

Gozdarski vestnik

Letnik 79, številka 1

Ljubljana, februar 2021

ISSN 0017-2723

Preverjanje uporabnosti
modela SiWaWa za
simuliranje razvoja
čistih bukovih in
smrekovih enomernih
sestojev v Sloveniji

Spremljanje
koncentracije
askospor glive
Eutypella parasitica

Prostorska analiza
naravnih plezališč
v Sloveniji

Sredica:
Makroskopske
in mikroskopske
značilnosti lesa



ZVEZA
GOZDARSKIH
DRUŠTEV
SLOVENIJE



UVODNIK	002	Mitja SKUDNIK, Polona HAFNER Gozdnogojitveni ukrepi in njihov vpliv na kvaliteto lesa
ZNANSTVENI ČLANEK	003	Matija KLOPČIČ Preverjanje uporabnosti modela SiWaWa za simuliranje razvoja čistih bukovih in smrekovih enomernih sestojev v Sloveniji <i>The Applicability of the SiWaWa Stand Model for Simulating Stand Development of Pure Beech and Spruce Even-Aged Forest Stands in Slovenia</i>
STROKOVNI ČLANEK	021	Tine HAUPTMAN Spremljanje koncentracije askospor glive <i>Eutypella parasitica</i> <i>Monitoring the Concentration of Eutypella parasitica Ascospores</i>
ZNANSTVENI ČLANEK	028	Karin RUTAR, Milan KOBAL Prostorska analiza naravnih plezališč v Sloveniji <i>Spatial Analysis of Natural Climbing Crags in Slovenia</i>
IZ TUJIH TISKOV	038	Začetni odzivi pritalne gozdne vegetacije na različno intenziteto gospodarjenja v ilirskih bukovih gozdovih
	039	Vpliv pomladitvenih vrzeli na mikrorastiščne razmere v alpskem visokogorskem gozdu: ali mladice navadne smreke bolje prenašajo sušo kot mladice bukve?
GOZDARSTVO V ČASU IN PROSTORU	040	Aleksander MARINŠEK Recenzija knjige Zelišča, polgrmi in vzpenjavke v gozdovih Slovenije
	042	Miha HUMAR Izboljšanje kakovosti slovenske gozdno-lesne verige
	043	Tina DROLČ BFestival
	044	Tina DROLČ Zaslужni profesor dr. dr. h.c. Nikolaj Torelli
	045	Franč PERKO In memoriam: Dr. Živko Košir (1927-2020)
MIKROSKOPSKE IN MAKROSKOPSKE ZNAČILNOSTI LESA		Jožica GRIČAR, Peter PRISLAN Navadna smreka (<i>Picea abies</i> L.)

Gozdnogojitveni ukrepi in njihov vpliv na kvaliteto lesa

V februarju je na Koroškem, natančneje v Pamečah pri Slovenj Gradcu, potekala že 15. tradicionalna licitacija vrednejšega lesa. Kljub oviram zaradi epidemije je ponudbe za odkup lesa oddalo kar 46 kupcev iz Slovenije in tujine. Skupna vrednost prodanega lesa je dosegla okoli 1,2 milijona evrov in najvišje cene je tudi letos dosegel gorski javor rebraš, ki ga bodo odpeljali na Portugalsko. Njegov furnir je zelo cenjen za opremo prestižnih prostorov ter izdelavo pohištva in glasbil. Tudi v tem letu so bili glede količine odkupljenega lesa v ospredju kupci s Kitajske, saj so preko posrednikov kupili kar 600 m³ hlodovine hrasta, javorja, jesena in tudi buke. Na nastanek lesa visoke kvalitete in vrednosti vplivajo številni dejavniki, eden od pomembnejših je prav gotovo proces uspešnega sodelovanja lastnika gozda in gozdarske stroke ter njunih pravih odločitev. Gozdar in lastnik z ustreznim načrtovanjem ukrepov v gozdu usmerjata rast izbranih dreves v sortimente visoke vrednosti. Hkrati pa je ključnega pomena tudi, da se taka drevesa prepoznajo in njihove hlode usmerita na tovrstno licitacijo.

Ena od značilnosti gospodarjenja z gozdom so dolgi proizvodni cikli, ki se ob upoštevanju načela sonaravnosti še podaljšajo. Dandanes zasnovan gozd bo v času svoje rasti podvržen številnim izzivom, ki jih prinašajo tujerodni organizmi, podnebne spremembe in nenazadnje tudi družbeno pogojene spremembe. Prav zaradi dolgoročnosti odločitev morajo biti vsi ukrepi v gozdarstvu dobro premišljeni in temeljiti na premislekih glede potencialnih scenarijev razvoja gozdov. Kot pomoč pri tem so v tujini razvili različne modele razvoja gozdov, ki na podlagi algoritmov napovedujejo rast dreves ali sestojev glede na rastiščne, drevesne, sestojne in gozdnogospodarske dejavnike. Na tem strokovno-razvojnem področju je slovensko gozdarstvo v zaostanku in trenutku zgolj v fazi testiranja obstoječih modelov razvoja gozdov na lastnih podatkih.

V letu 2021 začnemo objavljati nove serije sredic, tokrat na temo makroskopskih in mikroskopskih značilnosti lesa najpogostejših in najpomembnejših drevesnih vrst v Sloveniji. Poleg značilnosti lesa, vidnih s prostim očesom, in tistih, ki jih lahko opazujemo le na mikroskopskih preparatih, bomo predstavili tudi glavne značilnosti, ki omogočajo razlikovanje obravnavane vrste od drugih vrst lesa. V tej številki predstavljamo les smreke oz. smrekovino. Čeprav po zadnjih podatkih ne prevladuje več v skupni lesni zalogi Slovenije, je še vedno najpogostejše uporabljena vrsta lesa. Razlog je predvsem njeno ugodno razmerje med gostoto in trdoto ter dobre lastnosti za obdelavo. Smrekov les se uporablja v gradbeništvu, za stavbno pohištvo, opaze, glasbila, obloge, furnir, papir itn. Ker pa je njen potencialni naravni delež v Sloveniji ocenjen na zgolj 8 %, bomo morali nujno začeti preusmerjati lesno industrijo v uporabo lesa drugih drevesnih vrst, predvsem listavcev.

dr. Mitja SKUDNIK in dr. Polona HAFNER

Preverjanje uporabnosti modela SiWaWa za simuliranje razvoja čistih bukovih in smrekovih enomernih sestojev v Sloveniji

The Applicability of the SiWaWa Stand Model for Simulating Stand Development of Pure Beech and Spruce Even-Aged Forest Stands in Slovenia

Matija KLOPČIČ^{1,*}

Izvleček:

Modeli razvoja gozdov napovedujejo razvoj dreves in gozdnih sestojev glede na drevesne, sestojne, rastiščne in gozdno-gospodarske dejavnike. Zaradi kompleksne narave gozdnih ekosistemov in dolgih proizvodnih ciklov je modeliranje razvoja gozdov pomemben sestavni del upravljanja gozdov. Sestojni modeli so bili prepoznani kot primerni za podporo odločanju pri upravljanju z gozdovi. Primer takega modela je švicarski model SiWaWa, ki smo ga preizkusili v pričujoči raziskavi. Na štirih vzorcih po 50 stalnih vzorčnih ploskev v negospodarjenih in gospodarjenih čistih bukovih in čistih smrekovih enomernih sestojih smo izvedli simulacije razvoja gozdov za obdobje 10 let, nato pa smo primerjali dejanske vrednosti in modelske napovedi za sestojno temeljnico G, število dreves N in srednje temeljnični premer Dg. Napovedovanje razvoja čistih bukovih gozdov je bilo zadovoljivo točno; v negospodarjenih sestojih je celotna napaka RMSE za sestojno temeljnico znašala 2,35 m²/ha, v gospodarjenih sestojih pa 3,42 m²/ha ob upoštevanju le posekanih dreves in 4,35 m²/ha ob upoštevanju celotne mortalitete. Enako ne moremo trditi za napovedovanje razvoja čistih smrekovih sestojev. Pri slednjih so bile mere točnosti znatno slabše, saj so RMSE za napovedano sestojno temeljnico znašali 8,94 m²/ha za negospodarjene in 6,13 m²/ha ter 6,11 m²/ha za gospodarjene sestoe ob upoštevanju poseka oziroma celotne mortalitete. Model SiWaWa, ki je parametriziran za švicarske gozdove, se zdi uporaben za simuliranje razvoja čistih bukovih gozdov brez simuliranega ukrepanja (poseka) ali z njim. Zanesljive simulacije razvoja čistih smrekovih sestojev pa model zaenkrat še ne omogoča.

Ključne besede: model razvoja gozdov, gozdni sestoj, gozdna inventura, simulacije razvoja gozdov, sestojna temeljnica, število dreves, srednje temeljnični premer

Abstract:

Forest development models predict development of trees and forest stands according to tree, stand, site, and forest management factors. Due to complex nature of forest ecosystems and long production cycles, forest development modelling is an important feature of forest management. Stand models have been identified as suitable for decision support in forest management, an example of such a model is the Swiss model SiWaWa, which was tested in Slovenian forests in the present study. Forest development simulations for 10-y periods were performed on four samples of 50 permanent sample plots in unmanaged and managed pure beech and pure spruce stands. Afterwards, we compared the actual and modelled values of stand basal area G, number of trees N, and mean squared diameter Dg. Predicting the development of pure beech forests was fairly accurate, the root mean square error RMSE for G was 2,35 m²/ha for unmanaged, and 3,42 m²/ha and 4,35 m²/ha for managed stands considering only harvesting or entire mortality, respectively. We cannot claim the same for the development of pure spruce stands. Measures of accuracy were significantly worse, the RMSE was 8,94 m²/ha for unmanaged stands, and 6,13 m²/ha and 6,11 m²/ha for managed stands considering only harvesting or entire mortality, respectively. The SiWaWa model, parameterized for Swiss forests, seems to be applicable for simulating the development of pure beech forests without or with simulated fellings, but the model does not yet provide reliable simulations for pure spruce stands.

Key words: forest development model, forest stand, forest inventory, forest development simulations, stand basal area, number of trees, mean quadratic diameter, European beech, Norway spruce

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

* dopisni avtor: matija.klopccic@bf.uni-lj.si

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Vanclay (1994) je model razvoja gozdov označil kot abstrakten prikaz naravne dinamike gozdnega ekosistema, ki obsega rast, razvoj, mortaliteto in spremembe preostalih komponent gozdnega ekosistema. Modeliranje razvoja gozdov je torej poenostavljen prikaz sprememb gozdnih sestojev zaradi procesov v gozdnem ekosistemu, kot so rast, mortaliteta, pomladitev in vrast drevja (Pretzsch, 2010). Modeli razvoja gozdov napovedujejo razvoj dreves in gozdnih sestojev glede na drevesne, sestojne, rastiščne in gozdnogospodarske dejavnike. Pri modeliranju razvoja gozdov so lahko upoštevani različni vplivni dejavniki, kot so gospodarjenje z gozdovi in okoljski dejavniki. Praviloma so modeli sestavljeni iz sistema enačb in algoritmov, ki temeljijo na empiričnih relacijah med znaki posameznega drevesa ali sestoja in/ali matematični kvantifikaciji različnih ekofizioloških procesov v in med rastlinami (drevesi).

Modele razvoja gozdov glede na koncept njihove izgradnje delimo na empirične, mehanistične (procesne) in hibridne. Empirični modeli temeljijo na empirično dognanih alometrijskih ali funkcijskih zvezah med drevesnimi oziroma sestojnimi parametri, ki jih praviloma izračunajo z obsežnimi zbirkami časovnih serij podatkov, kot so nacionalne gozdne inventure ali stalne raziskovalne ploskve. Prvi znani empirični modeli razvoja gozdov so bile donosne (sestojne) tablice (Porté in Bartelink, 2002). Najpreprostejše najdemo že v 18. stoletju, npr. Réaumurjeve iz leta 1721, najstarejše nemške segajo v leto 1795 (Paulsen), med starejšimi so znane še Hartigove (1795) in Cottine (1821) tablice ter poznejše Schwapachove tablice (1903). Veljavne so za čiste enomerne sestoje izbrane drevesne vrste, razvite pa so bile tudi za mešane sestoje, a se slednje niso splošno uveljavile v gozdarski praksi, saj je drevesna sestava gozdnih sestojev preveč raznolika, da bi tablice lahko zajele vse možnosti (Pretzsch, 2010). Sredi 20. stoletja so raziskovalci začeli razvijati prve »prave« empirične modele (Fontes in sod., 2010), ki so že bili računalniško podprti. Pozneje so raziskovalci začeli razvijati mehanistične ali procesne modele, v katerih algoritmi temeljijo na matematični kvantifikaciji ekofizioloških pro-

cesov, pogosto pa ne upoštevajo rastnih razmer posameznih dreves (npr. kompeticije). Zadnje razviti so bili hibridni modeli razvoja gozdov, ki smiselno združujejo elemente empiričnih in procesnih modelov (Fontes in sod., 2010).

Modele lahko delimo glede na osnovno celico modeliranja. Porté in Bartelink (2002) sta modele razvoja gozdov razdelila na sestojne (angl. *stand models*) in drevesne modele (angl. *individual-tree models*). Slednje ista avtorja glede na potrebe modelov po vhodnih podatkih in upoštevanja razmerij med drevesi delita še na modele, ki potrebujejo prostorsko določene podatke (angl. *distance-dependent models*), ki jih pri simulacijah uporabijo za npr. izračune različnih indeksov kompeticije in upoštevanje konkurence pri rasti dreves, in tiste, ki tega ne potrebujejo (angl. *distance-independent models*). Poleg omenjenih delitev poznamo delitve modelov še glede na njihov namen, podrobnost simulacije in drugo (npr. Vanclay, 1994; Franc in sod., 2001; Peng, 2000). V tujini najdemo veliko modelov razvoja gozdov. Nekateri so bili razviti le za znanstvene namene, precej pa jih je bilo izdelanih za podporo nacionalni ali mednarodni (npr. EU) gozdni politiki (npr. EFISCEN, Nabuurs in sod., 2001; CBM-CFS, Kurz in sod., 2009) in upravljanju gozdov (npr. SYLVA, Pretzsch, 2010; MOSES, Hasenauer, 1994; PICUS, Lexer and Hönninger, 2001; SiWaWa, Rosset in sod., 2013). V Sloveniji je bil doslej razvit le matrični model za simulacijo razvoja raznomernih gozdov (Ficko in sod., 2016).

Zaradi kompleksne narave gozdnih ekosistemov je modeliranje razvoja gozdov pomemben sestavni del upravljanja gozdov. V gozdarstvu daje velik pomen modeliranju tudi dejstvo, da so za gospodarjenje z gozdovi značilni dolgi proizvodni cikli in velika odvisnost njihovega razvoja od gospodarjenja ter drugih vplivnih (okoljskih) dejavnikov (Pretzsch, 2010). Različni scenariji razvoja gozdov glede na različno ukrepanje so zato temeljna podlaga za boljše odločanje in zmanjševanje tveganj pri gospodarjenju z gozdovi. Z modeliranjem lahko kvantificiramo scenarije, kar je izhodišče za argumentirano odločanje pri usmerjanju razvoja gozdov in izbiri ukrepov. Od samih začetkov načrtnega gospodarjenja so opazna prizadevanja za izdelavo modelov, ki so

bili orodje za boljše odločanje in gospodarjenje. Že sami osnovni tipi modelov, konkretni modeli razvoja gozdov pa še bolj, pa se med seboj bistveno razlikujejo v njihovi uporabnosti pri upravljanju gozdov (Fontes in sod., 2010; Klopčič in sod., 2020).

Sestojni modeli so bili prepoznani kot primerni in učinkoviti pri podpori odločanju pri upravljanju z gozdovi (Klopčič in sod., 2020). Omenjeni modeli so bili praviloma izdelani na podlagi obsežne vhodne podatkovne zbirke z več zaporednimi meritvami sestojev (npr. nacionalne gozdne inventure, stalne raziskovalne ploskve), s katerimi so razvijalci modelov praviloma razvili sistem diferencialnih enačb, ki je služil izračunu sprememb osnovnih sestojnih parametrov (npr. število dreves, sestojna temeljnica) kot funkcijo časa, ki je pretekel od začetne časovne točke t_0 , in začetnih vrednosti (opazovanih) sestojnih parametrov (Lynch in Moser, 1986). Na podlagi empirično izračunanih funkcijskih povezav med sestojnimi parametri so nato izračunali še preostale sestojne parametre. Večina sestojnih modelov je razvitih za čiste enomerne sestoje (Porté in Bartelink, 2002), obstajajo pa tudi modeli, ki omogočajo izračune sestojnih parametrov glede na mešanost drevesnih vrst in raznomernost (slednje redko) (Peng, 2000).

Primer prostorsko neodvisnega sestojnega modela je model razvoja gozdov SiWaWa (Schütz in Zingg, 2007; Rosset in sod., 2013). Model z enostavnimi, lahko merljivimi vhodnimi podatki na sestojni ravni simulira razvoj čistega enomernega sestoja izbrane drevesne vrste. Trenutno model omogoča simulacijo razvoja čistih bukovih (*Fagus sylvatica* L.), smrekovih (*Picea abies* (L.) Karst.) in jesenovih (*Fraxinus excelsior* L.) sestojev. Model SiWaWa uporabljajo v praktičnem gozdarstvu v nekaterih delih Švice (Rosset, 2019, ustni vir), objavljenih preverjanj in testiranj modela pa skoraj ni. Večina testiranj se je nanašala na preverjanje uspešnosti simulacije debelinske strukture sestojev (Rosset in sod., 2018; Schütz in Rosset, 2020), algoritem se je v enomernih sestojih izkazal za uspešnega.

V Sloveniji sta najpogostejši drevesni vrsti bukev in smreka, zato je iskanje ustreznega modela razvoja gozdov, s katerim bi lahko korektno

napovedovali prihodnji razvoj gozdov teh dveh drevesnih vrst, pomembna naloga gozdarske stroke. Model SiWaWa so razvili v Švici in ker so v Srednji Evropi gozdovi Švice po strukturi in sestavi še najbolj primerljivi z našimi, smo se odločili, da strokovni javnosti predstavimo omenjeni model in preverimo uporabnost ter primernost tega modela v njegovi izvorni različici za simulacijo razvoja čistih bukovih in smrekovih sestojev v Sloveniji.

2 METODE

2 METHODS

2.1 Model razvoja gozdov SiWaWa

2.1 Forest development model SiWaWa

Model SiWaWa je primer empiričnega modela povprečij. Ti modeli opisujejo sestoj in izvedejo simulacijo razvoja gozdov le z osnovnimi sestojnimi parametri, kot so število dreves, sestojna temeljnica, lesna zaloga, višine srednjega drevesa ali zgornja višina ipd. (Porté in Bartelink, 2002). Z modelom SiWaWa lahko z osnovnimi, lahko merljivimi sestojnimi (npr. število dreves, sestojna temeljnica, sestojna višina, drevesna vrsta) in rastiščnimi spremenljivkami (npr. rastiščni indeks) simuliramo razvoj čistih enomernih sestojev (Schütz in Zingg, 2007; Rosset in sod., 2013). Model je bil parametriziran na podlagi podatkov s trajnih raziskovalnih ploskev v bukovih, smrekovih in jesenovih sestojih v Švici. Skupno s ponovitvami so bile meritve opravljene od leta 1936 do 2009 na 276 ploskvah, velikosti 0,02 do 0,83 ha, kjer je delež ene drevesne vrste v sestojni temeljnici presegal 80 %, uporabljene so bile tudi švicarske sestojne tablice (EAFV, 1968). Posledično je model veljaven le za čiste enomerne sestoje bukke, smreke in velikega jesena na celotnem območju države, ne pa nujno, da tudi zunaj nje. Vhodni podatki za zagon modela so drevesna vrsta, sestojna temeljnica G (m^2/ha), število dreves N (n/ha) in rastiščni indeks pri referenčni starosti 50 let SI_{50} .

Model je zgrajen iz petih modulov (čeprav jih avtorji modela in simulatorja ne obravnavajo tako; Rosset in sod., 2013). Prva dva določata stanje obravnavanega sestoja, naslednji trije pa njegovo dinamiko. Prvi modul obsega generiranje debelinske strukture sestoja s pomočjo triparametrsk

Weibullove porazdelitvene funkcije števila dreves v sestoji iz le dveh osnovnih vhodnih parametrov G in N (Schütz in Rosset, 2020). Pri tem se upoštevata iz teh podatkov izračunan premer srednje temeljničnega drevesa D_g in sestojna zarast, ki je določena prek SI_{50} in sestojnih tablic. Oba parametra prek funkcijske povezave določata maksimalno zarast (G_{max}), ki pa naprej določa indeks SDI (angl. *stand density index*; Kotar, 2005, s. 260). Na podlagi ugotovljenih povezav med sestojnimi parametri in koeficienti Weibullove porazdelitvene

funkcije modul generira Weibullovo funkcijo, iz katere potem določi število dreves v posamezni debelinski stopnji, široki 1 cm.

Drugi modul izračunava višine in volumne posameznih dreves v sestoji glede na generirano Weibullovo porazdelitev. Pri izračunu višine drevesa model upošteva vrstno specifično funkcijsko povezavo med višino (h) in premerom drevesa (d) ter zgornjo sestojno višino (h_{dom}), določeno z rastiščnim indeksom, D_g in dominantnim sestojnim premerom (D_{dom}) (enačba 1):

Enačba / Equation 1

$$h = h_{dom} - [(\ln(D_{dom}) + \ln(d)) (k_{sp,0} + k_{sp,1} \cdot \ln(D_g))]$$

Podobno je izračun volumna deblovine vrstno specifičen na podlagi funkcijske povezave z višino (h) in prsnim premerom (d) drevesa (enačba 2):

Enačba / Equation 2

$$v = A_t \cdot \exp(k_{sp,1} \cdot \ln(d) + k_{sp,2} \cdot \ln(d)^2 + k_{sp,3} \cdot \ln(h) + k_{sp,4} \cdot \ln(h)^2)$$

V obeh enačbah se vrstno specifični koeficienti k pridobijo empirično s podatki.

Naslednji modul omogoča izračun debelinskega priraščanja dreves. Na podlagi izračunane porazdelitve števila dreves po debelinskih stopnjah modul za vsako drevo posebej izračuna vsoto temeljnic dreves, debelejših od njega (G_{cum}), ki je

mera konkurence v sestoji. Najdebelejše drevo ali drevesa imajo G_{cum} enako 0. Debelinski prirastki so nato funkcijsko določeni za vsako drevo, pri čemer so upoštevani G_{cum} , in dosežena G na ravni drevesa ter D_g , D_{max} in starost na ravni sestoja (enačbe 3–6):

Enačba / Equation 3

$$i_d = \alpha + \beta \cdot G_{cum}^\gamma$$

Enačba / Equation 4

$$\alpha = a_{sp,0} + a_{sp,1} \cdot \frac{G}{G_{max}} + a_{sp,2} \cdot \ln\left(\frac{G}{D_g}\right) + a_{sp,3} \cdot \left(\frac{D_{max}-D_g}{D_g}\right) + a_{sp,4} \cdot starost$$

Enačba / Equation 5

$$\gamma = c_{sp,0} + c_{sp,1} \cdot \frac{G}{D_g}$$

Enačba / Equation 6

$$\beta = \frac{-\alpha}{G_{cum,ext}^\gamma} = \frac{-\alpha}{(b_{sp,0} + b_{sp,1} \cdot (D_{max} - D_g) + b_{sp,2} \cdot G_{max})^\gamma}$$

kjer so α , β , γ koeficienti osnovne formule za izračun debelinskega prirastka dreves, $a_{sp,0}$ - $a_{sp,4}$, $b_{sp,0}$ - $b_{sp,2}$, $c_{sp,0}$ - $c_{sp,1}$ pa vrstno specifični koeficienti za izračun osnovnih koeficientov.

Starost sestoja (enačba 7) je podobno funkcijsko izračunana na podlagi lahko merljivih ali določljivih sestojnih parametrov SI_{50} , D_g , G in G_{max} , ki je določena v naslednjem modulu:

Enačba / Equation 7

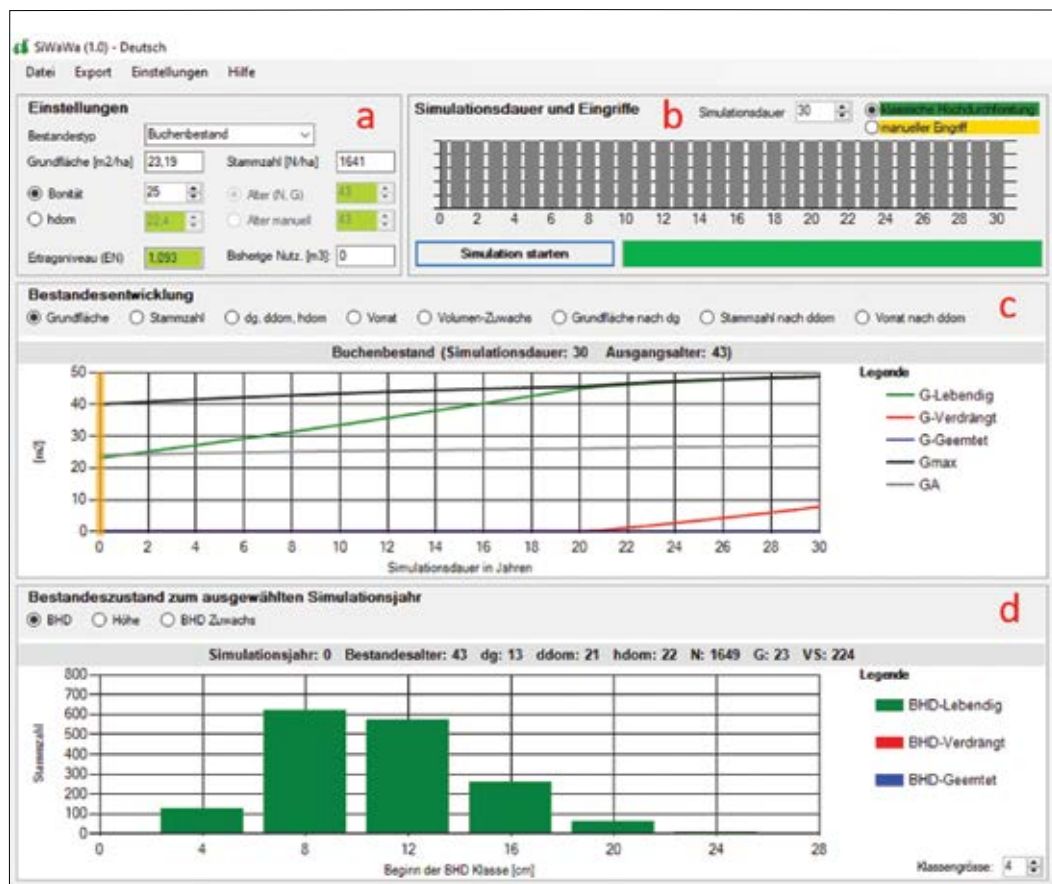
$$starost = k_{sp,0} + k_{sp,1} \cdot SI_{50} + k_{sp,2} \cdot D_g + k_{sp,3} \cdot \frac{G}{D_g} + k_{sp,4} \cdot \frac{G}{G_{max}}$$

V četrtem modulu je izračunana mortaliteta, ki je dokaj enostavno izražena kot razlika med maksimalno temeljnico ($G_{\max}$) in dejansko simulirano temeljnico G_{sim} . $G_{\max}$ je vrstno specifična in empirično izračunana za sestoje določene vrste.

