc M, Božič G, Brus R, Jarni K, Westergren M. (2019). Forests, forestry and the Slovenian forest genetic resources programme. In: Šijačić-Nikolić, M. (ed.), Milovanović, J. (ed.), Nonić, M. (ed.). *Forests of Southeast Europe under a changing climate*, (Advances in Global Change Research, ISSN 1574-0919, 65). 1st ed. Cham: Springer International Publishing AG. 2019, cop. 2018, pp. 29-47, doi: 10.1007/978-3-319-95267-3_3
- Kraigher K. 2020. *Semenarski praktikum*. 2. prenovljena in ilustrirana izdaja. Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije, 120 str. (v tisku)
- Kraigher H, Bajc M, Božič G, Breznikar A, Dovč N, Minić Vidrih M, Westergren M. 2021. *Tujerodne drevesne vrste v domači semenarski in drevesničarski zakonodaji in praksi*. V: Jarni K (ur.). *Tujerodne drevesne vrste v slovenskih gozdovih : zbornik prispevkov posvetovanja : XXXVII. gozdarski študijski dnevi : Ljubljana, 28. september 2021: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire*. str. 78-87
- New EU Forest Strategy (2021). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0572&from=EN>
- NGP (2007). Nacionalni gozdni program. Uradni list RS 111/07.
- Odločba EC (2005). COMMISSION DECISION of 6 December 2005, 2005/871/EC (OJ L 320, 6.12.2005, p. 50).
- Pravilnik o pogojih za odobritev... (2003). Pravilnik o pogojih za odobritev gozdnih semenskih objektov v kategorijah »znano poreklo« in »izbran« ter o seznamu gozdnih semenskih objektov (Uradni list RS, št. 91/03).
- Seznam GSO (2021). Seznam gozdnih semenskih objektov – stanje na dan 1. 1. 2021, Ur. L. RS 13/21 z dne 29.1.2021, s. 805. <https://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=2021-01-0259>.
- Seznam vrst (2010). Odredba o seznamu drevesnih vrst in umetnih križancev (Ur. l. RS, št. 4/10).
- Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030 (2020). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380&from=EN>
- USDA, 2008. *The Woody Plant Seed Manual*. United States Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook 727. Washington D. C., USA.
- Van Loo et al. 2015. *Ecology and Evolution*, 5, 1802-1817
- Westergren, Marjana, Bajc, Marko, Kraigher, Hojka. 2018. *Izvor sajenih provenience duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.), Franco) v Sloveniji : Poročilo*. [Ljubljana]: Gozdarski inštitut Slovenije, 39 str.
- ZGRM (2002). Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (Ur.l.RS, No. 58/02, 85.../02 - dop, 45/04 - ZdZPKG and 77/11) / Zakon o gozdnem reprodukcijskem material, Uradni list RS 58/02, 85/02, 45/04, 77/11.
- ZOG (1993). Zakon o gozdovih (Ur.l.RS, No. 30/93 , 56/99 - ZON, 67/02 , 110/02 - ZGO-1, 115/06 - ORZG40, 110/07 , 106/10 , 63/13 , 101/13 - ZDavNepr, 17/14 , 22/14 - odl. US, 24/15 , 9/16 - ZGGLRS in 77/16) / Zakon o gozdovih, Uradni list RS, 30/93, 56/99, 67/02, 110/02, 115/06, 110/07, 106/10, 63/13, 101/13, 17/14, 24/15, 9/16, 77/16.

5 Vrednotenje relevantnih lastnosti izbranih tujerodnih drevesnih vrst z vidika potreb slovenske lesnopredelovalne industrije

Miha Humar, Boštjan Lesar, Davor Kržišnik, Eli Keržič, Miha Hočevar, Andreja Žagar, Samo Grbec, Aleš Straže, Klemen Novak, Željko Gorišek, Maks Merela in Katarina Čufar

Povzetek

Les na prostem je izpostavljen različnim dejavnikom razkroja. Razkroj lesa lahko preprečimo z načrtovanjem detajlov, biocidno zaščito lesa, modifikacijo lesa ali izbiro naravno odpornih lesnih vrst. Žal večina lesnih vrst v Sloveniji nima naravno odpornega lesa. Tujerodne drevesne vrste predstavljajo nov bazen iz katerega lahko črpamo lesne vrste z boljšo naravno odpornostjo. Odpornost lesa je funkcija prisotnosti biološko aktivnih spojin (ekstraktivov) in odpornosti lesa proti navlaževanju. Na podlagi teh parametrov lahko relativno dobro ocenimo življenjsko dobo lesa na prostem. Literaturni podatki kažejo na to, da odpornost lesa z originalnih rastišč in novih rastišč ni vedno primerljiva, zato je nujno določiti odpornost tujerodnih lesnih vrst z novih rastišč. Predstavljeni so izvirni podatki o celoviti odpornosti lesa navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*), sitke (*Picea sitchensis*) in navadne robinije (*Robinia pseudoacacia*). Te podatke smo primerjali s podatki ključnih domačih lesnih vrst in ostalih potencialno zanimivih tujerodnih lesnih vrst, kot so grška jelka (*Abies cephalonica*), alepski bor (*Pinus halepensis*) in rdeči hrast (*Quercus rubra*). Eksperimentalni podatki kažejo, da je adultna jedrovina navadne ameriške duglazije odpornejša od lesa evropskega macesna (*Larix decidua*) in smreka sitka je odpornejša od lesa navadne smreke (*Picea abies*). Terenski testi potrjujejo te eksperimentalne podatke. Med obravnavanimi lesnimi vrstami največji potencial za uporabo na prostem izkazuje les navadne ameriške duglazije. Podrobno smo proučili gostoto lesa duglazije in nekaj glavnih fizikalnih in mehanskih lastnosti, ki so pomembne za napoved rabe lesa v celotni gozdno lesni verigi pa tudi v gradbeništvu in energetiki. Pri duglaziji smo zabeležili velik delež juvenilnega lesa v osrednjem delu debel. Ta je povezan s hitro rastjo dreves v prvih dvajsetih letih življenja in ima nižjo gostoto ter slabše mehanske lastnosti kot les v zunanjem delu debla. Ugotovljena variabilnost lesnih lastnosti je velika že znotraj posameznega debla, kar je treba upoštevati pri rabi lesa za zahtevne izdelke. Za nabor potencialno zanimivih tujerodnih drevesnih vrst smo bistvene lastnosti lesa primerjali z lastnostmi potencialno primerljivih domačih lesnih vrst. Primerjava lastnosti lesa smiselno izbranih dvojic (1) *Pinus strobus* / *Picea abies*, (2) *Pseudotsuga menziesii* / *Picea abies*, (3) *Pseudotsuga menziesii* / *Larix decidua*, (4) *Robinia pseudoacacia* / *Quercus robur*, (5) *Ailanthus altissima* / *Fraxinus excelsior* in (6) *Acer negundo* / *Acer pseudoplatanus* je pokazala, da bi nekatere od tujerodnih vrst lahko pokrile specifične potrebe po lesu, ne morejo pa v celoti nadomestiti tradicionalnih domačih lesnih vrst. Pri uporabi tujerodnih lesnih vrst je še posebej potrebno dobro poznavanje variabilnosti lastnosti lesa, ki ga moramo slediti od drevesa prek različnih stopenj predelave in obdelave lesa do končnega izdelka.

5.1 Opis problema in ciljev

Odpornost lesa je ena ključnih lastnosti, ki vpliva na rabo lesa. Les odpornih lesnih vrst lahko uporabimo na prostem brez biocidne zaščite, po drugi strani pa moramo neodporen les na takšen ali drugačen način zaščititi. V Evropi se kupci zaradi naraščajoče okoljske zavesti vedno bolj izogibajo uporabi biocidov v bivanjskem okolju in uvozu tropskih lesnih vrst zato vedno bolj pridobivajo na pomenu v Evropi rasle odporne vrste, ki pa jih izrazito primanjkuje. Več kot 90 % v Evropi raslega lesa nima odpornega lesa, zato se veliko pozornosti posveča TDV. Pri tem pa se ne moremo slepo zanašati na podatke o lastnostih z originalnih rastišč, saj se TDV na novih rastiščih pogosto obnašajo drugače. Vpliv rastišča je še posebej izrazit pri odpornosti lesa na razkroj. Tako že standard SIST EN 350 (EN 350. Durability of wood and wood-based products—Testing and classification of the resistance to biological agents, the permeability to water and the performance of wood and wood-based materials. Brussels, Belgium: European Committee for Standardization; 2015.) opozarja, da razredi odpornosti navedeni poleg posameznih lesnih vrst veljajo za originalna rastišča. Za ameriško duglazijo, ki raste v Evropi, je na primer znano, da ima bistveno slabšo odpornost proti razkroju kot duglazija, ki raste na zahodni obali Severne Amerike (Brischke et al., 2013).

Zato je lesu TDV, ki imajo potencial za razširjanje po Slovenskih gozdovih, nujno treba določiti odpornost v skladu z novo metodologijo.

5.2 Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Podnebne spremembe so že tu, meritve kažejo na trend dvigovanja temperature zraka. Nenazadnje sodi zadnjih deset let med najtoplejša leta v času opazovanja vremena v Sloveniji. Poleg tega smo vedno pogostejše priča tudi intenzivnejšim ekstremnim vremenskim dogodkom (žled, viharji, toča in drugi). Kljub prizadevanju številnih posameznikov, so znanstveniki mnenja, da skoraj zagotovo ne bomo dosegli cilja Pariškega sporazuma o omejitvi dviga globalne temperature znatno pod 2 °C do leta 2050 v primerjavi s predindustrijsko dobo. To pomeni, da lahko v prihodnje pričakujemo še večje in bolj izražene spremembe podnebja (ARSO, 2020).

Podnebne spremembe že danes vplivajo na vrstno sestavo gozdov. Po pričakovanjih bodo vedno višje temperature in spremenjen padavinski režim močno vplivale na porazdelitev drevesnih vrst znotraj teh gozdov. Podnebje in raba zemlje že doživljata opazne spremembe. Večina razprav o premiku bioma se osredotoča na ekološka vprašanja. Večina modelov kaže, da bo (odvisno od različnih podnebnih scenarijev) do leta 2100, na 21—60 % (povprečje 34 %) evropskih gozdnih zemljiščih uspeval samo mediteranski tip hrastovega gozda z nizko gospodarsko vrednostjo. To se bo odrazilo v zmanjšanem donosu za lastnike gozdov in pomanjkanju surovine za lesno industrijo (Hanewinkel in sod., 2013). Poleg tega je treba upoštevati, da bo v tako spremenjenih gozdovih zmanjšana tudi sekvestracija CO₂ (Birdsey in Pan, 2015). Kot je razvidno iz analize (Hanewinkel in sod., 2013), se bo, z izjemo Alpskih gozdov, iz Slovenije umaknili smreka, jelka, bukev ter dob. Namesto tega bo v Sloveniji prevladoval mediteranski tip gozda z visokim deležem puhastega hrasta (*Quercus pubescens*), cera (*Quercus cerris*) in mediteranskih borov (*Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Pinus pinea*).

