

Gozdarski vestnik

Letnik 83, številka 7-8

Ljubljana, 2025

ISSN 0017-2723

Hidrološki odziv na
spremembo sestojne
zgradbe gozdov po
velikopovršinskih
motnjah v
hudourniškem
vodozbirnem območju

Osutost drevesnih
krošenj v Sloveniji po
letu 1991 s poudarkom
na letu 2024

GOZDNI RASTIŠČNI
TIPI SLOVENIJE
Gradnova belogabrovja
na karbonatnih in
mešanih kamninah



ZVEZA
GOZDARSKIH
DRUŠTEV
SLOVENIJE





UVODNIK	186	Boris RANTAŠA, Aleš POLJANEC Usklajevanje naravnih procesov in družbenih prioritet je kompleksen izziv za sodobno gozdarsko stroko
IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK	187	Bine MEKINA Hidrološki odziv na spremembo sestojne zgradbe gozdov po velikopovršinskih motnjah v hudourniškem vodozbirnem območju <i>Hydrological response to forest stand structure change triggered by natural disturbance in a torrential catchment</i>
IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK	208	Anže Martin PINTAR, Pia HÖFFERLE Osutost drevesnih krošenj v Sloveniji po letu 1991 s poudarkom na letu 2024 <i>Tree crown defoliation in Slovenia since 1991, with particular emphasis on 2024</i>
IZVIRNI ZNANSTVENI ČLANEK	221	Andrej ROZMAN, Aleš POLJANEC, Valerija BABIJ, Matija KLOPČIČ, Igor DAKSKOBLER, Lado KUTNAR, Andrej BONČINA GOZDNI RASTIŠČNI TIPI SLOVENIJE Gradnova belogabrovja na karbonatnih in mešanih kamninah
GOZDARSTVO V ČASU IN PROSTORU	237	Gregor BOŽIČ, Boris RANTAŠA, Mitja ZUPANČIČ Nova redna članica Slovenske akademije znanosti in umetnosti: akad. prof. dr. Hojka Kraigher
	240	Lea LESKOVEC, Tine FERK, Tim PIRC, Blaž FRICELJ Gozdarski dijaški tabor 2025
	244	Branka GASPARIČ Brkinska duglazija je najvišje izmerjeno drevo v Kraškem gozdnogospodarskem območju
	246	Janez KRČ, Matija LANDEKIČ Na poti je nov priročnik s področja varnosti in zdravja pri delu v gozdarstvu



Usklajevanje naravnih procesov in družbenih prioritet je kompleksen izziv za sodobno gozdarsko stroko

Gozdove ključno zaznamuje človekov vpliv. Osrednji izzivi gospodarjenja z gozdovi so v veliki meri posledica človekove dejavnosti: gozdni požari so pogosto antropogenega izvora, prenamnožitve podlubnikov se pojavljajo v gozdovih, kjer so v preteklosti pospeševali smreko, propadanje jelke v prejšnjem stoletju je verjetno povzročilo lokalno onesnaženje zraka, tujerodne rastline in bolezni v gozdove vstopajo z mednarodnim transportom in se pogosto širijo z delovnim orodjem in stroji. Pragozdne ostanke in gozdne rezervate je iz gospodarjenja izločil človek, velika gozdnatost Slovenije pa je v veliki meri posledica opuščanja kmetijstva in koncentracije prebivalstva v urbanih območjih.

V preteklosti so bile družbene potrebe in pričakovanja do gozdov povezane predvsem z zagotavljanjem lesa, danes pa je stanje drugačno. Zahteve in potrebe javnosti in lastnikov gozdov do gozda naraščajo, so vse bolj pestre, pritiski na gozd in gozdni prostor pa se večajo - povečuje se pomen ekoloških in socialnih vlog gozda ter občutljivosti javnosti na posege, zlasti sečnjo in spravilo lesa. Želje in težnje javnosti po vplivu in nadzoru nad gospodarjenjem z gozdovi so vse bolj izrazite.

Družbene in strokovne zahteve do gozdov, ki se odražajo v kompleksnosti zakonodaje in predpisov predstavljajo velik izziv za vse ravni načrtovanja, zlasti pa za lastnike gozdov in revirne gozdarje pri praktičnem gospodarjenju z gozdovi. Hkrati so zaradi podnebnih sprememb gozdovi vse ranljivejši, ključna postaja skrb za odpornost gozdov in zmanjševanje tveganj pri gospodarjenju z gozdovi.

Preveč hkratnih in pogosto tudi nasprotujočih prioritet pri gospodarjenju lahko vodi v pasivnost in neukrepanje, kar lahko dolgoročno prinese škodo ali neizkoriščanje potencialov gozdnih rastišč in s tem manjše koristi, ki jih gozdovi nudijo družbi. Pri postavljanju prioritet in razvoju ukrepov ima osrednjo vlogo gozdarska stroka, ki mora tudi v sodobni družbi ohraniti svojo vlogo "moderatorja" med naravnimi in družbenimi procesi.

Cilji in razvojne prioritete gospodarjenja z gozdovi morajo temeljiti na prehodnih analizah ter jasnih in preverljivih ukrepih. Zato so podpora znanstveno raziskovalnemu delu in publiciranju, spodbujanje na podatkih in študijah temelječih rešitev, vzpostavljanje novih poskusnih objektov v gozdovih, razvoj novih tehnologij, ter digitalizacija in prenos rezultatov analiz in novih spoznanj v prakso pomembnejši kot kadar koli.