Peti modul je namenjen simulaciji ukrepov. Trenutna različica simulatorja omogoča avtomatsko simulacijo klasičnega visokega redčenja, ki glede na izbrano jakost ukrepanja (izraženo v % sestojne temeljnice) proporcionalno iz Weibulllove porazdelitve »odstrani« določeno število dreves določenih dimenzij iz sestoja, in ročni vnos porazdelitve »odstranjenih« dreves določenih dimenzij.

Model je vključen v simulator SiWaWa 1.0, ki je prosto dostopen na spletu (www.siwawa.org) (slika 1). Trenutno je na voljo v nemški ali fran-

coski jezikovni različici. Vnos vhodnih podatkov poteka prek vnosnega polja (slika 1, okvirček a), enako tudi vnos značilnosti ukrepanja (okvirček b). Omogočeno je tudi ukrepanje v več različnih letih. Model simulira razvoj izbranega sestoja za poljubno obdobje; priporočeno obdobje simulacije je 30 let, za empirične modele je generalno priporočeno obdobje 30–50 let (Pretzsch, 2010). Za vsako posamezno leto je simulirana debelinska struktura, G , N , lesna zaloga, volumenski prirastek, D_g , D_{dom} in H_{dom} . Razvoj vseh izhodnih parametrov je mogoče izrisati na grafikonih na grafičnem vmesniku (okvirčka c in d). Simulator omogoča izvoz simuliranih parametrov v MS Excelovi datoteki.



Slika 1: Prikaz grafičnega vmesnika simulatorja SiWaWa 1.0 z izvedeno simulacijo za eno izmed analiziranih stalnih vzorčnih ploskev

Figure 1: The SiWaWa interface showing a simulated forest stand development for a stand on one of the permanent sampling plots

2.2 Objekt raziskave in podatki

2.2 Study area and data

V raziskavi smo uporabili podatke s stalnih vzorčnih ploskev (SVP) Zavoda za gozdove Slovenije, ki vsebuje podatke, merjene v obdobju 2009–2018 (ZGS, 2019). Najprej smo celotno podatkovno zbirko ($n = 97.590$) skrčili na SVP, ki predstavljajo čiste bukove in smrekove sestoje (delež vrste v skupni lesni zalogi 100 %). Podatkovno zbirko smo tako skrčili na 5.572 čistih bukovih SVP in 2.587 čistih smrekovih SVP. Podatkovno zbirko smo nato glede na prisotnost poseka v zadnjem inventurnem obdobju razdelili na negospodarjene in gospodarjene sestoje. Simulacije smo želeli izvesti v sestojih, ki so bili čim bolj polnoporasli (negospodarjeni sestoji) ali vsaj čim bližje temu (gospodarjeni sestoji). Zato smo izbrali le SVP z gostoto vsaj 200 dreves/ha, hkrati pa smo tako poskušali zagotoviti tudi zadostno število dreves na ploskvi za nemoteno izvedbo simulacij. Končno smo iz te podatkovne zbirke slučajnostno izbrali po 50 SVP v čistih bukovih negospodarjenih in gospodarjenih sestojih ter 50 SVP v čistih smrekovih gospodarjenih in negospodarjenih sestojih. Vzorec le 200 SVP smo izbrali zaradi zamudnosti dela s simulacijami razvoja gozdov za posamezni sestoj z veliko »ročnega« dela. Heterogenost rastišč smo zajeli z dokaj velikim razponom rastiščnih

indeksov SI_{50} , povprečni SI_{50} pa se med obravnavanimi stratumi statistično značilno niso razlikovali (Kruskal-Wallisov test, $p > 0,05$). Osnovne lastnosti vzorčnih SVP so zbrane v preglednici 1.

2.3 Simulacije

2.3 Simulations

Vhodni podatki v simulator SiWaWa 1.0 so bili: drevesna vrsta, sestojna temeljnica ob predzadnji meritvi (G_0), število dreves ob predzadnji meritvi (N_0) in rastiščni indeks (SI_{50}). G_0 in N_0 smo izračunali s podatki na SVP. V Sloveniji za bukev in smreko določamo SI pri referenčni starosti 100 let, t.j. SI_{100} (Kotar, 2005). Te SI_{100} smo za vsako SVP glede na prevladujočo asociacijo v odseku, v kateri je posamezna SVP, pridobili iz publikacije Kadunc in sodelavci (2013). Nato smo SI_{100} na podlagi bonitetnega sistema, ki prikazuje razvoj zgornjih sestojnih višin pri posameznih SI_{100} (Kotar, 2003), pretvorili v SI_{50} . Dodatno smo pretvorjene SI_{50} preverili še s švicarskimi sestojnimi tablicami (EAFV, 1968).

Nato smo simulirali razvoj gozdov za obdobje 10 let. V gospodarjenih sestojih smo simulirali tudi posek z jakostjo, ki smo jo predhodno izračunali za vsako SVP posebej. Izračunali smo jakost le dejanskega poseka (posek) in jakost celotne mortalitete (mortaliteta), kjer smo upoštevali

Preglednica 1: Osnovni sestojni parametri izbranih SVP v čistih bukovih in smrekovih sestojih (LZ lesna zaloga, G sestojna temeljnica, N število dreves, SI_{100} rastiščni indeks pri referenčni starosti 100 let)

Table 1: Some basic stand parameters from the analysed permanent sampling plots in pure beech and spruce stands (LZ growing stock; G basal area; N number of trees; SI_{100} site index at the reference age of 100 y)

	Čisti bukovi sestoji		Čisti smrekovi sestoji	
	gospodarjeni	negospodarjeni	gospodarjeni	negospodarjeni
n	50	50	50	50
LZ (m³/ha)	369	317	316	252
min – maks	151–618	94–587	14–616	11–460
G (m²/ha)	31,7	27,4	30,8	23,0
min – maks	10,8–48,2	6,4–45,3	2,1–61,7	2,2–36,4
N (n/ha)	543	415	825	409
min – maks	60–1420	40–1270	100–2350	100–1150
SI_{100}	29	29	31	29
min – maks	21–34	21–34	22–41	22–41

posekano in odmrlo drevje. Pri jakostih poseka (ali mortalitete) do 60 % smo simulacijo poseka izvedli kot klasično izbiralno redčenje, kjer je bilo drevje za posek izbrano na podlagi Weibullove porazdelitvene funkcije. V primeru jakosti poseka več kot 60 % ali $D_{\text{dom}} \geq 50$ cm pa smo izvedli ročni izbor drevja za posek, in sicer smo »posek« usmerili v (naj)debelejše drevje (simulacija obnovitvenih sečenj), v primeru dodatnega odmrlega drevja (jakost mortalitete > jakost poseka) smo pri drobnejšem drevju simulirali še približen posek po Weibullovi porazdelitvi. V nekaterih primerih izračunano (visoko) jakost poseka ali mortalitete ni bilo mogoče simulirati, saj naj bi v sestoji ostalo premalo dreves za nadaljnjo ustrezno simulacijo razvoja sestoja. V takih primerih smo s poskušanjem simulirali največjo mogočo jakost poseka, ki pa nikoli ni bila nižja od 75 % sestojne temeljnice. Težava pri simulacijah poseka na SVP je, da ne vemo, kdaj natančno v inventurnem obdobju je bil posek izveden. Zato smo za izvedbo simulacij razvoja takih gozdov vsaki SVP naključno določili leto izvedbe poseka od 1 do 10.

Izhodne podatke za vsako SVP smo izvozili kot Excelovo datoteko, ki je vsebovala podatke o razvoju G, N, volumna oziroma lesne zaloge (LZ), D_g, D_{dom} in H_{dom} . V primeru simuliranega ukrepanja (poseka) v sestoji poda tudi G, LZ in N posekanih dreves, v primeru naravne mortalitete pa tudi G, LZ in N odmrlih dreves. Simulator na podlagi vhodnih podatkov izračuna tudi okvirno starost sestoja in zgornjo sestojno višino, določi pa tudi optimalno ali priporočeno G_A in maksimalno G_{max} , na njeni podlagi pa še raven proizvodnosti (nem. *Ertragsniveau*) kot razmerje med maksimalno G za sestoj in maksimalno G za sestoj izbrane vrste.

2.4 Validacija

2.4 Validation

Validacijo simulacij modela smo naredili na 100 SVP v čistih bukovich in 92 SVP v čistih smrekovich sestojih (osem iniciacij sestojev je bilo neuspešnih). Pri validaciji smo najprej preverjali ustreznost za švicarske gozdove parameterizane Weibullove porazdelitvene funkcije pri iniciaciji začetnega stanja v čistih sestojih bukve in smreke, osredotočili smo se na parametre G, N in D_g . Primerjali smo dejanske vrednosti, izračunane iz izmerjenih

podatkov na SVP, in z modelom generirane začetne vrednosti. Pri tem smo uporabili okularno metodo razsevnega diagrama, na katerem smo primerjali dejanske in simulirane vrednosti opazovanih sestojnih parametrov, in več mer uspešnosti prileganja napovedanih vrednosti dejanskim vrednostim: povprečna napaka ME (ang. *mean error*, enačba 8), povprečna absolutna napaka MAE (ang. *mean absolute error*, enačba 9), celotna napaka RMSE (ang. *root mean square error*, enačba 10), povprečna absolutna odstotna napaka MAPE (ang. *mean absolute percentage error*, enačba 11), Pearsonov korelacijski koeficient med dejanskimi in simuliranimi vrednostmi r_{Pearson} ter indeks ujemanja d (ang. *Index of agreement*; Willmott, 1981; enačba 12):

Enačba / Equation 8

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{\text{sim}} - x_{\text{dej}})}{n}$$

Enačba / Equation 9

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |x_{\text{sim}} - x_{\text{dej}}|}{n}$$

Enačba / Equation 10

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{\text{sim}} - x_{\text{dej}})^2}{n}}$$

Enačba / Equation 11

$$MAPE = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{x_{\text{sim}} - x_{\text{dej}}}{x_{\text{dej}}} \right|}{n}$$

Enačba / Equation 12

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (x_{\text{dej}} - x_{\text{sim}})^2}{\sum_{i=1}^n (|x_{\text{sim}} - \bar{x}_{\text{dej}}| + |x_{\text{dej}} - \bar{x}_{\text{dej}}|)^2}$$

kjer x_{sim} pomeni simulirano vrednost parametra, x_{dej} dejansko vrednost istega parametra in n število vzorčnih enot.

V drugem delu validacije smo analizirali uspešnost modela pri simuliranju razvoja gozdov. Z identičnimi metodami smo primerjali simulirane vrednosti G, N in D_g ob koncu 10-letnega obdobja simulacij z dejanskimi izmerjenimi vrednostmi na SVP.

3 REZULTATI

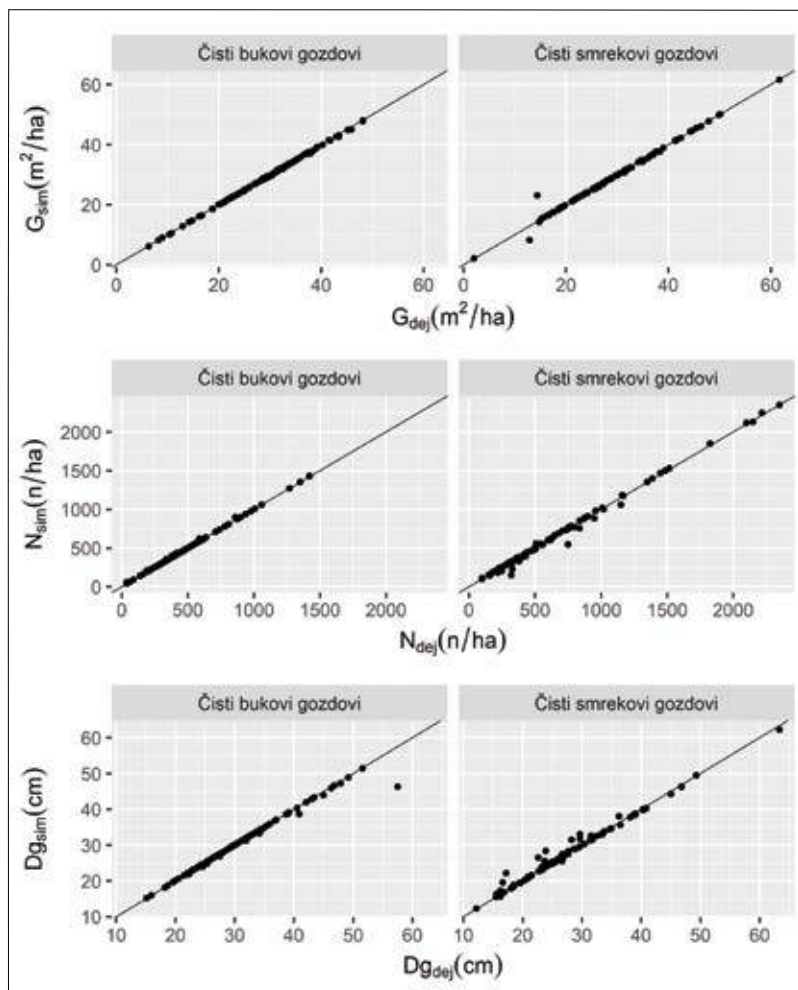
3 RESULTS

3.1 Inicijacija sestojnih parametrov

3.1 Initiation of forest stand parameters

Model SiWaWa je precej točno generiral začetne vrednosti G_0 in N_0 ter posledično tudi $D_{g,0}$ tako za čiste bukove kot smrekove sestoje (slika 2), kar dokazuje ustreznost parametrizacije. Mere točnosti napovedi vse nakazujejo izredno dobro ujemanje simuliranih vrednosti z dejanskimi. Tako je RMSE za G_0 v čistih bukovih sestojih znašal le 0,32 m²/ha

in MAPE 0,87 %. V smrekovih sestojih sta bili obe napaki le nekoliko večji, in sicer RMSE 1,06 m²/ha in MAPE 1,16 %, a še vedno zadovoljivi. Statistično značilnih razlik v odstopanjih G , N in D_g med gospodarjenimi in negospodarjenimi sestoji praviloma nismo ugotovili ($p > 0,05$), izjema so bila le odstopanja števila dreves v čistih bukovih sestojih, kjer pa je bila razlika minimalna (povprečno odstopanje 1,1 drevo za negospodarjene in -2,6 dreves za gospodarjene sestoje), a statistično značilna ($p = 0,012$).



Slika 2: Primerjava dejanskih in simuliranih vrednosti (točke) začetne sestojne temeljnice G_0 (zgoraj), števila dreves N_0 (sredina) in srednje temeljničnega premera (spodaj) za čiste bukove in smrekove sestoje (združeni so negospodarjeni in gospodarjeni sestoji); v idealnih primerih bi bile točke razmeščene po izrisanih diagonalah.
Figure 2: Comparison of actual and simulated stand basal areas G_0 (above), number of trees N_0 (middle), and mean quadratic diameter (below) for pure beech and spruce stands; ideally, points would be located on the drawn diagonal

V določenih primerih simulator ni uspel ustrezno generirati začetnega stanja sestojev, najpogosteje se je to zgodilo v primeru zelo nizke začetne G_0 ($<10 \text{ m}^2/\text{ha}$) in višjem N_0 in/ali visokem SI_{50} . V bukovih sestojih takšnih primerov ni bilo, v smrekovih sestojih pa sedem v negospodarjenih in eden v gospodarjenih sestojih.

3.2 Validacija simulacij razvoja negospodarjenih sestojev

3.2 Validation of simulated development of unmanaged forest stands

Simulacije razvoja vzorčnih čistih bukovih in smrekovih gozdov za obdobje 10 let so nakazale različno napovedno moč modela SiWaWa. Razsevni diagram za negospodarjene bukove sestoje prikazuje dokaj dobro sovpadanje simuliranih vrednosti sestojne temeljnice in števila dreves z dejanskimi vrednostmi (slika 3). Prav tako so mere točnosti za napovedano sestojno temeljnico ob koncu simuliranega obdobja G_1 ugodne (preglednica 2) in nakazujejo sprejemljivo napovedovanje razvoja bukovih gozdnih sestojev. Analiza D_g pa je pokazala, da je $D_{g,\text{sim}}$ v 66 % sestojev precenjen (slika 4), a RMSE (2,6 cm), ME (0,1 cm) in MAE (1,6 cm) niso velike.

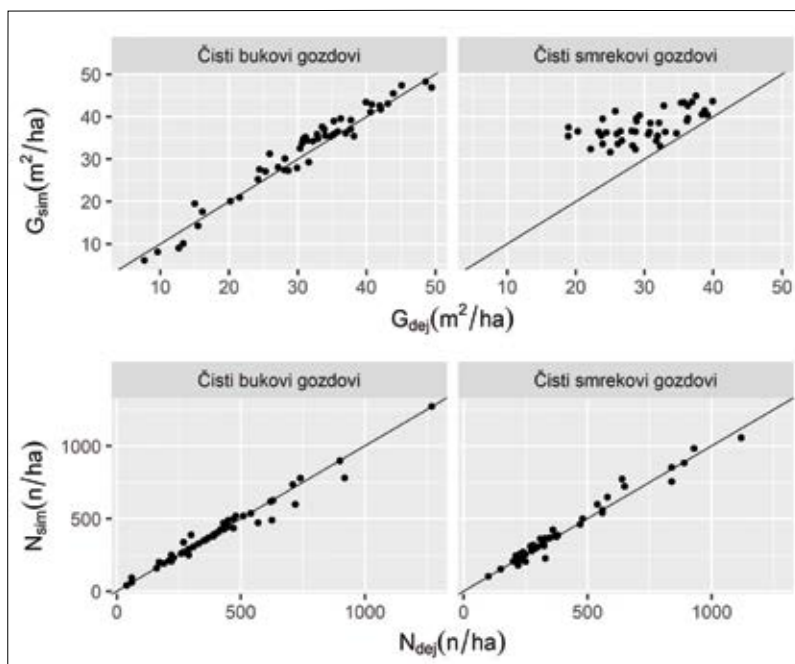
Nasprotno pa se je izkazalo pri simulacijah čistih smrekovih sestojev, pri katerih razsevni diagram prikazuje sistematično precenjevanje dejanske sestojne temeljnice in premera srednje temeljničnega drevesa D_g , ne velja pa to za število

dreves. To pomeni, da model ustrezno simulira razvoj števila dreves, debelinska struktura pa očitno v dokajšnji meri odstopa od dejanske, kar pa je zaradi majhne površine SVP pričakovano. Posledično so tudi mere točnosti za negospodarjene smrekove sestoje najslabše; MAPE za $G_{1,\text{sim}}$ je kar 4,4-krat višja od MAPE za čiste negospodarjene bukove gozdove. V povprečju (ME) je bila simulirana $G_{1,\text{sim}}$ višja za kar $7,76 \text{ m}^2/\text{ha}$. Zaznana pa so bila večja relativna odstopanja pri SVP z nižjo dejansko G_1 (slika 3), pri čemer bi lahko sklepali, da model slabše simulira rast mlajših sestojev. A to ne velja povsem, saj analiza N_0 in $D_{g,0}$ ne nakazujeta takšnega vzorca. Vrednosti $D_{g,0}$ na SVP z odstopanji v sestojni temeljnici $> 10 \text{ m}^2/\text{ha}$ so na primer zavzemale interval $16\text{--}34 \text{ cm}$, kar nakazuje mlajše do srednje stare sestoje (drogovnjake in mlajše debeljake). Pri simulaciji števila dreves $N_{1,\text{sim}}$ velja opozoriti, da je bila nezanesljivost napovedi pri SVP z večjo gostoto oziroma večjim številom dreves večja, je pa pri tem treba upoštevati tudi malo testiranih SVP. Ker je bil kljub temu $N_{1,\text{sim}}$ dokaj ustrezno simuliran, lahko sklepamo, da je v modelu predvidena rast smreke oziroma smrekovih sestojev intenzivnejša kot dejanska rast smreke v Sloveniji, svoj delež pa k odstopanjem doprinesejo že omejenе razlike v debelinski strukturi. To izkazuje tudi $D_{g1,\text{sim}}$, ki je bil podcenjen ali pravilno ocenjen na le dveh ploskvah, na preostalih 41 (95 %) pa precenjen.

Preglednica 2: Mere točnosti napovedane sestojne temeljnice G_1 ob koncu simuliranega obdobja 10 let za čiste bukove in smrekove negospodarjene in gospodarjene gozdove; pri slednjih so mere točnosti ločeno prikazane za simulacije, ki so upoštevale posek in celotno mortaliteto (posek + odmrlo drevje)

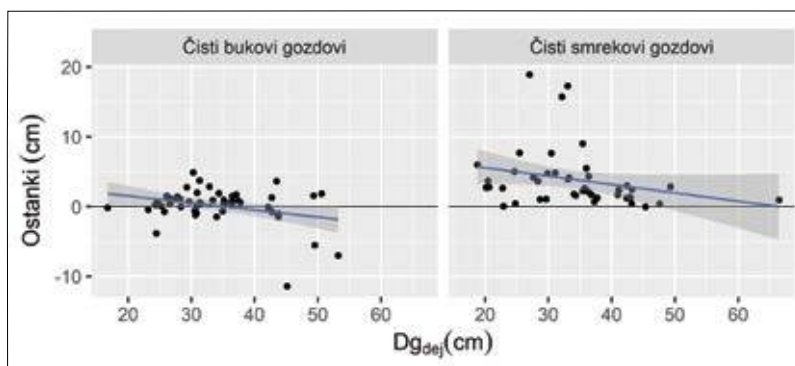
Table 2: Accuracy measures for final stand basal area G_1 at the end of simulated 10 y period for pure beech and spruce unmanaged and managed stands; at later measures are separately given for simulations considering harvesting and total mortality (harvesting + natural mortality)

	Čisti bukov negospodarjeni gozdovi	Čisti bukov gospodar- jeni gozdovi		Čisti smrekovi negospodarjeni gozdovi	Čisti smrekovi gospo- darjeni gozdovi	
		posek	mortaliteta		posek	mortaliteta
ME	0,90	0,15	-1,15	7,76	2,26	1,36
MAE	1,98	2,74	3,24	7,76	5,05	4,85
RMSE	2,35	3,42	4,35	8,94	6,13	6,11
MAPE (%)	6,34	10,88	12,84	27,96	18,08	17,71
rPearson	0,978	0,964	0,936	0,614	0,853	0,840
d	0,986	0,978	0,963	0,694	0,936	0,917



Slika 3: Primerjava dejanskih in simuliranih vrednosti (točke) končne sestojne temeljnice G_1 (zgoraj) in števila dreves N_1 (spodaj) za čiste negospodarjene bukove in smrekove sestoje; v idealnem primeru bi bile vse točke razmeščene po izrisani diagonalni.

Figure 3: Comparison of the actual and simulated values of the final stand basal area G_1 (above) and number of trees N_1 (below) for pure unmanaged beech and spruce stands; ideally, points would be located on the drawn diagonal



Slika 4: Raztros ostankov simuliranih premerov srednje temeljničnega premera sestoja D_{g1} za čiste bukove in smrekove negospodarjene sestoje ob koncu opazovanega obdobja s prikazano linearno regresijo in standardno napako

Figure 4: Residuals scatterplot of mean quadratic diameter D_{g1} for pure beech and spruce unmanaged stands at the end of 10y simulation period with linear regression curves and standard error of mean

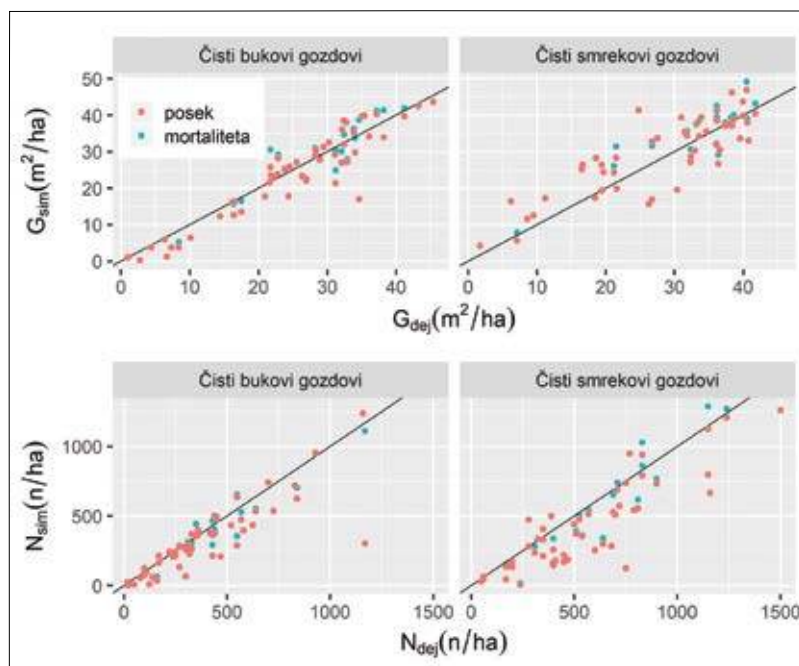
3.3 Validacija simulacij razvoja gospodarjenih sestojev

3.3 Validation of simulated development of managed forest stands

Simulacije razvoja gospodarjenih čistih bukovih sestojev so pokazale podobno dobro prileganje dejanskim vrednostim kot za negospodarjene bukove sestoje (slika 5), podobno so nakazale tudi mere točnosti napovedovanja tako ob upoštevanju poseka kot celotne mortalitete, so pa bile le-te vseeno nekoliko višje kot v primeru simulacij za negospodarjene gozdove (preglednica 2). Nasprotno pa simulacije razvoja gospodarjenih čistih smrekovih sestojev kažejo drugačno sliko kot simulacije negospodarjenih sestojev. V slednjem primeru je bila točnost napovedi bistveno boljša, ne glede na to, ali smo upoštevali samo posek ali

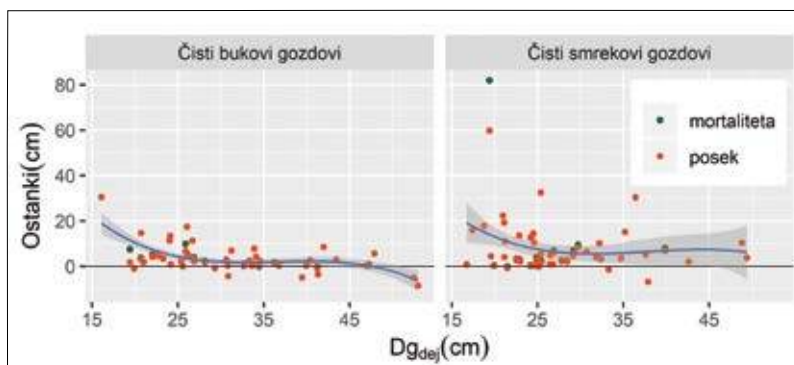
celotno mortaliteto. Povprečna absolutna odstotna napaka MAPE je bila za približno 10 % nižja kot v negospodarjenih sestojih. Je pa pri simulaciji števila dreves v obeh tipih sestojev pri znatnem deležu sestojev vidno podcenjevanje števila dreves po poseku, podcenjevanje pa je očitnejše v čistih smrekovih sestojih.