Eno od rešitev predstavljajo tujerodne drevesne vrste (TDV). Bodoča uporaba TDV bo morala biti za lastnika gozda dolgoročno zanimiva tudi zaradi njenih ekonomskih učinkov, ki v veliki meri temeljijo na relevantnih lastnostih in s tem povezano ceno gozdnolesnih sortimentov na trgu. O tem, kakšne so lastnosti pri nas zraslega lesa tujerodnih vrst in kakšne so njihove možnosti za prodajo in dosežene cene na našem lesnem trgu, je znanega zelo malo. Velika večina uspešne slovenske lesno predelovalne industrije temelji na lesu iglavcev. Les iglavcev

je ključen pri gradnji z lesom (ostrešja, skeletne konstrukcije, lepljeni nosilci, križno lepljene plošče) in v industriji kompozitov (iverne plošče in opažne plošče) (Ansell, 2015). V te namene se danes uporablja predvsem smrekov in jelov les, katerega delež v slovenskih gozdovih dolgoročno upada. Zato je smiselno identificirati primerno lesno vrsto, ki bi v veliki meri lahko nadomestila smrekovino v gradbenih aplikacijah. Poleg tega na evropskem tržišču vlada veliko povpraševanje po naravno odpornih lesnih vrstah, ki jih v celotnem evropskem prostoru primanjkuje. Z izjemo pravega kostanja (*Castanea sativa*) v Evropi nimamo naravno odpornih komercialnih lesnih vrst (CEN, 2016). Dostop do domače surovine je ključen za slovenska podjetja, saj se s tem zmanjšujejo številna tveganja, kot na primer: valutna tveganja, carinske ovire in druga. Namen tega prispevka je predstaviti odpornost lesa izbranih tujerodnih lesnih drevesnih vrst, ki imajo določen potencial za uporabo v Sloveniji. Odpornost lesa je eden od ključnih podatkov, ki določa uporabnost izbrane lesne vrste v zunanjih aplikacijah.

5.3 Materiali in metode

Na območju Planine pri Rakeku in Celjske koče smo posekali po tri primerke (skupaj 6 dreves) navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*), s Podvelke na območju Pohorja smo pridobili vzorce smreke sitke (*Picea sitchensis*). Poleg tega smo v raziskavo vključili še les navadne robinije (*Robinia pseudoacacia*) iz Ljubljanske kotline in les pavlovnije (*Paulownia tomentosa*) iz okolice Ptuja. Uporabili smo spodnji del hlodov in jih na horizontalnem žagalnem stroju razžagali na prizme in žaganice primerne za nadaljnje analize. Za primerjavo smo analizirali les navadne smreke (*Picea abies*), beljave rdečega bora (*Pinus sylvestris*) in evropskega macesna (*Larix decidua*). Mikroskopsko slikanje smo izvedli s SEM mikroskopom FEI Quanta 250.

Določanje odpornosti lesa na glivni razkroj temelji na predpostavki, da na odpornost lesa na prostem vplivata dva dejavnika, odpornost proti razkroju (k_{inh}) in faktor, ki opisuje odpornost proti navlaževanju (k_{wa}). Faktor k_{inh} odraža prisotnost biološko aktivnih učinkovin (ekstraktivov in biocidov). Faktor k_{wa} označuje sposobnost lesa, da med padavinskimi dogodki ostane suh. Faktor odpornosti lesa proti navlaževanju (k_{wa}) je mogoče določiti s kratkotrajno in dolgotrajno izpostavljenostjo lesa vodi, kot tudi z določanjem sorpcijskih lastnosti materialov in kapilarnega navzema vode. Iz podatkov pridobljenih s testi za določanje biološke odpornosti v skladu s standardom EN 113 (CEN, 2002) in EN 252 (CEN, 2015) je mogoče izračunati faktor odpornosti materiala proti biološkemu razkroju (k_{inh}). Vrednosti teh dveh faktorjev so navzgor omejene na 5. Iz teh faktorjev in kritične meje lahko določimo odpornost materiala. Pri teh testih se praviloma za referenčni material uporablja smrekovina (*Picea abies*). Metodologija je podrobneje opisana v citirani literaturi (Meyer-Veltrup in sod., 2017) in uspešno verificirana (De Angelis in sod., 2018).

Odpornost proti utrujanju smo določali s tritočkovnim upogibnim testom. Vzorcem ($0,5 \times 1,0 \times 10 \text{ cm}^3$) smo najprej določili silo, pri kateri se vzorci zlomijo. Zatem smo vzporedne vzorce upogibno obremenjevali s 75 %, 80 % in 85 % porušitvene sile s frekvenco 7,5 Hz in določili število ciklov, ko pride do porušitve. Poskus smo izvedli s 5 do 7 ponovitvami. Delo je potekalo na napravi TA instruments ElectroForce 3100.

Podatke o ceni hlodovine smo pridobili iz javno dostopne baze podatkov SiDG in mednarodnih portalov.

Na terenskem testu Biotehniške fakultete smo več let spremljali razkrojenost vzorcev ameriške duglazije. Kot primerjavo smo v raziskavo vključili še vzorce orjaškega kleka (*Thuja plicata*) in smrekovine (*Picea abies*). Vzorce smo izpostavili na jeklenih stojalih, približno 0,5 m nad

zemljo. Zloženi so bili tako, da je med njimi lahko zastajala voda in tako omogočila pogoje za glivni razkroj. Vsako leto smo ocenili razkroj v skladu s standardom SIST EN 252 (CEN, 2012). Ocena 0 pomeni, da je vzorec popolnoma zdrav, ocena 4 pa opisuje vzorce, ki so povsem trhli in jih lahko zlomimo z rokami.

Za podrobnejše ovrednotenje variabilnosti tehnoloških lastnosti, ki je povezana z variabilnostjo zgradbe lesa znotraj drevesa in med drevesi na mikro- in makroskopskem nivoju, vključno s prirastnimi posebnostmi dreves in prisotnostjo rastnih anomalij smo dodatno opravili podrobnejše raziskave na vzorcih lesa zgoraj omenjenih 6 dreves navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*) s Planine pri Rakeku in Celjske koče raziskali tudi s pomočjo dendrokronoloških metod, pri čemer smo proučili radialni razpored širin branik ter ranega in kasnega lesa v odvisnosti od kambijeve starosti oz. koledarskih let nastanka lesa, nato pa na dendrokronološko določenih mestih opravili še dodatne raziskave gostote, higroskopsnosti in dimenzijske stabilnosti ter izbranih mehanskih metod ob uporabi konvencionalnih raziskovalnih metod za določanje fizikalnih in mehanskih lastnosti lesa.

Odrezke lesa za dendrokronološko raziskavo smo zbrusili na tračnem brusilnem stroju z brusnimi papirji granulacij št. 80, 120, 180, 240, 280, 320 in 400 in jih skenirali pri ločljivosti 1200 dpi ter od periferije

proti strženu določili smer merjenja širin branik. Za merjenje širin branik ter širin ranega in kasnega lesa smo uporabili računalniški program CooRecorder 8.1.1, sinhroniziranje in primerjave podatkov pa smo izvedli s programom TSAPWin. Za vsako braniko na odrezku smo določili leto nastanka. Na osnovi meritev smo določili mesta za odvzem vzorcev za nadaljnje raziskave.

Gostoto zračno suhega lesa ($\rho_{12-15\%}$), smo na natančno izbranih vzorcih določili gravimetrično po standardizirani metodi ISO 13061-2:2014 potem ko smo les uravnovesili v normalni klimi ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi = 65\%$). Maso preizkušancev smo določili gravimetrično s tehtanjem na $\pm 0,01\text{ g}$ natančno. Volumen v ta namen pripravljenih vzorcev (kvadrov) smo določili na osnovi dimenzij v longitudinalni, radialni in tangencialni smeri, izmerjenih s pomičnim kljunastim merilom z natančnostjo $\pm 0,01\text{ mm}$. Dimenzije smo izmerili na treh mestih in v nadaljnjih izračunih uporabili povprečno vrednost. Gostoto lesa smo izračunali kot razmerje med maso in volumnom preizkušanca pri ravnovesni vlažnosti lesa $u_r = 11\%$.

Na izbranih vzorcih smo določili higroskopsnost in dimenzijsko stabilnost lesa. Določili smo jih v sušilnem kanalu TLS-01 (Kambič d.o.o.), kjer smo tanke orientirane preizkušance (40 mm $\times$ 40 mm $\times$ 5 mm), izžagane iz kock, pri 20 $^{\circ}\text{C}$ izpostavili različni zračni vlažnosti (od 0 % do 90 % zračne vlažnosti; $\Delta\phi = 10\%$) v adsorpcijskem in desorpcijskem procesu. Po uravnovešenju ($\Delta t = 24\text{ h}$; $\Delta m \leq 0,1\%$) smo preizkušance stekali in jim določili ravnovesno vlažnost (u_r) ter izmerili prečne dimenzije (R, T). Na dobljenih sorpcijskih izotermah smo z razmerjem ravnovesne vlažnosti lesa v adsorpciji (u_{rAD}) in desorpciji (u_{rDES}) določili še velikost histerezne zanke.

Za določanje dimenzijske stabilnosti smo v procesu adsorpcije ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) izbrali dimenzije in maso preizkušancev pri spodnji ($\phi = 20\%$) in zgornji meji ($\phi = 80\%$) linearnega higroskopskega območja lesa. Z izmerjenimi dimenzijami in masami preizkušancev smo izračunali kazalnike dimenzijske stabilnosti (Gorišek, 2009) in sicer: diferencialni nabrek (q) in koeficient nabrekanja (h) v radialni in tangencialni smeri ter kazalnike anizotropije krčenja kot so: razlika med tangencialnim in radialnim diferencialnim nabrekom ($q_T - q_R$), razmerje diferencialnih nabrekov v tangencialni in radialni smeri (q_T/q_R) in razlika med koeficientoma

nabrekanja v radialni in tangencialni smeri ($h_T - h_R$). V istih mejah higroskopskega območja lesa smo določili še sorpcijski kvocient (s).