Boris RANTAŠA in dr. Aleš POLJANEC

Hidrološki odziv na spremembo sestojne zgradbe gozdov po velikopovršinskih motnjah v hudourniškem vodozbirnem območju

Hydrological response to forest stand structure change triggered by natural disturbance in a torrential catchment



Bine MEKINA¹

Izvleček:

Varovalna vloga gozdov je ključna, zlasti ob neizogibnih podnebnih spremembah, ki v alpskem svetu še povečujejo tveganje za hudourniške procese. Za analizo vpliva velikopovršinskih motenj na površinski odtok in hudourniške procese smo izbrali Dovški potok na južnem pobočju Karavank, kjer so bili v zadnjih desetih letih gozdovi zelo poškodovani. Z uporabo Kresnikove metode in hidrološkega modela ZEMOKOST smo določili pet scenarijev stanja gozda in ocenili različne razplete padavinskih dogodkov. Po enačbi Kresnik je stoletni pretok Dovškega potoka $Q_{100} = 5,8 \text{ m}^3/\text{s}$, medtem ko je bil leta 1961 izračunan $Q_{100} = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Z modelom ZEMOKOST smo za različne scenarije ugotovili različne rezultate. Leta 2015, pred vplivom motenj gozdov, je bil $Q_{100} = 3,6 \text{ m}^3/\text{s}$, in sicer 45 minut po začetku padavin. Leta 2019, po motnjah gozdov, pa se je Q_{100} povečal na $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$ in se pojavil 39 minut po začetku padavin. Analiza hidravlične prevodnosti obstoječe hudourniške ureditve je pokazala, da le-ta ni več primerna glede na povečanje pretoka. Poleg tega smo na podlagi terenskih raziskav ugotovili, da erozijski drobiri na območju pomeni nevarnost za nastanek drobirskih in blatnih tokov, kar bi lahko ogrozilo vas Dovje.

Ključne besede: podnebne spremembe, gozd, velikopovršinske motnje, sanitarna sečnja, Dovški potok, ZEMOKOST, hidravlična analiza, Polenijeva prelivna metoda

Abstract:

The protective role of forests is crucial, especially in the face of unavoidable climate change, which increases the risk of torrential processes in the alpine environment. To analyse the effects of large forest disturbances on runoff and torrential processes, we chose the Dovški potok on the southern slope of the Karawanken Mountains, where forests have been severely damaged in the last decade. Using the Kresnik method and the hydrological model ZEMOKOST, five scenarios for the state of the forests were determined and different scenarios of precipitation events were evaluated. According to the Kresnik equation, the 100-year discharge of the Dovški potok is $Q_{100} = 5.8 \text{ m}^3/\text{s}$, whereas in 1961 it was calculated as $Q_{100} = 6.0 \text{ m}^3/\text{s}$. The ZEMOKOST model provided different results for the different scenarios. In 2015, before the disturbances, the $Q_{100} = 3.6 \text{ m}^3/\text{s}$ and occurred 45 minutes after the onset of the rainfall. In 2019, after the storms, Q_{100} increased to $4.9 \text{ m}^3/\text{s}$ and occurred 39 minutes after the onset of rainfall. Analysis of the hydraulic conductivity of the existing dams has shown that it is no longer sufficient to cope with the increase in runoff. In addition, on-site investigations have shown that the erosion debris deposits in the area harbour the risk of debris flows and mudslides that could endanger the village of Dovje.

Key words: Climate change, forest, large-scale disturbance, sanitary felling, ZEMOKOST, hydraulic analysis, Poleni spillway method

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Gozdovi imajo ključno vlogo pri uravnavanju vodne bilance znotraj vodozbirnih območij. Kljub dejstvu, da gre za večje porabnike vode med drugimi kopenskimi ekosistemi, je njihova prisotnost ključna v pomenu prestrežanja padavin in zmanjševanja njihove moči, shranjevanja vode v tleh ter blaženja maksimumov in mini-

mumov površinskih odtokov med ekstremnimi vremenskimi dogodki (Rajwa-Kuligiewicz & Bojarczuk, 2024).

Procesi uravnavanja vodne bilance pa v kombinaciji z večinoma pozitivnimi učinki, ki jih ima gozd na stabilnost terena, na katerem se razprostira, tvorijo varovalno vlogo gozda. Gre za eno njegovih najpomembnejših vlog, zlasti v luči vremenskih dogajanj in z njimi povezanimi hudourniški in erozijski procesi, kot so

¹ B. M., Moste 77a, SI-4274 Žirovnica, Slovenija. bine.mekina@gmail.com

hudourniški izbruhi, zemeljski plazovi, skalni podori, drobirski in blatni tokovi ipd. Njen pomen je še posebno pomemben v goratem svetu, kjer so omenjeni procesi še pogostejši (Horvat, 1993).

V zadnjih nekaj desetletjih postaja dejstvo, da se dogajajo podnebne spremembe, vse očitnejše. V zadnjem stoletju je za spremembe v veliki meri odgovoren človek, kar je predvsem posledica odvisnosti od uporabe fosilnih goriv (Gregorčič, 2022).

Spremembe podnebja vključujejo tudi vse pogostejše velikopovršinske motnje gozdov, kot so npr. vetrolomi, žledolomi in požari. Višje temperature omogočajo tudi ugodnejše razmere za razvoj žuželk, npr. podlubnike, ki lahko povzročajo dodatne motnje gozdnega ekosistema. V celotni Evropi se je v zadnjih 50 letih zelo povečala pogostost pojavljanja motenj v gozdovih. V obdobju od 2002 do 2022 so sanitarne sečnje v povprečju zavzemale 16 % vsega poseka v Evropi. Pri tem največji delež (46 %) pripada vetrolomom, sledijo požari (24 %), takoj za njimi pa napadi podlubnikov (17 %), katerih delež se je v tem obdobju podvojil (Patacca in sod., 2022).