Nasprotno pa raztros ostankov v analizi D_g (slika 6) nakazuje sistematično precenjevanje tega parametra tako v bukovih kot smrekovih sestojih, a pri slednjih je precenjevanje nekoliko večje. Ob upoštevanju poseka je v čistih smrekovih sestojih ME pri simulaciji D_g znašala 8,0 cm, MAE 8,4 cm, RMSE 13,4 cm in MAPE 30,4 %, v čistih bukovih sestojih so številke nižje, in sicer ME 3,3 cm, MAE 4,6 cm, RMSE 7,5 cm in MAPE 14,7 %.



Slika 5: Primerjava dejanskih in simuliranih vrednosti (točke) končne sestojne temeljnice G_1 (zgoraj) in števila dreves N_1 (spodaj) za čiste gospodarjene bukove in smrekove sestoje; pri simulacijah »posek« je upoštevana jakost dejanskega poseka, pri točkah »mortaliteta« pa jakost celotne mortalitete (posek + odmrlo drevje), slednje so izrisane le v primerih, ko je bila naravna mortaliteta dreves v času med zadnjima inventurama prisotna na SVP; v primeru idealnega napovedovanja razvoja gozdov bi bile točke razmeščene po izrisani diagonalni.

Figure 5: Comparison of the actual and simulated values of the final stand basal area G_1 (above) and number of trees N_1 (below) for pure managed beech (left) and spruce (right) stands; the simulations »posek« take into account the intensity of the actual harvests, and the simulations »mortality« the intensity of the total mortality (harvests + dead trees), the latter are plotted only for plots on which natural mortality of trees was present; ideally points would be located on the drawn diagonal



Slika 6: Raztros ostankov simuliranih premerov srednje temeljničnega premera sestoja D_q za čiste bukovne in smrekove gospodarjene sestoje ob upoštevanju jakosti poseka in celotne mortalitete (posek + odmrlo drevje) s prikazano gladilno krivuljo, izračunano z zlepkí, in standardno napako

Figure 6: Residuals scatterplot of mean quadratic diameter D_q for pure beech and spruce managed stands; the simulations „posek“ take into account the intensity of the actual harvests, and the simulations „mortality“ the intensity of the total mortality (harvests + dead trees), the latter are plotted only for plots on which natural mortality of trees was present

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

4 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Model SiWaWa se je v raziskavi že v svoji osnovni različici (Rosset in sod., 2013), parametrizirani za švicarske gozdove, izkazal kot uporaben pripomoček. Inicijacija začetne strukture gozdov se je izkazala za zelo dobro v obeh raziskovanih tipih gozdov. To nakazuje ustreznost algoritma za izračun debelinske strukture gozdov, kar je bilo potrjeno tudi za švicarske gozdove (Schütz in Rosset, 2020). Izjema so bili sestoji, ki so izkazali neenovršno porazdelitev števila dreves glede na debelino, kjer je bila točnost napovedovanja bistveno manjša (Rosset in sod., 2013), a takšne porazdelitve praviloma niso značilne za enomerne sestoje, ampak npr. za dvoslojne ali druge oblike raznomernih sestojev.

Validacija simulacij je podala nekoliko drugačne rezultate. V raziskavi je bilo napovedovanje razvoja vzorčnih čistih bukovih gozdov dokaj točno, lahko celo zaključimo, da sprejemljivo z vidika neposredne uporabe modela pri upravljanju z gozdovi v Sloveniji. Rezultati validacije simuliranih vrednosti G in N so bili dobri tako v vzorčnih negospodarjenih kot gospodarjenih sestojih. Raztrosi ostankov analiziranih sestojnih parametrov so bili naključni in zato blizu normalne porazdelitve (okularna ocena).

Nasprotno lahko trdimo za uporabo modela v vzorčnih čistih smrekovih sestojih, kjer rezultati niso enosmerni. Odstopanja so bistveno večja kot pri simulacijah razvoja bukovih sestojev, predvsem je neugodno večinsko precenjevanje sestojne temeljnice, v veliko primerih tudi precenjevanje števila dreves v negospodarjenih sestojih. V gospodarjenih sestojih so bili rezultati bistveno ugodnejši. Vzroke za to je težko določiti, a najverjetnejši vzrok temu je bilo večinsko podcenjevanje števila dreves v gospodarjenih sestojih ob koncu simuliranega obdobja. Manj dreves je kompenziralo precenjeno stopnjo rasti (le-ta je vidna v simulacijah razvoja negospodarjenih sestojev), kar je na koncu dalo dokaj točne rezultate simulirane sestojne temeljnice. Verjeten vzrok manjšemu številu dreves je način izračuna debelinske strukture sestojev in način izbora dreves za posek oziroma odstranitev iz nadaljnje simulacije. Oboje temelji na izračunani Weibullovi porazdelitvi, ki ni nujno, da se idealno prilega dejanski debelinski strukturi. Pogosto je zaradi majhnosti ploskve precej različna.

Morebiten vzrok bi lahko iskali tudi v nekoliko drugačni strukturi negospodarjenih in gospodarjenih smrekovih sestojev (preglednica 1). A ker je razpon osnovnih sestojnih parametrov podoben in je večina ploskev v negospodarjenih in gospodarjenih izkazovala podobne in primer-

ljive vrednosti sestojih parametrov, tak vpliv ne bi smel biti izrazit in ključen. Mogoče je tudi, da je določitev jakosti poseka oziroma mortalitete neposredno iz stanja na ploskvi na nek način izničila (precenjevalni) učinek prirastne funkcije za smrekove sestoje. Morebiten vzrok diskrepance je tudi morebitna predhodna poškodovanost sestojev, ki pa iz podatkov, zbranih na SVP, ni razvidna, lahko pa bi vplivala na nižjo stopnjo priraščanja sestojja. Vsekakor bodo potrebne dodatne raziskave v sodelovanju z avtorji modela, da bomo model ustrezno izpopolnili ali pa v model vgradili prirastne funkcije, razvite na podlagi podatkov iz gozdne inventure čistih smrekovih gozdov v Sloveniji.

Pri simuliranju razvoja smrekovih gozdov je težava tudi, da model v nekaterih primerih na podlagi realnih vhodnih podatkov ni uspel ustrezno iniciirati začetnega stanja. Največkrat je težava nastala ob nizki začetni sestojni temeljnici G_0 in hkratnem dokaj velikem številu dreves N_0 in/ali visokem rastiščnem indeksu SI_{50} . To se je zgodilo na osmih SVP v razvojno mlajših sestojih, kjer je bil v vseh G_0 10 ali manj (ena SVP 15) m^2/ha , D_g pa praviloma manj kot 20 cm.

Pomemben vidik uporabe SVP je tudi spreminjanje števila dreves (in sestojne temeljnice) med dvema meritvama zaradi vraščanja in preraščanja dreves. Model teh procesov ne simulira, zato lahko nastajajo napake in odstopanja. V raziskavi smo uporabili izračunane vrednosti na celotni površini SVP (upoštevali smo obe krožni ploskvi). Mogoče bi bilo pri uporabi modela bolje uporabiti vrednosti, izračunane le na manjši 2-arski ploskvi, na kateri so izmerjena vsa drevesa. Tako bi se izognili spremembi števila dreves in sestojne temeljnice zaradi preraščanja, ne pa tudi zaradi vraščanja. Ustrezno upoštevanje slednjega ostaja vprašanje, ki še čaka na ustrezen rešitev, ki je pomembna predvsem za simuliranje razvoja tanjših drogovnjakov, kjer je vrast praviloma znatna in pomembno vpliva k spremembam sestojnih parametrov.

Za zanesljivejše zaključke bi bilo nujno poznati vpliv analiziranega vzorca SVP. Vzorec SVP je bil dokaj majhen, a je bil izbran naključno izmed vseh potencialnih SVP. Ugotovitve tako veljajo le za izbrani vzorec, a delno lahko rezultate

analize tudi posplošimo; za posplošitev na vse čiste bukov in smrekove sestoje bi bil potreben večji vzorec. Posledično je treba pri interpretaciji prikazanih rezultatov upoštevati določeno mero dvoma. V analizah in rezultatih je (v negativnem smislu) izstopal predvsem vzorec čistih gospodarjenih smrekovih gozdov. Mogoče je, da bi bili z drugačnim vzorcem rezultati validacije usmerjeni drugače. Ker je treba simulacije za vsak sestoj izvesti ročno, rezultate simulacije izvoziti in izdelati skupno podatkovno zbirko, kar vzame precej časa, se v raziskavi nismo lotili simulacij razvoja gozdov za dodaten vzorec SVP v čistih smrekovih gozdovih. Vsekakor pa je pred uporabo simulatorja za namene gospodarjenja s smrekovimi gozdovi takšno dodatno preverjanje modela nujno. Preizkus je mogoče izvesti na novem (večjem) vzorcu SVP, lahko pa bi uporabili podatke nacionalne gozdne inventure (GIS, 2020) ali pa podatke iz stalnih raziskovalnih ploskev, ki pa jih v Sloveniji žal ni veliko.

Pri analizi smo se osredotočili le na nekatere sestojne parametre, sestojno temeljnico, število dreves in premer srednje temeljničnega drevesa, ki je z njima neposredno povezan, nismo pa opazovali prileganja npr. simuliranih debelinskih struktur po posameznih sestojih, sestojne višine, dominantnega premera. Debelinska struktura in dominantni premer sta pogosto ključna podatka, na podlagi katerih se gozdar odloča o vrsti ukrepa v sestoji in pozneje odkazilu drevja. Pri iniciaciji debelinske strukture sestojev lahko nastanejo precejšnja odstopanja od dejanskega stanja (Schütz in Rosset, 2016), a metoda, vgrajena v modul za izračun debelinske strukture sestojja, se je izkazala za precej zanesljivo (Schütz in Rosset, 2020). Metoda omogoča dokaj zanesljivo napovedovanje β koeficienta triparametrne Weibullove porazdelitvene funkcije iz sestojnega parametra D_g , preostala parametra α in γ pa sta nato iz β izračunana s t.i. metodo *parameter recovery* (Siipilehto in Mehtätalo, 2013). V analizi nismo namenjali pozornosti ne debelinski strukturi ne dominantnemu premeru sestojja. Smiselno pa bi bilo, da bi ju v nadaljnjih raziskavah preizkušanja modela podrobneje raziskali, kar v naši raziskovalni skupini že deloma izvajamo.

V slovenskih gozdovih so dali rezultati validacijske raziskave modela SiWaWa oprijemljive pozitivne rezultate, ki nakazujejo možnost neposredne in takojšnje uporabe modela pri gospodarjenju s čistimi enomernimi gozdovi. Publikacij o podobnih testiranjih modela v Švici ali drugje nismo našli, preizkusi algoritma za izračun debelinske strukture sestoja iz sestojne temeljnice in števila dreves pa so algoritem označili za zelo natančnega, testiranja so dala dobre rezultate (Rosset in sod., 2018; Schütz in Rosset, 2020).

Lahko zaključimo, da je model SiWaWa v prosto dostopni različici, ki je parametriziran za švicarske gozdove, uporaben za simuliranje razvoja čistih bukovih gozdov brez ukrepanja (poseka) ali z njim, a pri interpretaciji simulacij mora biti uporabnik vseeno previden in pridobljene rezultate ustrezno pretehtati. Če je le mogoče, predlagamo preizkus točnosti modela na lokalnih podatkih in interpretacijo simulacij glede na rezultate te analize. SiWaWa zaenkrat še ne omogoča zanesljive simulacije razvoja čistih smrekovih sestojev v Sloveniji, potrebna so dodatna preverjanja. Verjetno bo za dovolj zanesljivo napovedovanje potrebna parametrizacija modela. Vsekakor velja poudariti, da je glede na uporabnost in enostavnost modela smiselno investirati v dodatne preizkuse, pa tudi nadgradnjo (parametrizacijo) modela s funkcijskimi povezavami, izračunanimi na podlagi podatkov iz naših gozdnih inventur, ali še bolje investirati v izgradnjo podobnega lastnega modela razvoja gozdov. Takšen model razvoja gozdnih sestojev je lahko pomembno orodje v procesu odločanja o ukrepanju v posameznih sestojih, primeren je tudi za simulacije razvoja gozdov na manjših do srednje velikih zasebnih gozdnih posestih (ob ne prevelikem številu sestojev, pogoj so enomerni čisti sestoji). Manj primeren pa je za strateško in konkretno odločanje na večji prostorski ravni, npr. na ravni rastiščnogojitvenega razreda, gozdnogospodarske enote ali večje gozdne posesti. Zaradi pogostih raznodobnih in raznomernih sestojev in rastiščne heterogenosti pa je smiselno razmišljati tudi o modelu, ki bi zanesljivo napovedoval razvoj tudi omenjenih gozdnih sestojev.

5 POVZETEK

Modeliranje razvoja gozdov je poenostavljen prikaz sprememb gozdnih sestojev zaradi procesov v gozdnem ekosistemu, kot so rast, mortaliteta, pomladitev in vrast drevja. Zaradi kompleksne narave gozdnih ekosistemov je modeliranje razvoja gozdov pomemben sestavni del upravljanja gozdov. Simuliranje različnih scenarijev razvoja gozdov glede na različno ukrepanje je temeljna podlaga za boljše odločanje in zmanjševanje tveganj pri gospodarjenju z gozdovi. Sestojni modeli so bili pogosto prepoznani kot učinkovito orodje pri podpori odločanju pri upravljanju z gozdovi. Primer prostorsko neodvisnega sestojnega modela je model razvoja gozdov SiWaWa (Schütz in Zingg, 2007; Rosset in sod., 2013), ki z enostavnimi, lahko merljivimi vhodnimi podatki na sestojni ravni simulira razvoj čistega enomernega sestoja izbrane drevesne vrste (bukev, smreka, veliki jesen). Cilj raziskave je bil preveriti uporabnost in primernost tega modela v njegovi izvorni različici za simulacijo razvoja čistih bukovih in smrekovih sestojev v Sloveniji.

V raziskavi smo uporabili podatke s stalnih vzorčnih ploskev (SVP) Zavoda za gozdove Slovenije. Iz zbirke smo naključno izbrali 50 SVP v čistih bukovih negospodarjenih in gospodarjenih sestojih ter 50 SVP v čistih smrekovih gospodarjenih in negospodarjenih sestojih, katerih gostota je bila vsaj 200 dreves/ha. Vhodni podatki v simulator SiWaWa 1.0 so bili: drevesna vrsta, sestojna temeljnica ob predzadnji meritvi (G_0), število dreves od predzadnji meritvi (N_0) in rastiščni indeks (SI_{50}). Razvoj vsakega sestoja na SVP smo simulirali za obdobje 10 let. V gospodarjenih sestojih smo simulirali razvoj sestoja ob upoštevanju i) jakosti dejanskega poseka in ii) jakosti celotne mortalitete, kjer smo upoštevali posekano in odmrlo drevje. Validacijo simulacij modela smo naredili na 100 SVP v čistih bukovih sestojih in 92 SVP v čistih smrekovih (osem iniciacij sestojev je bilo neuspešnih). Pri validaciji smo najprej preverjali ustreznost za švicarske gozdove parametrizane Weibullovo porazdelitveno funkcijo pri iniciaciji začetnega stanja v čistih sestojih bukve in smreke, osredotočili smo se na parametre G , N in D_g . V drugem delu validacije smo analizirali

uspešnost modela pri simuliranju razvoja gozdov, primerjali smo simulirane vrednosti G , N in D_g ob koncu 10-letnega obdobja simulacij z dejanskimi izmerjenimi vrednostmi na SVP. Okularno smo z razsevnimi diagrami primerjali dejanske in simulirane vrednosti opazovanih sestojnih parametrov in izračunali več mer točnosti.

Model SiWaWa je precej točno generiral začetne vrednosti G_0 in N_0 ter posledično tudi $D_{g,0}$ za čiste bukove sestoje in tudi smrekove. Tako je RMSE za G_0 v čistih bukovih sestojih znašal le 0,32 m²/ha in MAPE 0,87 %. V smrekovih sestojih sta bili obe napaki le nekoliko večji, in sicer RMSE 1,06 m²/ha in MAPE 1,16 %.

Simulacije razvoja čistih bukovih in smrekovih gozdov za obdobje 10 let so nakazale različno napovedno moč modela SiWaWa. Razsevni diagram dejanskih in napovedanih vrednosti G_1 ter mere točnosti za napovedano sestojno temeljnico ob koncu simuliranega obdobja G_1 so nakazali sprejemljivo napovedovanje razvoja bukovih gozdnih sestojev. Nasprotno pa se je izkazalo pri simulacijah čistih smrekovih sestojev. Mere točnosti za negospodarjene smrekove sestoje so se izkazale za precej slabše; MAPE za $G_{1,sim}$ je bila kar 4,4-krat višja od MAPE za čiste negospodarjene bukovne gozdove. $D_{g,sim}$ je bil precejen na 95 % ploskev.

Simulacije razvoja gospodarjenih čistih bukovih sestojev so pokazale podobno dobro prileganje dejanskim vrednostim kot za negospodarjene sestoje, nasprotno pa simulacije razvoja gospodarjenih čistih smrekovih sestojev kažejo drugačno sliko kot simulacije negospodarjenih sestojev. Točnost napovedi je bila bistveno boljša ne glede na to, ali smo upoštevali samo posek ali celotno mortaliteto. Povprečna absolutna odstotna napaka MAPE je bila približno 10 % manjša kot v negospodarjenih sestojih. Raztros ostankov v analizi D_g je nakazal pogosto precejevanje tega parametra tako v bukovih kot smrekovih sestojih.

Model SiWaWa se je v raziskavi že v svoji osnovni različici, parametrizirani za švicarske gozdove, izkazal kot uporaben pripomoček. Napovedovanje razvoja vzorčnih čistih bukovih gozdov je bilo dokaj točno, lahko celo zaključimo, da sprejemljivo z vidika neposredne uporabe modela pri upravljanju z gozdovi v Sloveniji. Ne moremo pa enako zaključiti glede uporabe

modela v vzorčnih čistih smrekovih sestojih, kjer rezultati niso bili enosmerni. Odstopanja so bila bistveno večja kot pri simulacijah razvoja bukovih sestojev; predvsem je neugodno večinsko precejevanje sestojne temeljnice, v veliko primerih tudi precejevanje števila dreves v negospodarjenih sestojih. Izpostavljeni in komentirani so mogoči razlogi takšnih rezultatov. Poudariti pa velja, da je glede na uporabnost in enostavnost modela smiselno investirati v dodatne preizkuse, pa tudi nadgradnjo (parametrizacijo) modela s funkcijskimi povezavami, izračunanimi na podlagi podatkov iz naših gozdnih inventur, ali investirati v izgradnjo podobnega lastnega modela razvoja gozdov.

5 SUMMARY

The modelling of forest development is a simplified presentation of changes in forest stands due to the processes in forest ecosystem, e.g. growth, mortality, regeneration, and ingrowth of trees. Due to the complex nature of forest ecosystems, the modelling of forest development represents an important component of forest management. The simulation of diverse forest development scenarios concerning the diverse actions is the base for a better decision making and reducing the risks in forest management. The stand models were often recognized as an effective tool for support in decision making in forest management. An example of a spatially independent stand model is the SiWaWa forest development model (Schütz and Zingg, 2007; Rosset et al., 2013), which simulates the development of pure even-aged stands of selected tree species (beech, spruce, common ash) using simple and easy-to-measure input data. The goal of the study was to test the applicability and appropriateness of this model in its original variant for simulating development of pure beech and spruce stands in Slovenia.

In our research, we applied the data from permanent sampling plots (SVP/PSP) of the Slovenia Forest Service. From the collection, we randomly selected 50 PSPs in pure beech unmanaged and managed stands and 50 PSPs in pure spruce managed and unmanaged stands, whose density was at least 200 trees/ha. The input

data into the SiWaWa 1.0 simulator were: tree species, basal area at the penultimate measurement (G_0), number of trees at the penultimate measurement (N_0) and site index (SI_{50}). In the managed stands, we simulated the stand development considering i) intensity of the actual felling and ii) intensity of the total mortality, where we considered the harvested and naturally dead trees. We performed the validation of the model simulations on a 100 PSPs in pure beech stands and 92 PSPs in pure spruce stands (eight stand initiations were unsuccessful). We first checked the appropriateness of the parametrized Weibull distribution function for initializing the penultimate state in pure beech and spruce stands; we focused on the G , N and D_g parameters. In the second part of the validation, we analyzed the successfulness of the model in forest development simulations; we compared the simulated values G , N , and D_g at the end of the 10-year simulation period with the actual measured values on the PSPs. We compared the actual and simulated values of the monitored stand parameters using the dispersion diagrams and several calculated accuracy measures.

The SiWaWa model generated the initial values G_0 and N_0 and, consequently, also $D_{g,0}$ rather accurately for pure beech stands and for the spruce ones. Thus, RMSE for G_0 in pure beech stands amounted to only 0.32 m²/ha and MAPE 0.87 %. In the spruce stands, both errors were only somewhat bigger, i.e. RMSE 1.06 m²/ha and MAPE 1.16 %. The development simulations in pure beech and spruce forests for the 10-year period indicated a different SiWaWa model predictive power. The scatterplot of the actual and predicted values G_1 and the corresponding accuracy measures indicated an acceptable prediction of the beech forest stands' development. The accuracy measures for the unmanaged spruce stands proved to be much worse; MAPE for the $G_{1,sim}$ was 4.4 times higher than MAPE for pure unmanaged beech forests. $D_{g,sim}$ was overestimated on 95 % of plots.

The simulations of the managed pure beech stands' development showed a similar good fitting to the accurate values as for the unmanaged stands; on the contrary, the simulations of the managed

pure spruce stands showed different results as the simulations of the unmanaged stands. The accuracy of the prediction was substantially better regardless of considering only harvested trees or total mortality. The mean absolute percentage error MAPE was around 10 % lower than in unmanaged stands. The residual scatterplot of D_g indicated a frequent overestimation of this parameter both in beech and spruce stands.

The SiWaWa model proved to be a useful tool for forest management already in its basic version, parametrized for Swiss forests. Predictions for the sampled pure beech forests were rather accurate, which enables us to conclude that SiWaWa might be acceptable for its direct use when managing beech forests in Slovenia. However, we cannot draw the same conclusion for applying the model in pure spruce forests, where the results were not single-sided. The deviations were significantly bigger than in the development simulations of beech stands. Above all, the majority overestimation of the stand basal area, in numerous cases also overestimation of the number of trees in the unmanaged stands, are unfavorable. Possible reasons for such results are highlighted and commented. In conclusion, we emphasize that regarding the model's applicability and simplicity it is reasonable to invest in additional tests and also upgrading (parametrization) of the model with equations, calculated using the data from our forest inventories, or even more to invest into the development of a similar forest development model of our own.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Raziskavo sta finančno omogočila Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Agencija za raziskovalno dejavnost s financiranjem ciljnega raziskovalnega projekta Pregled in presoja modelov razvoja gozdov za gozdnogospodarsko načrtovanje na različnih prostorskih ravneh (V4-1821). Zahvaljujem se doc. dr. Andreju Ficku za pripombe k osnutku članka, Zavodu za gozdove Slovenije za omogočeno uporabo podatkov s stalnih vzorčnih ploskev in recenzentu za izčrpno in konstruktivno recenzijo članka.