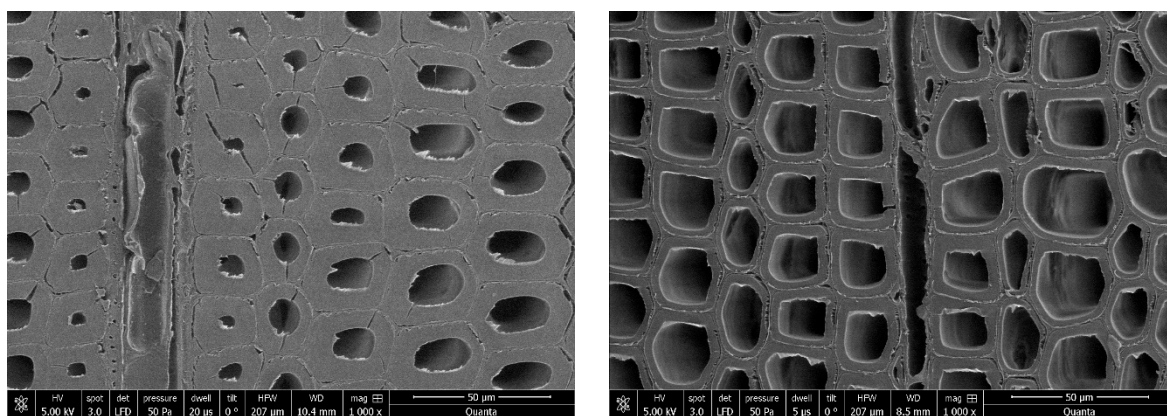
V nadaljevanju smo preučili mehanske lastnosti lesa navadne ameriške duglazije. V ta namen smo izvedli statični upogibni preizkus, ki smo ga izvedli po standardu ISO 13061-3:2014 in izračunali maksimalne upogibne napetosti in module elastičnosti. Preizkus smo opravili na univerzalnem mehanskem testirnem stroju Zwick/Roel Z100. Za vse preizkušance smo določili tudi gostoto lesa in ocenili stopnjo juvenilnosti. Statični strižni test smo opravili v dveh testiranih ravninah in jih med seboj primerjali. S tem smo želeli prikazati kako pomembna je orientacija lesa. Z opravljenim preizkusom, ki smo ga izvedli smo pridobili podatke o maksimalnih strižnih napetostih posameznih preizkušancev iz vseh starostnih kategorij kambija.

Statični tlačni test, ki smo ga izvedli po standardu ISO 3132:1975. Testirali smo pripravljene prizme dimenzij $20 \times 20 \times 40$ mm, ki so bili označeni z oznakami rastišča in stopnjo juvenilnosti. Preizkus smo opravili na stroju za preizkušanje mehanskih lastnosti ZWICK Z100. Nazadnje smo izvedli preizkus trdote lesa po Brinellu. Opravili smo ga po standardni metodi SIST EN 1534: 2000. S pridobljenimi rezultati smo ugotovili trend naraščanja lastnosti z oddaljenostjo od stržena. Rezultate vseh preizkusov smo predstavili v odvisnosti od starosti kambija oz. oddaljenosti od stržena in primerjali rezultate dveh rastišč duglazije.

Nazadnje smo na podlagi študij lastnosti izbranih tujerodnih drevesnih vrst tudi v okviru drugih projektov kot so V4-1419 - Racionalna raba lesa listavcev s poudarkom na bukovini; APPLAUSE – Alient PLAnt SpECies (Urban Innovative Action), in »Kakovost lesa za izdelke z visoko dodano vrednostjo (dr. Klemen Novak) iz programa Raziskovalci na začetku kariere 2.1., lastnosti lesa navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*) celovito primerjali z lastnostmi lesa zelenega bora (*Pinus strobus*), navadne robinije (*Robinia pseudoacacia*), velikega pajesena (*Ailanthus altissima*) in ameriškega javorja (*Acer negundo*).

5.4 Rezultati raziskave

Izbranim tujerodnim drevesnim vrstam smo določili relevantne lastnosti, ki so prikazane v preglednici 1. Zaradi velike variabilnosti v širini branik (Slika 1), smo pri sitki in navadni ameriški duglaziji ločeno obravnavali adultno in juvenilno jedrovino. Glavni vzrok temu so široke prirastne plasti v prvih letih rasti dreves. Anatomija obeh lesnih vrst je primerljiva (Slika 1). V prvih letih so drevesa ameriške duglazije in smreke sitke priraščala tudi 1 cm letno. Po nekaj desetletjih so se letni prirastki zmanjšali. To se odraža v velikih razlikah v gostoti. Gostota juvenilne duglazije je nihala med 342 kg/m^3 in 586 kg/m^3 (Slika 2). To se odraža tudi v velikih razlikah v mehanskih lastnostih. V povprečju so mehanske lastnosti juvenilnega lesa ameriške duglazije 35 % nižje od adultnega lesa. Mehanske lastnosti adultnega lesa so tako primerljive z mehanskimi lastnostmi adultnega lesa evropskega macesna. Velike razlike v gostoti so prisotne tudi v lesu smreke sitke. Gostota sitke je nižja od gostote lesa ameriške duglazije, kar se odraža tudi v nižjem modulu elastičnosti in upogibni trdnosti. Med preučevanimi lesnimi vrstami ima najvišjo gostoto les robinije (684 kg/m^3), kar se odraža tudi v boljših mehanskih lastnostih. Najnižje mehanske lastnosti in gostoto smo določili pri lesu pavlovnije, kjer je gostota lesa znašala le 243 kg/m^3 (Preglednica 1).

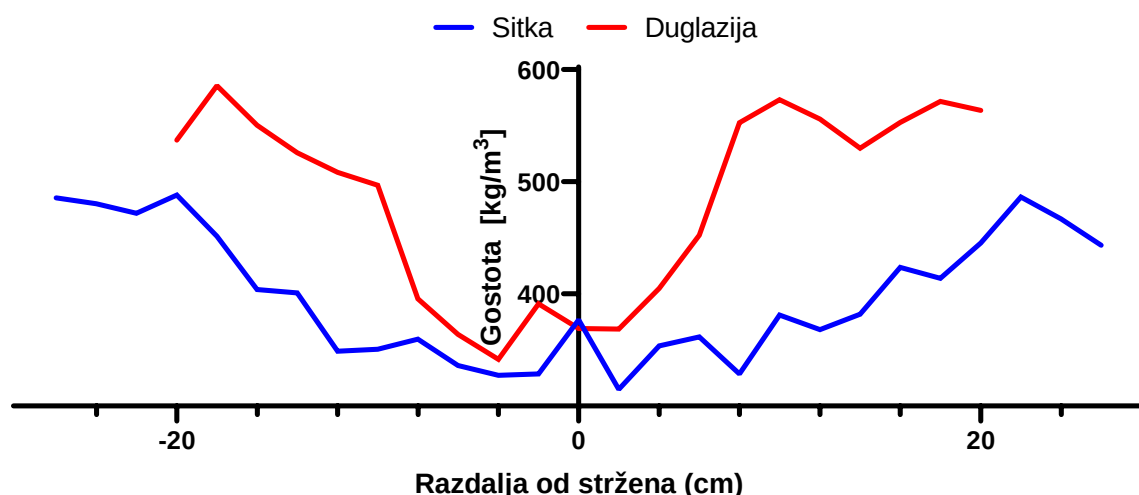


Slika 1: Adultna jedrovina Navadne ameriške duglazija (levo) in smreke sitke (desno)

Preglednica 1: Relevantne lastnosti proučevanih lesnih vrst z različnih rastišč

Vrsta	Del debla	Rastišče	Gostota (kg/m ³)	MoE (N/mm ²)	F _m upogib (N/mm ²)
Navadna smreka	jedrovina	Slovenija	460	11261	94,9
Rdeči bor	beljava	Slovenija	472	13432	110,4
Evropski macesen	jedrovina	Jezersko	580	15722	134,0
Navadna ameriška duglazija	beljava	Celjska koča	583	13398	103,9
	beljava	Planina	428	12083	105,7
	adultna jedrovina	Celjska koča	561	13418	107,4
	adultna jedrovina	Planina	452	13165	101,1
	juvenilna jedrovina	Celjska koča	540	8414	75,8
	juvenilna jedrovina	Planina	450	9613	82,9
Smreka sitka	beljava	Podvelka	516	7403	68,3
	adultna jedrovina	Podvelka	533	7465	68,9
	juvenilna jedrovina	Podvelka	379	6303	60,7
Navadna robinija	jedrovina	Ljubljana	684	17122	163,2
Pavlovnija	jedrovina	Ptuj	243	4317	46,3

V nadaljevanju smo izbranim materialom določili odpornost lesa, v skladu z novim pristopom odmerek - odziv (dose - response). Vzorcem smo določili odmerek, kar lahko v grobem prevedemo v število dni z ugodnimi pogoji (vlažnost lesa > 25 %; temperatura > 3°C), da se pojavi začetna stopnja razkroja (Isaksson in sod., 2013). Za smrekov les znaša odmerek 325 dni (Brischke in Thelandersson, 2014). Odmerek je funkcija dveh dejavnikov, in sicer dejavnika, ki označuje odpornost proti navlaževanju (k_{wa}) in dejavnika, ki ponazarja odpornost proti glivnemu razkroju. Ti podatki so v prvi vrsti namenjeni ocenjevanju življenjske dobe lesa, ki se nahaja na prostem, a ni v stiku z zemljo (3. razred uporabe, (CEN, 2013)).



Slika 2: Gostotni profil smreke sitke in navadne ameriške duglazije iz Planine

Odpornost lesa proti navlaževanju je dejavnik, ki označuje kako se les obnaša med padavinskimi dogodki. Les, ki se manj navlaži in se hitreje posuši bo manj dovzeten za glivni razkroj, kot les, ki med padavinskimi dogodki vpije več vode in se počasi suši. K odpornosti lesa na navlaževanje prispevajo sorpcijske lastnosti, permeabilnost, morebitna otiljenost, morebitna aspiracija pikenj in druge anatomsko pogojene lastnosti lesa (Humar in sod., 2020a). Kot je razvidno iz preglednice 2, je odpornost beljave ameriške duglazije in sitke proti navlaževanju, ki jo ponazarja dejavnik k_{wa} , primerljiva z jedrovino smreke. Odpornost lesa proti navlaževanju lesa pavlovnije je kljub bistveno nižji gostoti, nekoliko boljša od lesa navadne smreke. Po drugi strani je dejavnik k_{wa} jedrovine ameriške duglazije in jedrovine macesna primerljiv. V obeh primerih se giblje okoli vrednosti 2. Znano je, da je odpornost proti navlaževanju jedrovine praviloma boljša od beljave. Pri iglavcih to lahko v največji meri pripišemo aspiraciji pikenj in ojedritvenim procesom v jedrovini (Bolton in Petty, 1977).