Kot območja strmih naklonov, plitvih prsti in zahtevnih rastiščnih razmer, kjer so erozijski in hudourniški procesi pogosti (Horvat, 1993), so hudourniška območja še posebno občutljiva za motnje, ki hkrati povzročijo še dodatne grožnje z zmanjšanjem varovalnega učinka gozda.

V Sloveniji je bilo od začetka organizirane hudourniške dejavnosti ob koncu 19. stoletja pa do danes zgrajenih več tisoč hudourniških objektov. V luči podnebnih sprememb pa v zadnjih desetletjih nastajajo spremembe v vzorcu razporeditve padavin čez leto v smeri izrednih dogodkov, ki vedno bolj odstopajo od dolgoletnih povprečij. V prihodnosti je pričakovati, da se bosta frekvenca in tudi intenzivnost takih dogodkov še povečevali (Sodnik in sod., 2023). Posledično se pojavlja vprašanje o zmožnosti obstoječih protierozijskih ureditev in objektov, da bi svojo nalogo opravljali tudi ob spremembah v količinah in razporeditvi padavin (Horvat in sod., 2008).

1.1 Cilji in raziskovalne hipoteze

1.1 Goals and research hypotheses

V raziskavi smo se posvetili vlogi gozda glede na zmanjševanje površinskega odtoka padavinskih voda. Na primeru hudournika Dovški potok, ki teče nad vasjo Dovje na južnem pobočju Karavank, smo si postavili naslednje raziskovalne cilje:

- analizirati spremembe v sestojni zgradbi gozdov po velikopovršinskih motnjah v vodozbirnem območju hudournika Dovški potok,
- narediti hidrološke analize ob upoštevanju sprememb v sestojni zgradbi,
- preveriti hidravlično prevodnost obstoječih hudourniških objektov,
- preveriti tveganje za razvoj hudourniških procesov v zaledju hudourniškega območja Dovški potok.
- Za doseganje omenjenih ciljev smo si postavili naslednje raziskovalne hipoteze:
- v zadnjih letih se povečuje količina sanitarnega poseka na vodozbirnem območju Dovškega potoka,
- po velikopovršinskih motnjah gozdov v zaledju hudournika Dovški potok se je povečal površinski odtok vode,
- obstoječe pregrade na zahodnem pritoku hudournika Dovški potok hidravlično ne ustrezajo povečanemu pretoku,
- v zaledju Dovškega potoka obstaja nevarnost sprožitve blatnih in/ali drobirskih tokov.

2 METODE

2 METHODS

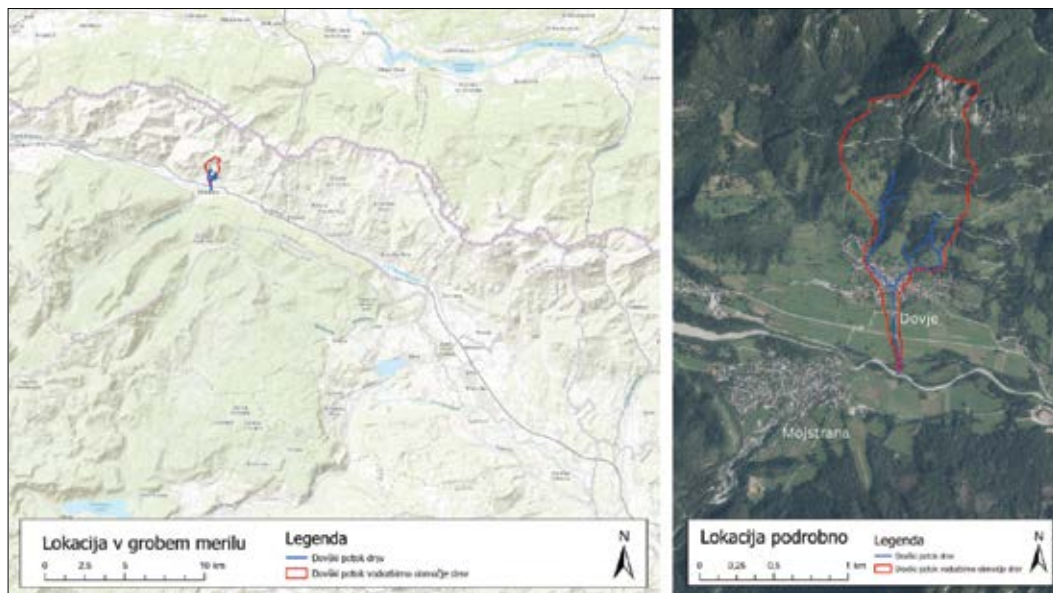
2.1 Naravne danosti hudourniškega območja

2.1 Natural features of the torrential area

2.1.1 Splošen opis

2.1.1 General description

Dovški potok je ledinsko ime za hudournik, ki teče skozi vas Dovje na Gorenjskem (Slika 1). Izvira na južnem pobočju Borovja, 1476 m visokega hriba na južni strani Karavank, kjer se številni pritoki postopno združijo v en vodotok. Skupaj s slednjimi lahko hudournik razdelimo na vzhodni in srednji ter zahodni del oz. pritok.



Slika 1: Lokacija Dovškega potoka (vir: Atlas okolja, b. l.)