7 VIRI

7 REFERENCES

- EAFV. 1968. Ertragstafeln für die Fichte, Tanne und Buche in der Schweiz. 1968. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, ZH.
- Ficko A., Roessiger J., Bončina A. 2016. Can the use of continuous cover forestry alone maintain silver fir (*Abies alba* Mill.) in central European mountain forests? *Forestry*, 89 (4): 412–421.
- Fontes L., Bontemps J.-D., Bugmann H., Van Oijen M., Gracia C., Kramer K., Lindner M., Rötzer T., Skovsgaard J.P. 2010. Models for supporting forest management in a changing environment. *Forest Systems*, 19: 8–29.
- Franc A., Laroussinie O., Karjalainen T. 2001. Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management at the Forest Management Unit Level. *EFI Proceedings* No. 38. Joensuu, European Forest Institute.
- GIS. 2020. Spletna stran Gozdarskega inštituta Slovenije: Nacionalna gozdna inventura. Url: <http://www.gozdis.si/novice/nacionalna-gozdna-inventura-2018-07-19/> (13. 8. 2020)
- Hasenauer H. 1994. Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten-Kiefern- und Buchen-Fichtenmischbestände. *Forstliche Schriftreihe. Österreichische Gesellschaft für Waldökosystemforschung und experimentelle Baumpforschung*. Universität für Bodenkultur, Wien.
- Kadunc A., Poljanec A., Dakskobler I., Rozman A., Bončina A. 2013. Ugotavljanje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč v Sloveniji. Vsebinsko poročilo o realizaciji projekta. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- Klopčič M., Ficko A., Šmidovnik T., Grošelj P. 2020. Pregled in ocena tipov modelov razvoja gozdov glede primernosti za upravljanje gozdov v Evropi (izsledek D2). Ciljni raziskovalni projekt V4-1821. Pregled in presoja modelov razvoja gozdov za gozdnogospodarsko načrtovanje na različnih prostorskih ravneh. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 33 s.
- Kotar M. 2003. *Gozdarski priročnik*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 str.
- Kotar, M., 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije: 500 str.
- Kurz W.A., Dymond C.C., White T.M., Stinson G., Shaw C.H., Rampley G.J., Smyth C., Simpson B.N., Neilson E.T., Tyofymow J.A., Metsaranta J., Apps M.J. 2009. CBM-CFS3: A model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. *Ecol. Model.* 220: 480–504.
- Lexer M.J., Honninger K. 2001. A modified 3D-patch model for spatially explicit simulation of vegetation composition in heterogeneous landscapes. *Forest Ecology and Management* 144: 43–65.
- Lynch T. B., Moser J.W. Jr. 1986. A growth model for mixed species stands. *Forest Science*, 32 (3): 697–706.
- Nabuurs G.-J., Päivinen R., Schanz H. 2001. Sustainable management regimes for Europe's forests - a projection with EFISCEN until 2050. *Forest Policy and Economics* 3: 155–173.
- Peng C. 2000. Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future. *Forest Ecology and Management* 132: 259–279.
- Porté A., Bartelink H.H. 2002. Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management. *Ecological Modelling* 150: 141–188.
- Pretzsch H. 2010. *Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model*. Heidelberg, Springer.
- Rosset C., Schütz J.-P., Lanz A., Menk J., Gollut C., Weber D. 2013. SiWaWa: Waldwachstumssimulationsmodell der neuen Generation - Das Waldwachstum für den Praktiker leicht gemacht. Schlussbericht. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Wald, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Bern.
- Rosset C., Dumolard G., Gollut C., Weber D., Marti, V., Wyss F., Sala V., Endtner J., Schütz J.-P. 2018. SiWaWa 2.0 et Placettes Permanentes de Suivi Sylvicole (PPSS). Rapport Final. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Bern.

- Schütz J.-P., Rosset C. 2016. Des modèles de production et d'aide à la décision sur smartphones. *Rev For Fr* 68: 427–439.
- Schütz J.-P., Rosset C. 2020. Performances of different methods of estimating the diameter distribution based on simple stand structure variables in monospecific regular temperate European forests. *Annals of Forest Science*, doi: <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00951-3>
- Schütz J.-P., Zingg A. 2007. Zuwachsprognose nach der sozialen Hierarchie im Entwicklungs- und Wachstumsmodell SiWaWa. Conference paper: Jahrestagung 2007 Deutscher Verband forstl. Forschungsanstalten; Sektion Ertragskunde, At Alsfeld, Volume 2007.
- Siiipilehto J., Mehtätalo L. 2013. Parameter recovery vs. parameter prediction for the Weibull distribution validated for scots pine stands in Finland. *Silva Fennica* 47: 1–22.
- Vanclay J. K. 1994. Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests. CAB International, Department of Economics and Natural Resource, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark, Wallingford, UK.
- Willmott C. J. 1981. On the validation of models. *Physical Geography* 2: 184–194.
- ZGS. 2019. Podatkovna zbirka stalnih vzorčnih ploskev. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.

Spremljanje koncentracije askospor glive *Eutypella parasitica*

Monitoring the Concentration of Eutypella parasitica Ascospores

Tine HAUPTMAN^{1,2,*}**Izvleček:**

Gliva *Eutypella parasitica* izvira iz Severne Amerike in povzroča bolezen, imenovano javorov rak. V Sloveniji so jo prvič našli leta 2005, zdaj je razširjena po vsej državi, izkoreninjenje bolezni ni več mogoče. Da bi preprečili nadaljnje širjenje bolezni in zmanjšali število novih okužb, je treba okužena drevesa posekati. Pri tem velja navodilo, da okuženi del debla izrežemo vsaj 50 cm nad rano in pod njo, izrezani del pa nato na mestu sežgemo ali pa položimo na gozdna tla tako, da je rakava rana usmerjena proti tlom. Učinkovitost slednjega ukrepa smo želeli preverjati s spremljanjem koncentracij askospor glive *E. parasitica* v zraku, pred izvedenim ukrepom in po njem. Spremljanje ni bilo uspešno, tako da učinkovitosti ukrepa ne moremo potrditi. V prispevku predstavljamo metode spremljanja in razpravo o morebitnih razlogih za neuspešno lovljenje askospor glive *E. parasitica*.

Ključne besede: javorov rak, *Eutypella parasitica*, monitoring, volumetrični vzorčevalnik, Slovenija

Abstract:

Fungus *Eutypella parasitica* originates in North America and causes a disease called Eutypella canker of maple. In Slovenia, it was found for the first time in the year 2005; now it is spread in the whole country and the disease cannot be rooted out anymore. To prevent further spread of the disease and reduce the number of new infections, the infected trees must be cut down. Thereby, the valid instruction requires the infected part of the trunk should be cut out at least 50 cm above and under the wound and that the cut-out part should be burned on the spot or laid on the forest soil in such a way that the canker wound is facing the soil. We wanted to test the effectiveness of the latter measure by monitoring the ascospores of the *E. parasitica* fungus concentration in the air before the performed measure and after it. Monitoring was not successful; thus, we cannot confirm the effectiveness of this measure. In the article, we present our monitoring methods and discussion about possible reasons for unsuccessful catching of the *E. parasitica* fungus ascospores.

Key words: Eutypella canker of maple, *Eutypella parasitica*, monitoring, volumetric sampler, Slovenia

1 UVOD

Gliva *Eutypella parasitica* R. W. Davidson & R. C. Lorenz najverjetneje izvira iz Severne Amerike, in sicer z območij v okolici Velikih jezer. V Sloveniji so jo prvič našli leta 2005 (Jurc in sod., 2006). Omenjena najdba je pomenila prvo najdbo javorovega raka v Evropi. Glede na velikosti rakavih ran in hitrost razraščanja glive po gostitelju pa predvidevamo, da je bila gliva k nam zanesena že pred letom 1960 (Brglez in sod., 2018). Doslej so okužbe z javorovim rakom odkrili tudi v nekaterih drugih evropskih državah: Avstrija, Češka, Hrvaška, Italija, Madžarska, Nemčija, Poljska in Slovenija (EPPO, 2020).

Gliva povzroča bolezen, imenovano javorov rak. Je parazit ran, saj svojega gostitelja najpogosteje okuži skozi odmrlo vejo ali poškodbo na deblu;

povzroči razvoj rakavih ran. Debla so na mestih okužb deformirana in tehnično razvrednotena. Gliva *E. parasitica* v svojem gostitelju napreduje relativno počasi, zato starejše drevje lahko z okužbo živi več desetletij, okuženo mlajše drevje pa navadno hitro propade. Ker ima gliva sposobnost razgradnje lesa (Brglez in sod., 2020), je zmanjšana mehanska stabilnost okuženih dreves in se na mestih okužb zaradi vpliva drugih dejavnikov (npr. veter, sneg, žled) pogosto prelomijo. Gliva *E. parasitica* lahko okuži različne vrste javorov (*Acer* spp.). V Sloveniji jo najpogosteje odkrijemo na gorskem javoru (*A. pseudoplatanus* L.) in maklenu (*A. campestre* L.), redkeje na ostrolistnem javoru (*A. platanoides* L.), našli pa smo jo tudi na nekaterih tujerodnih vrstah javorov (Ogris in sod., 2005; Jurc, 2008; Brglez in sod., 2018).

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo gozdov, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

* dopisni avtor: tine.hauptman@bf.uni-lj.si

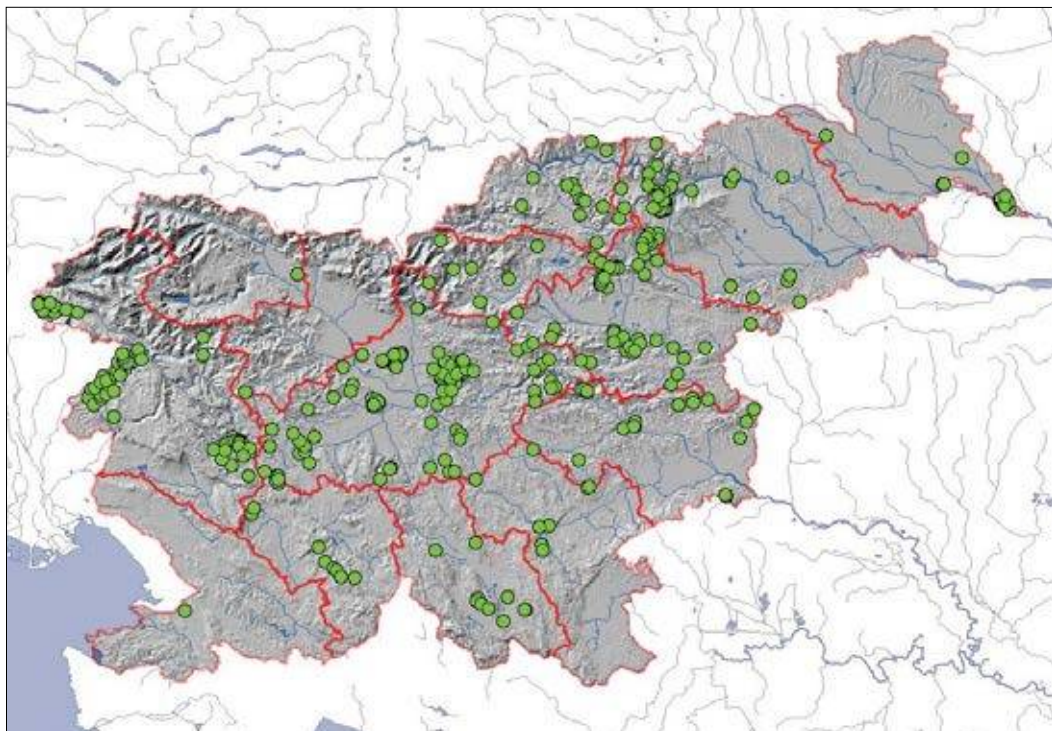
Gliva *E. parasitica* je razširjena praktično po vsej Sloveniji (slika 1). Izkoreninjenje bolezni zato ni mogoče, vseeno pa moramo ukrepati, da preprečimo njeno nadaljnje širjenje in zmanjšamo število novih okužb (Ogris in sod., 2005; Jurc, 2008; Brglez in sod., 2018). Najpomembnejši ukrep je odkrivanje okuženih dreves in njihov posek. V Sloveniji v zadnjih letih potekata intenzivno iskanje in sečnja okuženih dreves. Sprva je iskanje javorovih rakov potekalo predvsem v sklopu del javne gozdarske službe, projekt LIFE Artemis pa je v akcijo vključil tudi širšo javnost. Na spletnem portalu Invazivke (Ogris, 2020), kamor lahko sporočamo najdbe različnih tujerodnih organizmov, je bilo tako do 22. 12. 2020 zabeleženih 452 javorovih rakov.

Drevesa z javorovim rakom je treba posekati. Okuženi del debla je treba izrezati vsaj 50 cm nad rano in pod njo, izrezani del pa nato na mestu sežgati ali pa položiti na gozdna tla tako, da je rakava rana usmerjena proti tlom (Ogris,

2012). Tako preprečimo nadaljnje širjenje spor glive. Ena od nalog projekta LIFE Artemis je bila preveriti učinkovitost slednjega ukrepa, in sicer s spremljanjem koncentracij askospor glive *E. parasitica* v zraku, pred izvedenim ukrepom in po njem. V nadaljevanju prispevka predstavljamo metode in ugotovitve spremljanja.

2 METODE SPREMLJANJA

Koncentracijo askospor v zraku smo spremljali z volumetričnim vzorčevalnikom tipa Hirst (slika 2) (naprava je dobila ime po rastlinskem patologu dr. Jamesu Hirstu, ki je leta 1952 zasnoval prvo napravo tega tipa), proizvajalca Lanzoni (Italija). Tak vzorčevalnik se najpogosteje uporablja za spremljanje koncentracije pelodnih zrn in trosov gliv v zraku ter onesnaženosti zraka. Naprava aktivno črpa zrak s pretokom 10 l/min. Glava vzorčevalnika je opremljena s krmilno lopatico, zaradi katere je odprtina za dotok zraka vedno usmerjena proti vetru. Mikrodelci v



Slika 1: Lokacije javorovih rakov, Invazivke – Osrednji elektronski informacijski sistem za invazivne tujerodne vrste v Sloveniji, www.invazivke.si. Gozdarski inštitut Slovenije, LIFE ARTEMIS (LIFE15 GIE/SI/000770) (22. 12. 2020)

zraku, ki skozi odprtino za dotok zraka vstopijo v napravo, se odlagajo na poseben trak, ki je premazan s silikonskim gelom in je nameščen na vzorčevalnem valju v notranjosti naprave. Valj se enakomerno vrti s hitrostjo 2 mm/h, tako da omogoča spremljanje dnevne dinamike pojavljanja trosov gliv v zraku. Pri spremljanju koncentracije askospor glive *E. parasitica* smo po vzorčenju na terenu iz vrtilnega valja odstranili trak, na katerega so se odlagali mikrodelci v zraku, ga razrezali na 48 mm dolge dele (en tak trak je predstavljal 24-urno spremljanje), ki smo jih nato analizirali v mikroskopični Laboratoriji za varstvo gozdov GIS.

Spremljanje je potekalo na treh lokacijah: Vesca (GKY: 462591; GKX: 112231), Moravče (GKY: 479599; GKX: 110767) in Rova (GKY: 473109; GKX: 114556). Na lokaciji Moravče smo koncentracijo askospor spremljali samo v letu 2019, na lokaciji Rova v letu 2020, na lokaciji Vesca pa v obeh omenjenih letih. Na vseh treh lokacijah smo vzorčevalnik postavili v neposredno bližino drevesa z javorovim rakom (slika 2). Pri postavitvi

smo morali paziti, da je bil vzorčevalnik nameščen povsem vodoravno, sicer se glava vzorčevalnika ne bi obračala v smeri vetra. Volumetrični vzorčevalnik, ki smo ga uporabljali v naši raziskavi, je bil opremljen z dvema solarnima paneloma. Tako napajanje za uporabo v gozdu ni najprimernejše, saj je težko zagotoviti zadostno osvetljenost. Temu primerno pa v nobenem primeru vzorčevalnik ni deloval več kot 48 ur. Spremljanje smo tako večkrat ponovili. V letu 2019 smo večdnevna spremljanja izvedli v avgustu in septembru, v letu 2020 pa julija in avgusta. V vseh primerih smo vzorčevalnik na terenu namestili po krajšem ali daljšem deževnem obdobju.

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

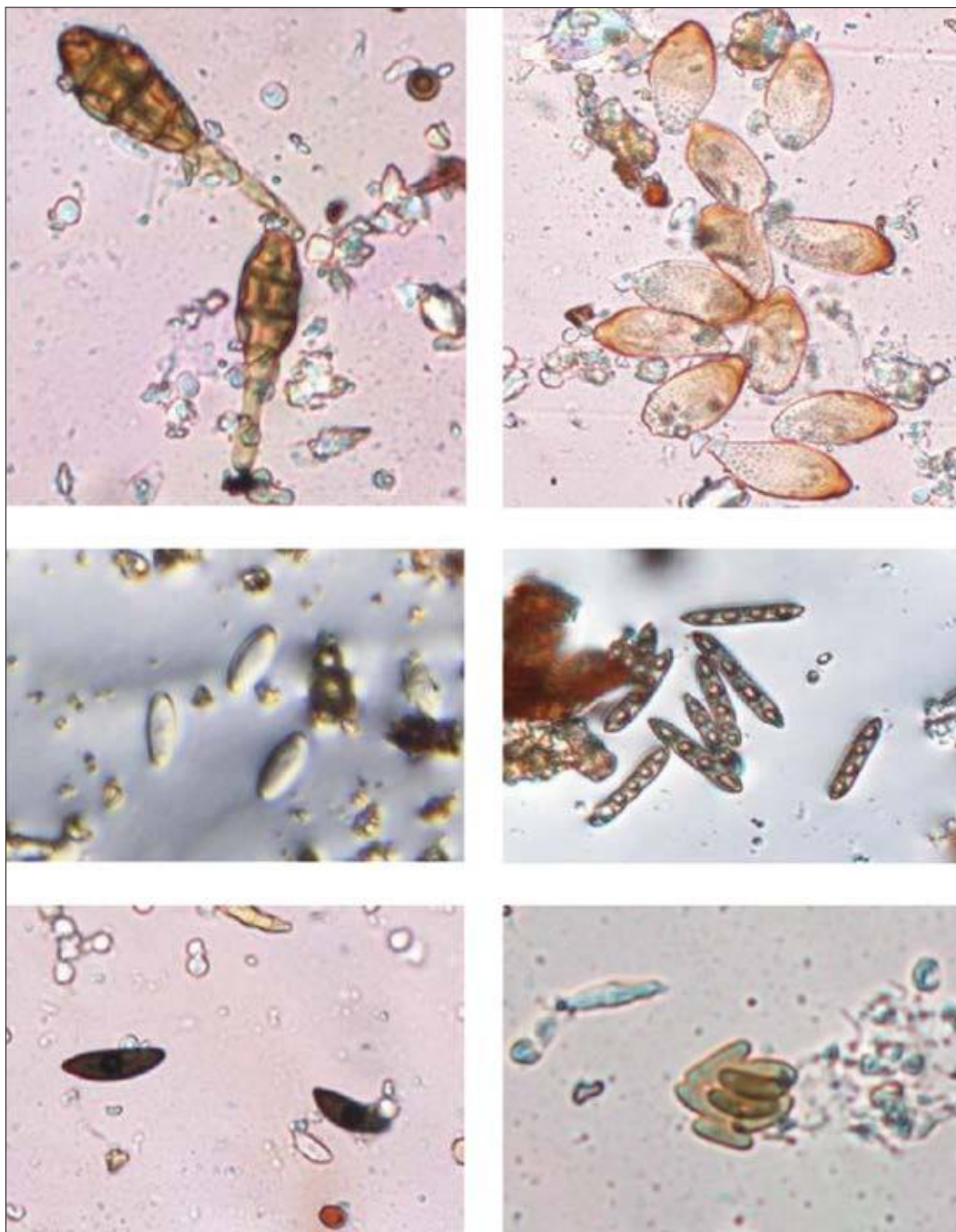
Ugotavljamo, da spremljanje askospor glive *E. parasitica* v naši raziskavi ni bilo uspešno, saj smo na vzorčevalnem traku odkrili askospore glive *E. parasitica* le v enem primeru, in sicer pri vzorčenju na lokaciji Moravče, ki smo ga izvajali od 4. do 6. septembra 2019. Celo v tem primeru je bila odkrita le ena skupina askospor (slika 3).



Slika 2: Volumetrični vzorčevalnik, opremljen z dvema solarnima paneloma, postavljen neposredno ob gorskem javoru, okuženim z glivo *Eutypella parasitica*, na lokaciji Moravče

Kaj je razlog, da z vzorčevalnikom nismo uspeli ujeti askospor glive *E. parasitica*? Najprej bi lahko pomislili na nepravilno delovanje vzorčevalnika,

vendar lahko tak pomislek zavržemo zaradi številnih ujetih raznoraznih trosov gliv (slika 3) in drugih mikrodelcev. V Severni Ameriki sta volu-



Slika 3: Nekaj primerov spor, ki smo jih odkrili z vzorčevalnikom. Desno spodaj je slika edine skupine askospor glive *E. parasitica*, ki smo jo odkrili med našim spremljanjem

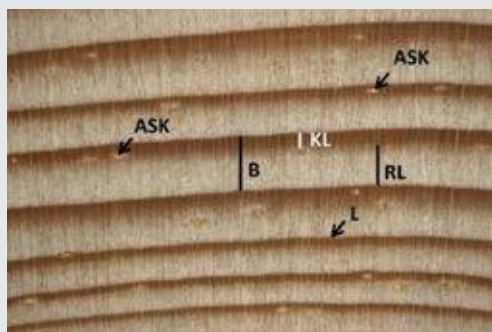
Makroskopske in mikroskopske značilnosti lesa

NAVADNA SMREKA (*Picea abies* (L.) Karst.)

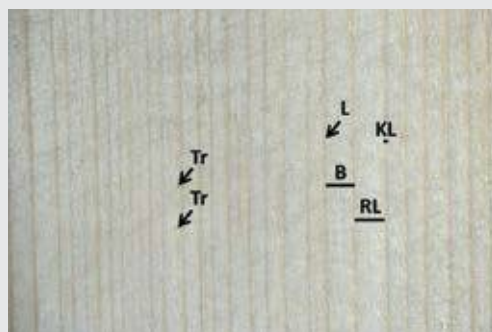
dr. Jožica Gričar (jozica.gricar@gozdis.si), dr. Peter Prislan (peter.prislan@gozdis.si)
Gozdarski inštitut Slovenije

Navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karst.) je gospodarsko najpomembnejša drevesna vrsta v Sloveniji. V letu 2019 je predstavljala 30,4 % delež v lesni zalogi. Do leta 2009 je bil njen delež največji, v zadnjih letih pa predstavlja največji del lesne mase slovenskih gozdov bukev. Razlog za veliko zastopanost smreke v slovenski lesni zalogi je nekdanja gozdarska praksa, ki je pospeševala pogozdovanja s smreko, tudi v obliki monokulturnih nasadov na nenaravnih rastiščih in v nižinah. Njen potencialni naravni delež je ocenjen na 8 %. Na nenaravnih rastiščih je smreka še posebej ogrožena, saj podnebne spremembe in s tem povezane čedalje pogostejše naravne ujme (vetrolom, suša, žledolom) povečujejo dovzetnost oslabljenih dreves za napad podlubnikov ali drugih škodljivih

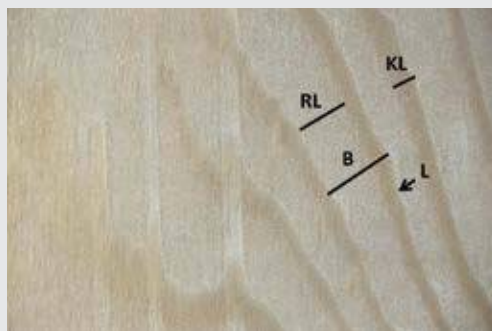
organizmov v naslednjih letih. To se odraža v povečanem obsegu sanitarne sečnje v celotnem poseku v obdobju 2012–2017, ki znaša kar 62 % oziroma 9,4 mio m³. Posledica intenzivnih sanitarnih sečenj so velike količine dostikrat poškodovanega in manjvrednega lesa smreke na svetovnih trgih. Pričakovati je, da se bo ta trend nadaljeval tudi v prihodnje, obenem pa se bo nadaljevalo zmanjševanje njenega deleža v slovenski lesni zalogi. Les smreke ali smrekovina je zaradi ugodnih lastnosti (npr. ugodno razmerje med gostoto in trdnostjo) in dobre obdelavnosti cenjen in vsestransko uporaben: v gradbeništvu, za stavbno pohištvo, opaže, notranje pohištvo, glasbila (resonančni les), stenske, stropne in talne obloge, za furnir, kompozitne plošče, papir, itd.



Slika 1a: Prečni prerez smrekovine. Vidni so kolobarji letnih prirastnih plasti (branik) s temneje obarvanim kasnim lesom. B – branika, L – letnica, RL – rani les, KL – kasni les, ASK – aksialni smolni kanal (foto: G. Skoberne)



Slika 1b: Radialni prerez smrekovine. Letnice in branike potekajo navpično. B – branika, L – letnica, RL – rani les, KL – kasni les, Tr – trak (foto: G. Skoberne)



Slika 1c: Tangencialni prerez smrekovine. Vidni so pasovi kasnega lesa kot značilne parabolične lise v obliki črke U ali V. Vseh letnic oz. branik ne moremo videti, ker prerez poteka bolj ali manj vzporedno z osjo drevesa. B – branika, L – letnica, RL – rani les, KL – kasni les (foto: G. Skoberne)

MAKROSKOPSKI OPIS LESA

Smrekovina je navadno rumenkasto bele do rumenkasto rjave barve. Letne prirastne plasti oziroma branike so razločne, saj se celice ranega lesa, ki nastajajo na začetku rastne sezone, in celice kasnega lesa, ki nastajajo v drugi polovici rastne sezone, morfološko razlikujejo. Rani les ima nižjo gostoto in je svetlejše rumenkaste barve, kasni les je temnejši, rdečkasto rumene brave. Prehod iz ranega v kasni les je navadno postopen. Beljava, tj. zunanji del debla, se

barvno ne loči od jedrovine, tj. notranjega dela debla. Za smrekovino so značilni normalni smolni kanali, s premerom 30–150 μm , ki so pretežno posamezni in vidni s pomočjo lupe. Les lahko vsebuje tudi smolike ali smolne žepe. To so luknje vretenaste oblike v lesu, ki so napolnjene s smolo in so lahko moteči pri nadaljnji obdelavi lesa. Svež les diši po smoli. Les je srednje gostote (gostota absolutno suhega lesa $\rho_0 = 300\text{--}430\text{--}640 \text{ kg/m}^3$).

MIKROSKOPSKI OPIS LESA

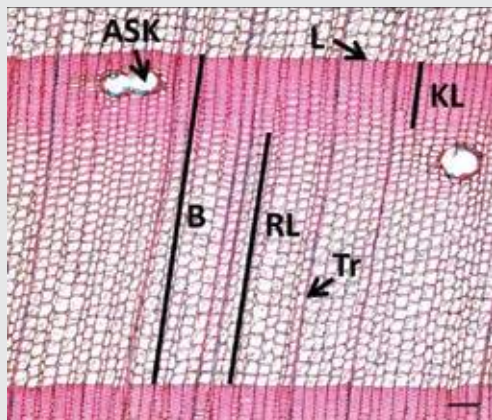
Pri iglavcih, tudi smreki, večino lesnega tkiva predstavljajo aksialne traheide. Traheide so mrtve celice, ki so med seboj povezane z obokanimi piknjami. Na začetku rastne sezone, tj. spomladi in zgodaj poleti, nastajajo traheide ranega lesa z velikimi lumni in tankimi celičnimi stenami. V drugi polovici rastne sezone, poleti, pa nastajajo traheide kasnega lesa z majhnimi lumni in debelimi celičnimi stenami. Radialni premer traheid od ranega proti kasnemu lesu pada, medtem ko debelina celičnih sten narašča. Posledično ima kasni les višjo gostoto kot rani les. Osnovna naloga traheid je prevajanje vode in mineralnih snovi iz korenin proti krošnji in mehanska opora, pri čemer so traheide ranega lesa zaradi velikih lumnov pomembne za prevajanje vode, traheide kasnega lesa z debelimi stenami pa za zagotavljanje mehanske stabilnosti. Prehod med ranim in kasnim lesom večinoma manj izrazit. Obokane piknje, vidne v radialnem ali tangencialnem prerezu so navadno v enojnih nizih. Celične stene traheid nimajo helikalnih ali spiralnih odebelitev (radialni in tangencialni prerez).

