

USPEVANJE OMORIKE (*Picea omorika* (PANČIĆ) PURK.) V GENERATIVNEM SEMENSKEM NASADU POČIVALNIK PRI POSTOJNI

THE SUCCESS OF SERBIAN SPRUCE (*Picea omorika* (PANČIĆ) PURK.) IN THE POČIVALNIK GENERATIVE SEED PLANTATION NEAR POSTOJNA

Sebastian BAMBIČ¹, Kristjan JARNI², Gregor BOŽIČ³, Robert BRUS⁴

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, sebastian.bambic@gmail.com

(2) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, kristjan.jarni@bf.uni-lj.si

(3) Gozdarski inštitut Slovenije, gregor.bozic@gozdis.si

(4) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, robert.brus@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Omorika (*Picea omorika* (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 (*Picea abies* (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 provenienice in fenotipe, izdelali model nasada, napravili analizo variance in post hoc test. Ugotovili smo, da imajo provenienice 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 provenienca Šargan, najprimernejša fenotipa pa C (tip 'serbica') in F (tip 'argentea'), oba sicer najbolj zaželena tudi v hortikulturi.

Ključne besede: *Picea omorika*, provenienca, fenotip, vitalnost, ujma, pogozdovanje

ABSTRACT

Serbian spruce (*Picea omorika* (Pančič) Purk.) is an endemic tree species from the Balkan Peninsula. The species also thrives in Slovenia and would be an interesting minority alternative to Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on some sites. This study was carried out in a Serbian spruce plantation below Počivalnik hill, between Unc and Postojna. The trees were planted in 1988 and are currently classified as a pole stand. We measured the diameters of the trees and systematically evaluated the vitality of each tree throughout the plantation. Data processing consisted of calculating the percentage of trees of each health status for each provenance and phenotype present in the plantation, creating a plantation model, and performing an analysis of variance and Tukey's post-hoc test. We found that provenance has a significant effect on the vitality of trees but not on tree diameter. Phenotype affects both the vitality of trees and tree diameter. The correlation between phenotype and tree diameter is significant within phenotypes B (type 'semidichotomy') and C (type 'serbica'). Also, the impact of phenotype on diameter increment varies between the different provenances. According to our investigations, the most suitable seed material for the Dinaric karst region of Slovenia is from the Šargan provenance (read Shargan). In terms of phenotype, types C ('serbica') and F ('argentea') seem to be the most suitable. They are also the most desirable for horticultural use.

Key words: *Picea omorika*, provenance, phenotype, vitality, natural disaster, reforestation

GDK 174.7Picea omorika (PANČIĆ) PURK.:181.8+232.311.3(497.4Postojna)(045)=163.6

DOI 10.20315/ASetL.123.1

Prispelo / Received: 17. 6. 2020

Sprejeto / Accepted: 24. 8. 2020



1 UVOD

1 INTRODUCTION

Ekstremni vremenski pojavi in ujme na območju Slovenije so pogosti in se lahko pojavljajo v obliki izjemno močnih padavin, toče, močnih vetrov in vetrolov, strel, hudih suš, močnih snežnih padavin in snegolomov, žleda, plazov, erozij in drugih pojavov (Jakša, 2007a; Jakša, 2007b; Jakša, 2007c; Grecs in Kolšek, 2016). Na srečo so omenjeni pojavi odvisno od vrste ujme navadno prostorsko dokaj omejeni, največkrat na nekaj deset km² (Ogrin, 2007). Analiza dolgoletnih

meteoroloških podatkov kaže, da so ekstremne vremenske razmere v zadnjih letih vse pogostejše tako na ravni Evrope (Schelhaas in sod., 2003) kot tudi v Sloveniji (Ogrin, 2007; Grecs in Kolšek, 2016) in na Postojnskem (Gozdnogospodarski ..., 2012; Poročilo ..., 2019). Ujmam v mnogih primerih sledijo še obsežne gradacije podlubnikov (Ogris in Jurc, 2010; Rozman in sod., 2015; Oražem, 2017).

V luči podnebnih sprememb, zelene odpornosti gozdov, zahtev lastnikov in trga bo vrstna sestava naših prihodnjih gozdov vse pomembnejša. Bolj pestra

in raznolika kot bo, boljša bo tudi odpornost gozdov (Jactel in sod., 2005; Jakša, 2007b). Ker je očitno, da se bo delež navadne smreke v prihodnosti zmanjševal, je vprašanje, s katerimi vrstami bi lahko nadomestili njen izpad na zanjo neprimernih rastiščih. Brez večjih težav bi jo lahko nadomestila navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.), vendar je tudi z ekološkega stališča vprašanje, kako daleč je varno povečevati njen delež. Če se pri možnih zamenjavah osredotočimo na iglavce, med domačimi vrstami nimamo veliko možnosti, saj je njihovo število že tako ali tako nizko (Brus, 2011). Avtohtona alternativa za senčna in vlažnejša rastišča je navadna jelka (*Abies alba* Mill.), vendar njeno pomlajevanje močno otežuje ali preprečuje rastlinojeda divjad. Za sušnejša in revnejša rastišča prideta v poštevek rdeči bor (*Pinus sylvestris* L.) in črni bor (*Pinus nigra* Arnold). Drugih avtohtonih alternativ med iglavci skoraj nimamo, zato vse pogosteje razmišljamo tudi o možnostih uporabe tujerodnih drevesnih vrst.