Figure 1: Location of the Dovški potok stream (source: Environmental Atlas, n.p.)

Kljub določenemu stalnemu vodostaju, ki je na zahodnem pritoku nekoliko večji, ima Dovški potok izrazit hudourniški značaj, ki je predvsem posledica strmega in jarkastega južnega pobočja Borovja (Atlas voda, b. l.).

Oba pritoka se združita v vasi Dovje, od koder Dovški potok odteče še 610 m po strugi čez kmetijska zemljišča, preden se izlije v Savo Dolinko na nadmorski višini 635 m (Atlas voda, b. l.).

2.1.2 Dosedanja hudourniška ureditev

2.1.2 The current torrential regulation

Dovški potok teče skozi zelo tesno pozidano naselje Dovje. Zaradi njegovega izrazito hudourniškega značaja lahko sklepamo, da gre za problematičen vodotok. Leta 1948 je nastal izredno visok pretok, katerega posledica je bila velika škoda v celotni vasi Dovje (Projektivni biro za urejanje hudournikov, 1961). Dogodek je opozoril, da je potrebna obsežna hudourniška ureditev oz. nadgradnja že obstoječih protierozijskih ukrepov. V naslednjih letih sta bila zgrajena dva niza pregrad na zahodnem pritoku (v letih 1954 in 1960), urejene struge in kinete v vasi Dovje (1961) zgrajene kinete nad hišami v srednjem pritoku (okoli leta 1950) (Projektivni

biro za urejanje hudournikov, 1961). Kasneje je bila zgrajena še izrazita nadgradnja slednje kinete (leta 1979) (Podjetje za urejanje hudournikov, 1979), urejeno erozijsko žarišče na hudourniškem vršaju srednjega pritoka (leta 1984) (Podjetje za urejanje hudournikov, 1984) in nazadnje še urejen odsek med vasjo in glavno cesto (leta 2023).

Za našo raziskavo je ključnega pomena niz ustalitevno-zaplavni pregrad na razdalji 104 m nad hišami na zahodnem pritoku. Glede na pregledane projekte so bile najverjetneje zgrajene leta 1954 po razdejanju, ki ga je Dovški potok povzročil leta 1948. Gre za pet pregrad s stopnjo med 1,7 m in 3,0 m (Slika 2). Postavljene so nad potjo, ki poteka nad hišami po robu gozda. Nekaj podobnih pregrad stoji na odseku med omenjeno potjo in kineto v sami vasi, zgrajene pa so bile v letih od 1958 do 1960.

Spodnje tri pregrade so (razen njihove stopnje) glede velikosti enake, zgornji dve pa se od njih razlikujeta. Na zgornji ni izrazitega pretočnega profila, je enako visoka po celotnem zgornjem robu, njeno desno krilo pa je podaljšano na travnik, kar poudarja njeno zaplavno funkcijo. Na spodnji je v primerjavi z drugimi nekoliko manjši pretočni profil.



Slika 2: Pregrade na zahodnem pritoku Dovškega potoka tik nad vasjo, zgrajene leta 1954. (Foto: B. Mekina)
Figure 2: Barriers on the western tributary of the Dovški potok stream just above the village, built in 1954. (Photo: B. Mekina)

2.1.3 Podnebne razmere območja

2.1.3 Climate conditions of the area

2.1.3.1 Podnebje v okolici Dovškega potoka

2.1.3.1 Climate in the vicinity of the Dovški potok stream

Za podatke o podnebjju v okolici Dovškega potoka smo uporabili podatke treh padavinskih postaj v bližini (Agencije Republike Slovenije za okolje, ARSO) na primerljivem območju kot Dovje. Še zlasti to velja za postaji Planina pod Golico in Javorniški Rovt, ki obe ležita dvignjeni nad dolino na južni strani Karavank; prva na nadmorski višini 957 m, druga pa 939 m, kar je le malo višje kot sama vas Dovje, ki se razprostira med 700 in 750 m. Tretja padavinska postaja je v Zgornji Radovni, na nadmorski višini 755 m, od Zgornjesavske doline pa jo ločuje planota Mežakla (ARSO, 2023).

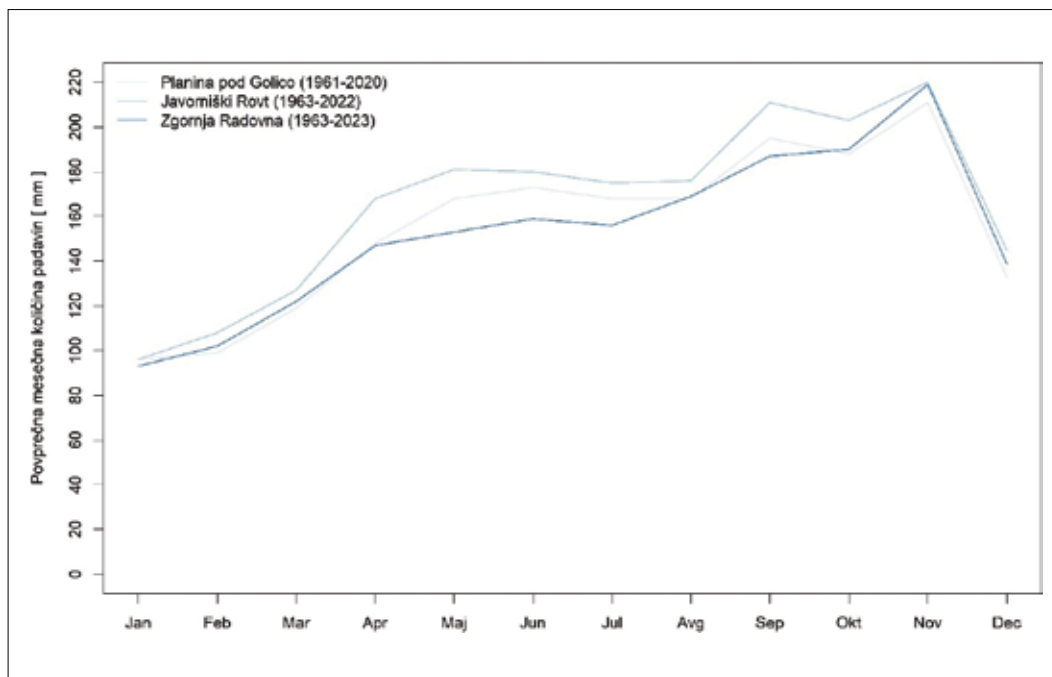
Za vse tri padavinske postaje smo za obdobje med letoma 1961 in 2020 pridobili podatke o skupni mesečni količini padavin ARSO (2023).