Preglednica 2: Izbrani indikatorji, ki označujejo odpornost lesa izbranih tujerodnih lesnih vrst proti razkroju (k_{wa} – dejavnik odpornosti lesa proti navlaževanju; k_{inh} – dejavnik odpornosti lesa proti biološkim škodljivcem; D_{Rd} – odmerek odpornosti materiala; D_{Rd} – relativen odmerek odpornosti materiala)

Vrsta	Del debla	Rastišče	k_{wa}	k_{inh}	D_{Rd} (d)	D_{Rd} rel
Navadna smreka	jedrovina	Slovenija	1	1	325	1,0
Rdeči bor	beljava	Slovenija	0,7	0,9	227	0,7
Evropski macesen	jedrovina	Slovenija	1,9	1,8	1112	3,4
	beljava	Celjska koča	1,0	1,3	420	1,3
	beljava	Planina	1,1	1,3	461	1,4
Navadna ameriška duglazija	adultna jedrovina	Celjska koča	2,2	2,7	1900	5,8
	adultna jedrovina	Planina	1,8	2,4	1375	4,2
	juvenilna jedrovina	Celjska koča	2,1	2,1	1397	4,3
	juvenilna jedrovina	Planina	2,0	2,3	1464	4,5
	beljava	Podvelka	1,0	0,9	298	0,9
Smreka sitka	adultna jedrovina	Podvelka	2,4	1,2	983	3,0
	juvenilna jedrovina	Podvelka	2,0	1,2	777	2,4
Navadna robinija	jedrovina	Ljubljana	2,2	5,0	3513	10,8
Pavlovnija	jedrovina	Ptuj	1,2	1,8	732	2,3

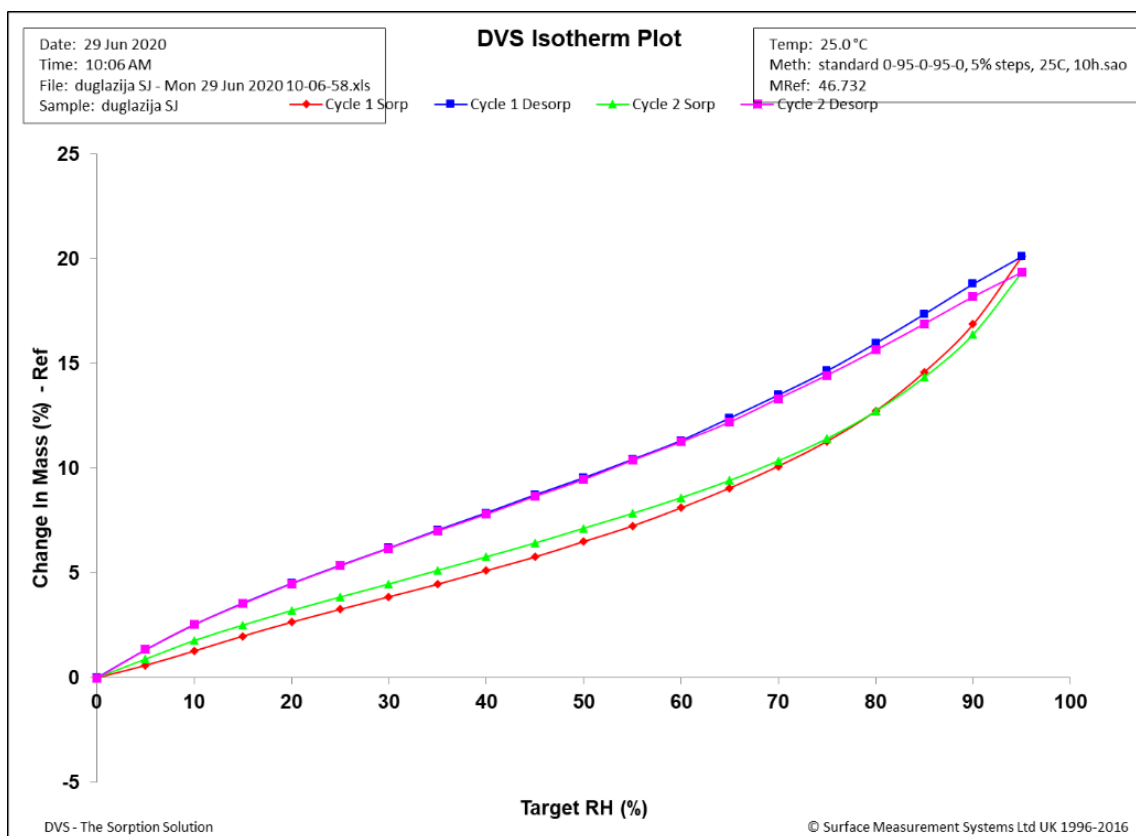
Poleg odpornosti proti navlaževanju ima na obnašanje lesa na prostem pomembno vlogo tudi dejavnik k_{inh} , ki označuje odpornost proti biološkim škodljivcem. Ta odpornost odraža predvsem prisotnost biološko aktivnih ekstraktivov in biocidov (Humar in sod., 2020b). Podobno kot dejavnik k_{wa} , je tudi dejavnik k_{inh} omejen na vrednost 5. Najbolj odporen les je les navadne robinije, z doseženo vrednostjo 5. Odpornost jedrovine sitke in pavlovnije je le rahlo nad vrednostjo 1, kar nakazuje, da je les le malo bolj odporen, kot smrekov les. Bistveno boljšo vrednost dosega les ameriške duglazije. Odpornost adultne jedrovine lesa ameriške duglazije niha med 2,7 (Celjska koča) in 2,4 (Planina), kar je malo boljše, kot smo zabeležili za les evropskega macesna (1,8) in je primerljivo z odpornostjo juvenilne jedrovine duglazije.

Glede na metodologijo standarda EN 350 (CEN, 2016), bi les duglazije lahko uvrstili v 2. ali 3. razred odpornosti, les robinije v 1., les sitke in pavlovnije pa v četrti razred odpornosti. V kolikor naravno odpornost lesa predstavljenih TDV primerjamo še z odpornostjo drugih potencialnih drevesnih vrst vidimo, da je odpornost navadne ameriške duglazije višja od odpornosti lesa rdečega hrasta (*Quercus rubra*; 4. razred odpornosti), alepskega bora (*Pinus halepensis*; 4.—5. razred odpornosti) (Elaieb in sod., 2017) in grške jelke (*Abies cephalonica*).

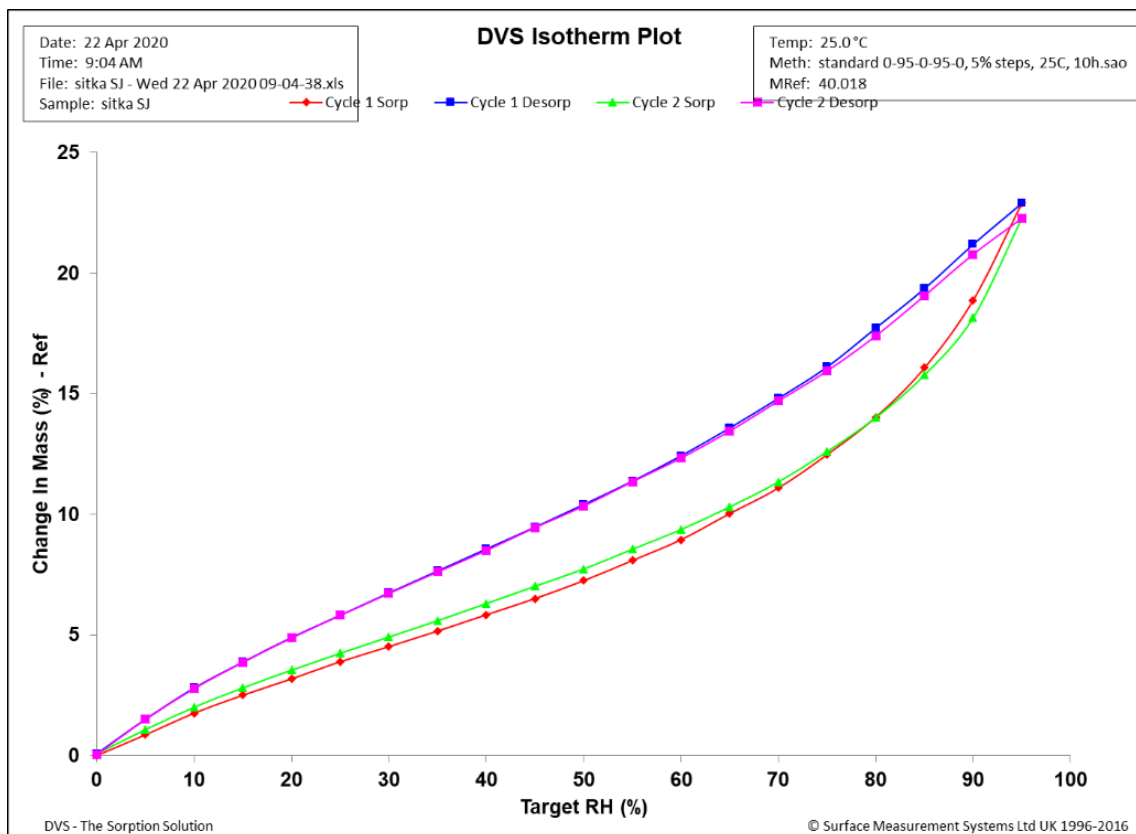
Relativen odmerek odpornosti materiala ($D_{rd\ rel}$) je relativno dober indikator, na podlagi katerega lahko ocenimo življenjsko dobo lesa na prostem. Ključen podatek, ki ga moramo poznati, je čas, ko pride do prvih znakov razkroja pri smrekovem lesu. V Sloveniji pride do prvih znakov razkroja smrekovega lesa po enem do dveh letih (Humar in sod., 2019). V Skandinaviji razkroj poteka počasneje, v tropskih krajih pa hitreje. V kolikor znaša relativen odmerek odpornosti materiala (D_{rd}) dve, bo v primerljivih pogojih življenjska doba omenjenega materiala še enkrat daljša. Ta pristop smo validirali, in odraža dobro povezavo med obnašanjem lesa na prostem in indikatorjem D_{rd} (Humar in sod., 2019). Iz podatkov v preglednici 2 je moč razbrati, da ima najvišjo vrednost D_{rd} les navadne robinije (10,8). Ta vrednost je višja od vrednosti, ki smo jo določili za hrast (*Quercus robur*) (5,9) in kostanj (*Castanea sativa*) (6,40) (Humar in sod., 2019). Vrednost D_{rd} lesa navadne ameriške duglazije (5,0) je nekoliko višja od odpornosti lesa evropskega macesna (3,4). D_{rd} lesa pavlovnije (2,3) in sitke (3,0) je nekoliko nižja od odpornosti lesa evropskega macesna.

Kot je razvidno iz preglednice 3, je dinamika razkroja na smrekovem lesu in lesu ameriške duglazije primerljiva. Prve znake razkroja smo opazili po enem do dveh letih. Po osmih letih izpostavitve so vzorci že močno razkrojeni. Na večini vzorcev razkroj sega več kot 10 mm globoko. Vzorci, pa še niso razkrojeni do mere, da bi jih lahko zlomili s prostimi rokami. Bistveno bolje se je obnesel les orjaškega kleka. Dinamika razkroja pri tej lesni vrsti je bistveno počasnejša.

Poleg tega smo ovrednotili tudi sorpcijske lastnosti. V ta namen smo opravili DVS (dinamična analiza sorpcije vodne pare) analizo lesa. Les postavimo v komoro, kjer se samodejno spreminja relativna zračna vlažnost. Na podlagi spremembe mase lesa se izriše graf odvisnosti vlažnosti lesa od relativne zračne vlažnosti lesa. DVS analiza je bila opravljena na vseh lesnih vrstah, čeprav sta prikazani le dve analizi. Sorpcijske krivulje jedrovine duglazije (Slika 3) in jedrovine sitke (Slika 4) prikazujeta tipično histerezo krivuljo. Pri obeh lesnih vrstah, sta prikazana dva sorpcijsko-desorpcijska cikla. Pri nižjih relativnih zračnih vlažnostih sta si krivulji relativno podobni. Do razlike pa prihaja v višjih območjih. Tako je vlažnost duglazije pri 95% RH 20,10 %, vlažnost jedrovine sitke pa 22,89 %.