Zaradi sonaravne usmeritve pri gospodarjenju z gozdovi in nekaterih omejitev pri njihovi uporabi, na primer na območju Nature 2000 (Uredba ..., 2018), v katerem je tudi velik del z ujami prizadetih dinarskih gozdov, je bila uporaba tujerodnih vrst v naših gozdovih v zadnjih desetletjih redka in omejena. Nekatero vrsto so se kljub temu v preteklosti že dobro izkazale. Primer je navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), ki se je v primerjavi z navadno smreko izkazala kot bistveno manj občutljiva za sušo in ujme (žledolom, vetrolom, snegolom itd.) in bi na več rastiščih smreko lahko delno nadomestila (Brus, 2016). Vnašanje, uspevanje in primernost duglazije na območju (srednje) Evrope so raziskovali tudi številni drugi avtorji, npr. Eilmann in sod. (2013), Da Ronch in sod. (2016), Smolnikar (2018). Od drugih tujerodnih iglavcev imamo precej izkušenj še z zelenim borom (*Pinus strobus* L.), ki je celo pogostejši od duglazije. V mešanih sestojih je bil razmeroma uspešen, vendar so njegovi prirastki in tudi uporabnost lesa v primerjavi z duglazijo manjši. Resna težava zelenega bora je njegova velika občutljivost za mehurjevko zelenega bora oz. ribezovo rjo (*Cronartium ribicola* Fisch) (Čokl, 1965). V zelo omejenem obsegu so v začetku 20. stoletja v Sloveniji sadili tudi Lawsonovo pacipreso (*Chamaecyparis lawsoniana* (Murray) Parl.). Čeprav je na nekaterih rastiščih pokazala dober potencial (Mikuletič in sod., 1962; Čokl, 1965), se njena uporaba ni razširila. Za manj primerno vrsto se je pri nas pokazala tudi sitka (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.), saj je razmeroma dobro uspel samo njen nasad na Rdečem Bregu na Pohorju (Erker in Puhek, 1976), ki pa se je poleti leta 2019 zaradi napada podlubnikov v celoti posušil (Brus, 2020, ustni vir).

Med tujerodnimi iglavci, ki bi morda lahko delno nadomestili navadno smreko, je tudi omorika ali Pančičeva smreka (*Picea omorika* (Pančić) Purk.), balkanski endemit, naravno razširjen na majhnem in razdrobljenem območju vzdolž reke Drine ob meji med Srbijo ter Bosno in Hercegovino (slika 1). Od zadnjega glacialnega maksimuma se je omorikin naravni areal zmanjševal, kot je značilno za mrazu prilagojene vrste. Znano je tudi, da je bila pred tem obdobjem razširjena na večjem delu srednje Evrope (Ballian in sod., 2006; Nasri in sod., 2008; Aleksić in Geburek, 2009). Zaradi močno omejene površine in števila njenih naravnih nahajališč je na IUCN-ovem Rdečem seznamu omorika kategorizirana kot ogrožena (EN) vrsta (Ivetic in Aleksić, 2016; Aleksić in sod., 2017).

Omorika je znana po ozki stebrasti krošnji. V taki obliki se sicer pojavlja predvsem v strnjenih sestojih, drevesa na prostem imajo širšo krošnjo. V višino lahko zraste do 50 m in doseže prsni premer do 1 m. Njen koreninski sistem je nekoliko globlji kot pri navadni smreki, a vendarle sodi med plitke. Skorja je tanka in rdečkasta, s starostjo se z nje začnejo luščiti okroglaste luske. Igllice so dolge do 2 cm in široke do 2 mm, na zgornji strani so temno zelene, na spodnji imajo po dve beli proggi, ki vsej krošnji dajejo srebrnkast lesk. Storži so smolnati, rdečkasto do modrikasto rjavi, dolgi do 6 cm in debeli do 2 cm (Brus, 2012; Ballian in sod., 2016).

Naravna rastišča omorike so na strmih, vzhodno-, severno- in zahodno-orientiranih kamnitih pobočjih matičnih podlag, predvsem apnenca in serpentina. Nadmorske višine so med 800 in 1500 m, letnih padavin pa je okoli 1000 mm. Kot kodominantna vrsta se pojavlja v sestojih z navadno smreko, navadno jelko in navadno bukvijo, ponekod tudi s črnim borom, belim gabrom, ostrolistnim javorjem in drugimi vrstami (Ballian in sod., 2006; Ballian in sod., 2016). Omorika spada med pionirske vrste, ki se umikajo na rastišča, nedostopna tekmece.

Podatki o prirastoslovnih značilnostih in donosih omorike so redki. Král (2002) je ugotovil, da gojena omorika le redko doseže take dimenzije in kakovost kot navadna smreka. Raziskave, v katerih so primerjali naravne populacije omorike z njenimi nasadi, so pokazale, da je njen višinski prirastek večji prav v urbanih okoljih (Král, 2002; Isajev in sod., 2015). Tako smo jo do zdaj večinoma obravnavali kot uporabno predvsem za okrasno drevo v urbanih okoljih.

Pri omoriki je o obstoju pravih provenienc zelo težko govoriti, saj vsa njena naravna nahajališča ležijo na zelo majhnem geografskem območju. Pri primerjavi gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) iz različnih semenskih objektov bi bilo zato strokovno bolj



Slika 1: Naravni areal omorike (po https://en.wikipedia.org/wiki/Picea_omorika)

Fig. 1: Serbian spruce's natural area of distribution (after https://en.wikipedia.org/wiki/Picea_omorika)

utemeljeno uporabljati izraz izvor ali poreklo. Za lažje razumevanje problematike pa bomo v okviru tega prispevka ob zgornjem pojasnilu vendarle uporabljali izraz provenienca. Pri omoriki se je znotraj vrste razvilo več različnih fenotipov (opisanih je vsaj sedem), ki se med seboj najbolj razlikujejo po obliki, velikosti in barvi krošnje (Milovanović in Sijačić-Nikolić, 2010; Isajev in sod., 2013). Pretekle raziskave fenotipov so bile usmerjene predvsem v njihov okrasni potencial, nobena pa ni preučevala morebitnih razlik v njihovem prilagoditvenem potencialu, vitalnosti, prirastku in drugih za gojenje pomembnih lastnosti. Razlike med proveniencami in fenotipi v zgoraj naštetih lastnostih pa so pri morebitni uporabi gozdnega reprodukcijskega materiala katerekoli drevesne vrste lahko zelo pomembne (Westergren in sod., 2017).

Namen naše raziskave je bil na primeru generativne semenske plantaže pri Postojni oziroma pilotnega nasada za testiranje polsorodnikov odgovoriti na naslednji vprašanji:

- ali med opisanimi fenotipi in proveniencami omorike obstajajo razlike v prilagoditvenem potencialu, vitalnosti in hitrosti priraščanja, in
- ali bi bilo na osnovi rezultatov mogoče oblikovati priporočila za rabo gozdnega reprodukcijskega materiala omorike na območju dinarskega Krasa v Sloveniji.