Za smreko so značilni normalni smolni kanali, ki so pretežno posamični in najpogosteje prisotni v kasnem lesu. Smolni kanal je cevast medcelični prostor, ki ga obdajajo epitelne celice in v beljavi vsebujejo smolo. Smolni kanali so aksialno in radialno usmerjeni ter skupaj tvorijo omrežje. Radialni smolni kanali se nahajajo v traku. Pri smreki so epitelne celice debelostene, lignificirane in močno piknjave. Poleg normalnih smolnih kanalov se lahko pojavijo še travmatski smolni kanali (slika 2), in sicer v primeru mehanske poškodbe kambijevega območja. Ti smolni kanali se značilno pojavljajo v tangencialno usmerjenih nizih. Radialno usmerjen skupek celic v lesu imenujemo trak. Trakovi so pri iglavcih večinoma enoredni, večredni so le v primeru, ko vsebujejo radialni smolni kanal. Za smreko so značilni heterocelularni trakovi, sestavljeni iz parenhimskih celic, ki jih na zunanjih straneh obdajajo eden, redkeje dva ali trije pasovi trakovnih traheid. Trakovi pri smreki predstavljajo 4,4–5,5 % lesnega tkiva.

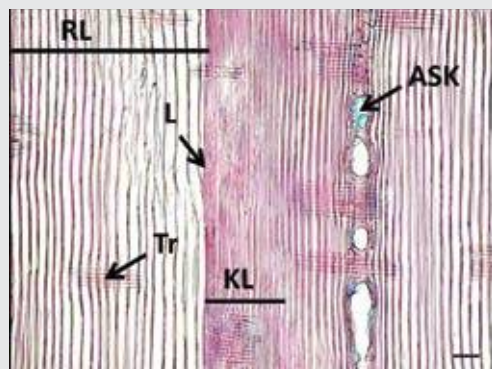


Piknje (slika 3) v križnih poljih, ki povezujejo aksialno traheido in parenhimsko celico, so polobokane in so vidne v ranem lesu. Pri smreki so pretežno piceodine, tj. številne manjše piknje, pri katerih so pikenjske odprtine ozke in pogosto nekoliko podaljšane. Aksialni parenhim je pri iglavcih zelo redek ali manjka. Pri smreki se posamezne aksialne

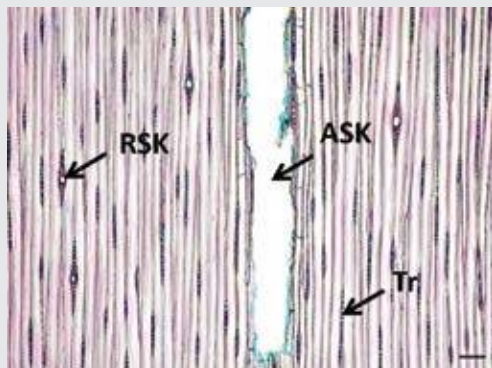
celice nahajajo ob aksialnih smolnih kanalih in skupaj z epitelnimi celicami predstavljajo do 5 % lesnega tkiva. Parenhimske celice so žive, dokler so del beljave. Namenjene so predvsem skladiščenju in transportu ogljikovih hidratov. Med seboj so povezane z enostavnimi piknjami.



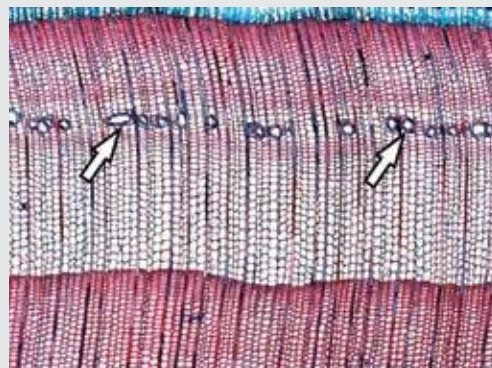
Slika 2a: Prečni prerez smrekovine. B – branika, L – letnica, RL – rani les, KL – kasni les, Tr – trak, ASK – aksialni smolni kanal. Daljica = 100 µm



Slika 2b: Radialni prerez smrekovine. L – letnica, RL – rani les, KL – kasni les, Tr – trak, ASK – aksialni smolni kanal. Daljica = 100 µm



Slika 2c: Tangencialni prerez smrekovine. Tr – trak, ASK – aksialni smolni kanal, RSK – radialni smolni kanal. Daljica = 100 µm



Slika 3: Travmatski smolni kanal pri smreki (puščica).

LOČEVANJE SMREKOVINE OD DRUGIH VRST IGLAVCEV

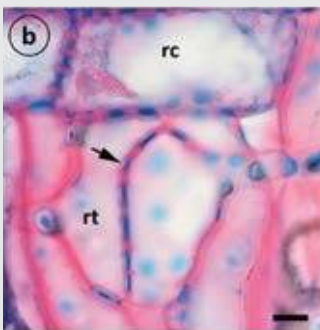
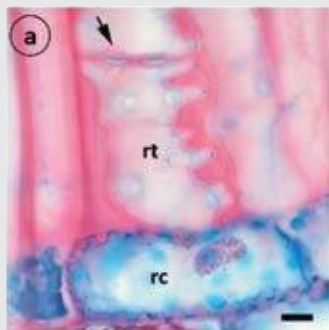
Makroskopsko je smrekovina po barvi in teksturi zelo podobna jelovini, zato ju lahko zlahka zamenjamo. Značilen razpoznavni znak smrekovine je prisotnost normalnih smolnih kanalov, ki jih lahko opazimo s pomočjo lupe. Smrekovina ima izrazit vonj po smoli ali balzamu medtem ko je pri jelovini manj izrazit ali ni prisoten. Vzdolžne površine smrekovine (t.j. radialni in tangencialni prerez) se značilno lesketajo, kar je posledica večje količine smole v lesu. Površine pri jelki so brez izrazitega sijaja. Makroskopsko sta podobni tudi smrekovina in beljava rdečega bora, ki je lahko v deblu zelo široka; ločimo ju po smolnih kanalih, ki so pri boru številčnejši in vidni s prostim očesom ter ostrim prehodom iz ranega v kasni les.



Slika 4a: Prečni prerez jelovine (foto: G. Skoberne)



Slika 4b: Radialni prerez jelovine (foto: G. Skoberne)



Slika 5: Obokane piknje (a) pri smreki z značilno zobatastimi zadebelitvami (»rogovi«) na pikenjskih obokih (črna puščica) in (b) pri macesnu brez odebelitev (črna puščica). rc – trakovna traheida, rt – trakovna parenhimska celica. Daljica = 10 µm (foto: T. Mrak).

Viri

- Čufar K (2006) Anatomija lesa. Biotehnoška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.
- Bernabei J., Bontadi M., 2011. Distinguishing root- and stem-wood of *Picea abies*. IAWA Journal, 32: 375–382.
- Torelli N (1990) Les in skorja. Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.
- Torelli N, Gorišek Ž, Zupančič M, Logar T (1998) Juvenilni les pri jelki (*Abies alba* Mill.) in smreki (*Picea abies* Karst.). Les. 50:5–7.
- Grosser D (1977) Die Hölzer Mitteleuropas - Ein mikrophotographischer Lehratlas. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Schweingruber FH (1990) Microscopic wood anatomy, Mikroskopische Holzanatomie. Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.

Mrak T, Gričar J (2016) Atlas of woody plant roots. Morphology and anatomy with special emphasis on fine roots. 1st edition. The Silva Slovenica Publishing Centre, Ljubljana

Richter HG, Heinz I, Koch, G (2018) Softwoods: Descriptions, Illustrations, Identification and Information Retrieval. In English, French, German, and Spanish. delta-intkey.com.

Richter HG, Grosser D, Heinz I, Gasson PE (2004) IAWA list of microscopic features for softwood identification. IAWA J. 25:1–70.

Wagenführ R. 1996. Holzatlas. 4. neuarbeitete Auflage. Fachbuchverlag Leipzig. Carl Hanser Verlag, München Wien: 688 str.



metrični vzorčevalnik tipa Hirst za spremljanje sproščanja askospor glive *E. parasitica* uspešno uporabila že Johnson in Kunz (1979) in tudi v novejših časih je ta tip pasti še vedno v rabi za spremljanje trosov najrazličnejših gliv (O'Connor in sod., 2014). Presenečeni zaradi neuspeha smo naknadno preverjali, ali je rakave rane, ob katerih smo postavili vzorčevalnike, resnično povzročila gliva *E. parasitica*. Podobne poškodbe debela s črnimi trosišči namreč oblikuje tudi gliva *Botryosphaeria dothidea* (Moug. ex Fr.) Ces. & De Not. (Ogris, 2012; Brglez in sod., 2018). Micelijske pahljačice (slika 4), ki smo jih odkrili pod skorjo na robu rakave rane posameznega drevesa, so potrdile, da gre v naših primerih resnično za javorov rak. Mikroskopska analiza odvzetih delov skorje s periteciji je razkrila prisotnost tipičnih askov in askospor (slika 4) ter tako potrdila, da so rakave rane še aktivne oziroma, da gliva *E. parasitica* v okuženem drevesu še ni odmrila.

Če so temperaturne in vlažnostne razmere primerne, sproščanje askospor poteka vse leto. Potrebne so temperature nad 4 °C, skozi krošnje dreves pa mora pronicati vsaj 3 mm padavin. Visoka zračna vlaga za začetek sproščanja spor ni zadostna, periteciji morajo biti navlaženi, vseeno pa visoka zračna vlaga pozitivno vpliva na dolžino obdobja sproščanja spor (Lachance, 1971; Johnson in Kunz, 1979; Ogris in sod., 2007). Na podlagi modela, ki so ga razvili Ogris in sod. (2007), predvidevamo, da so v Sloveniji za širjenje glive *E. parasitica* najugodnejše podnebne razmere od aprila do vključno novembra. Tri lokacije, kjer smo izvajali spremljanje, po modelu istih avtorjev spadajo v območje visoke primernosti podnebja. Lokacije in čas spremljanj iz tega vidika v našem primeru niso bili vprašljivi. Ker smo vzorčevalnike postavljali po dežju, predvidevamo, da so bile tudi vlažnostne razmere ustrezne.



Slika 4: Micelijske pahljačice glive *E. parasitica*, ki smo jih odkrili pod skorjo, na robu rakave rane (levo) in tipični aski z askosporami glive *E. parasitica* (desno).



Slika 5: Periteciji glive *E. parasitica* v vratovi, ki izraščajo na površini okužene skorje (levo); spremljanje sproščanja askospor z objektivnim steklom in dvostranskim lepilnim trakom (desno)

Periteciji sproščajo askospore v skupinah po osem. Tak način sproščanja naj bi bil zaradi nekoliko večje teže skupine spor (v primerjavi s sporami, ki se sproščajo posamezno) manj primeren za učinkovito širjenje z vetrom. Tako so spore glive *E. parasitica* redko ulovljene več kot 30 m stran od izvornega javorovega raka (Johnson in Kunz, 1979). Na vseh treh lokacijah so bili vzorčevalniki postavljeni nekaj metrov od okuženega drevesa, je pa res, da je bilo na vseh lokacijah v bližini vzorčevalnikov le eno okuženo drevo. To bi bila lahko glavna težava našega spremljanja, saj bi moral veter za uspešno lovljenje spor pihati vsaj približno v smeri od rakave rane do vzorčevalnika. Pri sami postavitvi vzorčevalnika smo sicer upoštevali trenutno smer vetra, vendar se je njegova smer v obdobju spremljanja oziroma morebitnega sproščanja askospor lahko spreminjala. Da bi se izognili takim težavam, bi lahko v okolici okuženega drevesa postavili več vzorčevalnikov, kar pa zaradi velikosti in cene potrebne opreme ni najboljša rešitev. Koncen-

tracijo askospor glive *E. parasitica* bi bilo tako najbolj smiselno spremljati na lokacijah, kjer je na majhni površini (npr. v krogu z radijem 30 m) več (npr. 5–6) javorovih rakov, vzorčevalnik pa bi postavili v sredino, med okužena drevesa. Kakorkoli, zaradi relativne razpršenosti javorovih rakov v Sloveniji ni prav veliko takih lokacij.

Pri zadnjih ponovitvah spremljanj v letu 2020 smo sproščanje askospor poskušali ugotoviti tudi na način, da smo objektno steklo, na katerem je bil dvostranski lepilni trak, pritrdili nekaj milimetrov od vratov peritecijev, ki so izražali iz okužene skorje (slika 5). Tudi s to metodo nismo uspeli potrditi sproščanja askospor glive *E. parasitica*, saj na objektnem stekelcu po 48-urnem spremljanju nismo zaznali askospor.

Spomladi leta 2019 smo na Rožniku v Ljubljani (GKY: 459933; GKX: 100869) preizkusili še en tip vzorčevalnika, in sicer lovilnik trosov ROTTRAP (izdelovalec: Miloš Dvořák, Češka). To je past z dvema rotirajočima žičnatima ročkama, dolžine 50 mm, ki sta med seboj oddaljeni 200 mm. Na



Slika 6: Spremljanje sproščanja askospor glive *E. parasitica* z vzorčevalnikom ROTTRAP (levo). Desno zgoraj so prikazane rotirajoče žičnate ročke tega vzorčevalnika (vir: Dvořák in sod., 2017). Mikroskopska slika desno spodaj prikazuje veliko gostoto deponiranih mikrodolcev na vzorčevalnem lepilnem traku, ki je bil 48 ur pritrjen na delujoči ROTTRAP.

spretno stran obeh žičk (glede na smer vrtenja) smo pritrdili dvostranski lepilni trak, na katerega se deponirajo mikrodelci iz zraka. Lovilnik trosov je pritrdjen na lesen kol (slika 6) tako, da je postavitev ne glede na teren v gozdu zelo preprosta, motorček, ki poganja žičnate ročke, pa napaja akumulator. Če bi hoteli na eni lokaciji postaviti več vzorčevalnikov, je ta tip vsekakor primernejši, vendar pa je v tem primeru precej otežena mikroskopska analiza lepilnih trakov, na katere se deponirajo mikrodelci iz zraka. Tak vzorčevalnik namreč vzorči kar 120 l zraka na minuto (Dvořák in sod., 2017), ves čas vzorčenja pa je izpostavljen ves vzorčevalni lepilni trak. Gostota deponiranih mikrodelcev je zato ob večdnevem spremljanju tolikšna, da je razlikovanje različnih glivnih spor skoraj nemogoče (slika 6). Da bi bilo delo v mikroskopirnici lažje, bi bilo treba vsak dan menjavati vzorčevalne lepilne trakove. Tudi v tem primeru nismo ulovili askospor glive *E. parasitica*.

Na eni rakavi rani se v povprečju razvije več kot 600.000 peritecijev, ki lahko v ugodnih razmerah v eni uri sprostijo približno eno milijardo askospor (Ogris in sod. 2009; Brglez in sod., 2018). Ob takih količinah sproščenih askospor je težko razumeti, da je bil v našem primeru ulov praktično nič. Domnevamo, da so glavni razlog za to pomanjkljivosti naših metod spremljanja, ki jih bo treba v prihodnje odpraviti.

4 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru projekta LIFE ARTEMIS (LIFE15 GIE/SI/000770), ki ga sofinancirajo Evropska komisija v okviru finančnega mehanizma LIFE, Ministrstvo za okolje in prostor, Mestna občina Ljubljana in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Avtor prispevka se za pomoč pri iskanju primernih lokacij za izvajanje spremljanja zahvaljuje Nini Iveta (ZGS KE Ljubljana) in Boštjanu Šnebergerju (ZGS KE Domžale), zahvala pa velja tudi anonimnemu recenzentu za pregled prispevka in predloge izboljšav.

5 VIRI

- Brglez A., Jurc D., de Groot M., Kolšek M., Ogris N., Rantaša B., Zidar S. 2018. Skupaj ustavimo javorov rak!. 1. izd. Ljubljana, Založba Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije: 14 str.
- Brglez A., Piškur B., Humar M., Gričar J., Ogris N. 2020. The effect of *Eutypella parasitica* on the wood decay of three maple species. *Forests*, 11, 671.
- EPPO Global database. 2020. *Eutypella parasitica*.: distribution. <https://gd.eppo.int/taxon/ETPLPA/distribution> (22. 12. 2020)
- Dvořák M., Janoš P., Botella L., Rotková G., Zas R. 2017. Spore dispersal patterns of *Fusarium circinatum* on an infested Monterey pine forest in North-Western Spain. *Forests*, 8, 432.
- Johnson D.W., Kuntz J.E. 1979. *Eutypella* canker of maple: Ascospore discharge and dissemination. *Phytopathology*, 69: 130–135
- Jurc D., Ogris N., Slippers B., Stenlid J. 2006. First report of *Eutypella* canker of *Acer pseudoplatanus* in Europe, *Plant Pathology*, 55, 4: 577
- Jurc D. 2008. Ali nas mora zanimati javorov rak?. *Gozdarski vestnik*, 66, 5: 75–76.
- Lachance D. 1971. Discharge and germination of *Eutypella parasitica* ascospores. *Canadian Journal of Botany*, 49: 1111–1118.
- O'Connor J., Sadys M., Skjøth C. A., Healy D. A., Kennedy R., Sodeau J. R. 2014. Atmospheric concentrations of *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ganoderma* and *Didymella* spores monitored in Cork (Ireland) and Worcester (England) during the summer of 2010. *Aerobiologia*, 30: 397–411.
- Ogris N., Jurc D., Jurc M. 2005. Javorov rak (*Eutypella parasitica*: Ascomycota: Fungi) na gorskem javoru in maklenu: značilnosti in razlike. *Gozdarski vestnik*, 63,10: 411–419
- Ogris N., Jurc D., Jurc M. 2007. Ocena tveganja za širjenje javorovega raka (*Eutypella parasitica*) v Sloveniji zaradi podnebnih sprememb. V: Podnebne spremembe vpliv na gozd in gozdarstvo. Jurc M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 335–358
- Ogris N., Piškur B., Jurc D. 2009. Some morphological aspects of *Eutypella* canker of maple (*Eutypella parasitica*). V: Proceedings of the IUFRO Working Party 7.02.02, Turkey, 11–16 Maj 2009: 150–161.
- Ogris N. 2012. Javorov rak - *Eutypella parasitica*. V: Navodila za preprečevanje in zatiranje škodljivcev in bolezni gozdnega drevja v Sloveniji. Jurc D., Kolšek M. (ur.). Studia Forestalia Slovenica = Strokovna in znanstvena dela, 139. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 93–96.
- Ogris N. 2020. Spletna aplikacija Invazivke: različica 3.3. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije. <https://www.invazivke.si>

Prostorska analiza naravnih plezališč v Sloveniji

Spatial Analysis of Natural Climbing Crags in Slovenia

Karin RUTAR^{1,*}, Milan KOBAL²

Izvleček:

Plezanje v naravnih plezališčih postaja čedalje bolj priljubljena oblika rekreacije, vedno več plezalcev pa pomeni vse večje obremenitve naravnih plezališč. V Sloveniji je trenutno registriranih 92 naravnih plezališč, vendar na njihovem območju ni sistematično zbranih in poenotenih podatkov o rabi tal, lastništvu zemljišč ter poudarjenosti funkcij gozdov, zlasti rekreacijske. V članku je bila lega plezališč določena s pomočjo terenskega ogleda ter na podlagi podatkov laserskega skeniranja površja Slovenije. Podatki o legi plezališč so bili združeni z rabo tal, lastniško strukturo območij plezališč in s karto funkcij gozdov na območju. Analize kažejo, da je 88,5 % plezališč v gozdovih, od katerih jih je 76,5 % v zasebni lasti. Plezališča, ki so v gozdovih s poudarjeno prvo stopnjo rekreacijske funkcije, so na 7,6 % slovenskih plezališč. Rezultati analize kažejo, da gozdovi v okolici naravnih plezališč niso prepoznani kot gozdovi s poudarjeno rekreacijsko funkcijo. Zato predlagamo, da se na območju gozdov, kjer so naravna plezališča, ponovno ovrednoti funkcije gozda.

Ključne besede: naravna plezališča, Slovenija, raba tal, lastništvo zemljišč, poudarjenost rekreacijske funkcije

Abstract:

Climbing in natural climbing crags is becoming an increasingly popular recreation form but evermore climbers amount to ever-growing strain on natural climbing crags. In Slovenia, at the moment there are 92 registered natural climbing crags, however, there are no systematically acquired and unified data on land use, land ownership, and definite forest functions, above all, the recreational one. In our article, the crag position was determined using field visit and based on the data from laser scanning of the surface of Slovenia. The data on climbing crags position have been combined with land use and ownership structure of the climbing crags area and forest functions map in the area. The analyses show that 88.5 % of climbing crags are situated in the forest; 76.5 % are in private ownership. Climbing crags situated in the forests with definite first level recreational function are situated on 7.6 % of Slovenian crags. The results of the analysis show that the forests in the surroundings of the natural climbing crags are not identified as forests with definite recreational function. Therefore, we suggest, that in the areas where the natural climbing crags are situated, forest functions should be reconsidered. assessed anew.

Key words: natural climbing crags, Slovenia, land use, land ownership, definite recreational function

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Športno plezanje je postalo zanimiva in privlačna oblika rekreacije, dostopna številnim adrenalinским navdušencem (Skok in sod., 2012). Za razliko od alpinizma, iz katerega se je športno plezanje razvilo, le-to poteka v urejenih, očiščenih in z varovali opremljenih naravnih stenah ali umetnih plezalnih centrih, alpinizem pa v gorah, kjer smeri v stenah v večini primerov niso opremljene z varovali (Cecić Erpič in sod., 2003). Poleg večje varnosti naravna plezališča pritegnejo več plezalcev tudi s svojo dostopnostjo,

saj so velikokrat v bližini naselij (Cecić Erpič in sod., 2003). Vse več plezalcev pomeni tudi večjo obiskanost naravnih plezališč, s tem pa tudi večjo obremenjenost njihove okolice, ki se lahko kaže npr. v konfliktih z lastniki zemljišč ter konfliktih z izvajalci gozdarskih del.

V Športnoplezalnem vodniku Slovenije (Skok in sod., 2012) so za vsako plezališče posebej navedene koordinate izhodišča (parkirišča) za dostop do njega, za sama plezališča in njihove sektorje pa podatki o natančni lokaciji niso dostopni (Skok in sod., 2012). Tako ne preseneča dejstvo, da pri pregledu domače literature nismo našli virov, kjer bi bila naravna plezališča v Sloveniji podrobneje

¹ Zavod za gozdove, OE Tolmin, Tumov drevored 17, 5220 Tolmin, Slovenija

² Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

* dopisni avtor: karin.rutar@zgs.si

analizirana glede na rabo tal ter lastništvo. Plezališča le na območju Triglavskega narodnega parka in njihovo urejenost je v svoji diplomski nalogi obdelala Rakovec (2009).

V Sloveniji je trajnostni razvoj gozdov kot ekosistemov v pomenu njihove biotske raznovrstnosti ter vseh njihovih ekoloških, proizvodnih in socialnih funkcij zagotovljen s sonaravnim in večnamenskim gospodarjenjem z enovitim gozdnim sistemom (Resolucija..., 2007). Zaradi prisotnosti naravnih plezališč v gozdovih bi bilo smiselno pri določanju socialnih funkcij gozdov upoštevati tudi njihovo prisotnost. Ker na ravni Slovenije ni poenotene prostorske baze naravnih plezališč, gozdarska stroka še ni posebej obravnavala problematike naravnih plezališč. Tako niti ne vemo, koliko jih je v slovenskih gozdovih, pa tudi baze podatkov o izločenosti rekreacijske funkcije v gozdovih zaradi prisotnosti naravnega plezališča ni.

Posledično tudi ni na voljo podatka o lastniški strukturi naravnih plezališč. Zlasti med zasebnimi lastniki zemljišč, kjer je bodisi izhodišče (parkirišče) za dostop ali pa plezališče samo, in plezalci so pogoste konfliktne situacije. V tujini so znane različne organizacije, ki se ukvarjajo z ohranjanjem dobrih odnosov med lastniki zemljišč in plezalci, skrbijo za urejenost infrastrukture plezališč, opozarjajo na različne ranljive rastlinske in živalske vrste, ki se pojavljajo na območjih plezališč. Ena izmed takih organizacij je Access Fund, ki je svetovno znana organizacija iz ZDA (Access Fund, 2019) in se trudi ohranjati plezališča odprta javnosti. Po vzoru te organizacije je tudi v Sloveniji organizacija O. S. P. (opremimo slovenska plezališča), ki skrbi za urejenost in dostopnost plezališč v Sloveniji (Projekt O. S. P., 2019).

V sklopu te raziskave smo:

- a) na podlagi terenskega ogleda in na podlagi pridobljenih podatkov laserskega skeniranja površja Slovenije oblikovali poenoteno prostorsko zbirko naravnih plezališč v Sloveniji,
- b) na podlagi evidence rabe tal analizirali pojavljanje slovenskih plezališč na različnih rabah tal, s poudarkom na prisotnost naravnih plezališč v gozdovih,
- c) na podlagi podatkov o lastništvu zemljišč preverili lastništvo, kjer se pojavljajo naravna plezališča ter

- d) na podlagi obstoječih kart funkcij gozdov analizirali poudarjenost funkcij gozdov v okolici plezališč.

Predpostavili smo, da:

- a) je v Sloveniji večina naravnih plezališč v gozdovih,
- b) da so naravna plezališča na parcelah v zasebni lasti ter
- c) da gozdovi na območju naravnih plezališč nimajo poudarjene rekreacijske funkcije.