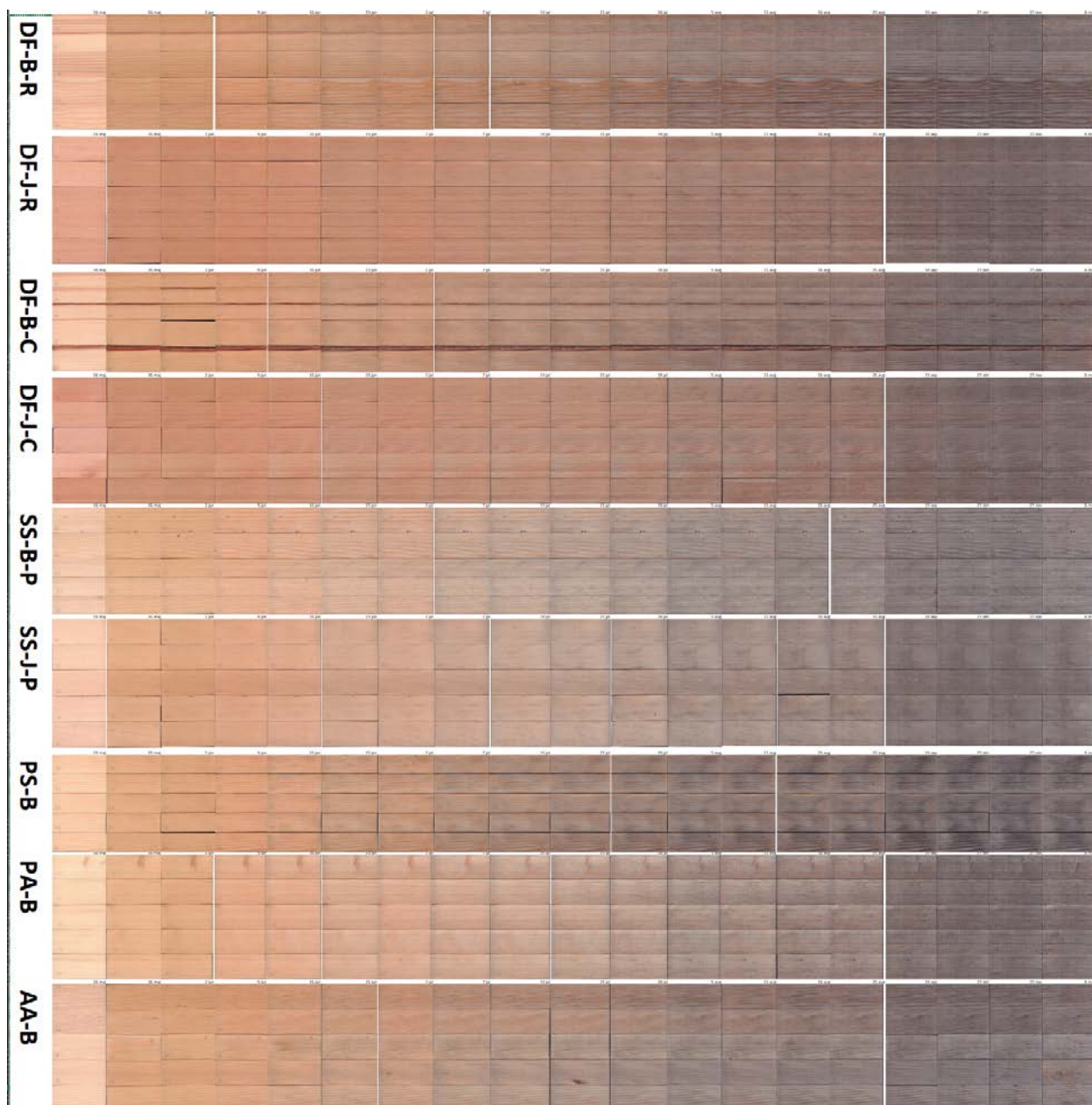
Slika 3: Dve adsorpcijski in dve desorpcijski krivulji jedrovine duglazije



Slika 4: Dve adsorpcijski in dve desorpcijski krivulji jedrovine sitke

Preglednica 3: Odpornost lesa navadne ameriške duglazije in orjaškega kleka na prostem. V preglednici je prikazana tudi sprememba mehanskih lastnosti v odvisnosti od časa izpostavitve.

Les	Čas izpostavitve	Ocena razkroja	Upogibna trdnost (N/mm ²)	Modul elastičnosti (GPa)	Tlačna trdnost (N/mm ²)
Duglazija	0 let		64,1	8,5	50,8
	1 leto	0	58,0	8,4	49,6
	2 leti	0,4	63,1	8,3	49,4
	3 leta	1,2	61,2	8,4	48,4
	4 leta	1,6	62,7	8,6	41,6
	5 let	1,4	60,5	8,2	40,8
	6 let	2,1	45,0	7,7	52,4
	7 let	2,2	52,4	7,6	41,8
	8 let	2,6	52,3	7,6	43,7
Orjaški klek	0 let		70,4	7,2	48,4
	1 leto	0	70,1	7,5	39,8
	2 leti	0,4	52,5	5,7	32,9
	3 leta	0	55,6	5,9	46,0
	4 leta	0,6	58,4	6,4	35,9
	5 let	0,6	57,9	6,3	36,8
	6 let	0,8	57,9	6,8	41,6
	7 let	0,8	44,9	5,5	36,5
	8 let	1,8	53,1	6,2	34,2
Navadna smreka	0 let		89,2	10,6	57,3
	1 leto	0,4	85,8	9,9	41,8
	2 leti	0,4	81,0	9,9	43,7
	3 leta	1,8	84,3	9,9	47,3
	4 leta	2	59,2	7,4	49,7
	5 let	1,8	69,3	7,4	33,7
	6 let	2,7	51,5	7,0	40,9
	7 let	3	49,5	6,1	35,2
	8 let	3	55,8	6,0	33,7



Slika 5: Dinamika spremembe barve lesa ameriške duglazije in smreke sitke v primerjavi z nekaterimi drugimi vrstami tekom 18 mesečne izpostavitve na prostem. DF-B-R – duglazija, beljava, Planina; DF-J-R – duglazija, jedrovina, Planina; DF-B-C - duglazija, beljava, Celje; DF-J-C - duglazija, jedrovina, Celje; SS-B-P – Smreka sitka – beljava, Pečovnik; SS-J-P - Smreka sitka – jedrovina, Pečovnik; PS-B – Bela jelka; PA-B - Navadna smreka; AA-B – bela jelka

Dinamika barvnih sprememb ameriške duglazije in smreke sitke so primerljive z barvnimi spremembami pri lesu smreke. Po drugi strani je dinamika barvnih sprememb beljave bora nekoliko hitrejša. Ta podatek kaže na uporabnost lesa ameriške duglazije za rabo na prostem. Sivenje les bo povsem primerljivo s sivenjem smrekovine. Po 18 mesecih posameznih lesnih vrst ni mogoče več ločiti med seboj.

Poleg odpornosti na glivni razkroj, smo izvedli tudi preliminarne teste utrujanja lesa navadne ameriške duglazije. Les smo izpostavili cikličnemu tritočkovnemu upogibnemu nihanju, kjer smo ga obremenjevali z različnimi deleži porušitvene upogibne sile. Iz preliminarних podatkov

predstavljenih v preglednici 3 je razvidno, da je juvenilni les navadne ameriške duglazije bolj občutljiv na utrujanje in se hitreje poruši, kot les adultne jedrovine. To je razvidno iz manjšega števila ciklov utrujanja.

Preglednica 4: Odpornost lesa navadne ameriške duglazije na utrujanje pri tritočkovnem upogibu, v odvisnosti od deleža porušitvene upogibne sile.

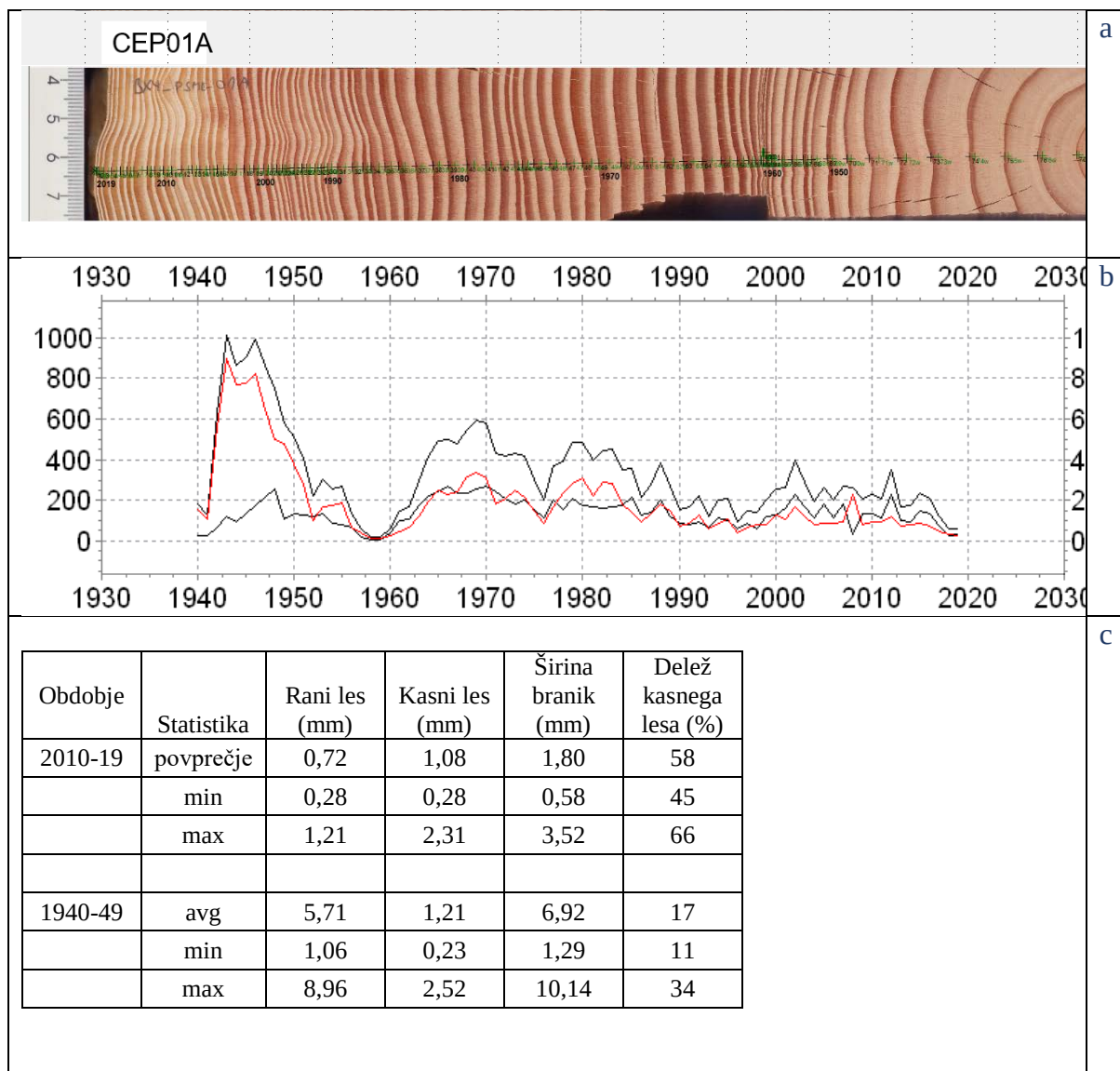
Del debla	Odstotek maksimalne upogibne sile		
	75	80	85
	Število upogibnih ciklov pri frekvenci 7,5 Hz		
Adultna jedrovina	1.562.173	1.062.068	375.516
Juvenilna jedrovina	1.022.592	516.166	134.901

Velik vpliv na izbor posamezne lesne vrste ima tudi ekonomski vidik. Cena ameriške duglazije in sitke je primerljiva s ceno smrekovine. Po drugi strani je cena robinije izenačena s ceno pravega kostanja. Nekoliko izstopa le les pavlovnije. Na spletu je v reklamnem gradivu pogosto zaslediti relativno visoke cene za hlodovino. Vendar je natančna tržna analiza razkrila, da visoko ceno dosega le les počasi rastočih dreves. Kljub vsemu je cena hlodovine lesa pavlovnije še vedno relativno visoka (Preglednica 4).