2 METODE DELA

2 METHODS

2.1 Opis nasada in rastišča

2.1 Plantation and site description

Generativna semenska plantaža omorike, znana tudi kot objekt Počivalnik, leži v gozdnogospodarski enoti Planina - Golobičevci v gozdnogospodarskem območju Postojna. Na površini približno 0,5 hektara je bilo leta 1988 posajenih 916 sadik omorike (Podkrajšek-Ržen in sod., 2007), ki so zdaj v fazi drogovnjaka. Ob zadnjem štetju, ki smo ga opravili novembra 2016 v sklopu diplomske naloge (Bambič, 2017), je bilo naštetih 939 dreves, torej 23 več, kot jih je navedenih v saditvenem načrtu. Do razlike je prišlo, ker je bilo nekaj dreves v nasadu posajenih tudi naknadno. V našo raziskavo smo tako vključili 860 dreves oziroma tista, za katera je bilo mogoče nedvoumno ugotoviti pripadnost določeni provenienci ali fenotipu (Bambič, 2017).

Nasad leži na jugovzhodnem pobočju hriba Počivalnik na nadmorski višini 700 m. Teren je gladek, ni skalovit, z naklonom približno 10°, matična kamnina je apnenec. Tla so plitva do srednje globoka pokarbovatna z vložki globokih pokarbovatnih rjavih tal in zelo plitvih do plitvih rjavih rendzin na apnencu. Tla na zemljišču semenske plantaže imajo dobro strukturo, so ilovnatna, tu in tam skeletna, z ugodnim sprsteninastim humusom, odcedna in biološko aktivna. Med osnova-

Preglednica 1: Oznake poldružin znotraj posameznih provenienc; v oklepaju je število sadik v poldružini**Table 1:** Markings of subgroups within its respected provenance. In the parentheses is the number of seedlings in a half-sib family

Provenienca Provenance	Oznaka poldružin Half-sib family mark
Bela Zemlja	1A1 (29), 1A3 (50), 1A4 (11)
	1B2 (56), 1B4 (15), 1B5 (29)
	1C1 (33), 1C2 (48), 1C3 (72), 1C4 (46), 1C5 (38)
	1F1 (36), 1F3 (38), 1F4 (48), 1F9 (18), 1F10 (9)
	1G3 (20)
Popova Luka	2A2 (36)
	2C5 (47)
	2F1 (11)
	2G1 (47)
Šargan	3A1 (11), 3A3 (16)
	3B1 (12)
	3C3 (84)

njem nasada so bila ob pomanjkanju fosforja tla bogata z rastlinam dostopnim kalijem, magnezijem in kalcijem (Kalan, 1988). Povprečna letna količina padavin je približno 1580 mm, v zadnjih 20 letih se količina padavin zmanjšuje. Povprečna letna temperatura zraka pa se z vedno višjim številom toplih in vročih dni poleti ter nižjim številom hladnih pozimi zvišuje. Izmerjena temperaturna ekstrema na tem območju znašata -30,5 °C in +35,9 °C, najnižja temperatura pa se lahko vse mesece spusti do ali pod 0 °C (Nadbath, 2007). Rastišče, na katerem je nasad osnovan, spada v združbo *Omphalodo - Fagetum typicum*. Objekt na zgornji in spodnji strani meji s travnato površino, levo in desno pa ga obdajajo debeljaki navadne ameriške duglazije in navadne bukve.

2.2 Fenotipske skupine in provenience dreves v nasadu

2.2 Phenotype and provenance groups in the plantation

Za osnivanje generativne semenske plantaže Počilvalnik pri Postojni so uporabili sadike vzgojne oblike 2+4, ki so jih vzgojili v drevesnici pri Požegi (Isajev in Džomić, 1988). Seditveni material družin polorodnikov izvira iz treh semenskih nasadov (provenienc) iz Srbije, in sicer:

- Bela Zemlja (pri Užicah); rastišče *Quercetum frainetto - cerris* s. l.; 680 m n. v.,
- Popova Luka (pri Kremni); rastišče *Salicetum fragilis* s. l.; 750 m n. v.,
- Šargan; rastišče *Pinetum nigrae - sylvestris* s. l.; 890 m n. v.

Posajene sadike spadajo v pet različnih fenotipskih skupin (fenotipske skupine so povzete po Isajev in sod., 2013), in sicer: A ('borealis'), B ('semidichotomy'), C ('serbica'), F ('argentea') in G ('viminalis').

Morfološke lastnosti fenotipskih skupin so naslednje:

- A ('borealis') ima široko krošnjo in razvejenost, podobno navadni smreki,
- B ('semidichotomy') ima spontano izraženo dvovrhatost brez očitnih biotskih in abiotskih vzrokov,
- C ('serbica') ima značilno vitko krošnjo,
- F ('argentea') ima iglice eno- in dvoletnih poganjkov usmerjene navzgor, kar daje krošnji srebrnkast videz, in
- G ('viminalis') ima viseče enoletne in dvoletne poganjke v dolžinah od 30 do 50 cm.

2.3 Razčlenitev in označevanje nasada

2.3 Division and markings of the plantation

Iz provenience Bela Zemlja izhaja 17 poldružin iz 5 različnih fenotipov (A, B, C, F, G), zajetih v 646 sadih. Iz Popove Luke izhaja 145 sadik, 4 poldružine iz 4 različnih fenotipov (A, C, F, G), iz Šargana pa 125 sadik, 4 poldružine iz treh različnih fenotipov (A, B, C) (Isajev in Džomić, 1988). Na objektu je bilo torej posajenih 916 sadik iz 25 poldružin (preglednica 1). Podkrajsek-Ržen in sod. (2007) navajajo, da je bilo nekaj dreves pozneje tudi dosajenih. Ker ta drevesa niso označena v načrtu saditve, tudi niso bila upoštevana v izračunih.

2.4 Meritve in ocenjevanje vitalnosti na terenu

2.4 Field measurements and vitality assessment

Meritve smo opravljali v paru, v katerem sta sodelovala merilec, ki je z gozdarsko premerko meril

Preglednica 2: Vitalnost dreves glede na provenienco**Table 2:** Tree vitality according to provenance

	Število dreves po kategorijah vitalnosti Number of trees by vitality categories										Skupaj Total	
	Zelo vitalno Good vitality		Normalno vitalno Normal vitality		Slabo vitalno Poor vitality		Suho in/ali polomljeno Dry and/or broken		Manjkajoče Missing			
Provenienca Provenance	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Bela Zemlja	0	0,0	90	15,1	73	12,2	231	38,8	202	33,9	596	100
Popova Luka	0	0,0	7	5,0	14	9,9	93	66,0	27	19,1	141	100
Šargan	1	0,8	80	65,0	32	26,0	1	0,8	9	7,3	123	100
Skupaj / Total	1	0,1	177	20,6	119	13,8	325	37,8	238	27,7	860	100

prsne premere dreves, in zapisnikar, ki je izmerjeno zapisoval. Delo je potekalo sistematično, od zahodnega roba nasada po vrstah proti vzhodnemu. V pomoč so nam bili originalni načrti zasaditve (Isajev in Džomić, 1988), saj smo se po njih orientirali in tudi izdelali popisne liste.