2 METODE

2 METHODS

Pod pojmom naravno plezališče razumemo zaokroženo območje, na katerem je več plezalnih smeri, ki potekajo po naravnih stenah, do katerih največkrat vodi enoten dostop. Plezališča so namenjena plezalnim tečajem in plezalnim šolam ter obisku posameznikov in plezalnih navez, kjer se urijo, rekreirajo, sproščajo (Mlač in sod., 2002). Plezalni sektor je zaokrožen del plezališča, v katerem potekajo plezalne smeri ena poleg druge, ki imajo vmesna varovala s končnimi varovali na vrhu sten (Mlač in sod., 2002).

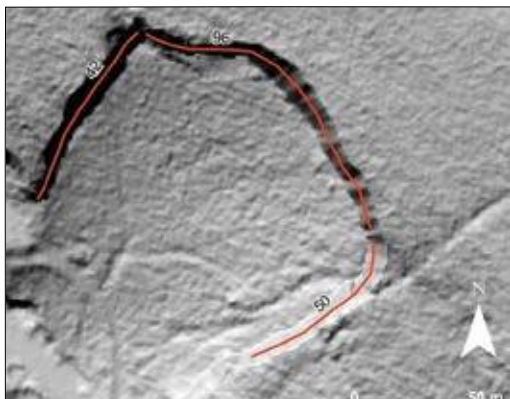
2.1 Določitev lege plezališč in plezalnih sektorjev

2.1 Determining climbing crags and climbing sectors positions

Za območja naravnih plezališč smo iz podatkov laserskega skeniranja površja Slovenije (eVode, 2017) izdelali digitalni model reliefa (DMR) z velikostjo slikovne celice 1×1 m. Za lažje opazovanje geomorfologije obravnavanega območja in s tem tudi stene same smo izdelali senčen digitalni model reliefa, ki smo ga uporabili kot podlago za digitalizacijo plezališč in plezalnih sektorjev, ki smo jih predstavili kot linijske vektorske objekte.

Pri določitvi lege sektorjev plezališč smo se sklicevali na lastno poznavanje lege plezališč, v primeru nepoznavanja plezališča pa so lego pomagali določiti lokalni plezalci, ki smo jih povabili k sodelovanju določitve lege sektorjev plezališč. To je potekalo prek zaprte plezalne skupine na socialnem omrežju Facebook (Facebook, 2017) ter s pomočjo komentarjev na sple-

tnem portalu Plezanje.net (Plezanje.net, 2019). Za pomoč pri določitvi lege sektorjev smo lokalnim plezalcem posredovali izdelan senčni digitalni model reliefa območja plezališča, nanj pa so zarisali posamezne plezalne sektorje. Pozicijsko natančnost tako določenih plezalnih sektorjev ocenjujemo na 10 m.



Slika 1: Primer določanja lege posameznih sektorjev plezališča s prikazanim številom plezalnih smeri na senčenem digitalnem modelu reliefa (eVode, 2017)

Figure 1: An example of defining the position of individual climbing crag sectors by displaying the number of climbing courses on the shadowed digital relief model (eVode, 2017)

2.2 Podatki o rabi tal, lastništvu zemljišč ter poudarjenosti funkcij gozdov

2.2 Data on land use, land ownership, and definite forest functions

Podatke o rabi tal na območju plezališč oz. plezalnih sektorjev smo pridobili na portalu RABA Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP, 2017). Podatke o lastništvu zemljišč (zasebna oz. državna last) in funkcijah gozdov ter njihovi poudarjenosti smo pridobili iz uradnih evidenc Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2017). Pri analizi funkcij gozdov smo kot plezališča v gozdovih upoštevali tista, ki so v gozdovih po podatkih evidence rabe tal MKGP. Obravnavali smo vseh 17 funkcij gozdov iz skupin ekoloških, socialnih in proizvodnih funkcij (Zakon ..., 1993).

2.3 Prostorska analiza

2.3 Spatial analysis

Nekatera plezališča so razdeljena na več plezalnih sektorjev, ki se razprostirajo čez območje, na katerem se raba tal, lastništvo in poudarjenost funkcij gozdov lahko spreminjajo. Zaradi natančnejše analize nismo obravnavali le plezališča kot celote, ampak smo v prostorski analizi analizirali posamezne plezalne sektorje ter plezalne smeri, ki se pojavljajo v njih. Namesto 92 plezališč smo tako obravnavali 265 posameznih plezalnih sektorjev oz. 4404 plezalnih smeri.

Prostorska analiza naravnih plezališč je bila izvedena v programu GIS ArcGIS Pro 2.4.1 (ESRI, 2017), kjer smo za določitev rabe tal, lastništva ter poudarjenosti funkcij posameznih plezališč uporabili ukaz *Identity*. Če je bil posamezen plezalni sektor na meji med različnimi rabami tal, smo tak sektor šteli večkrat, odvisno od števila različnih rab, ki so določene na območju posameznega sektorja. Če pa je bil posamezen plezalni sektor deloma na zasebnih in deloma na državnih zemljiščih, smo tak sektor upoštevali v obeh kategorijah lastništva. Prav tako smo tak sektor šteli večkrat, če so bile na območju sektorja poudarjene različne funkcije gozdov. Število smeri, ki spadajo v posamezno prej opisano razdelitev, smo tehtali glede na dolžino sektorja znotraj posameznega območja – predpostavili smo, da so smeri znotraj sektorja porazdeljene enakomerno.

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Raba tal na območju naravnih plezališč

3.1 Land use in the area of natural climbing crags

Večina plezališč (94,6 %), plezalnih sektorjev (92,1 %) ter plezalnih smeri (85,3 %) je v gozdovih. Po zastopanosti sledijo plezališča (10,9 %), plezalni sektorji (7,5 %) ter plezalne smeri (6,9 %), ki se pojavljajo na suhih, odprtih zemljiščih s posebnim rastlinskim pokrovom. Po eno plezališče se pojavlja še na območju kmetijskih zemljišč v zaraščanju ter na območju odprtega zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom (Preglednica 1).

Preglednica 1: Število plezališč, plezalnih sektorjev ter plezalnih smeri glede na raba tal
Table 1: Number of climbing crags, climbing sectors, and climbing courses regarding the land use.

Raba tal	Plezališča	Sektorji	Smeri
Trajni travnik	2	3	6
Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	1	1	38
Drevesa in grmičevje	3	4	26
Neobdelano kmetijsko zemljišče	2	4	178
Gozd	87	244	3756
Pozidano in sorodno zemljišče	6	6	58
Suho, odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom	10	20	305
Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	1	5	37

3.2 Lastništvo zemljišč na območju naravnih plezališč

3.2 Land ownership in the area of natural climbing crags

Večina plezališč (80,4 %), plezalnih sektorjev (75,8 %) ter plezalnih smeri (80,2 %) je na zemljiščih v zasebni lasti. Večina plezališč (78,3 %),

plezalnih sektorjev (72,5 %) ter plezalnih smeri (70,4 %) je v gozdovih, ki so v zasebni lasti (Preglednica 2).

Preglednica 2: Število plezališč, plezalnih sektorjev ter plezalnih smeri glede na lastništvo
Table 2: Number of climbing crags, climbing sectors, and climbing courses regarding the land ownership.

Lastništvo zemljišč	Plezališča	Sektorji	Smeri
Zemljišča v zasebni lasti	74	201	3534
Zemljišča v državni lasti	33	77	870
Gozdovi v zasebni lasti	72	192	3101
Gozdovi v državni lasti	26	60	656

3.3 Poudarjenost funkcij gozdov na območju naravnih plezališč

3.3 Definite forest functions in the area of natural climbing crags

Pri analizi poudarjenost funkcij gozdov na območju naravnih plezališč smo upoštevali le sektorje oz. dele plezališč, ki so v gozdovih (raba tal = 2000). V primeru prve stopnje poudarjenosti funkcije gozdov na območju naravnih plezališč v

gozdovih v Sloveniji prevladuje funkcija varovanje gozdnih zemljišč in sestojev (143 plezalnih sektorjev). Sledita lesnoproizvodna funkcija gozdov (58 plezalnih sektorjev) ter zaščitna funkcija gozdov (42 plezalnih sektorjev). Na četrtem mestu je estetska funkcija gozdov (32 plezalnih sektorjev). Rekreatijska funkcija gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti je v primeru 20 plezalnih sektorjev (Slika 2).

V primeru druge stopnje poudarjenosti funkcije gozdov na območju naravnih plezališč v gozdovih v Sloveniji prevladuje funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti (155 plezalnih sektorjev), sledi ji funkcija varovanja naravnih vrednot (105 plezalnih sektorjev), njej pa hidrološka funkcija gozdov (78 plezalnih sektorjev). Lovnogospodarska funkcija gozdov ter obrambna funkcija gozdov nista poudarjeni na naravnih plezališčih v Sloveniji.

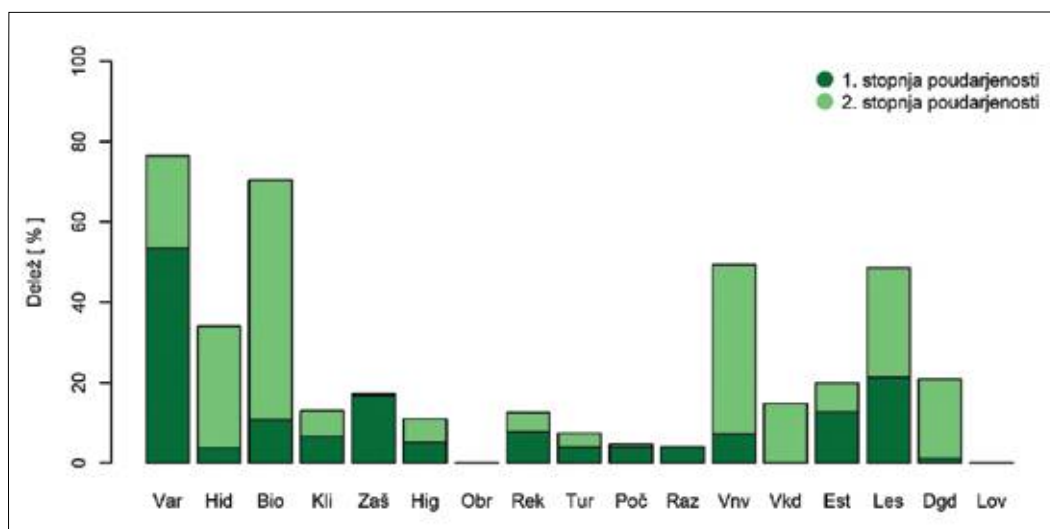
4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

4 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Glede na gozdnatost Slovenije se večina plezališč, plezalnih sektorjev ter plezalnih smeri pojavlja v gozdovih, torej na zemljiščih, ki kakorkoli zagotavljajo vsaj eno izmed funkcij gozda. Zato je pomembno, da gozdarska stroka pozna stanje in preverja možnosti za reševanje problematike tako v povezavi z lastništvom zemljišč na območju

naravnih plezališč kot tudi z izločanjem funkcij gozdov na območju naravnih plezališč.

Po podatkih rabe tal (MKGP, 2017) je v celoti zunaj gozdov pet 5 slovenskih plezališč (Kamnitnik, Kanin, Porezen, Pri Pavru in Vršič), v celoti v gozdovih pa 73. Takih, kjer so tako v gozdu kot na drugih rabah tal je, 14. V tej skupini sta za plezalce pomembni zlasti dve slovenski plezališči, t. j. Osp (raba tal: drevesa in grmičevje, neobdelano kmetijsko zemljišče, gozd, pozidana in sorodna zemljišča ter suho, odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom) ter Mišja peč (raba tal: gozd ter suho, odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom), ki ležita na Kraškem robu. Deloma na negozdnih površinah v neposredni bližini naselji so plezališča Bohinj – Bellevue, Bohinj – Pod skalco, Bohinjska Bela, Radlje, Škratova skala, deloma Vipava ter Vransko, mednje spadajo še plezališča Kegl, Korošica, Pri Plajerju, Slap ob Idrijci ter Žvanov rob.



Slika 2: Poudarjenost posameznih funkcij gozdov na območju tistih slovenskih plezališč, ki se pojavljajo v gozdovih (Var – Varovanje gozdnih zemljišč in sestojev, Hid – Hidrološka funkcija, Bio – Funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti, Kli – Klimatska funkcija, Zaš – Zaščitna funkcija, Hig – Higijensko-zdravstvena funkcija, Obr – Obrambna funkcija, Rek – Rekreativna funkcija, Tur – Turistična funkcija, Poč – Poučna funkcija, Ra – Raziskovalna funkcija, Vnv – Funkcija varovanja naravnih vrednot, Vkd – Funkcija varovanja kulturne dediščine, Est – Estetska funkcija, Les – Lesnoproizvodna funkcija, Dg – Funkcija pridobivanja drugih gozdnih dobrin ter Lov – Lovnogospodarska funkcija).

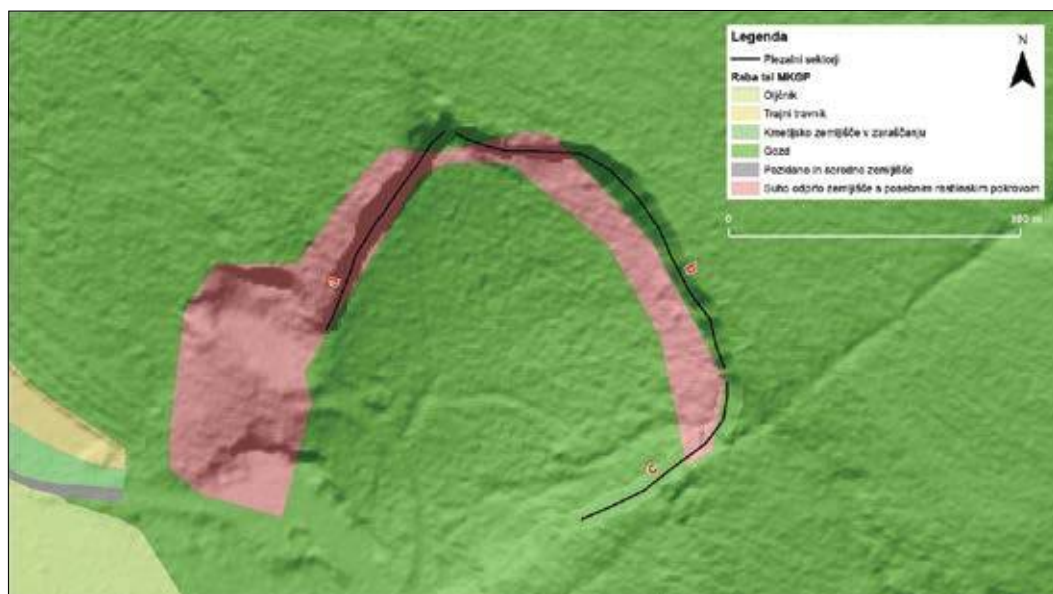
Figure 2: Individual definite forest functions in the areas of those Slovenian climbing crags present in the forests (Var – Protection of forest plots and stands, Hid – Hydrological function, Bio – Function of preserving biodiversity, Kli – Climatic function, Zaš – Protection function, Hig – Hygiene and health function, Obr – defensive function, Rek – Recreational function, Tur – Tourist function, Poč – Learning function, Ra – Research function, Vnv – Function of natural values protection, Vkd – Function of cultural legacy protection, Est – Aesthetic function, Les – Wood production function, Dg – Function of gaining other forest goods and Lov – Hunting economic function).

Pri analizi lege naravnih plezališč glede na rabo tal velja opozoriti na odstopanja oz. nenatančnost vrisa posameznih kategorij rabe tal. Določanje rabe ob gozdni meji na podlagi letalskih posnetkov je pogosto problematično zaradi radialne deformacije posnetka, senc in velikosti drevesnih krošenj (RKG, 2011). Zato lahko sklepamo na še večje težave z razmejevanjem npr. gozdov ter suhega odprtega zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom (Slika 3). Neskladja se lahko pojavljajo tudi na primeru kategorije *Suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom* (Negozdno zemljišče, pokrito z nizko vegetacijo, ki je nerodovitno ali nedostopno. Pokritost z vegetacijo ni večja od 75 %) ter kategorije *Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom* (Nezazidano zemljišče z malo ali brez vegetacije, zaradi česar takšne površine ne moremo vključiti v kakšen drug razred. Taka so vsa zemljišča, prekrita z golimi skalami, peščene plaže in sipine, prodnate površine ob vodotokih oziroma v njih, melišča in druge odprte površine).

Pri analizi lastništva zemljišč, na katerih so naravna plezališča, smo ugotovili, da se večina naravnih plezališč pojavlja na zasebnih zemljiščih. Pomembno je, da so plezalci seznanjeni

z lastništvom zemljišča, kjer poteka plezalna dejavnost. Kot navaja Stvarno pravni zakonik v 37. členu, ima lastnik na svoji posesti pravico razpolagati tako, da jo lahko, dokler je to v skladu z omejitvami uporabe po zakonu, uporablja po svoji volji (Stvarno ..., 2002). Lastnik gozda tako lahko, dokler je to v skladu z zakonom in gozdnogospodarskim načrtom, s svojim gozdom upravlja, kot želi, vendar pa mora ob tem omogočati prost dostop v svoj gozd vsakemu, ki ga želi prečkati. Pri tem je izključena pridobitna dejavnost (Zakon ..., 1993). Lastnik zemljišča mora pred odprtjem novega plezališča podati dovoljenje za uporabo sten v plezalne namene; po navadi gre za interne dogovore med plezalno skupnostjo ter lastniki zemljišč (Golob, 2004). V takih internih dogovorih je treba upoštevati morebitne zadržke in različne zahteve glede obnašanja. Pri spoštovanju želja in omejitev lastnikov plezališč nam je pri ugotavljanju urejenosti odnosov z lastniki v pomoč Športnoplezalni vodnik Slovenije (Skok in sod., 2012).

Ko je enkrat dosežen dogovor med lastniki zemljišč in plezalno skupnostjo, je treba preveriti tudi, ali v stenah, kjer bo potekala plezalna dejavnost, morebiti gnezdiijo ptice in ali rastejo zava-



Slika 3: Primer izločene rabe tal na območju plezališča Mišja peč

Figure 3: An example of eliminated land use in the area of the Mišja peč climbing crag.

rovane rastlinske vrste. Na podlagi ugotovljenega stanja na terenu Ministrstvo za okolje in prostor RS odobri oziroma prepove plezalno dejavnost. Poleg tega je treba upoštevati tudi zakone in predpise iz Gradbenega zakona (Gradbeni ..., 2017), Zakona o urejanju prostora (Zakon ..., 2017) in Zakona o ohranjanju narave (Zakon ..., 1999). Vzpostavitev novega plezališča je torej posledica dogovorov in usklajevanj med plezalsko skupnostjo in lastniki, ob tem pa je potrebno tudi dosledno upoštevanje omenjenih zakonov in predpisov (Golob, 2004).

Pri 39 opisih plezališč se v vodniku pojavljajo tudi priporočila glede uporabe plezališč; 33 opozoril je takih, kjer so plezališča na zasebnih zemljiščih, šest pa na državnih. Večinoma gre za opozorila glede parkiranja osebnih avtomobilov na za to točno določenih mestih (takšnih plezališč je 31). Pogosta so nesoglasja med plezalci in v takem primeru tudi lokalnimi skupnostmi in krajani glede pravilnega parkiranja avtomobilov. To so primeri, ko lastnike oz. krajane (z)moti parkiranje, kjer plezalci s svojimi avtomobili blokirajo in/ali ovirajo promet po lokalnih in gozdnih ceste in tako onemogočajo dostop do njihovih posesti.

Pri šestih opisih plezališč je poleg opozoril glede parkiranja izrecno poudarjeno tudi, da so plezalne stene na zasebnih zemljiščih. Opozorila se nanašajo na upoštevanje zasebnosti lastnikov in spoštovanje njihove dobre volje, da plezališča lahko ostanejo še naprej dostopna plezalni skupnosti (Skok in sod., 2012). V večini takih primerov so bili v preteklosti kršeni dogovori med plezalci in lastniki zemljišč, zato je v vodniku v omenjenih primerih poudarjeno, da morajo plezalci dosledno spoštovati dorečene konkretne dogovore za vsako plezališče posebej, ki so zapisani tudi v Športno-plezalnem vodniku Slovenije. V vodniku med opozorili najdemo tudi priporočila glede dostopa do sten samih, pri dveh plezališčih pa opozorila o zapiranju les pri prehodih čez pašnike. V primeru šestih plezališč je opozorilo o odnašanju smeti s seboj. Čeprav vodnik le v nekaj primerih navaja omenjena opozorila, je zaželeno, da plezalci opozorila upoštevajo povsod, ne samo na območjih, kjer so v preteklosti nastajali konflikti in kjer opozorila ponovno navedena (Skok in sod., 2012).

Prav tako je treba lastništvo in spoštovanje dogovorov upoštevati tudi v plezališčih, ki se

pojavljajo na območju zemljišč v lasti Republike Slovenije. Res država kot lastnica morda ne zahteva toliko od uporabnikov zemljišča (plezalcev) kot fizične osebe, vendar je treba tudi v teh primerih dosledno upoštevati dogovore, ki ohranjajo naravna plezališča dostopna javnosti (Golob, 2004).

Iz rezultatov analize funkcij gozdov na območju plezališč v Sloveniji lahko razberemo, da je rekreacijska funkcija s prvo stopnjo poudarjenosti izločena v primeru 20 plezalnih sektorjev (7,5 %). Plezalni sektorji, ki so vsaj deloma v gozdovih s prvo stopnjo poudarjenosti rekreacijske funkcije, so na območju naslednjih plezališč: Bohinj – Bellevue, Bohinj – Pod Skalco, Kamniška Bistrica, Kupljenik, Mišja peč, Škratova skala, Turnc in Završnica. Na preostalih 84 plezališčih ni sektorjev s prvo stopnjo poudarjenosti rekreacijske funkcije gozdov. Pri plezališčih, kjer je rekreacijska funkcija gozdov izločena s prvo stopnjo poudarjenosti, je v večini primerov poudarjena zaradi bližine drugih priljubljenih rekreacijskih objektov in turističnih znamenitosti in ne zaradi plezališča samega. Na območju plezališč s poudarjeno rekreacijsko funkcijo (npr. plezališča na Bohinjskem, Kamniška Bistrica, Turnc) imajo gozdovi poudarjeno rekreacijsko funkcijo zaradi lokacije same, saj gozdarska stroka šteje gozdove v njihovi bližini kot primerne za rekreacijsko rabo.

Merila za določanje funkcij gozdov s poudarjeno rekreacijsko rabo so zapisana v Priročniku za izdelavo gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot (ZGS, 2008). Opredeljeno je, da imajo prvo stopnjo poudarjenosti zelo obiskani gozdovi, in sicer a) gozdovi v neposredni bližini mest in večjih naselij mestnega značaja, skozi katere vodijo pešpoti do turističnih in rekreacijskih točk, ki so množično obiskane; b) gozdovi ob vstopnih mestih na območjih, ki so namenjeni rekreaciji (100 m levo in desno); c) gozdovi, ki so opremljeni s tablam z vsebinskimi prikazi za rekreacijske dejavnosti (npr. trim steza); d) gozdovi ob planinski transversali, ob E6 in E7, druge pomembne poti z velikim obiskom (prekriva se s turistično funkcijo); e) gozdovi ob kolesarskih poteh, kjer je množičen obisk; f) razglašeni mestni gozdovi. Planinšek in Pirnat (2012a) predlagata, da bi s prvo stopnjo poudarili rekreacijsko funkcijo

ob pomembnih turističnih in rekreacijskih točkah in poteh, in sicer v pasu, širokem za dve drevesni višini. Razvidno je, da naravna plezališča izrecno niso omenjena. Vsa prej navedena plezališča s prvo stopnjo poudarjenosti rekreacijske funkcije gozdov izpolnjujejo našeta merila, kar pomeni, da rekreacijska funkcija tu ni izločena izključno zaradi plezalne dejavnosti.

Plezalni sektorji, ki so vsaj deloma v gozdovih z drugo stopnjo poudarjenosti rekreacijske funkcije, so na območju šestih plezališč (Igla, Lipje, Predvdor, Pri Čiginju, Snovik ter Vransko). Odsotnost izločanja rekreacijske funkcije gozdov v okolici plezališč je lahko odraz (ne)seznanjenosti gozdarske stroke s potekom te športne dejavnosti v gozdovih, kjer naj bi bil drugačen pristop z gospodarjenjem z gozdovi. Izločanje rekreacijske funkcije je pomembna podlaga, ki se upošteva pri ciljnih gospodarjenju z gozdovi. Poudarjanje te funkcije pa je predvsem subjektivne narave, saj gre za prilagajanje gospodarjenja z gozdovi trenutnim zahtevam in potrebam družbe (Planinšek in Pirnat, 2012a).

V plezališčih Gore, Mlinarjeva peč ter Pri Žvikarju rekreacijska funkcija ni izločena niti na tretji stopnji poudarjenosti.

Plezalci v naravi praviloma ne puščajo sledi za seboj, saj se njihova rekreacijska aktivnost dogaja na gmotah skal, sten, prepadov itn. kjer se v večini primerov v neposredni bližini teh športnih objektov na prostem ne gospodari intenzivno (Golob, 2004). To je (najverjetneje) pomemben razlog, da se gozdarska stroka doslej še ni poglobljeno ukvarjala s to težavo. V večini primerov je plezališče samo z vidika lastnika oziroma z vidika pridobivanja gozdnih lesnih sortimentov razmeroma neuporaben prostor, kateremu največkrat ne lastnik ne gozdarska stroka ne namenjata velikega pomena glede rabe takega prostora in njegovih poudarjenih funkcij (Golob, 2004). Poleg tega doslej gozdarska stroka še ni imela na voljo podatkov o natančnih lokacijah plezališč in posledično jih ne najdemo v obstoječih kartah funkcij gozdov.