S slike (3) lahko razberemo, da se na vseh treh postajah pojavita po dva maksimuma mesečnih količin padavin v letu: prvi ob koncu pomladi oz. v začetku poletja, drugi, nekoliko večji pa v jeseni. Pri tem gre večinoma za dež, v višjih legah ali v primeru kasnejšega jesenskega maksimuma tudi za sneg. Čez poletje se količina padavin rahlo zmanjša, pozimi pa je padec v količini mesečnih padavin večji. Najbolj suha meseca sta januar in februar (ARSO, 2023).

2.1.3.2 Povratne dobe za ekstremne padavine za postajo Javorniški rovt

2.1.3.2 Return periods for extreme precipitation for the Javorniški rovt station

Količine padavin (mm) za povratne dobe ekstremnih padavin na postaji Javorniški rovt uporabljamo za ugotavljanje/določanje padavinskih vzorcev določenega območja. Ugotovimo jih na podlagi statistične analize prejšnjih padavinskih dogodkov, z njihovo pomočjo pa določimo razmerje med intenzivnostjo in trajanjem padavin za določeno povratno dobo. Začetki metode sodijo že v prvo polovico 20. stoletja, v zadnjem času pa se zanimanje zanjo vedno bolj veča (Gnecco in sod., 2023).



Slika 3: Graf povprečne skupne mesečne količine padavin za vse tri uporabljene meteorološke postaje (vir: ARSO, b. l.)

Figure 3: Graph showing average total monthly precipitation for all three meteorological stations used (source: ARSO, n.d.)

2.1.4 Vodozbirno območje Dovškega potoka

2.1.4 The catchment area of the Dovški potok stream

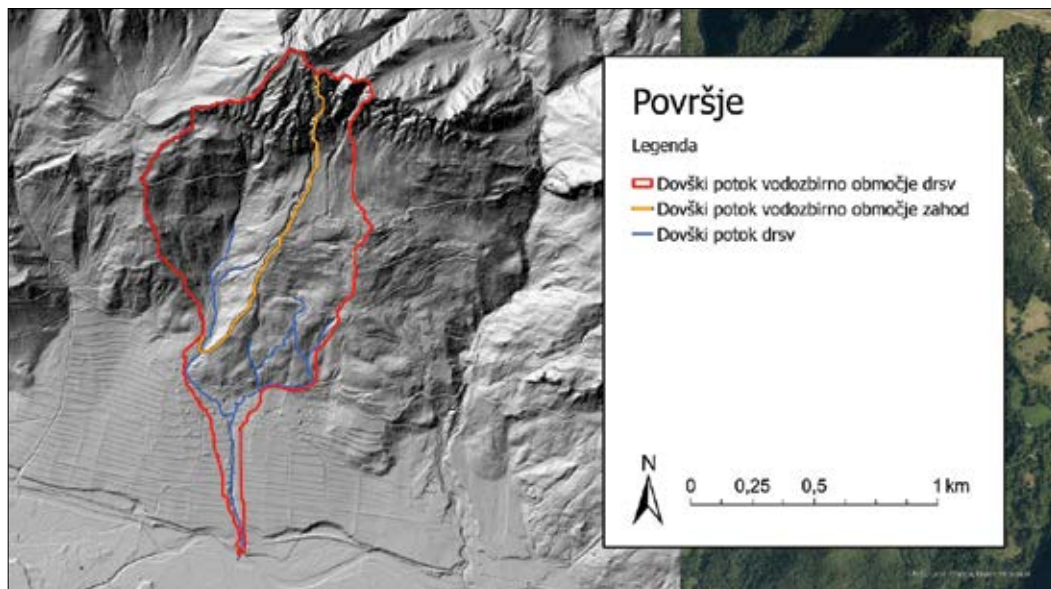
Vključno z delom vasi je vodozbirno območje Dovškega potoka veliko 94,5 ha in pokriva zahodno polovico južnega pobočja Borovja. Na vzhodno stran meji na vodozbirno območje Mlince, zahodno pa na vodozbirno območje zelo reguliranega Sedučnika. Oba sosednja vodotoka sta od Dovškega potoka večja, saj se njuni vodozbirni območji nadaljujeta višje v Karavanke (Atlas okolja, b. l.).

Gozd porašča skoraj dve tretjini vodozbirnega območja Dovškega potoka (60,2 ha). Ker sta vzhodna pritoka Dovškega potoka precej manjša od zahodnega in nimata stalnega pretoka, smo največ pozornosti namenili zahodnemu pritoku, katerega vodozbirno območje meri 48,7 ha in zavzema 51 % površine celotnega vodozbirnega območja (Atlas okolja, b. l.).