Vitalnosti osebkov smo ocenjevali hkrati z merjenjem premerov, in sicer po naslednjih kategorijah:

- zelo vitalno (1) (krošnja temno zelena, brez osutosti, ni polomljena, deblo nepoškodovano),
- normalno vitalno (2) (zelena, razmeroma gosta krošnja, z manjšimi poškodbami, bodisi na sami krošnji ali na deblu, zaznati je rahlo smoljenje),
- slabo vitalno (3) (krošnja svetlejša zelena, močno smoljenje, vidni znaki napada podlubnikov, močnejša osutost krošnje, druge mehanske poškodbe, zaradi katerih je drevo močno oslabilo, a je še vedno živo),
- mrtvo (4) (suha in/ali polomljena, izravana drevesa),
- manjkajoče (ni drevesa, ki je bilo zabeleženo med prejšnjimi popisi; izkopana in posekana drevesa).

Povprečne letne debelinske prirastke smo izračunali za obdobje od pomladi 2007 (leto prve meritve) do jeseni 2016, ko smo ga premerili mi. Obdobje obsega 10 rastnih dob.

2.5 Statistična analiza

2.5 Statistical analysis

Pri statističnih analizah smo poleg osnovnih deskriptivnih kazalnikov, kot so deleži, aritmetične sredine in mediane, standardni odkloni in koeficienti variacije, uporabili tudi dvofaktorsko analizo variance, s katero smo testirali učinek proveniencie in fenotipa na prsni premer dreves. V model smo vključili le glavna učinka obeh faktorjev: $Y = P + F + \varepsilon$. Kot metodo posteriorne analize smo izbrali Tukeyevo 'resnično značilno razliko' (ang. Tukey's honestly significant difference). Učinek proveniencie in fenotipa na vitalnost dreves

smo testirali s Kruskal-Wallisovim testom. Vse analize so bile narejene s pomočjo programske opreme IBM SPSS Statistics 25.

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Vitalnost dreves v nasadu glede na provenienco

3.1 Tree vitality according to provenance

V času meritev na terenu (november, 2016) je bila v nasadu le še dobra petina zadovoljivo vitalnih dreves. Pri drevesih iz Bele Zemlje je bilo največ suhih in polomljenih dreves (39 %), zgolj nekoliko manj pa je bilo manjkajočih. Od manjšine še živih dreves proveniencie Bela Zemlja je bilo približno 15 % dreves normalno vitalnih, dobrih 12 % pa slabše vitalnih. Kot slabše vitalna so se pokazala tudi drevesa Popove Luke. Med njimi je bilo kar 66 % suhih in skoraj 20 % manjkajočih. Od 15 % še živih dreves je bila samo ena tretjina normalno vitalnih, druga smo klasificirali kot slabo vitalne. Daleč najbolj vitalna so bila drevesa iz Šargana. Živih oziroma vsaj slabo vitalnih ali boljših je bilo več kot 90 %, od teh pa kar 65 % normalno vitalnih in celo 1 % zelo vitalnih (preglednica 2).

3.2 Vitalnost dreves v nasadu glede na fenotip

3.2 Tree vitality according to phenotype

Od posameznih fenotipov je bil najvitalnejši fenotip F ('argentea'), pri katerem je bilo skoraj 30 % osebkov dobro vitalnih, približno tretjina pa slabo vitalnih, torej je bilo skoraj dve tretjini dreves živih - to je približno dvakrat več v primerjavi z drugim najvitalnejšim fenotipom C (ozkokrošnjata 'serbica'). Najmanj vitalni so bili osebki fenotipa G ('viminalis' z visečimi poganki), ki ima med vsemi fenotipi tudi največji delež suhih in polomljenih osebkov (preglednica 3).

S Kruskal-Wallisovim testom smo ugotovili, da učinek proveniencie značilno vpliva na zdravstveno stanje dreves, $H_{(2)} = 186,86$, $p < 0,001$. Najboljšo vitalnost

Preglednica 3: Vitalnost dreves po fenotipih

Table 3: Tree vitality according to phenotype

Fenotip Phenotype	Število dreves po kategorijah vitalnosti Number of trees by vitality categories										Skupaj Total	
	Zelo vitalno Good vitality		Normalno vitalno Normal vitality		Slabo vitalno Poor vitality		Suho in/ali polo- mljeno Dry and/or broken		Manjkajoče Missing		N	%
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
A	0	0,0	29	19,0	16	10,5	65	42,5	43	28,1	153	100
B	0	0,0	18	16,1	4	3,6	31	27,7	59	52,7	112	100
C	1	0,3	73	22,7	39	12,1	124	38,6	84	26,2	321	100
F	0	0,0	46	28,8	54	33,8	26	16,3	34	21,3	160	100
G	0	0,0	11	9,6	6	5,3	79	69,3	18	15,8	114	100
Skupaj / Total	1	0,1	177	20,6	119	13,8	325	37,8	238	27,7	860	100

kaže provenienca Šargan (Md = 2), veliko slabšega zdravja pa sta provenienci Bela Zemlja in Popova Luka (pri obeh je mediana Md = 4). Na zdravstveno stanje dreves ima statistično značilen vpliv tudi fenotip $H_{(4)} = 48,60$, $p < 0,001$. Kot najboljši se je izkazal fenotip 'argentea' (Md = 3), medtem ko leži mediana pri preostalih štirih fenotipih ('borealis', 'semidichotomy', 'serbica' in 'viminalis') nekoliko višje (Md = 4).