Preglednica 5: Cena lesa na slovenskem oziroma evropskem tržišču.

Lesna vrsta	Kakovostni razred			Vir
	A	B	C	
	Cena hlodovine (m ³)			
Navadna smreka	114,8	101,9	98,9	(SiDG, 2021)
Rdeči bor	79,6	69,5	61,1	(SiDG, 2021)
Evropski macesen	145,8	114,9	95,3	(SiDG, 2021)
Zeleni bor	73,4	62,8	54,4	(SiDG, 2021)
Ameriška duglazija	88,6	77,9	68,9	(SiDG, 2021)
Smreka sitka		78,5		(COILLTE, 2021)
Pravi kostanj		87,2	62,5	(SiDG, 2021)
Navadna robinija		87,2	62,5	(SiDG, 2021)
Pavlovnija	200,0	120,0	100,0	(Bojesen Jensen, 2016)

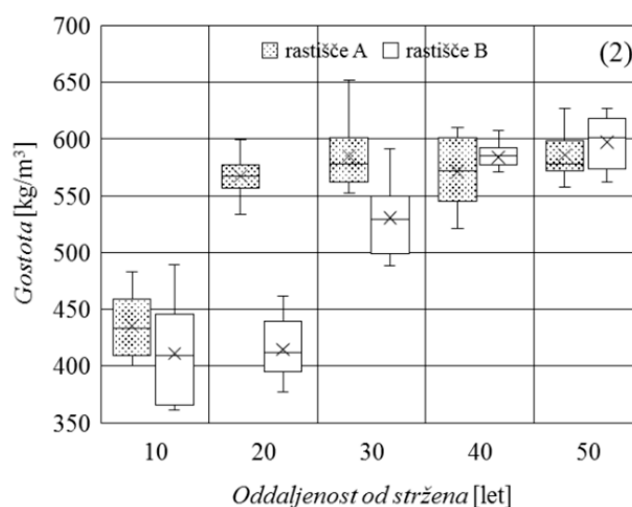
Dendrokronološke raziskave lesa prikazujemo na reprezentativnem vzorcu lesa. Drevo je bilo posekano oz. je oblikovalo zadnjo popolno braniko v letu 2019 in je skupaj imelo 78 branik, pri čemer je branika ob strženu nastala v letu 1940. Merjenje širin branik je pokazalo vidno odstopanje širin branik in deležev kasnega lesa v juvenilnem obdobju, ki zajema 10-20 branik ob strženu. V prvih 10 letih (1940-1949) je bila povprečna širina branik 5,71 mm (razpon 1,06 do 8,96) delež kasnega lesa pa je v povprečju znašal 17% (razpon 11-34%), vrednosti v obdobju (2010-2019) pa so bile: povprečna širina branik 1,80 mm (razpon 0,58 do 3,52 mm) delež kasnega lesa pa je v povprečju znašal 58% (razpon 45 - 66 %).



Slika 6: Navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) s Celjske koče (CEP01A) in prikaz (a) odrezka z meritvami širin branik ter ranega in kasnega lesa na datiranem vzorcu s pomočjo programa CooRecorder, (b) širine (enota 1/100mm) branik (gornji črni graf) ter širine ranega (rdeči graf) in kasnega lesa (spodnji črni graf) v odvisnosti od koledarskih let ter (c) tabelarni prikaz parametrov branik v prvi in zadnji dekadi.

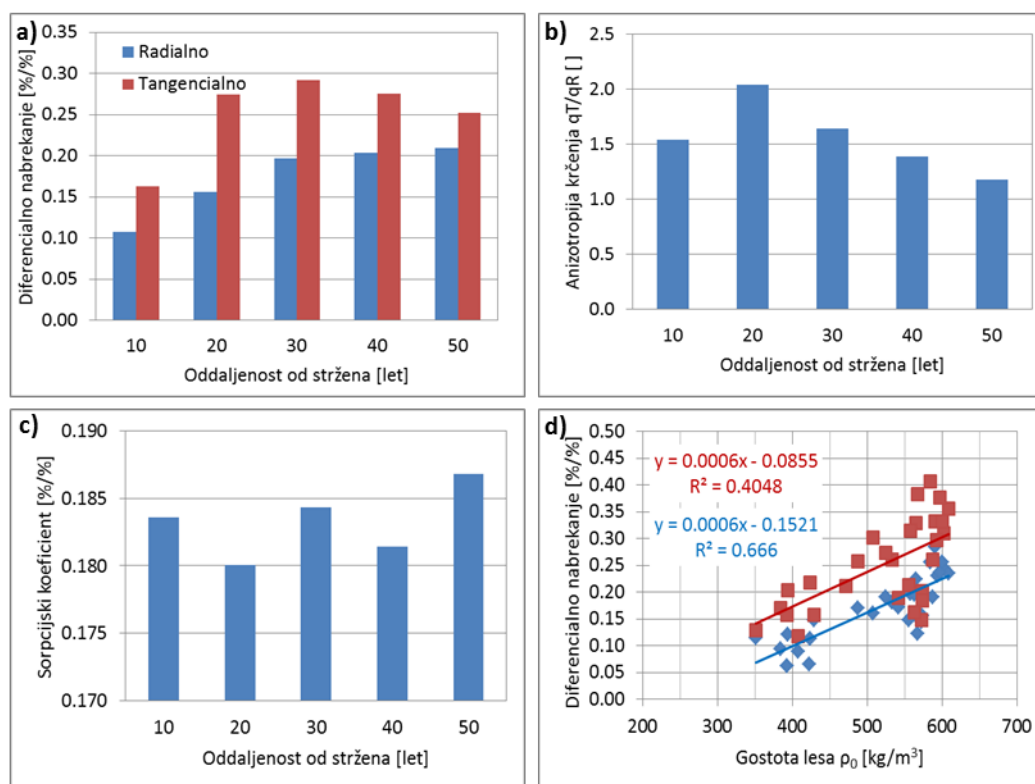
S prikazano zgradbo lesa je tesno povezana gostota lesa, ki je ena glavnih fizikalnih lastnosti za napoved rabe lesa v celotni gozdno lesni verigi pa tudi v gradbeništvu in energetiki . Ob več znanih načinih določanja je v praksi zelo pomembna gostota lesa kot poroznega materiala v zračno suhem stanju, t. j. pri vlažnosti lesa med 12 % in 15 % .

Gostota lesa se zaradi variabilnosti anatomije lesa spreminja tako v radialni smeri od stržena proti skorji, kot tudi po višini drevesa in je predvidoma nižja v juvenilnem lesu ob strženu, ki ga proizvaja mlad kambij. Pri proučeni duglaziji z dveh rastišč, smo opazili izrazit trend naraščanja gostote lesa z oddaljenostjo od stržena. Vrednosti so bile izrazito nizke v obdobju prve dekade in najvišje v zadnji dekadi (Slika 7), ter so premo sorazmerne z zgoraj prikazanim deležem kasnega lesa (Slika 6).



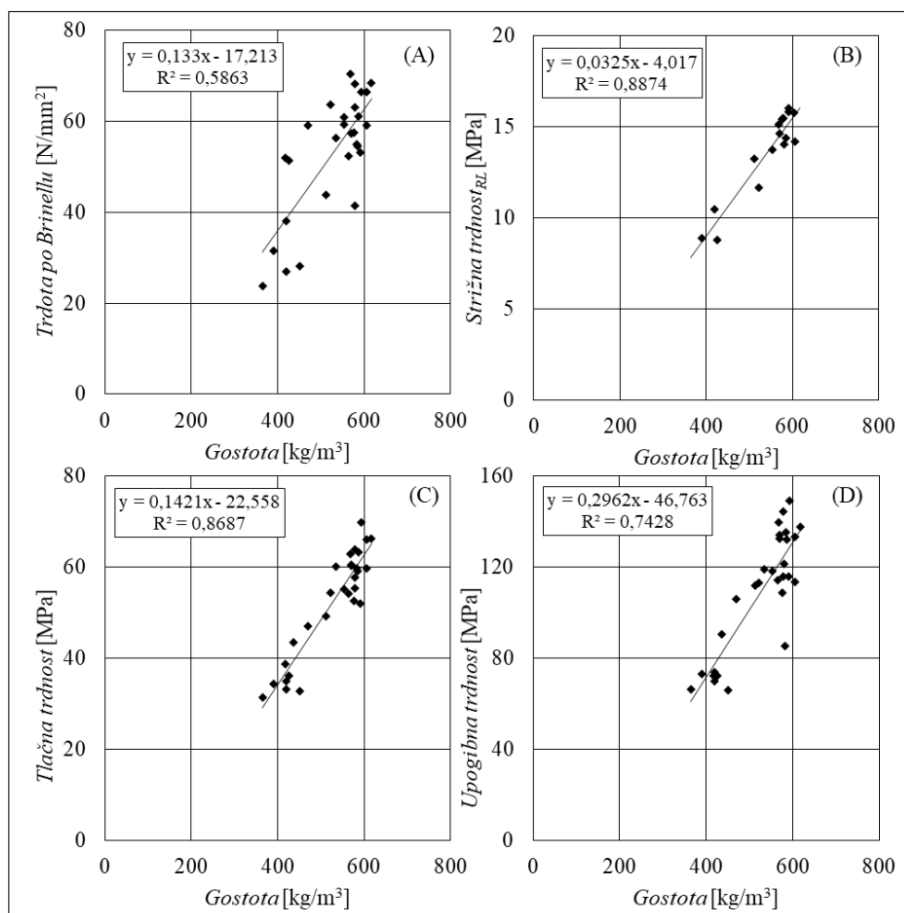
Slika 7: Porazdelitev gostote zračno suhega lesa ($\rho_{12-15\%}$) po starostnih kategorijah (10, 20, 30, 40 in 50 let od stržena): navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) z rastišč Ravbarkomanda (A) in Pečovnik (B) (Belec, 2021; Straže et al., 2021).