2.1.4.1 Površje

2.1.4.1 Surface area

Površje vodozbirnega območja Dovškega potoka z večanjem nadmorske višine postaja vedno bolj strmo in razgibano (Slika 4). Že spodnji del, takoj ob Savi Dolinki, je dokaj strm, s približevanjem vasi pa se naklon nekoliko zmanjša. Nato se od vasi pa do vrha Borovja spet povečuje, dokler v najvišjem delu gozdov ne doseže 34 °, na neporaščenem delu do 60, v nekaterih delih pa so skalne stene tudi navpične. Pod vasjo so položne, rahlo terasaste kmetijske površine. Površje nad vasjo v gozdu je jarkasto, potem pa se nekaj večjih jarkov z vzpenjanjem navzgor zmanjšuje in deli, dokler ne pridemo do vrha Borovja, pod katerim je na južni strani zelo strmo skalovito pobočje z globokimi grapami (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.).



Slika 4: Površje vodozbirnega območja Dovškega potoka (vir: Atlas okolja, b. l.).

Figure 4: Surface area of the Dovški potok catchment area (source: Environmental Atlas, n.p.).

2.1.4.2 Geološke značilnosti

2.1.4.2 Geological characteristics

Geološka sestava na za nas pomembnem, gozdnatem delu vodozbirnega območja Dovškega potoka je značilna za Karavanke. V višjem delu, na južnem pobočju Borovja, je matična podlaga pobočni grušč. Po sestavi je iz apnenca in dolo-mita, kot so tudi višje gore v bližnjih Karavankah. Glede na površinsko skalovitost v gozdu se na tem območju večinoma pojavlja apnenčasti pobočni grušč (osnovna geološka karta, tolmač listov Beljak in Ponteba L 33-51 L33-52, 1986).

V gozdu se kamnitost in skalovitost ne dvigneta nad 5 %, izjema je zgornji del hriba, kjer je gozd redkejši in so tla bolj izpostavljena eroziji, posledično pa se skalovitost poveča na 15 % (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.).

2.1.4.3 Pedološke značilnosti

2.1.4.3 Pedological characteristics

Po celem gozdnatem delu vodozbirnega območja Dovškega potoka prevladujejo prhninaste rendzine. To so slabše rodovitni plitvi talni tipi z veliko

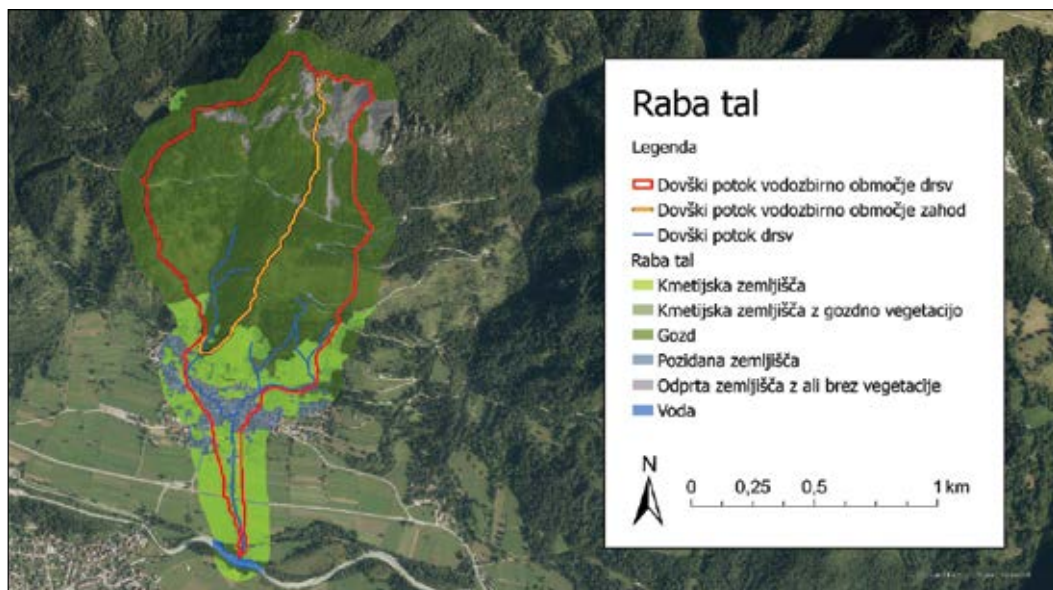
količino počasi razkrajajočih se ali nerazkrojenih organskih snovi v zgornjih horizontih. Kljub bazični matični podlagi lahko glede na veliko prisotnost iglavcev in posledično njihovih organskih ostankov sklepamo na kislja tla (Vrščaj in sod., 2019).

2.1.4.4 Raba tal

2.1.4.4 Land use

Z gozdom je porasle 72,5 % površine vodozbirnega območja (Slika 5). Na najbolj skalovitem delu pod vrhom Borovja so suha odprta zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom, v našem primeru strmo skalovje, melišča in grape z rušjem ter manjšimi zaplatami trave in zelišč. V okolici vasi prevladujejo kmetijske površine večinoma s travniki in pašniki, vmes so tudi manjše njive. Dodatna 2,2 % površin v bližini gozda spadata med kmetijske površine, na katerih je prisotna gozdna vegetacija in sta uvrščena med površine v zaraščanju (Javni pregledovalnik grafičnih podatkov ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2023).