3.3 Pregled debelinskega priraščanja

3.3 Diameter increment overview

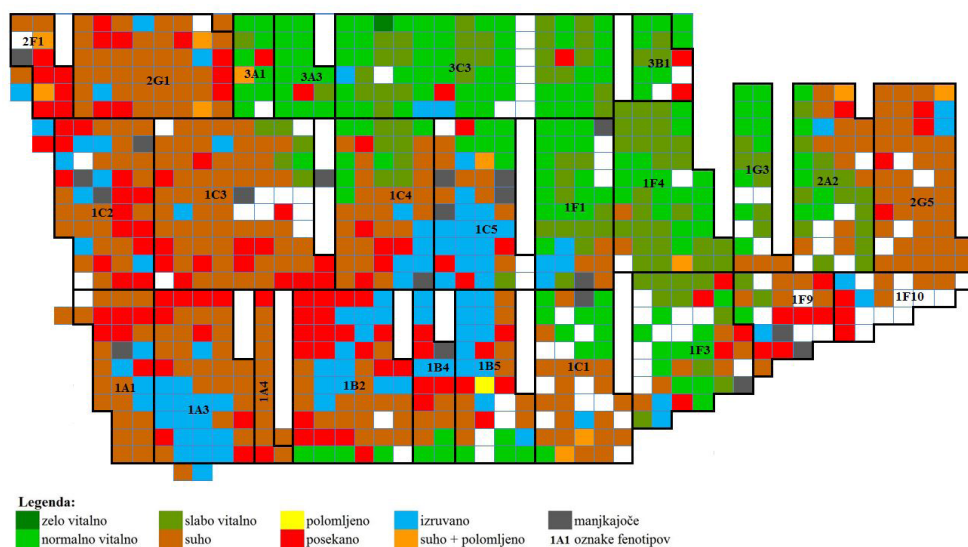
Za posamezne proveniencije smo izračunali povprečne premere debel na višini 1,3 m in koeficiente variacije. Največji povprečni premer imajo drevesa iz Šargana (17,4 cm), medtem ko je najmanjši v populaciji Popova Luka (17,1 cm). Najvišji koeficient variacije (17,6 %) smo izračunali prav za Popovo Luko (preglednica 4).

Pri fenotipskih skupinah smo največji povprečni premer (18,1 cm) izmerili pri fenotipu B ('semidicho-

tomy'), najmanjšega pa pri fenotipu C ('serbica') (16,9 cm). Najmanj variabilen glede premera je fenotip A ('borealis'), njegov koeficient variacije znaša 15 % (preglednica 4).

Drevesa proveniencije Šargan torej priraščajo najintenzivneje, prsni premer se jim v povprečju letno poveča za 0,46 cm, enak prirastek pa smo zabeležili tudi za fenotip B (preglednica 4). Koeficienti variacije se v večini primerov manjšajo, saj se z debelinskim priraščanjem manjša tudi relativna razlika med premeri.

Z dvofaktorsko analizo variance, s katero smo preučevali glavne učinke, nam ni uspelo potrditi vpliva proveniencije na premer dreves ($F = 1,099$, $p > 0,05$), značilni vpliv na premer drevesa ima njegov fenotip ($F = 2,823$, $p < 0,05$) (preglednica 5). Posteriorna analiza (Tukeyev test) je pokazala, da se značilno razlikujeta fenotip B ('semidichotomy'), za katerega sta značilna spontana dvovrhatost in fenotip C ('serbica'), ki ga odlikuje habitus omorike z ozko krošnjo. Prvi ima med petimi obravnavanimi fenotipi v povprečju največji pr-



Slika 2: Tlorisni shematski prikaz stanja celotnega nasada v času merjenja

Fig. 2: A bird's-eye view representation of the plantation's state when our measurements were conducted

Preglednica 4: Povprečni premeri, letni debelinski prirastki in koeficienti variacije po proveniencah in fenotipih

Provenienca <i>Provenance</i>	Povprečni premer (cm) <i>Average diameter (cm)</i>	KV (%) <i>CV (%)</i>	Povprečni letni debelinski prirastek 2007–2016 (cm) <i>Average annual diameter increment 2007–2016 (cm)</i>	KV (%) <i>CV (%)</i>
Bela Zemlja	17,3	15,7	0,40	40,6
Popova Luka	17,1	17,6	0,40	46,9
Šargan	17,4	16,5	0,46	40,8
Fenotip / Phenotype				
A	17,4	15,0	0,40	38,0
B	18,1	15,6	0,46	40,9
C	16,9	16,5	0,41	45,1
F	17,4	17,0	0,39	35,4
G	17,6	15,2	0,42	47,6
Skupaj / Total	17,3	16,2	0,41	42,2

Table 4: Average diameter, annual diameter increment and coefficient of variation according provenance and phenotype

sni premer (18,13 cm), 'serbica' pa najmanjšega (16,93 cm).

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

4 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Že vizualna ocena nasada kaže, da bi lahko obstajala povezava med provenienco in odpornostjo dreves, saj so bile meje med normalno vitalnimi in posušenimi osebki v nasadu ostre. S tem ko smo narisali shemo nasada, smo dobili boljši pregled nad njegovim stanjem. Od 916 sadik, posajenih ob osnovanju nasada, jih je bilo za naše analize primernih 860. V času meritve (november, 2016) je bilo živih 32 % oz. 297 dreves.

Če med seboj primerjamo preučevane provenienice, lahko opazimo bistvene razlike tako v fiziološki kot mehanski odpornosti. Drevesa iz Šargana so se od treh preučevanih provenienc izkazala za najodpornjša, medtem ko tista iz Popove Luke nakazujejo slabšo odpornost proti snego- in žledolomu, saj je bilo iz te populacije največ izruvanih in posekanih dreves. Tudi splošno zdravstveno stanje Popove Luke je slabo, kar kaže velik delež suhih dreves, s tem pa se kaže tudi njihova morebitna slaba prilagojenost okolju in posledično večja izpostavljenost napadom podlubnikov.

Neprimerno boljše zdravstveno stanje dreves je moč opaziti pri provenienci Šargan. V času meritev je bilo dobrih 90 % osebkov vitalnih, delež le-teh je več kot trikrat večji od Bele Zemlje, ki je glede na popis sta-

nja sestoj druga najbolj vitalna populacija v nasadu. Iz opažanj lahko sklepamo, da so osebki te provenienc najbolj prilagojeni razmeram na preučevani lokaciji. Opažene razlike v zdravstvenem stanju med posameznimi proveniencami bi bile lahko posledica genetsko povzročenih razlik, saj se je omorika izkazala za vrsto, za katero je značilna velika med- in majhna znotraj-populacijska variabilnost (Ballian in sod., 2006; Aleksić in Geburek, 2009).