Trenutno je v največ primerih na območju slovenskih plezališč poudarjena funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev; se pojavlja v 56,2 % vseh sektorjev. Ta funkcija gozdov je izločena

na območju, kjer gozd varuje rastišče in njegovo okolico pred posledicami erozijskih procesov. Merila za izločitev varovalne funkcije gozda so naklon, izrazita geomorfologija terena in globina tal. Glede na dejstvo, da je strm naklon glavni pogoj za nastanek plezališča, je razumljivo, da je funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev pogosta na večini slovenskih plezališč. Sledi poudarjenost lesnoproizvodne funkcije gozdov (21,9 % plezalnih sektorjev), kar lahko pove, da se v bližini plezališč samih z gozdom ne gospodari intenzivno. To so produkcijsko skromni strmi predeli z velikimi nakloni, kjer je gospodarjenje z gozdom oteženo zaradi geomorfologije terena. Na takih območjih niti ne pričakujemo intenzivnega gospodarjenja z gozdovi. Poudarjeno zaščitno funkcijo ima 16,2 % izmed vseh sektorjev plezališč. Nekoliko manj je sektorjev s poudarjeno estetsko funkcijo gozdov, in sicer 12,8 %. Funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti je poudarjena v 11,3 % sektorjev plezališč. Na obravnavanih plezališčih ni bilo funkcije varovanja kulturne dediščine, obrambne funkcije in lovno-gospodarske funkcije s prvo stopnjo poudarjenosti.

Strogo gledano izključno na plezalno dejavnost, ki poteka na analiziranem območju, bi lahko v večjem deležu pričakovali poudarjeno rekreacijsko funkcijo. Vendar je samo zaradi plezalne dejavnosti na nekem območju z vidika gozdnogospodarskega načrtovanja velikokrat praktično nemogoče poudarjanje izključno rekreacijske funkcije. S prvo stopnjo namreč poudarjamo funkcije, ki določajo način gospodarjenja z gozdovi. Z analizo smo ugotovili, da je na območju plezališč največkrat poudarjena funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev. V takih primerih bi bilo smiselno ohraniti poudarjenost slednje funkcije, saj je intenzivnost gospodarjenja na takih območjih majhna in posledično gospodarjenje na takih območjih ni moteč dejavnik za plezalno dejavnost. Problematična so predvsem plezališča, ki so na območjih, kjer je s prvo stopnjo poudarjena lesnoproizvodna funkcija. Takih sicer ni veliko, vendar lahko ravno na njih pričakujemo konflikte med plezalno skupnostjo, lastniki zemljišč ter gozdarskimi izvajalci. Tod je večja intenzivnost gozdarskih del v gozdu, kar je lahko nevarno za obiskovalce plezališč, obenem pa plezalci sami

lahko ovirajo potek različnih gozdarskih del v gozdu. Konflikti lahko nastajajo tudi na plezališčih, kjer je poudarjena funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti, vendar so po navadi na takih plezališčih že pred samim odprtjem dorečeni konkretni dogovori oziroma omejitve, ki določajo, kako in kdaj lahko tod poteka plezalna dejavnost.

Glede na rezultate te analize se zdita smiselna ponovna obravnava in ponovno vrednotenje rekreacijske funkcije gozdov ob upoštevanju merila prisotnosti naravnih plezališč.

5 POVZETEK

Športno plezanje je postalo zanimiva in privlačna oblika rekreacije, dostopna številnim adrenalinskim navdušencem. Poleg večje varnosti naravna plezališča pritegnejo več plezalcev tudi s svojo dostopnostjo. Vse več plezalcev pa pomeni večjo obiskanost naravnih plezališč, s tem pa tudi večjo obremenjenost njihove okolice. Z vidika mnogonamenskega, trajnostnega upravljanja z enovitim gozdnim sistemom se zdi pri določanju funkcij gozdov smiselno upoštevati tudi prisotnost naravnih plezališč v gozdovih, vendar ni poenotene prostorske baze naravnih plezališč. Tako je razumljivo, da gozdarska stroka doslej problematike naravnih plezališč ni obravnavala posebej. Prav tako ni na voljo podatka o deležu naravnih plezališč na zemljiščih v zasebni lasti ter na zemljiščih v lasti Republike Slovenije, čeprav zlasti med zasebnimi lastniki zemljišč, kjer je bodisi izhodišče (parkirišče) za dostop ali pa plezališče samo, ter plezalci pogosto nastajajo konfliktne situacije.

Pri določitvi lege sektorjev plezališč smo se opirali na lastno poznavanje lege plezališč, v primeru nepoznavanja plezališča pa so lego pomagali določiti lokalni plezalci, ki smo jih povabili k sodelovanju. Za pomoč pri določitvi lege sektorjev smo uporabili senčen digitalni model reliefa območja plezališča, ki smo ga izdelali iz podatkov laserskega skeniranja površja Slovenije. Podatke o rabi tal na območju plezališč oz. plezalnih sektorjev smo pridobili na portalu RABA Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, podatke o lastništvu zemljišč in funkcijah gozdov ter njihovi poudarjenosti pa iz uradnih evidenc

Zavoda za gozdove Slovenije. Zaradi natančnejše analize tako nismo obravnavali le plezališča kot celote, ampak smo v prostorski analizi analizirali posamezne plezalne sektorje ter plezalne smeri, ki se pojavljajo v njih. Prostorska analiza naravnih plezališč je bila narejena programu v GIS ArcGIS Pro.

Večina plezališč (94,6 %), plezalnih sektorjev (92,1 %) ter plezalnih smeri (85,3 %) je v gozdovih. Večina plezališč (80,4 %), plezalnih sektorjev (75,8 %) ter plezalnih smeri (80,2 %) je na zemljiščih v zasebni lasti. Večina plezališč (78,3 %), plezalnih sektorjev (72,5 %) ter plezalnih smeri (70,4 %) je v gozdovih, ki so v zasebni lasti. V primeru prve stopnje poudarjenosti funkcije gozdov na območju naravnih plezališč v gozdovih v Sloveniji prevladuje funkcija varovanje gozdnih zemljišč in sestojev (143 plezalnih sektorjev), sledita lesnoproizvodna dov (58 plezalnih sektorjev) ter zaščitna funkcija gozdov (42 plezalnih sektorjev). Na četrtem mestu je estetska funkcija gozdov (32 plezalnih sektorjev). Rekreacijska funkcija gozdov s prvo stopnjo podarjenosti je prisotna v 20 plezalnih sektorjih.

5 SUMMARY

Sport climbing has become an attractive recreation form, accessible to numerous adrenaline sport enthusiasts. In addition to a greater level of security, natural climbing crags attract more climbers also with its accessibility. However, evermore climbers amount to a rising turnout of the natural climbing crags and thereby also a growing strain on their surroundings. From the viewpoint of the multi-purpose, sustainable management of a uniform forest system, it makes sense to consider the presence of the natural climbing crags in the forests, however, there is no unified spatial base of natural climbing crags. Thus, it is understandable that the forestry profession has not dealt with the natural climbing crags separately. There is also no data on the natural climbing crags share in the plots on private property and on the plots owned by the Republic of Slovenia, although conflicts occur above all between private landowners, where there is either a starting point (parking) or a climbing crag and climbers.

Determining the position of climbing crag sectors, we referred to our own knowledge of crag position, and in the case of not knowing the crag position local climbers who were invited to cooperate helped to determine it. To assist the climbing crag position, we used the shaded digital model of crag area relief we created from the data of laser scanning the surface of Slovenia. We acquired the data on land use in the area of crags or, respectively, climbing sectors on the RABA portal by Ministry for agriculture, forestry, and food and the data on land ownership and forest functions as well as their definite functions from official records of the Slovenia Forest Service. Because of a more accurate analysis, we thus did not treat only the climbing crag as a whole, but in the spatial analysis we also analyzed individual climbing sectors and climbing courses present in them. Spatial analysis of the natural climbing crags was made in the GIS ArcGIS Pro program.

Majority of the climbing crags (94.6 %), climbing sectors (92.1 %), and climbing courses (85.3 %) is situated in the forests. Majority of the climbing crags (80.4 %), climbing sectors (75.8 %), and climbing courses (80.2 %) is situated in the forests in private ownership. In the case of the first level of definite forest function in the areas of natural climbing crags in Slovenian forests the function of forest plots and stand protection prevails (143 climbing sectors); it is followed by wood production function (58 climbing sectors) and protective forest function (42 climbing sectors). The fourth place is occupied by the aesthetic forest function (32 climbing sectors). Recreational forest function being the first-grade definite function is present in 20 climbing sectors.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Avtorja prispevka se iskreno zahvaljujeva vsem plezalcem, ki so pomagali pri določevanju sektorjev, še posebej pa Tjaši Rutar in Gregu Maffiju.

7 VIRI

7 REFERENCES

- Access Fund. 2019 <https://www.accessfund.org/> (12. 2. 2019).
- Cecić Erpič S., Čufar M., Grilc P., Guček V., Leskošek B., Simonič A. 2003. Osnove športnega plezanja. Ljubljana, Fakulteta za šport, Inštitut za šport: 146 str.
- e Vode. 2017 http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso (11. 5. 2017).
- ESRI. 2017. Arc MAP 10.4. <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/> (12. 4. 2017).
- Facebook. 2017. Climber prevozi <https://www.facebook.com/groups/361909477248874/> (13. 5. 2017).
- Golob M. 2004. Opremljanje naravnih plezališč: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport). Ljubljana, samozaložba.: 92 str.
- MKGP. 2017. <http://rkg.gov.si/GERK/> (12. 5. 2019).
- Mlač B., Humar M., Klinar S., Leskošek B., Pollak B., Savenc F., Šegula P., Vengust A., Zupet S. B. 2002. Planinski terminološki slovar. Ljubljana. ZRC SAZU: 455.
- Planinšek Š., Pirnat J. 2012a. Predlogi za izboljšanje sistema funkcij gozdov v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 70: 276–283.
- Planinšek Š., Pirnat J. 2012b. Zasnova meril in kazalnikov funkcij gozdov. Gozdarski vestnik, 70: 348–357.
- Projekt O.S.P. 2019 <https://projektopsi.si/> (8.,2.,2019).
- Rakovec U. 2009. Geografska problematika športnega plezanja v naravnih plezališčih Triglavskega narodnega parka : diplomsko delo, 80 str.
- Resolucija o nacionalnem gozdnem programu (Ur. l. RS, št. 111/07).
- RKG 2011. Pogoste napake in problemi v zvezi z GERK-i. Ljubljana. Direktorat za kmetijstvo, Služba za RKG. 45 str.
- Skok J., Kočevar S., Cedilnik D., Božič Skok I., Milievich N., Golob U., Koren D., Biderman D., Prezel M., Pozvek N., Stopinšek A., Vidmar P. 2012. Slovenija: Športnoplezalni vodnik. Ljubljana, Sidarta: 505 str.
- Stvarno pravni zakonik 2002. Uradni list RS, št. 87/02.
- Zakon o gozdovih. 1993. Uradni list RS, št. 30/93, 56/99.
- ZGS 2008. Priročniku za izdelavo gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot.

Initial understory vegetation responses following different forest management intensities in Illyrian beech forests

Začetni odzivi pritalne gozdne vegetacije na različno intenziteto gospodarjenja v ilirskih bukovih gozdovih

Ozadje in vprašanja

V kontekstu ohranjanja biotske pestrosti gozdov ostaja eno od ključnih raziskovalnih vprašanj, kako se gozdna vegetacija odziva na motnje. Z namenom raziskati učinke gospodarjenja z gozdovi na pritalno gozdno vegetacijo v začetnem obdobju po poseku drevoja smo si zastavili sledeča vprašanja: (a) Katere rastlinske vrste so značilno povezane z različno intenziteto poseka? (b) Kakšne so razlike v zastopanosti rastlinskih funkcionalnih tipov vzdolž gradienta intenzivnosti motnje? (c) Kako se na posek drevoja odzivajo tipične gozdne rastlinske vrste?

Lokacija

Dinarsko gorstvo, Slovenija.

Metode

Na vsakem izmed treh raziskovalnih območij v ilirskih bukovih gozdovih smo postavili devet ploskev velikosti 4.000 m², kar je skupaj pomenilo 27 ploskev. Na vsakem raziskovalnem območju so bile izvedene tri različne intenzitete poseka, pri čemer je bila za vsako intenziteto poseka izbrana tretjina (devet) ploskev: kontrola (brez ukrepa), 50-odstotni posek in 100-odstotni posek lesne zaloge sestoja. V središču ploskve smo na krožni površini velikosti 400 m² izvedli popis vaskularnih rastlin (praprotnic in semenk) pred posekom (leta 2012) in dve leti po poseku (leta 2014). Uporabili smo analizo indikatorskih vrst in na osnovi funkcionalnih lastnosti razvrstili rastlinske vrste v funkcionalne tipe.

Rezultati

Vrstna sestava pritalne vegetacije se je med posameznimi intenzitetami poseka značilno razlikovala. Sedeminštirideset vrst (od skupno 251) je bilo statistično značilno povezanih s 100-odstotnim posekom. Relativno veliko število indikatorskih vrst za 100-odstotni posek je posledica naseljevanja

(kolonizacije) novih negozdnih rastlinskih vrst in povečanja zastiranja vrst, ki so bile prisotne že pred posekom. Samo ena vrsta je bila dober pokazatelj razmer na 50-odstotno posekanih ploskvah, tri vrste pa so se pretežno pojavljale na kontrolnih ploskvah. Za trave in šaše, visoke steblikle, enoletne in dvoletne rastline ter metuljnice smo ugotovili izrazito povečanje zastiranja na 50- in 100-odstotno posekanih ploskvah. Zastiranje praproti se po poseku ni značilno spremenilo, medtem ko je delež lesnatih rastlin upadel na 100-odstotno posekanih ploskvah. Na splošno se je večina tipičnih gozdnih vrst odzvala na posek s povečano frekvenco in/ali številčnostjo.

Zaključki

Taksonomska in funkcionalna sestava rastlinskih združb pritalne vegetacije se je najbolj spremenila na ploskvah, kjer so bila posekana vsa drevesa. Ekološke razmere v sestojnih vrzelih (100-odstotni posek) se niso spremenile do te mere, da bi negativno vplivale na obstoj tipičnih gozdnih vrst.

Ključne besede: *Aremonio-Fagion*, Natura 2000, gradient intenzivnosti poseka, analiza indikatorskih vrst, rastlinski funkcionalni tipi, tipične gozdne rastlinske vrste.

Objavljeno v:

KERMAVNAR Janez, ELER Klemen, MARINŠEK Aleksander, KUTNAR Lado. 2019. Initial understory vegetation responses following different forest management intensities in Illyrian beech forests.

Applied vegetation science, vol. 22/11, str. 48-60

Povezava do celotnega prispevka:
<https://doi.org/10.1111/avsc.12409>



Wiley Online Library

Regeneration gap and microsite niche partitioning in a high alpine forest: Are Norway spruce seedlings more drought-tolerant than beech seedlings? *Vpliv pomladitvenih vrzeli na mikrorastiščne razmere v alpskem visokogorskem gozdu: ali mladice navadne smreke bolje prenašajo sušo kot mladice bukve?*

Poudarki

- Spremenjena vrstna sestava in zgradba alpskih mešanih gozdov upočasnjuje naravno pomlajevanje.
- V raziskavi smo preučevali prostorsko-časovno dinamiko naravnega pomlajevanja v vrzelih.
- Rezultati kažejo, da ima mladje bukve in smreke v vrzelih različne mikrorastiščne preference.
- Uspevanje mladja smreke je bilo povezano z jakostjo difuznega sevanja in debelejšimi organskimi horizonti.
- Pomlajevanje bukve je uspešnejše ob večji vlažnosti zgornjih talnih plasti in ob bližini semenskih dreves.

Izvleček

Mešani gorski gozdovi, ki jih sestavljajo smreka, jelka in bukev, predstavljajo enega najpomembnejših alpskih ekosistemov glede na ekonomiko, okoljske učinke in socialne funkcije. Vendar pa je za številne sestoje značilna enomerna zgradba gozda in spremenjena sestava drevesnih vrst, zaradi česar so bolj občutljivi za motnje in manj učinkoviti pri zaščiti pred naravnimi nevarnostmi. Spremembe v gozdni mikroklimi in kroženju hranil upočasnjujejo naravno pomlajevanje ter dajejo prednost sukcesijskemu razvoju pritalne vegetacije. V tej raziskavi smo ugotavljali, ali bi sestojne vrzeli primerne velikosti in oblike olajšale naravno pomlajevanje in spodbudile premene teh gozdov k bolj naravni vrstni sestavi. V letu 2003 smo izbrali 15 vrzeli v velikosti od 0,01 do 0,62 ha, starih več kot 50 let ter tri območja pod sklenjenim sestojem z južno ekspozicijo, kjer je v sicer mešanemu gorskemu gozdu prevladovala smreka (1380–1480 m a.s.l.). V vrzelih smo postavili 542 sistematično porazdeljenih raziskovalnih ploskev ($1,5 \times 1,5$ m) ter analizirali značilnosti pomlajevanja glede na višinske razrede, pokritost s talno vegetacijo, svetlobne razmere, vlažnost vrhnje plasti tal, mikrolief in talne lastnosti. Meritve smo ponovili

po petih rastnih sezonah in ugotovili minimalne spremembe v sestavi vegetacije ter na splošno počasno pomlajevanje. Numerična ordinacija vegetacije in posplošeni linearni mešani modeli so pokazali pozitivno korelacijo mladja smreke z jakostjo difuznega svetlobnega sevanja, debelino organskih horizontov tal, prisotnostjo odmrle lesne mase in zastrtostjo mahovne plasti ter negativno korelacijo z zastrtostjo pritalne vegetacije, vsebnostjo vode v tleh, Landoltovo fitoindikacijsko oceno za hranila v tleh in jakostjo direktnega svetlobnega sevanja. Mladja bukve je bilo več v bližini semenskih dreves, na manj kislih tleh z višjo vsebnostjo vlage in v konkavnih mikroliefnih razmerah. Rezultati kažejo, da se mladje smreke in bukve lahko uspešno razvije pod nekoliko redkejšim sestojem, vendar pa smreka v nekaj letih potrebuje večje jakosti difuznega sevanja, primerljive s tistimi, kakršne smo v naši raziskavi izmerili v srednje velikih vrzelih v (0,15 ha). Zaradi negativne korelacije med jakostjo direktnega sevanja in pomlajevanjem naj bi bile vrzeli eliptične, z daljšo osjo orientirano v smeri vzhod-zahod. Pomlajevanje obeh vrst je bilo upočasnjeno zaradi objedanja divjadi.

Ključne besede: Vrzeli, mikro rastišče, vlažnost zgornjega sloja tal, mikrolief, pritalna vegetacija, objedanje

Objavljeno v:

DIACI Jurij, ROZMAN Jurij, ROZMAN Andrej. 2020. Regeneration gap and microsite niche partitioning in a high alpine forest: are Norway spruce seedlings more drought-tolerant than beech seedlings?

Forest Ecology and Management, vol. 455, 9 str.

Povezava do celotnega prispevka:

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117688>



Recenzija knjige Zelišča, polgrmi in vzpenjavke v gozdovih Slovenije



Knjigo »Zelišča, polgrmi in vzpenjavke v gozdovih Slovenije« avtorja mag. Živana Veseliča, ki je izšla v okviru Gozdarske založbe, lahko kupite v gozdarski knjižnici (Večna pot 83, 1000 Ljubljana) po ceni 40 €. Za naročnike **Gozdarskega vestnika** in študente je cena knjige **30 €**. Naročila sprejemamo tudi preko e-naslova gozdarski.vestnik@gmail.com.

Pred nedavnim je izšla knjiga avtorja mag. Živana Veseliča, ki smo jo mnogi že (pre)dolgo čakali. Gre za monografijo, pravzaprav poenostavljen rastlinski ključ za določanje večine rastlinskih vrst, ki rastejo v naših gozdovih. Drevesne, grmovne in mahovne vrste v njej niso obravnavane. Slednje so zelo zahtevne za določanje in razlikovanje, drevesne in grmovne vrste pa po avtorjevem mnenju bolje poznamo in so nazorno predstavljene v številnih knjigah naših priznanih dendrologov.

Knjiga je obsežna – na 342 straneh je predstavljenih skoraj 1500 rastlinskih vrst, saj v evropskem prostoru raznovrstnost rastlinstva slovenskih

gozdov sodi v sam vrh. Osnova za knjigo Zelišča, polgrmi in vzpenjavke v gozdovih Slovenije je Mala flora Slovenije, ki je najbolj podroben pregled vseh rastlinskih vrst v Sloveniji, in je v bistvu ključ za določanje rastlinskih vrst. Povprečen ljubitelj rastlin pri delu z Malo floro lahko zelo hitro odneha, saj je za določanje rastlin po tem ključu potrebno ogromno botaničnega znanja in v veliko primerih je za preverjanje razlikovalnih znakov rastlin znotraj istega rodu skorajda obvezna uporaba vsaj dobrega namiznega povečevalnega stekla. Velik primanjkljaj Male flore Slovenije je tudi v tem, da v knjigi ni fotografij ali risb rastlinskih vrst, čeravno slednje navadno ni stvar določevalnega ključa.

Avtor pričujoče publikacije je pri pisanju sledil ideji, da bi ohranil ključne informacije iz podrobnega ključa, vendar navedene na poenostavljen način. Velik pomen je namenil lahko ugotovljivim znakom, ki jih je mogoče ugotoviti s prostim očesom in neposredno na terenu. Kot navaja avtor je namen knjige: *”... da z nazorno navedenimi značilnostmi vrst in razlik med njimi uporabniku pomaga spoznati značilnosti rastlinskih vrst in razlik med njimi ter mu na tak način omogočiti, da se rastlinske vrste nauči razpoznavati,”* kar mu je nedvomno uspelo.

Prava dodana vrednost omenjene knjige so fotografije 1050 rastlinskih vrst ter navedene nekatere lastnosti rastišč za vsako posamezno rastlino. Tudi v tem primeru je avtor uspešno opravil naporno in natančno delo, saj je zbral informacije iz člankov, knjig, elaboratov, fitocenoloških preglednic in popisov gozdne vegetacije, ki so na voljo pri nas. Dodatne opise rastlin je črpal tudi iz tuje literature ter se posvetoval z različnimi strokovnjaki, predvsem z dr. Igorjem Dakskoblerjem. Rezultat avtorjevega dela je zelo domiseln in poenostavljeno izdelan način predstavitve rastlinskih vrst in razlik med njimi, kar aplikativnemu uporabniku na terenu zelo olajša delo. Dodan je tudi opis rastiščnih razmer glede na pojavljanje v vegetacijskih pasovih ter rastiščnih oznak za stopnjo vlažnosti rastišča, ki

je pomemben rastiščni dejavnik. Te informacije so domiselno navedene v obliki kombinacij črk in izvirnih simbolov, na katere se bo uporabnik zlahka in hitro privadil.

Grafična podoba knjige je prijetna na oko, vsebina pa barvita, ne le zaradi dodanih mojstrskih fotografij. Poenostavljen ključ in vse druge informacije so predstavljene z različnimi barvami besedila, ki sledijo postavljenemu sistemu opisov rastlin. Bralcu je to nedvomno v veliko pomoč pri razbiranju informacij in delu s knjigo. Za lažje prepoznavanje osnovnih znakov rastlin, kot so listi in cvetovi, so na začetku knjige dodane njihove risbe in kratki opisi, na koncu knjige pa še pomembnejši botanični izrazi, ki so uporabljeni v knjigi.

Z veseljem lahko zapišem, da je izšla knjiga, ki ponuja veliko več kot obljublja njen naslov. V njej so namreč predstavljene tudi rastline, ki jih najdemo zunaj gozdnega prostora, npr. na opuščenih kmetijskih zemljiščih ali celo višje, nad zgornjo gozdno mejo. Vendar pa predstavljajo

nekakšen nabor vrst, ki zaradi različnih vzrokov prehajajo tudi v gozd. Glede na vse pogostejše naravne ujme in podnebne spremembe je dobro, da znamo prepoznati tudi take vrste. Rastline nam veliko povejo o ekoloških lastnostih gozdnih rastišč, le prebrati jih moramo znati.

Avtorjev pomislek v Uvodu knjige, da je pričujoča knjiga le poskus preglednega in učinkovitega zapisa ter opisa rastlinskih vrst v gozdnem prostoru, je odveč. Zagotovo je to dobro napisana knjiga, ki sem jo v času študija gozdarstva in poznejšega poklicnega ukvarjanja z gozdno fitocenologijo najbolj pogrešal. Prepričan sem, da bo knjiga služila zainteresiranim gozdarskim in drugim strokovnjakom pri njihovem delu z gozdnim rastjem ter bo odličen pripomoček študentom in ljubiteljem narave, saj za njeno uporabo ni potrebno zelo poglobljeno botanično znanje. Tisti, ki ga imajo, pa bodo v njej zagotovo našli kaj izvirnega in uporabnega.

dr. Aleksander MARINŠEK

Izboljšanje kakovosti slovenske gozdno-lesne verige

Ciljni raziskovalni projekt (CRP) z naslovom »Izboljšanje konkurenčnosti slovenske gozdno-lesne verige v kontekstu podnebnih sprememb in prehoda v nizko-ogljico družbo« naslavlja aktualna vprašanja glede stanja gozdno-lesne verige ter možnosti za izboljšanje delovanja s poudarkom na boljši povezanosti akterjev, na lokalnih razvojnih možnostih in razvoju novih verig vrednosti. Prof. dr. Miha Humar, vodja projekta, je povedal: »V okviru projekta bomo ovrednotili vpliv podnebnih sprememb na razpoložljivost in kakovost drevesnih vrst v prihodnosti, kot npr. odpornost lesa proti razkroju in navlaževanju, mehanske lastnosti ter kemijska in anatomska zgradba lesa. V te namene bomo testirali tudi uporabo nove opreme in naprav, ki bi potencialno omogočili hitre, poceni in zanesljive ocene ključnih lastnosti lesa v različnih postopkih obdelave. Izbrane drevesne vrste so: jelka, gorski javor in bori.«

V okviru projekta bodo raziskovalci na Oddelku za lesarstvo v sodelovanju z izbranimi deležniki razvili oziroma optimizirali nove materiale (impregniran les, modificiran les, novi kompoziti in hibridi) na osnovi lesa manj uporabljanih lesnih vrst za uporabo v gradbeništvu, za infrastrukturne namene v avtomobilski industriji, farmaciji itd.

Prof. dr. Miha Humar, vodja projekta, je izpostavil: »V kolikor želimo v celoti izkoristiti potencial slovenskih gozdov, bo v prihodnje potrebno razviti tudi nove načine uporabe lesa. Še posebno veliko priložnost predstavlja koncept biogospodarstva. Določanje biorafinerijskega potenciala relevantnih lesnih vrst za izdelavo nanoceluloze in finih kemikalij bo ena od petih pomembnih nalog projekta.«

CRP bo v sodelovanju s partnerji, Gozdarskim inštitutom Slovenije ter Lesarskim grozdom, potekal tri leta, začel pa se je novembra 2020. Vrednost projekta je 180.000 EUR. Projekt je financiran s strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije (MKGP) in Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS).