Na vodozbirnem območju zahodnega pritoka Dovškega potoka prevladuje gozd na 91 % povr-



Slika 5: Raba tal na vodozbirnem območju Dovškega potoka (Javni pregledovalnik grafičnih podatkov ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2023)

Figure 5: Land use in the catchment area of the Dovški potok stream (Public viewer of graphic data from the Ministry of Agriculture, Forestry, and Food, 2023)

šine. Sledi mu nekaj odprtih oz. neporaslih zemljišč v zgornjem delu Borovja (7 % površine), po 1 % pa pokrivajo kmetijska in pozidana zemljišča (Javni pregledovalnik grafičnih podatkov ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2023).

2.1.4.5 Značilnosti gozdov

2.1.4.5 Forest characteristics

2.1.4.5.1 Drevesna sestava

2.1.4.5.1 Tree structure

V lesni zalogi od drevesnih vrst prevladuje smreka (*Picea abies*) s 60 %. Poleg nje gozd sestavljajo tudi rdeči bor (*Pinus sylvestris*), bukev (*Fagus sylvatica*), v manjših deležih pa še jelka (*Abies alba*), macesen (*Larix decidua*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) in mokovec (*Sorbus aria*). V okolici vasi je v manjšem deležu prisoten tudi graden (*Quercus petraea*), proti vrhu Borovja pa se pojavlja vedno več rušja (*Pinus mugo*) (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.).

2.1.4.5.2 Funkcije gozdov

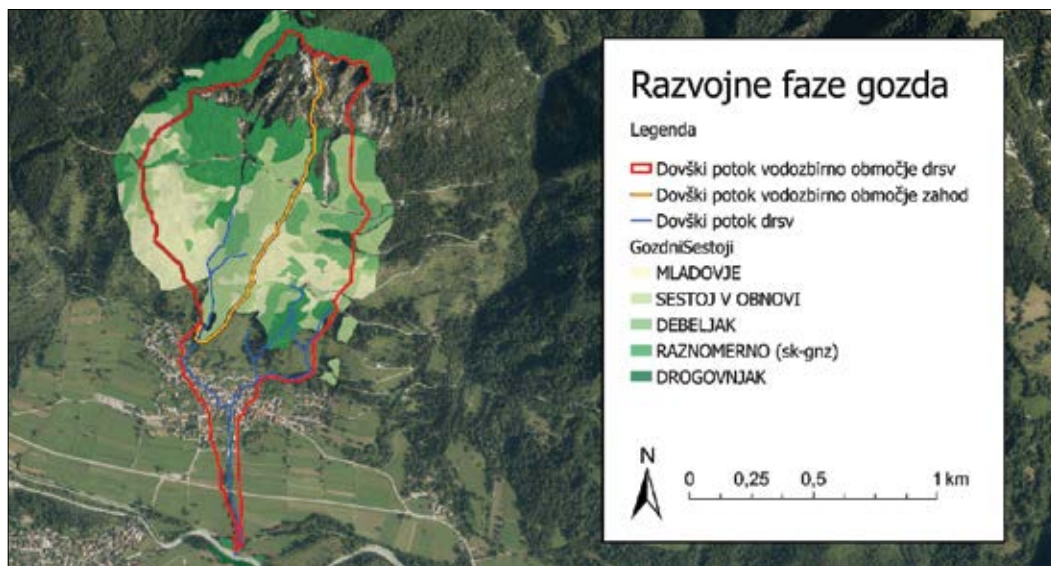
2.1.4.5.2 Forest functions

Na celotnem območju prevladuje lesnoproizvodna funkcija gozda (54,3353 ha s prvo stopnjo). Poleg nje imata visoko prioriteto še hidrološka funkcija (26,8888 ha s prvo stopnjo) in funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev, v delu nad vasjo pa še zaščitna funkcija (6,2200 ha s prvo stopnjo). Poleg tega 14,3847 ha gozdov v vodozbirnem območju Dovškega potoka spada med varovalne gozdove (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.).

2.1.4.5.3 Razvojne faze gozda

2.1.4.5.3 Forest development phases

Po napadu podlubnikov v letih 2016 in 2017 na spodnji polovici južnega pobočja Borovja, kjer so prej rasli mlajši debeljaki in sestoji v obnovi, prevladujejo mladovja in sestoji v obnovi (na mestih, kjer so ostala posamezna odrasla drevesa). V grapah, neposredno nad vasjo, se je obdržalo nekaj sestojev debeljaka, drogovnjaka in sestojev



Slika 6: Razvojne faze gozda na vodozbirnem območju Dovškega potoka (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.)

Figure 6: Development phases of the forest in the catchment area of the Dovški potok stream (Viewer of forest management and forest cultivation plans, n.p.)

v obnovi (Slika 6) (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.).

V zgornjem delu pobočja, kjer gozdovi niso tako poškodovani, pa najdemo smrekove debeljake in raznomerni gozd, v katerem ima poleg smreke velik delež v lesni zalogi tudi bukev (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.).

2.2 Sestojna zgradba na vodozbirnem območju

2.2 Stand structure in the catchment area

Za opis stanja lesne zaloge in poseka v gozdovih na območju vodozbirnega območja Dovškega potoka smo se osredotočili na gozdna odseka 06 10A in 06 10B, ki obsegata večino vodozbirnega območja zahodnega pritoka, poleg tega pa tudi večino površin, ki so jih v prejšnjih letih prizadele velikopovršinske motnje (Slika 7).