Vitalnost dreves je odvisna tudi od fenotipa. Za najvitalnejšega se je izkazal fenotip F, medtem ko je najmanj vitalen fenotip G. Fenotip B stopa v ospredje z največjim deležem posekanih in izruvanih dreves, kar bi lahko nakazovalo na njegovo večjo občutljivost za motnje iz okolja kot npr. na močan veter in sneg.

Med popisom dreves smo ponekod, kjer naj bi rastlo drevo, opazili vdolbino na površini, kar je nakazovalo na nezakonit izkop dreves. Takih primerov je sicer malo, pa vendar sestavljajo nezanemarljiv delež manjkajočih dreves (2 %, vseh manjkajočih 27,7 %). V največjem obsegu so se tatvine dogajale znotraj fenotipov F in C. Smiselno je predvidevati, da je to posledica dejstva, da sta oba fenotipa zaradi svojih estetskih lastnosti med bolj zaželenimi; pri fenotipu F je krošnja srebrnkasta, fenotip C pa ima značilno ozko in vretenasto krošnjo. Na ta problem so opozorili tudi Podkrajšek-Ržen in sod. (2007) ter Bambič (2017).

Večji del nasada je sedaj posekan. Preostanek dre-

Preglednica 5: F - vrednosti dvofaktorske analize variance

Vir variacije / <i>Source of variation</i>	F	Sig.
Provenienca / <i>Provenance</i>	1,099	0,334
Fenotip / <i>Phenotype</i>	2,823	0,024

Table 5: F- ratios of the Two-way ANOVA



Slika 3: Stanje nasada leta 2015, po žledolomu (Atlas okolja, 2020)

Fig. 3: The state of the plantation in 2015 after the ice storm (Atlas okolja, 2020)

ves v nasadu, vidnih na sliki 4, v večji meri spada v provenienco Šargan. Jurc (2019, ustni vir) meni, da je malo verjetno, da se v tako majhnem nasadu podlubniki ob napadu ne bi razširili tudi na provenienco Šargan v zgornjem delu nasada, če bi drevesa te proveniencie izražala enak nivo (ne)odpornosti, kakršnega so drevesa iz Popove Luke in Bele Zemlje.

S pomočjo faktorske analize variance smo ugotovili, da proveniencie nimajo značilnega vpliva na debelinski prirastek dreves. Potrdili smo značilen vpliv fenotipa na omenjeni parameter. Ima pa provenienca značilen vpliv na zdravstveno stanje dreves, saj smo ugotovili, da daleč najboljšo vitalnost kaže drevje iz Šargana, drugi dve provenienci pa bistveno slabšo. Poleg proveniencie pa na vitalnost statistično značilno vpliva tudi fenotip, in sicer se je za najvitalnejšega pokazal fenotip F ('argentea').

Med posledicami ujm prejšnjega desetletja so tudi vse pogostejša razmišljanja o vlogi navadne smreke (*Picea abies*) v slovenskih gozdovih in o tem, kako bi jo v njej neustreznih okoljih deloma nadomestiti z drugimi, domačimi in delno morda tudi tujerodnimi vrstami. Brus (2016) navaja, da se delež navadne smreke v lesni zalogi zmanjšuje, in meni, da bi jo bilo smiselno tam, kjer razmere postajajo neoptimalne zanjo, iz nosilne vrste spremeniti v spremljevalno. Potencialni kandidat

za zapolnitev dela nastale vrzeli bi lahko bila omorika ustrezne proveniencie (Šargan). Glede na to menimo, da bi jo bilo smiselno poskusno vnašati v niže ležeče gozdove dinarskega sveta (pod 700 m n. v.), za začetek vsaj kot manjšinsko vrsto, do 10 % lesne zaloge. Znotraj proveniencie Šargan med fenotipi ni bilo dovolj značilnih razlik, da bi na njihovi osnovi lahko oblikovali priporočilo o najprimernejšem fenotipu.

Po drugi strani pa omoriko velikokrat omenjajo kot vrsto, primerno za urbano okolje, saj dobro prenaša onesnažen zrak in tudi sneg. Višinski prirastek dreves te vrste, ki rastejo na zelenih območjih v mestih, naj bi bil večji od tistih, ki rastejo v naravnih populacijah ali nasadih. Ugotovljeno prilagodljivost omorike imajo za še posebej pomembno za širše in intenzivnejše gojenje te vrste v prihodnje (Král, 2002; Isajev in sod., 2015). V nasadih v Estoniji se je izkazala kot hitrorastoča in odporna proti mrazu ter z dragocenim lesom primerna za nadaljnje gojenje. Dobro se je obnesla tudi v nasadih južne Finske (Sander in Meikar, 2009). Dell'Oro in sod. (2020) navajajo, da so najboljšo odpornost ter rast pokazala drevesa omorike v višjih legah ter okolju z več padavinami in manjšo pojavnostjo suš. Te razmere so precej podobne razmeram na območju, v katerem bi omoriko lahko preizkušali tudi pri nas.



Slika 4: Stanje nasada leta 2019, po sanitarni sečnji zaradi podlubnikov (Atlas okolja, 2020)

Fig. 4: The state of the plantation in 2019 after sanitary felling due to a bark beetle outbreak (Atlas okolja, 2020)

Velika ovira pri vnašanju omorike in tujerodnih vrst nasploh pri nas sta sonaravno usmerjeni Zakon o gozdovih (1993), ki s 36. členom veli, da je treba ohranjati ali v primeru gozdov s spremenjeno sestavo življenjskih združb ponovno vzpostaviti njihovo naravno sestavo, in Pravilnik o varstvu gozdov (2009), katerega 4. člen navaja, da je tujerodne vrste, ki bi lahko ogrozile naravno sestavo drevesnih vrst, treba odstraniti. Omorika pri nas doslej ni imela dokumentiranih negativnih vplivov na rastišče. Poudariti je treba, da samo vnašanje tujerodnih drevesnih vrst ni prepovedano, je pa prepovedano vnašanje le-teh v območje Natura 2000. To je med drugim zapisano v 7. členu Uredbe o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (2004).