Krčenje lesa in prečna krčitvena anizotropija (kvocient posameznega kazalnika v tangencialni in radialni smeri) spadata med najbolj neugodne lastnosti lesa, ki pomembno vplivata na vodenje in kakovost sušenja lesa, pa tudi obnašanje lesa v uporabi. Zaradi znane higroskopsnosti lesa njegove dimenzije ne ostajajo stabilne niti po osušitvi na končno vlažnost. Pri lesu poznamo v splošnem pozitivno odvisnost med prostorninskim, radialnim in tangencialnim krčenjem ter gostoto lesa (Gorišek, 2009; Zhang et al., 2021)). Tako velja tudi za dimenzijsko stabilnost z vidika krčenja in nabrekanja v spremenljivi klimi. Jasne trende smo ugotovili pri navadni ameriški duglaziji (Slika 8). Pri tej drevesni vrsti se konstantna dimenzijska stabilnost doseže šele v adultnem lesu, pri oddaljenosti od stržena za približno 30 let. Anizotropija krčenja se pri tem zmanjša. Sorpcijski koeficient (s), ki pove, koliko se poveča ravnovesna vlažnost, če se relativna zračna vlažnost ϕ spremeni za 1 % ($s = \Delta u / \Delta \phi$) je bil najvišji v zunanjem delu debla (v beljavi) (Slika 8c). Pri beljavi navadne ameriške duglazije moramo biti zato pozorni na višjo higroskopsnost in posledično doseganje višjih ravnovesnih vlažnosti, kar v povezavi z biološko neodpornostjo beljave neugodno vpliva na rabo lesa duglazije v zahtevnejših razmerah. Diferencialni nabrek q , ki pove, koliko se dimenzije lesa spremenijo, če se vlažnost lesa spremeni za 1 % ($q = \Delta a / \Delta u$) narašča z gostoto lesa (Slika 8).



Slika 8: Diferencialno nabrekanje (a), anizotropija krčenja (b), sorpcijski koeficient (c) in povezava dimenzijske stabilnosti (d) (♦ radialno, ■ tangencialno) z gostoto lesa (ρ_0) pri različnih starostnih kategorijah navadne ameriške duglazije (Straže et al., 2021)

Mehanske lastnosti lesa so kot merilo kakovosti zelo pomembne pri lesnih konstrukcijah in izdelkih, kjer je prenašanje zunanjih mehanskih obremenitev ključnega pomena. Koreliranost mehanskih lastnosti z gostoto lesa potrjujejo številne raziskave pri domači (Jelonek et al., 2009; Straže & Gorišek, 2000) in tujerodnih iglavcih (Belec, 2021; Straže et al., 2021; Krajnc et al., 2019; Möhler & Beyersdorfer, 1987; Zeidler et al., 2018), manj pa je študij na domačih listavcih (Gorišek et al., 2017; Kovryga et al., 2020; Munoz & Gete, 2013; Sonderegger et al., 2013)). Redkeje na tujerodnih listavcih, ki uspevajo v Evropi (Alden, 1995; Gorišek et al., 2018; Kudela & Mamonova, 2006; Zhu et al., 2015). Pri proučevanju mehanskih lastnosti se največkrat pojavljata linearni- ($ML = a + b\rho$) in eksponentni model povezanosti mehanskih lastnosti (ML) z gostoto lesa (ρ) ($ML = a \times \rho^b$; a , b – parametra v modelu), slednji pa se je izkazal za zanesljivejšega pri napovedovanju upogibne (σ_B) in tlačne trdnosti (σ_C) ter togosti lesa (E_I) pri vzdolžnem obremenjevanju. Povezave so značilne tudi pri proučevanju mehanskih lastnosti navadne ameriške duglazije z različnih rastišč v Evropi (Zeidler et al., 2018). Potrdili smo jih tudi s proučevanjem navadne ameriške duglazije na rastiščih v Sloveniji (Slika 9). Pri tem je zanesljivost napovedovanja boljša znotraj homogenih skupin, ki vključujejo npr. les iste provenience znotraj istega geografskega območja ali rastišča.



Slika 9: Zveza med povprečno gostoto lesa (ρ) in trdoto po Brinellu (a), strižno trdnostjo (b), tlačno trdnostjo (c) ter upogibno trdnostjo (d) lesa navadne ameriške duglazije (Belec, 2021; Straže et al., 2021).

Nazadnje naj še enkrat omenimo pomen primerjave osnovnih tehnoloških lastnosti lesa duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst s podobnimi dobro poznanimi tradicionalnimi vrstami.

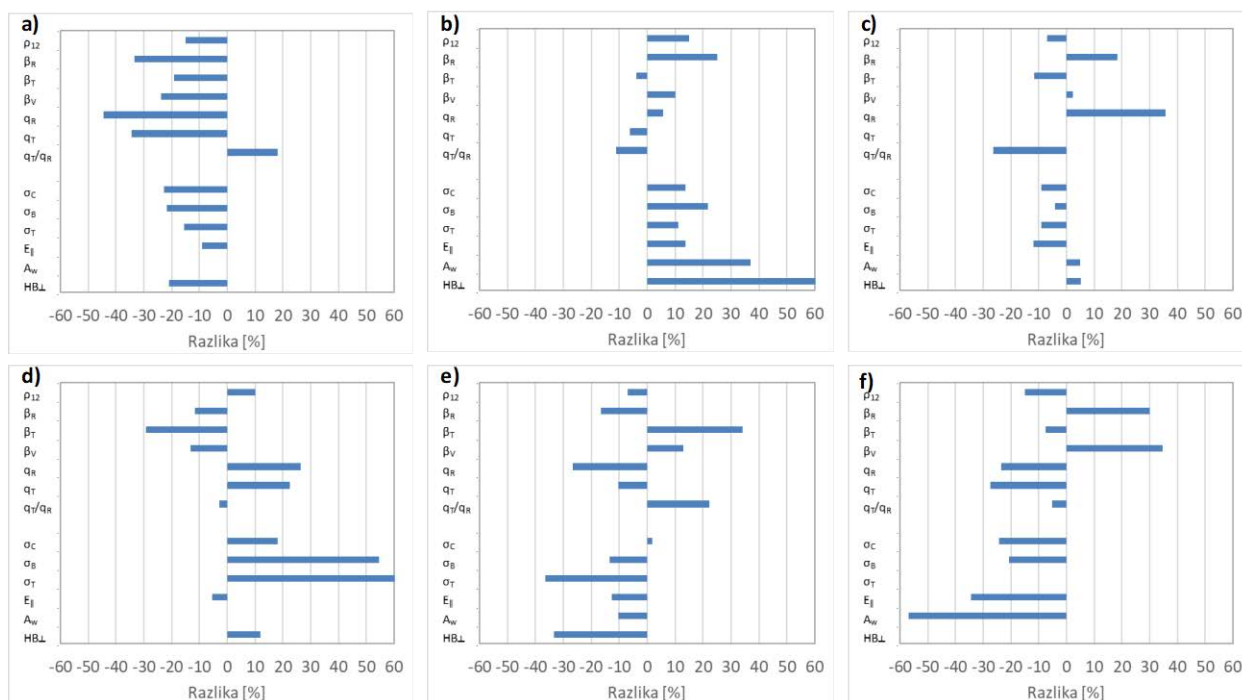
Iz primerov raziskav fizikalnih in mehanskih lastnosti domačih iglavcev ter nekaterih listavcev ugotavljamo veliko variiranje zgradbenih lastnosti, ter posledično fizikalnih in mehanskih lastnosti lesa, znotraj drevesa, ter med drevesi zaradi vpliva rastnih dejavnikov. Posledično je primerjava izbranih tehnoloških lastnosti domačih in tujerodnih drevesnih vrst mogoča le v splošnem, z osnovno primerjavo povprečnih vrednosti bistvenih lastnosti kot so povprečne vrednosti osnovnih fizikalnih in mehanskih lastnosti domačih in tujerodnih lesov iglavcev ter listavcev (ρ_{12} – gostota zračno suhega lesa ($u = 12 - 15\%$), β_R – radialno krčenje, β_T – tangencialno krčenje, β_V – prostorninsko krčenje, q_R – diferencialni skrček v radialni smeri, q_T – diferencialni skrček v tangencialni smeri, q_T/q_R – anizotropija krčenja, σ_C – tlačna trdnost, σ_B – upogibna trdnost, σ_T – natezna trdnost, $E_{||}$ – vzdolžni modul elastičnosti, A_w – udarna žilavost, $HB_{\perp}$ – trdota po Brinellu) iz literature.

Gre za pripomoček za osnovno napovedovanje rabe lesne vrste, za njeno optimalno izkoriščanje pa je nujno potrebno detajlno poznavanje zgradbe lesa, značilnosti priraščanja, rastnih posebnosti ter posledičnih fizikalno-mehanskih lastnosti in variabilnosti le teh.

Preglednica 6: Povprečne vrednosti osnovnih fizikalnih in mehanskih lastnosti domačih in tujerodnih lesov iglavcev ter listavcev (ρ_{12} – gostota zračno suhega lesa ($u = 12 - 15\%$), β_R – radialno krčenje, β_T – tangencialno krčenje, β_V – prostorninsko krčenje, q_R – diferencialni skrček v radialni smeri, q_T – diferencialni skrček v tangencialni smeri, q_T/q_R – anizotropija krčenja, σ_C – tlačna trdnost, σ_B – upogibna trdnost, σ_T – natezna trdnost, E_l – vzdolžni modul elastičnosti, A_w – udarna žilavost, $HB_{\perp}$ – trdota po Brinellu) (Gorišek, 2009; Gorišek et al., 2017; Gorišek et al., 2018; Jelonek et al., 2009; Kovryga et al., 2020; Sonderegger et al., 2013; Straže et al., 2021; Straže & Gorišek, 2000; Wagenführ, 2007; Zeidler et al., 2018; Zhu et al., 2015)

	Iglavci				Listavci						
	Domači		Tujerodni		Domači				Tujerodni		
Fizikalne lastnosti	<i>Picea abies</i>	<i>Larix decidua</i>	<i>Pinus strobus</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Acer negundo</i>
ρ_{12} [kg/m ³]	470	580	400	540	710	700	630	690	770	641	536
β_R [%]	3,6	3,8	2,4	4,5	5,8	4,3	3,0	4,8	3,8	4,0	3,9
β_T [%]	7,8	8,5	6,3	7,5	11,8	8,9	8,0	8,2	6,3	11,0	7,4
β_V [%]	11,8	12,7	9,0	13,0	17,0	13,6	11,0	13,2	11,8	14,9	14,8
q_R [%/°]	0,18	0,14	0,10	0,19	0,20	0,19	0,17	0,20	0,24	0,15	0,13
q_T [%/°]	0,32	0,30	0,21	0,30	0,41	0,31	0,34	0,45	0,38	0,40	0,25
q_T/q_R []	1,8	2,1	2,1	1,6	2,1	1,6	2,0	2,3	1,6	2,8	1,9
Mehanske lastnosti											
σ_C [MPa]	44	55	34	50	65	61	49	52	72	53	37,1
σ_B [MPa]	78	99	61	95	120	88	95	105	136	91	75,4
σ_T [MPa]	90	110	76	100	135	90	98	165	150	105	-
E_l [GPa]	11	14,2	10	12,5	16	13	10,5	13,4	12,3	11,7	6,9
A_w [J/cm ²]	4,6	6		6,3			6,5	6,8	14	6,1	2,8
$HB_{\perp}$ [N/mm ²]	12	19	9,5	20	34	34	27	39	38	26	