Dodatne info o CRP projektu V4-2017:

prof. dr. Miha Humar,
Oddelek za Lesarstvo, Biotehniška fakulteta,
Univerza v Ljubljani
Rožna dolina, Cesta VIII/34
1000 Ljubljana, Slovenija
e-mail: miha.humar@bf.uni-lj.si



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



GOZDNO LESNA VERIGA



JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE

Izboljšanje konkurenčnosti slovenske gozdno-lesne verige v kontekstu podnebnih sprememb in prehoda v nizko-ogljico družbo



Foto: L. Krajnc in M. Humar

BFestival

Biotehniška fakulteta je z namenom predstavitve in promocije znanstvenih dosežkov strok na fakulteti sedaj že drugo leto zapored organizira BFestival. Na festivalu so predstavljeni znanstveni dosežki, ki jih izberejo oddelki in so izredno pomembno za nadaljnji razvoj strok na fakulteti.

Drugi BFestival 2020: Predstavitev znanstvenih dosežkov strok v letu 2019 je potekal v sredo, 30. septembra 2020, v sejni sobi dekanata na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Prisotne sta nagovorila prof. dr. Nataša Poklar Ulrih, prodekanja za znanstvenoraziskovalno delo, in v imenu slavnostne govornice prof. dr. Jasna Štrus, mednarodno priznane raziskovalke, zaslužne profesorice za zoologijo in biologijo celice na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani prof. dr. Mihael J. Toman, prodekan za področje biologije.

Na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire so izbrali znanstveni dosežek z naslovom »Koncept funkcij gozda v srednjeevropskem večnamenskem gozdarstvu: pregled«, v katerem so opredelili pglavitne prednosti in slabosti koncepta funkcij ter ga primerjali s sodobnejšim konceptom ekosistemskih storitev.

Znanstveni dosežek je predstavil prof. dr. Andrej Bončina s Katedre za urejanje gozdov

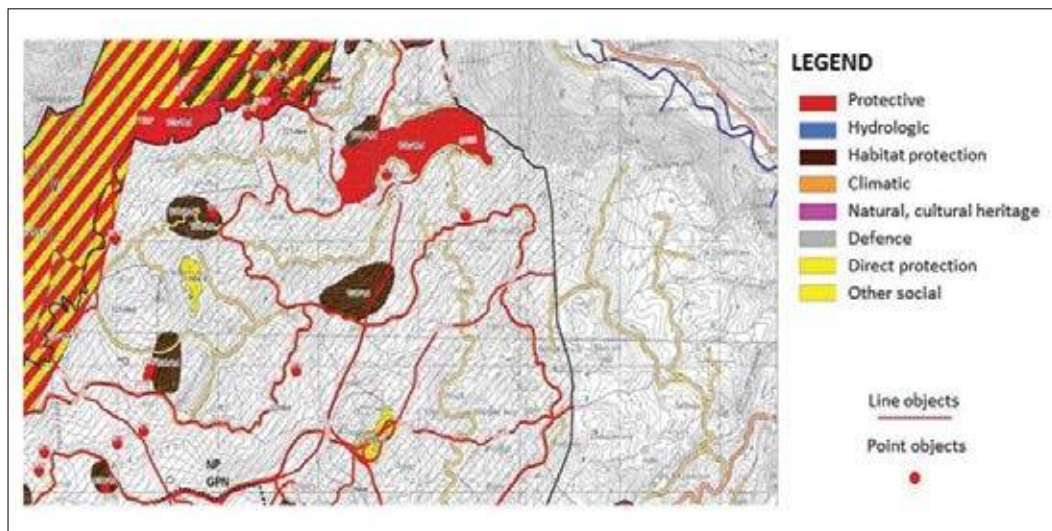
in ekosistemske analize Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Avtorji znanstvenega dosežka so raziskali spreminjanje pomena funkcij gozdov v srednjeevropskem gozdarstvu v nekaj zadnjih stoletjih, podrobneje pa koncept funkcij gozda kot prostorskega orodja, s katerim so v obsežnem gozdnem prostoru opredeljena območja, ki imajo relativno večji pomen za javne koristi.

Funkcije gozda so pomembne za prilagajanje gozdarskih ukrepov, alociranje javnih sredstev, prostorsko načrtovanje, določitev območij »posebnega pomena« v gozdnem prostoru in dialog med gozdarstvom in javnostjo. Zaradi funkcij gozda je režim gospodarjenja prilagojen, v zasebnih gozdovih zato tudi (večinoma) subvencioniran z javnimi sredstvi.

Opredelili so pglavitne prednosti in slabosti koncepta funkcij ter ga primerjali s sodobnejšim konceptom ekosistemskih storitev.

Vsi avtorji znanstvenega dosežka »Koncept funkcij gozda v srednjeevropskem večnamenskem gozdarstvu: pregled« so prof. dr. Andrej Bončina, dr. Tina Simončič in prof. dr. Christian Rosset.

Tina DROLČ



Slika 1: Primer karte funkcij gozdov

Zaslužni profesor dr. dr. h.c. Nikolaj Torelli

Univerza v Ljubljani svoj jubilej praznuje 3. decembra, na dan, ko je v potekalo prvo predavanje v slovenskem jeziku. Najstarejša in največja univerza v Sloveniji, Univerza v Ljubljani, svoj jubilej praznuje z organizacijo različnih dogodkov, ki so združeni v Tednu Univerze, in s katerimi se spomni na najbolj zaslužnih v preteklem letu, tako na področju pedagoškega in raziskovalnega dela, sodelovanja za gospodarstvom in ustvarjanja novih tržnih priložnosti ter na drugih področjih.

Univerza v Ljubljani podeljuje naziv zaslužna profesorica in zaslužni profesor upokojenim profesorici in profesorjem Univerze v Ljubljani za prepoznaven prispevek pri delovanju, ugledu in razvoju Univerze v Ljubljani. V letu 2020 je naziv zaslužni profesor na Univerzi v Ljubljani prejel upokojeni profesorji Biotehniške fakultete, prof. dr. dr. h.c. Nikolaj Torelli.

Prof. dr. dr. h.c. Nikolaj Torelli je naziv zaslužni profesor Univerze v Ljubljani prejel za razvoj področja lesarstva, drevesne fiziologije, arboristike in gozdarstva v Sloveniji ter za delo

in prepoznavnost v mednarodnem prostoru. V obrazložitvi je zapisano, da je prof. dr. dr. h.c. Nikolaj Torelli mednarodno delo častni doktor dunajske univerze BOKU, Ambasador Republike Slovenije v znanosti, član Sveta za varovanje okolja in svetovalec za področje naravoslovja pri SAZU. Razvijal je terminologijo in raziskoval na področju lesarstva, drevesne fiziologije, arboristike in gozdarstva. Kot izvedenec Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo za trajnostno rabo tropskih gozdov je več let deloval v osrednji Afriki in Mehiki. Neutrudno je gradil vezi med gozdarstvom in lesarstvom ter vsestransko krepil ugled Univerze v Ljubljani.

S prejetimi priznanji, listinami, nagradami, plaketami in nazivi v tednu Univerze v Ljubljani Biotehniška fakulteta ponovno dokazuje, da je pomembna članica Univerze v Ljubljani.

Tina DROLČ

Teden Univerze v Ljubljani



Zaslužna profesorica in zaslužni profesor

Naziv zaslužna profesorica in zaslužni profesor podeljujemo upokojenim profesorici in profesorjem Univerze v Ljubljani za prepoznaven prispevek pri delovanju, ugledu in razvoju Univerze v Ljubljani.

In memoriam

Dr. Živko Košir (1927-2020)



Slika 1: Dr. Živko Košir leta 2010 (foto: F. Perko)

Dr. Živko Košir se je rodil 10. oktobra 1927 v Ljubljani. Šolanje mu je prekinila druga svetovna vojna, saj se je že mladoleten znašel v nemških koncentracijskih taboriščih. Po vojni je dokončal gimnazijo in leta 1954 diplomiral na Fakulteti za agronomijo in gozdarstvo v Ljubljani. Leta 1972 je doktoriral na zagrebški gozdarski fakulteti. Leta 1996 je prejel Jesenkovo priznanje Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani za dosežene rezultate pri proučevanju gozdne vegetacije (avtor gozdnovegetacijske karte Slovenije), za razvoj in aplikacijo gozdne fitocenologije (Vrednotenje gozdnega prostora po varovalnem in lesnoproizvodnem pomenu na osnovi naravnih razmer (1976) za študijo Zasnova uporabe prostora v Sloveniji; Vrednotenje proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč in ekološkega značaja fitocenoz (1992) in za prispevek k razvoju gozdnogospodarskega načrtovanja. Leta 2010 je dr. Košir izdal znanstveno monografijo Lastnosti gozdnih združb kot osnova za gospodarjenje po meri narave, ki je plod avtorjevih dolgoletnih poglobljenih fitocenoloških raziskovanj gozdnih združb Slovenije po standardni

srednjeevropski metodi. Kljub ugodnim ocenam dveh recenzentov, Strokovna komisija za knjižno in revijalno produkcijo s področja znanosti pri JAK izida ni finančno podprla.

Po vojni je Živko Košir dokončal gimnazijo in kot Skojevec opravljal številne politične zadolžitve v Ljubljani in si ustvaril družino. Jeseni 1946 se je vpisal na Fakulteto za elektrotehniko, njegov hobi je bila elektrika, radio, celo med vojno je imel na podstrešju napeljana anteno in nekakšen domači radio. Vendar je na obveznih praksah kmalu uvidel, da nebi mogel preživeti v zaprtih prostorih – tovarni. Želel je ven, na zrak, morda gozdarstvo? Ta fakulteta pa je bila v Zagrebu. Tja pa ni mogel, saj je imel že družino. Ko je pričel v Ljubljani s študijskim leto 1949/50 na Agronomsko gozdarski fakulteti študij gozdarstva, je pustil elektro fakulteto in kolege ter se vpisal na gozdarstvo. Z nemalo zamere se je tedaj tudi za vedno poslovil od politične aktivnosti.

Tu ga je dobesedno očaral profesor G. Tomažič, ki je predaval fitocenologijo. V njegovih predavanjih je našel smisel gozdarstva in njegova pot je bila dokončno začrtana. Že v prvem semestru je bil pri prof. S. Sotošku izbran za demonstratorja in vključen v fitocenološko kartiranje fakultetnih gozdov v Kamniški Bistrici, ki sta jih vodila prof. G. Tomažič in ing. gozd. S. Cvek. Pospetil je študij, da je nadomestil zamujeno, in diplomiral takoj po zaključku devetega semestra po opravljenih skupinskih izpitih (urejanje, organizacija, gojenje) ter zagovorom diplomske naloge Gozdni tip črnega gabra in lipovca pri prof. J. Šafarju, in 4. marca 1954 dobil diplomo številka 1.

Prvo delovno mesto je bilo na Gozdnem gospodarstvu Novo mesto, ki mu je s štipendijo v zadnjem letu olajšala življenje in mu ni bilo potrebno več risati učil za profesorje. Tu se je zaljubil v bukove gozdove, ki jih je začel preučevati leta 1954 v gospodarski enoti Raduha v masivu Gornjancev, kjer je ob izdelavi gozdnogospodarskega načrta vzporedno proučeval še rastišče. S preučevanjem bukovih rastišč je nadaljeval po vsem dolenskem gozdnogospodarskem območju in z

razumevanjem svojih šefov, proučevanje postopno širil v Zasavje in kasneje še na Pohorje. Za organizacijo in tehnično izvedbo tako obsežnega kartiranja in izdelave gozdnovegetacijskih kart, je bilo odločilno poznavanje metod preučevanja rastišč in kartiranja gozdnih združb, s katerimi se je seznanil na praksi na Inštitutu za rastiščno vedo (*Standortskunde*) v Stuttgartu (1958), še posebej pa je bilo pomembno tesno povezovanje s fitocenologi sosednjih državah. To povezavo mu je omogočil dr. V. Tregubov, s katerim je sodeloval pri projektu kartiranja Zgornjesavske doline. Na njegovo priporočilo je dobil povabilo za udeležbo na Kolokviju o bukovih gozdovih, ki ga je organiziral R. Tüxen v okviru Mednarodnega združenja fitosociologov (Stolzenau, 1961). Tu je lahko prvič predstavil rastiščne razmere naših bukovih gozdov s prvimi fitocenološkimi tabelami. Tako je vstopil v mednarodni krog fitocenologov. Leto zatem (1962) ga je dr. V. Tregubov na simpoziju v Brixenu



Slika 2: Živko Košir v bukovem gozdu Savensi-Fagetum na Ravni gori (foto: osebni arhiv)

seznanil še z J. Braun-Blanquetom, ki je kot nadgradnjo drugim pristopom, zasnoval metodo, ki so opredeljevali rastišča po najznačilnejšem ekološkem dejavniku. J. Braun-Blanquetom je uvedel poimenovanje rastišč po naravni grupaciji rastlin, ki so na rastiščih stalno prisotne in s tem najboljše nakazujejo na ekološke razmere na tem rastišču. Z vpeljavo fitocenološke nomenklature je J. Braun-Blanquet nakazal prve obrise sistema rastlinskih združb. To metodo je za svojo vzel Živko Košir, saj so po tej metodi opisane gozdne združbe vegetacijsko, rastiščno in razvojno dobro predstavljene. Gozdar, ki je seznanjen z osnovno zgradbo združb in njihovimi rastišči, lahko pri prehodu skozi gozd ob presoji osnovnih orografskih razmer in poznavanju rastlin, ki so v gozdovih najpogostejše, hitro zaznava v kakšnem rastiščnih razmerah in v okviru katere združbe, se nahaja. Poznavanje indikatorskega pomena rastlinskih vrst, pa omogoča podrobneje oceniti zatečene rastiščne razmere in razvojno težnjo v vsakem gozdnem sestoji (tj. fitocenozi). Gozdni sestoji se vključujejo v gozdni rastiščni tip določenim za združbo. V tem okviru se z njimi gospodari individualno, v skladu s svojo razvojno fazo in zunanji vplivi na njihov razvoj. Več truda je potrebno v sestojih, katerih drevesna sestava je bistveno spremenjena, posebno če je ta že več stoletna. Vendar pozornemu očesu ne bodo ušle rastlinske vrste prvotne gozdne združbe, ob rastlinskih vrstah, ki nakazujejo spremembe v talnih razmerah.

Leta 1961 je Živko Košir ob prenehanju delovanja Poslovne zveze za kmetijstvo in gozdarstvo, ustanovil Biro za gozdarsko načrtovanje, ki je ob urejanju gozdov za Gozdno gospodarstvo Ljubljana, pričel tudi sistematično proučevati in kartirati gozdno vegetacijo. Tu je Živko Košir uporabil vse svoje z mednarodnim sodelovanjem pridobljeno znanje o proučevanju gozdnih rastišč. Košir ugotavlja: »Z vsem tem in tekočim sistematičnim preučevanjem in kartiranjem gozdnih združb v majhnem merilu, je bila odprta pot za nadaljnjo spoznavanje vegetacijske odeje v večjem delu Slovenije. Poleg gozdnogospodarskega območja Ljubljana, smo v takem merilu kartirali še v območjih Novo mesto, Brežice, Maribor, Postojna, Kranj in postopno tudi v drugih območjih. To je

tudi omogočilo, da smo že leta 1965 pristopili tudi h kartiranju v velikem merilu. Odločitev je bila torej osnovana na obsežnem fitocenološkem delu v preteklih letih in na tekočih preučevanjih in kartiranju. Živko Košir sodi, da je bil njegov največji dosežek, da je uspešno zaključil nalogo, ki jo je prevzel leta 1965, tj. Goznovegetacijska karta Slovenije in produkcijska sposobnost gozdnih rastišč. Karta je lahko nastala le s pomočjo predanih sodelavcev, na katerih je bilo težišče terenskega dela. Produkcijsko sposobnost naših gozdov, je predstavil v publikaciji leta 1975 z vrednotenjem gozdov po lesnoproizvodnem pomenu s pomočjo rastiščnega koeficienta (R_k). Hkrati so bili tudi predstavljeni varovalni gozdovi po varovalnem pomenu na osnovi naravnih danosti. Obe temi sta predstavljeni tudi na kartah (1:400.000), ki temeljita na Goznovegetacijski karti Slovenije. Metoda vrednotenja proizvodnje sposobnosti gozdnih rastišč z R_k -jem, je bila podrobneje predstavljena v publikaciji leta 1992, ter je tudi podprta z računalniško obdelavo. Vse to je omogočilo, da je fitocenologija in na njej utemeljeno gospodarjenje z gozdovi na osnovi naravnega razvoja gozdnih sestojev, dobilo vedno večji pomen v gozdnogospodarskem načrtovanju. Tega mu je uspelo v tedanjih razmerah še kar dobro organizirati in poenotiti. In to je bil njegov glavni cilj.

Drug pomemben projekt, ki ga je Košir uspešno opravil, tokrat v okviru sekretariata (danes ministrstva) pristojnega za gozdarstvo, pa je bil usmerjanje razvoja gozdnogospodarskega načrtovanje v Sloveniji.

Takole je ocenil načrtovanje: »Po drugi svetovni vojni smo podedovali le nekaj gozdnogospodarskih načrtov za veleposestniške gozdove. Zato se je takoj po kancu »planskih sečenj« pristopilo k izdelavi gozdno gospodarskih načrtov najprej le za državne in že leto zatem tudi za zasebne gozdove. Pri tem je bil nesorazmerno velik trud vložen v ureditev zasebnih drobnolastniških gozdov, da smo lahko njihove parcele in lastništvo prostorsko vezali na oddelke. Ugotovljeno je bilo stanje gozdov (sestojne razmere, lesne zaloge, prirastek ipd.), postavljeni cilji gospodarjenja in določen desetletni etat. Nivo in kvaliteta načrtovanja se je od območja do območja, pa tudi v okviru samih območjih močno razlikovala. Vse preveč je bilo

prepuščeno samoiniciativnosti posameznega projektanta, ta je lahko načrt polnil s vsesplošno znanimi podatki in opisi, ki niso imeli neposredne povezave z vlogo gozdnogospodarskih načrtov.« Tu je Košir opravil veliko delo z urejanjem povsem neusklajenega izdelovanja gozdno gospodarskih načrtov in izdelavo navodil za sestavo prvih gozdnogospodarskih načrtov za območja. Ob tem se je načrtovanje vedno bolj racionaliziralo, že leta 1964 je bila vpeljana računalniška obdelava podatkov. Vse to je bilo nujno za uveljavljanje gospodarjenja z gozdovi na podlagi lastnosti gozdnih združb. S tem bi bil dosežen namen in utemeljeno fitocenološko preučevanje in kartiranje naših gozdov.

Kod največji poznavalec fitocenologije v Sloveniji, tako v teoriji kot praksi pa dr. Živko Košir ni uspel pri habilitaciji za ta predmet na gozdarskem oddelku v Ljubljani. Zamere iz preteklosti, pa verjetno tudi bojazen za prestiž gozdarskih »visokosti« tistega časa so mu to preprečile. V pogovoru mi je dejal, »da ga osebno to ni prizadelo, ker ni imel učiteljskih ambicij«, tedaj je bil že na resornem sekretariatu polno zaposlen z usklajevanjem izdelovanja gozdno gospodarskih načrtov in izdelavo navodil za sestavo prvih gozdnogospodarskih načrtov območij, in dodal, »bilo pa je koristno, ker sem spoznal tudi osebnostne značaje kolegov v svojem okolju.«

Eden od njegovih nekdanjih sodelavcev je zapisal: »Živko ostaja v mojem spominu kot razgledan gozdar, fitocenolog, pronicljiv učitelj in spoštovani šef. Skratka osebnost z veliko začetnico.«

Velja mu pritrditi!

Mag. Franc PERKO



Slika: V sneg odet bukov gozd (foto: P. Hafner)

Gozdarski vestnik, LETNIK 79 • LETO 2021 • ŠTEVILKA 1
Gozdarski vestnik, VOLUME 79 • YEAR 2021 • NUMBER 1

ISSN 0017-2723 / ISSN 2536-264X
UDK630* 1/9

Gozdarski vestnik je na Ministrstvu za kulturo vpisan
v razvid medijev pod zap. št. 610.

Glavni urednik/*Editor in chief*: dr. Mitja Skudnik

Tehnična urednica/*Layout editor*: dr. Polona Hafner

Uredniški odbor/*Editorial board*

prof. dr. Andrej Bončina, prof. dr. Robert Brus, dr. Tine Grebenc, izr. prof. dr. David Hladnik,
prof. dr. Miha Humar, izr. prof. dr. Klemen Jerina, Janez Levstek, mag. Marko Matjašič,
dr. Nenad Potočić, dr. Janez Prešern, prof. dr. Hans Pretzsch, dr. Klemens Schadauer,
dr. Primož Simončič, Baldomir Svetličič, Boris Rantaša, Simon Kovšca, Gregor Meterc,
mag. Alenka Korenjak, dr. Aleš Poljanec, dr. Maja Peteh

Dokumentacijska obdelava/*Indexing and classification*
dr. Maja Peteh

Uredništvo in uprava/*Editors address*
ZGDS, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA
Tel.: +386 (0)31 327 432

E-mail: gozdarski.vestnik@gmail.com

Domača stran: <http://zgds.si/gozdarski-vestnik/>
TRR NLB d.d. 02053-0018822261

Poština plačana pri pošti 1102 Ljubljana
Letno izide 10 števk/10 issues per year

Posamezna številka 7,70 EUR.

Letna naročnina: fizične osebe 33,38 €, za dijake in študente 20,86 €,
pravne osebe 91,80 €.

Gozdarski vestnik je referiran v mednarodnih bibliografskih zbirkah/
Abstract from the journal are comprised in the international bibliographic databases:
CAB Abstract, TREECD, AGRIS, AGRICOLA, EBSCO

Mnenja avtorjev objavljenih prispevkov nujno ne izražajo stališč založnika niti
uredniškega odbora/*Opinions expressed by authors do not necessarily reflect*
the policy of the publisher nor the editorial board

Izdajo številke podprlo/*Supported by*
Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Tisk: Euroraster d.o.o. Ljubljana



Fotografija na naslovnici/
Front cover photography:
M. Skudnik



Fotografija na zadnji strani/
Photo on the back:
M. Povše

RAK KOSTANJEVE SKORJE V SLOVENIJI

Ing. Mihailo Krstić (Beograd)*

(Iz srbsčine prevedel ing. S. Bleiweis)

Gojitelji domačega kostanja v Evropi so v zadnjih letih resno zaskrbljeni zaradi patološke (bolezenske) pojave na kostanju, ki se imenuje »rak kostanjeve skorje«. Katastrofalne posledice, ki jih je povzročila ta bolezen v Združenih državah Amerike, opravičujejo razburjenje vse gozdarske javnosti v drugih delih sveta, saj gre za obstanek ene najkoristnejših drevesnih vrst.

Preden se seznanimo s povzročiteljem te bolezni, naj na kratko opišemo še zgodovinski razvoj bolezni.

Že leta 1904. so amerikanski strokovnjaki v okolici New Yorka opazili na tamkajšnjem kostanju (*Castanea dentata*) nenavadno in tudi nepoznano bolezen. Ljubje na deblih je razpadalo, venelo je listje, rodnost dreves je pojemala. Drevesa so se sušila z veliko naglico. Povzročiteljica tega zla je bila parazitna gljivica *Endothia parasitica* Anders, bolezen samo pa so imenovali »rak kostanjeve skorje« ali »bolezen kostanjeve skorje« (*Chestnut-bark disease*). Takoj so bili storjeni sanitetni ukrepi, ki pa niso bili uspešni. Samo v časovnem razdobju od leta 1904.—1913. je po poročilih Sheara in Stevensa utrpelo ameriško gospodarstvo zaradi te bolezni preko 25 milijonov dolarjev škode. Namesto da bi bolezen popuščala, se je širilo sušenje domačega kostanja v sosednih pasovih od žarišča ob Atlantskem oceanu do Srednje Amerike. Po mišljenju italijanskega strokovnjaka Pavaria je bolezen do leta 1948. zajela že okoli 16 milijonov hektarov gozdne površine, kjer je 25% kostanja.

Leta 1938. je italijanski profesor Paoli prvi ugotovil kostanjevega raka tudi v Evropi, in sicer v okolici Genove. Vzrok obolenja je bil isti kakor v ZDA, to je gljivica *Endothia parasitica*. Po tej prvi ugotovitvi pa do danes so se v vseh delih Italije vršila številna raziskovanja, ki so ugotovila, da so bili do leta 1949. okuženi kostanjevi sestoji v 31 provincah, od katerih jih je bilo šest razglašanih za popolnoma okuženih. Na podlagi teh ugotovitev se sodi, da je v Italiji okuženih 8—10% skupne površine vseh kostanjevih sestojev. Okuženi kostanjevi sestoji so bili ugotovljeni na raznih krajih: v okolici Genove, Neaplja, v bližini švicarske meje in kar je za nas najpomembnejše, tudi v videmski provinci, ki meji z našo državo.

Endothia parasitica je bila opažena tudi na vrsti *Castanea crenata* var. Tamba v Španiji in je to sedaj druga evropska država, v kateri se je pojavila ta kostanjeva bolezen.

* Ing. M. Šebenik, ki za Gozdarski institut Slovenije upravlja z gozdom Panovec pri Novi Gorici, je lani meseca julija poročal, da se v Panovcu suši domači kostanj in da gre verjetno za tzv. črnilovko. Na to opozorilo je Gozdarski institut Slovenije povabil fitopatologa ing. Mihaila Krstića iz Instituta za gozdarska raziskovanja LR Srbije v Beogradu, da si ogleda to sušenje kostanja v Panovcu in ugotovi, kakšna bolezen povzroča to sušenje. V zvezi s to nalogo, ki jo je ing. Krstić prevzel je nato napisal članek za naš list, ki ga v prevodu objavljamo.

Uredništvo



Slovenski Državni Gozdovi

SLOVENSKI DRŽAVNI GOZDOVI d.o.o.
Postajamo največji izvajalec gozdne proizvodnje v Sloveniji



Slovenski državni gozdovi, d.o.o.
Rožna ulica 39, 1330 Kočevje, Slovenija • T 08 2007 100 • www.sidg.si