Natura 2000 pokriva dobrih 37 % površine Slovenije in vključuje skoraj vse gozdove dinarskega sveta in s tem tudi velik del gozdov, ki so potrebni obnove. Brus (2016) za primer ameriške duglazije navaja, da Uredba o posebnih varstvenih območjih prepoveduje vnos vrste, ki pa je bila na območje uspešno vnesena že pred več kot stoletjem in danes dobro uspeva in se celo naravno pomlajuje. Osnovno sporočilo tega bi lahko veljalo tudi za omoriko, saj je bila v preučevani nasad vnesena pred 30 leti, ena izmed vnesenih provenienc pa lepo uspeva. Pri obravnavi omorike kot tujerodne vrste morda ni odveč niti razmislek o tem, da v času osnovanja nasada pri Postojni omorika tam sploh ni bila tujerodna vrsta, saj je bila posajena še v času sku-

pne države, njena naravna nahajališča pa so v precej podobnih ekoloških razmerah in od Postojne oddaljena vsega 450 km zračne razdalje.

V primeru poskusnega vnašanja omorike v dinarske gozdove na širšem območju Postojne bi bilo smiselno poskusiti z GRM provenienc Šargan, ki izvira iz originalnega semenskega nasada na 890 m n. v. in je s tem tudi najvišje ležeča testna provenienca. Zanj smo poleg tega, da vsebuje največji delež vitalnih dreves, ugotovili tudi, da drevesa v povprečju najintenzivneje priraščajo, vendar tega, pri stopnji tveganja $\alpha = 0,05$, statistično nismo mogli potrditi. Rezultati naše raziskave nakazujejo, da bi bilo najbolje uporabiti GRM s fenotipom C ('serbica') ali F ('argentea'), ki sta se, na nivoju celotnega nasada, izkazala kot najvitalnejša, to pa je pomembna osnova za nadaljnje gospodarjenje. Kljub temu da v tem okolju najbolje prirašča, fenotip B zaradi spontanega pojava dvovrhatosti gospodarsko ni najbolj zanimiv.

5 SUMMARY

5 POVZETEK

Under changing climate conditions, the resilience of forests, the demands of owners and the market, and the species composition of our future forests will become increasingly important. It is obvious that the proportion of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Slovenian forests will decrease in the future; therefore, the question arises as to which species could compensate for its loss in unsuitable habitats. Non-native tree

species have thus far been used infrequently in our forests due to the close-to-nature orientation of forest management and some restrictions on their use. However, some species have performed well in the past, an example being Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), which has proven to be much less susceptible to ice storms, drought and bark beetles than Norway spruce.

Among the non-native conifers that could partially replace Norway spruce is Serbian spruce (*Picea omorika* (Pančić) Purk.), a species endemic to the Balkans and naturally distributed in a limited area along the border between Serbia and Bosnia and Herzegovina. In recent decades, even more than in forestry, it has become widely known and popular in horticulture because of its slender, columnar crown.

Several different phenotypes have developed within the Serbian spruce species (at least seven have been described), which differ most in shape, size and colour of the crown. In the past, research on phenotypes has focused primarily on their ornamental potential, and no studies have investigated possible differences in their adaptability, vitality and growth performance. The aim of our research was to determine whether there are differences in adaptive potential, vitality and growth performance between the Serbian spruce phenotypes described and their different provenances. Furthermore, we wanted to examine whether, based on the results, recommendations for the use of forest reproductive material (FRM) of Serbian spruce in this area could be given.

The study was carried out in a 29-year-old Serbian spruce generative seed plantation at Počivalnik near Postojna, which was established with 2+4 seedlings of 5 different phenotypes from 3 different provenances. The trees were planted in 1988 and are currently classified as a pole stand. The plantation was hit by a severe ice storm in 2014, followed by a bark beetle infestation in 2015–2016. We measured the diameters of the trees and systematically evaluated the vitality of each tree throughout the plantation. In the statistical analyses, we used both basic descriptive indicators and a two-factor analysis of variance to test the effect of provenance and phenotype on the breast height diameter of the trees. Only the main effects of both factors were included in the model: $Y = P + F + \epsilon$. Tukey's post-hoc test was used as the method of posterior analysis. The Kruskal-Wallis test was used to test the effect of provenance and phenotype on the vitality of the trees. All analyses were performed with IBM SPSS Statistics 25 software.

The results showed a statistically significant effect

of provenance on tree vitality (the Šargan provenance was by far the most vital) and the effect of phenotype on vitality (the 'argentea' type proved to be the most vital). The Šargan trees also had the highest average diameter (DBH = 17.4 cm). The results confirmed no significant effect of provenance on DBH, but there was a statistically significant difference between two phenotypes - B ('semidichotomy') and F ('argentea'). The former had an average DBH of 18.13 cm and the latter 16.93 cm.

In the event of the further experimental introduction of Serbian spruce into the forests of the wider Postojna area, it would be useful to try the FRM from the Šargan provenance, which comes from an original seed plantation at 890 m above sea level and is also the highest test provenance with respect to altitude. Apart from the fact that it contains the highest proportion of vital trees, we also found that the trees of this provenance grow most intensively on average. However, this was not statistically confirmed. In conclusion, the results of our research suggest that it would make sense to use FRM from the Šargan provenance and of phenotype C ('serbica') or F ('argentea'), which were found to have the best overall health condition in the plantation.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENTS

Zahvaljujemo se prijatelju avtorja Gašperju Šolaji za pomoč pri premerbi nasada in g. Dejanu Stamenkoviću, revirnemu gozdarju iz Zavoda za Gozdove Slovenije (Krajevna enota Postojna) za podatke o spremnjanju stanja nasada v zadnjem desetletju. Članek je nastal v okviru raziskovalnega projekta CRP V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost republike Slovenije (ARRS).

7 LITERATURA

7 REFERENCES

- Aleksić J.M., Geburek T. 2009. Mitochondrial DNA reveals complex genetic structuring in a stenoendemic conifer *Picea omorika* ((Panč.) Purk.) caused by its long persistence within the refugial Balkan region. *Plant Systematics and Evolution*, 285: 1–11.
- Aleksić J.M., Ballian D., Isajev D., Mataruga M., Christian T., Gardner M. 2017. *Picea omorika*, Serbian spruce. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T30310A84039544. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T30313A84039544.en> (22. 10. 2019).
- Atlas okolja. 2020. Ljubljana, Agencija RS za okolje.