Pri iglavcih relativna primerjava tehnoloških lastnosti tujerodnega zelenega bora (*Pinus strobus*) z domačo navadno smreko (*Picea abies*) pokaže pribl. 18 % nižjo gostoto zelenega bora, ki se v podobnem razmerju odraža tudi v zmanjšanih mehanskih lastnostih. Ugodne, do 20 % boljše kot pri smrekovini, pa so denimo njegove krčitvene lastnosti ter dimenzijska stabilnost, razen anizotropije krčenja, ki je nekoliko slabša (Slika 10). Ko primerjamo s smrekovino še izbrane tehnološke lastnosti navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*) ugotavljamo bistveno boljše mehanske lastnosti duglazije, zlasti udarno žilavost in trdoto, ter višjo gostoto (Zeidler et al., 2018). Gostota tudi negativno vpliva na nekoliko višje krčenje lesa navadne ameriške duglazije, dimenzijska stabilnost pa je podobna pri lesu duglazije in smreke. Zanimiva je tudi osnovna primerjava lesa navadnega macesna (*Larix decidua*) ter navadne ameriške duglazije, ki pokaže zelo primerljive izbrane tehnološke lastnosti obeh vrst (Preglednica 6, Slika 10).



Slika 10: Primerjava fizikalnih in mehanskih lastnosti izbranih tujerodnih in domačih lesnih vrst: a) *Pinus strobus* / *Picea abies*, b) *Pseudotsuga menziessi* / *Picea abies*, c) *Pseudotsuga menziessi* / *Larix decidua*, d) *Robinia pseudoaccacia* / *Quercus robur*, e) *Ailanthus altissima* / *Fraxinus excelsior*, f) *Acer negundo* / *Acer pseudoplatanus* (.).

5.5 Razprava, zaključki in priporočila naročniku

Tujerodne drevesne vrste predstavljajo velik potencial in bi s tehnološkega vidika lahko nadomestile nekatere domače lesne vrste. Še posebej izstopa odpornost jedrovine navadne robinije in navadne ameriške duglazije. Na primer, navadno ameriško duglazijo bi lahko uporabili namesto macesnovega ali smrekovega lesa, les robinije bi lahko uporabili namesto lesa pravega kostanja ali hrasta. Do določene mere novost predstavlja les pavlovnije, ki ima relativno visoko ceno.

Pri duglaziji smo zabeležili velik delež juvenilnega lesa, saj so raziskana drevesa v prvih dvajsetih letih imela zelo velik prirastek in majhen delež kasnega lesa, nižjo gostoto in slabše mehanske lastnosti kot les, ki ga je proizvedel starejši kambij. Posledično je variabilnost lastnosti lesa že znotraj posameznega debla velika, kar je treba upoštevati pri rabi lesa za zahtevne izdelke.

5.6 Literatura

- Alden, H. A. 1995. Hardwoods of North America. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Vol. FPL-GTR-83, str. 136.
- Ansell M. 2015. *Wood Composites*. (M. P. Ansell, Ur.) (1st editio). Woodhead Publishing.
- ARSO. 2020. *Agencija Republike Slovenije za okolje / Slovenian environmental agency*. Pridobljeno 17. 1. 2021 s <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>
- Belec, A. 2021. *Vpliv juvenilnosti na mehanske lastnosti lesa navadne ameriške duglazije*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 40 str.
- Birdsey R. in Pan Y. 2015. Trends in management of the world's forests and impacts on carbon stocks. *Forest Ecology and Management*.

- Bojesen Jensen J. 2016, maj 23. *An investigation into the suitability of Paulownia as an agroforestry species for UK & NW European farming systems*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31955.78882>
- Bolton A. J. in Petty J. A. 1977. Variation of susceptibility to aspiration of bordered pits in conifer wood. *Journal of Experimental Botany*, 28, 4: 935–941.
- Brischke C. in Thelandersson S. 2014. Modelling the outdoor performance of wood products – A review on existing approaches. *Construction and Building Materials*, 66: 384–397.
- CEN. 2002. *European standard EN 113 Wood preservatives : test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes : determination of the toxic values*. Brussels: European Committee for Standardization.
- CEN. 2012. *EN 252 – Field test method for determining protective effectiveness of a wood preservative in ground contact*. European Committee for Standardisation, Brussels, Belgium.
- CEN. 2013. European standard EN 335, Durability of wood and wood-based products - Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products. (European Committee for Standardization), Brussels.
- CEN. 2015. *European Standard EN 252 - Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact*.
- CEN. 2016. European Standard EN 350 - Durability of wood and wood-based products. Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials.
- COILLTE. 2021. *Home - Coillte*. Pridobljeno 2. 8. 2021 s <https://www.coillte.ie/>
- De Angelis M., Romagnoli M., Vek V., Poljanšek I., Oven P., Thaler N., ... Humar M. 2018. Chemical composition and resistance of Italian stone pine (*Pinus pinea* L.) wood against fungal decay and wetting. *Industrial Crops and Products*, 117: 187–196.
- Elaieb M. T., Shel F., Elouellani S., Janah T., Rahouti M., Thévenon M. F. in Candelier K. 2017. Physical, mechanical and natural durability properties of wood from reforestation *Pinus halepensis* Mill. in the Mediterranean Basin. *Bois et Forêts des Tropiques*, , 331: 19–31.
- Gorišek, Ž. 2009. *Les: Zgradba in lastnosti - njegova variabilnost in heterogenost*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 178 str.
- Gorišek, Ž., Plavčak, D., Gornik Bučar, D., Merela, M., & Čufar, K. 2017. Fizikalne in mehanske lastnosti svežega in osušenega lesa v bukovih deblih, izruvanih med žledolomom. *Acta Silvae et Ligni*, 112, 7-20.
- Gorišek, Ž., Plavčak, D., Straže, A., & Merela, M. 2018. Tehnološke lastnosti in uporabnost lesa velikega pajesena v primerjavi z lesom velikega jesena. *Les / Wood*, 67(2), 29-44.
- Hanewinkel M., Cullmann D. A., Schelhaas M. J., Nabuurs G. J. in Zimmermann N. E. 2013. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3, 3: 203–207.
- Humar M., Kržišnik D., Lesar B. in Brischke C. 2019. The performance of wood decking after five years of exposure: Verification of the combined effect of wetting ability and durability. *Forests*, 10, 10.
- Humar M., Lesar B. in Kržišnik D. 2020a. Moisture performance of facade elements made of thermally modified norway spruce wood. *Forests*, 11, 3: 1–13.
- Humar M., Lesar B. in Kržišnik D. 2020b. Tehnična in estetska življenjska doba lesa. *Acta Silvae et Ligni*, 121: 33–48.
- Isaksson T., Brischke C. in Thelandersson S. 2013. Development of decay performance models for outdoor timber structures. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 46, 7: 1209–1225.

- Jelonek, T., Pazdrowski, W., Tomczak, A., & Splawa-Neyman, S. 2009. The effect of biological class and age on physical and mechanical properties of European larch (*Larix decidua* Mill.) in Poland. *Wood Research*, 54(1), 1-14.
- Kovryga, A., Chuquin Gamara, J. O., & van de Huilen, J. W. G. 2020. Strength and stiffness predictions with focus on different acoustic measurements. *European Journal of Wood and Wood Products*, 78, 941-949.
- Krajnc, L., Farrelly, N., & Harte, A. 2019. Relationships between wood properties of small clear specimens and structural-sizes boards in three softwood species. *Holzforschung*, 73(11), 987-996.
- Kudela, J., & Mamonova, M. 2006. *Tree of heaven (Ailanthus altissima Mill.) - Structure and properties*. Paper presented at the Wood structure and properties, Zvolen, 275-280.
- Meyer-Veltrup L., Brischke C., Alfredsen G., Humar M., Flæte P. O., Isaksson T., ... Jermer J. 2017. The combined effect of wetting ability and durability on outdoor performance of wood: development and verification of a new prediction approach. *Wood Science and Technology*, 51, 3: 615-637.
- Möhler, K., & Beyersdorfer, P. 1987. Festigkeituntersuchungen an einheimischem Douglasienholz als Bauholz. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 45, 49-58.
- Munoz, G. R., & Gete, A. R. 2013. Prediction of strength and elasticity in oak beams on the basis of external wood characteristics. *Advanced Materials Research*, 778, 152-158.
- SiDG. 2021. *Cenik za direktno prodajo*. Pridobljeno 2. 8. 2021 s <https://sidg.si/index.php/javna-narocila-objave/prodaja-lesa-in-logistika/cenik-za-direktno-prodajo>
- Sonderegger, W., Martiensen, A., Nitsche, C., Ozyhar, T., Kaliske, M., & Niemz, P. 2013. Investigations on the physical and mechanical behaviour of scarlet maple (*Acer pseudoplatanus* L.). *European Journal of Wood and Wood Products*, 71, 91-99.
- Straže, A., Novak, K., Gorišek, Ž., Čufar, K. & Merela, M. 2021. Tehnološke lastnosti lesa izbranih tujerodnih drevesnih vrst in njihov pomen. V: JARNI, Kristjan (ur.). *Tujerodne drevesne vrste v slovenskih gozdovih : zbornik prispevkov posvetovanja : XXXVII. gozdarski študijski dnevi : Ljubljana, 28. september 2021*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 61-69
- Straže, A., & Gorišek, Ž. 2000. Vpliv juvenilnosti na gostoto in mehanske lastnosti smrekovine (*Picea abies* Karst.) in jelovine (*Abies alba* Mill.). *Les*, 52, 185-190.
- Wagenführ, R. 2007. *Holzatlas*. Berlin: Hanser, 816 str.
- Zeidler, A., Boruvka, V., & Schönfelder, O. 2018. Comparison of Wood Quality of Douglas Fir and Spruce from Afforested Agricultural Land and Permanent Forest Land in the Czech Republic. *Forests*, 9(13), 1-12.
- Zhang, S. Y., Ren, H., & Jiang, Z. 2021. Wood density and wood shrinkage in relation to initial spacing and tree growth in black spruce (*Picea mariana*). *Journal of Wood Science*, 67(30), 1-10.
- Zhu, J. L., Shi, Y., Liu, X., & Ji, C. 2015. Patterns and determinants of wood physical and mechanical properties across major tree species in China. *Life Sciences*, 58(6), 602-612.

Datum: 8. 11. 2021

Podpis vodje projekta:
prof. dr. Robert Brus

Podpis in žig izvajalca:
prof. dr. Gregor Majdič, rektor
po pooblastilu
prof.dr. Nataša Poklar Ulrih,
dekanja