- http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (31. 3. 2020).
- Ballian D., Longauer R., Mikić T., Paule L., Kajba D., Gömöry D. 2006. Genetic structure of a rare European conifer, Serbian spruce (*Picea omorika* (Panč.) Purk.). *Plant Systematics and Evolution*, 260, 1: 53–63.
- Ballian D., Ravazzi V., Caudullo G. 2016. *Picea omorika* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. (European Atlas of Forest Tree Species). Luxembourg, Publication office of the European Union: 117 str.
- Bambič S. 2017. Uspevanje omorike (*Picea omorika* (Pančič) Purkyne) v nasadu pri Postojni: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 33 str.
- Brus R. 2011. Dendrologija za gozdarje. 3. natis. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 408 str.
- Brus R. 2012. Drevesne vrste na Slovenskem. 2., dopolnjena izd. Ljubljana, samozaložba: 406 str.
- Brus R. 2016. Naši gozdovi po žledu. *Proteus*, 79, 3–4: 103–114.
- Brus R. 2020. Stanje nasada omorike na Rdečem Bregu na Pohorju. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (ustni vir, april 2020).
- Čokl M. 1965. Rast tujih iglavcev v Sloveniji (zelena duglazija, zeleni bor, pacipresa, sitka). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije: 226 str.
- Da Ronch F., Caudullo G., de Rigo D. 2016. *Pseudotsuga menziesii* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. (European Atlas of Forest Tree Species). Luxembourg, Publication office of the European Union: 146–147.
- Dell'Oro M., Mataruga M., Sass-Klaassen U., Fonti P. 2020. Climate change threatens on endangered relict Serbian spruce. *Dendrochronologia*, 59: 1–8.
- Eilmann B., Vries S.M.G., Ouden J., Mohren G.M.J., Sauren P., Sass-Klaassen U. 2013. Origin matters! Difference in drought tolerance and productivity of coastal Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)) provenances. *Forest Ecology and Management*, 302: 133–143.
- Erker R., Puhek V. 1976. Eksote gozdnega drevja v Sloveniji. Sitka (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 29 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Postojna: 2011–2020. 2012. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije: 286 str.
- Greč Z., Kolšek M. 2016. Naravne ujme vse bolj krojijo gospodarjenje z gozdovi. *Gozdarski vestnik*, 74, 4: 185–202.
- Isajev V., Džomić B. 1988. GG Postojna - Lokalitet Počivalnik: Generativna semenska plantaža omorike: izvodjački projekat. Beograd, Šumarski fakultet: 24 str.
- Isajev V., Lavadinović V., Lučić A., Rakonjac L. 2013. Serbian spruce (*Picea omorika* (Panč.) Purkyne) variability in the artificial populations in Serbia. *Ekologia*, 32, 3: 277–282.
- Isajev V., Lavadinović V., Popović V., Lučić A. 2015. Selection and breeding of Serbian spruce (*Picea omorika* (Panč.) Purkyne) for urban areas in Serbia. *Belgrade, Institute for forestry*: 306–311.
- Ivetić V., Aleksić J.M. 2016. Response of rare and endangered species *Picea omorika* to climate change - the need for speed. *Reforesta*, 2: 81–99.
- Jactel H., Brockerhoff E., Duelli P. 2005. A test of the biodiversity-stability theory: meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. *Ecological Studies*, 176: 235–262.
- Jakša J. 2007a. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 65, 3: 161–176.
- Jakša J. 2007b. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 65, 4: 177–192.
- Jakša J. 2007c. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 65, 10: 241–256.
- Jurc M. 2019. Širjenje podlubnikov v nasadu omorike Počivalnik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (ustni vir, februar 2019).
- Kalan J. 1988. Pedološke razmere na zemljišču semenske plantaže omorike na Počivalniku pri Uncu (5. gozdnogospodarsko območje Postojna): ekspertiza. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo SRS: 2 str.
- Král D. 2002. Assessing the growth of *Picea omorika* (Panč.) Purkyne in the Masaryk forest training forest enterprise at Křtiny. *Journal of Forest Science*, 48, 9: 388–398.
- Mikuletič V., Urbas J., Debevc R., Penca J., Beltram V. 1962. Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana* Parl.) - hitro rastoči iglavec. *Gozdarski vestnik*, 20: 217–230.
- Milovanović J., Sijačić-Nikolić M. 2010. Characterization of Serbian spruce variability applying isoenzyme markers. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24, 1: 1600–1605.
- Nadbath M. 2007. Meteorološka postaja Postojna. Mesečni bilten.
- Nasri N., Bojović S., Vendramin G.G., Fady B. 2008. Population genetic structure of the relict Serbian spruce, *Picea omorika*, inferred from plastid DNK. *Plant Systematics and Evolution*, 271: 1–7.
- Ogrin D. 2007. Severe storms and their effects in sub-Mediterranean Slovenia from the 14th to the mid-19th century. *Acta geographica Slovenica*, 47, 1: 7–24.
- Ogris N., Jurc M. 2010. Sanitary felling of Norway spruce due to spruce bark beetles in Slovenia: a model and projections for various climate change scenarios. *Ecological Modelling*, 221, 2: 290–302.
- Oražem D. 2017. Sanacija gozdov po katastrofah in Zavod za gozdove Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 75, 4: 179–184.
- Podkrajšek-Ržen K., Rajšter M., Strniša T., Turk P. 2007. Raziskovanje fenotipskih znakov omorike na objektu Počivalnik: maturitetna naloga. (Srednja gozdarska in lesarska šola Postojna). Postojna, samozaložba: 26 str.
- Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2018. 2019. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 135 str.
- Pravilnik o varstvu gozdov. 2009. Ur. l. RS, št. 114/2009, 31/2016.
- Rozman A., Diaci J., Krese A., Fidej G., Roženberger D. 2015. Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing. *Forest Ecology and Management*, 353: 196–207.
- Sander H., Meikar T. 2009. Exotic coniferous trees in Estonian forestry after 1918. *Forst und Jagdzeitung*, 180: 158–169.
- Smolnikar P. 2018. Navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v mednarodnem provenienčnem poskusu v Brkinih: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 67 str.
- Schelhaas M.J., Nabuurs G.J., Schuck A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, 9: 1620–1633.
- Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). 2018. Ur. l. RS št. 47/2018.
- Westergren M., Božič G., Kraigher H. 2017. Trendi v gozdnem semenarstvu in drevesničarstvu v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 75, 4: 184–191.
- Zakon o gozdovih. 1993. Ur. l. RS, št. 30/1993, 56/1999.