2.2.1 Analiza lesne zaloge na vodozbirnem območju

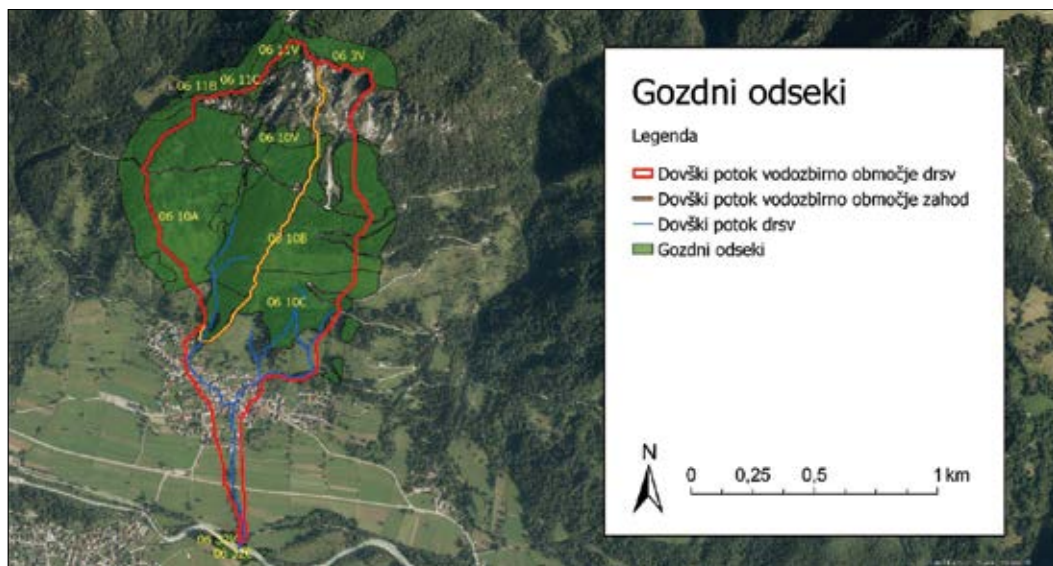
2.2.1 Analysis of growing stock in the catchment area

Na podlagi podatkov revirnega gozdarja za obdobje od 2012 do 2023 smo analizirali spreminjanje lesne zaloge v gozdnih odsekih. Uporabili smo podatke o lesni zalogi iz gozdnogospodarskih načrtov za enoto Jesenice (GGN) iz let 2008 in 2018. V izračunu je v veliki večini že všteta izguba lesne zaloge, ki jo je povzročil napad podlubnikov, niso pa upoštevane posledice vetroloma iz leta 2019.

2.2.1.1 Analiza sprememb lesne zaloge na vodozbirnem območju

2.2.1.1 Analysis of growing stock changes in the catchment area

Na podoben način smo analizirali tudi posek. Zaradi prevlade smreke med iglavci in bukve med listavci smo predpostavili, da posek obeh vrst predstavlja celoten posek na območju.



Slika 7: Gozdni odseki po ZGS na območju vasi Dovje (Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, b. l.)

Figure 7: Forest sections according to ZGS in the area of the village of Dovje (Viewer of forest management and forest cultivation plans, n.p.)

2.3 Hidrološka analiza

2.3 Hydrological analysis

2.3.1 Analiza površinskega odtoka in določitev Q_{100} po obrazcu Kresnik

2.3.1 Analysis of surface runoff and determination of Q_{100} according to the Kresnik formula

V slovenski hudourniški praksi je za izračun visokih oz. stoletnih vod (Q_{100}) najpogosteje v uporabi obrazec po Kresniku (Brus, 1981, povzeto po Voda in gozd, 2020). Uporaben je zlasti za vodozbirna območja v gorskem ali hribovitem svetu z večjim deležem neporaslih ali slabo poraslih površin na predvsem neprepustni geološki podlagi. Z njim ugotovimo pričakovane največje pretoke (Q_{100}). Za uporabo obrazca oz. enačbe 1 je pomembno poznavanje velikosti samega vodozbirnega območja ter določanje odtočnega koeficienta α .

Stoletni pretok Q_{100} je bil izračunan že v enem od starih projektov iz leta 1961. Še dodatno smo ga izračunali tudi sami.

$$Q_{100} = \alpha * \frac{32}{0,5 + F_w} * F_w \quad \dots \quad (1)$$

Ker so vsa naša vodozbirna območja manjša od 1 km², za izračun uporabimo poenostavljeno enačbo 2 (Koren, 2005):

$$Q_{100} = \alpha * F_w * 20$$

Q_{100} – stoletni pretok (m³/s)

α – odtočni koeficient (–)

F_w – velikost vodozbirnega območja (km²) ... (2)

2.3.1.1 Določitev odtočnega koeficienta

2.3.1.1 Determination of the runoff coefficient

Odtočni koeficient določimo za vsako vodozbirno območje posebej, in sicer na podlagi strmine in oblikovanosti terena.

Glede na relief in upoštevajoč končan projekt ureditve spodnjega toka Dovškega potoka v letu 2023, smo tudi za vodozbirno območje zahodnega pritoka določili odtočni koeficient $\alpha = 0,6$, kar pomeni srednji naklon vodozbirnega območja. Enak koeficient je bil za izračun uporabljen že pri projektu leta 1961.

2.3.2 Modeliranje površinskega odtoka in določitev Q_{100} z modelom ZEMOKOST

2.3.2 Modeling surface runoff and determining Q_{100} with the ZEMOKOST model

2.3.2.1 Splošen opis modela

2.3.2.1 General description of the model

Za modeliranje površinskega odtoka smo uporabili hidrološki model ZEMOKOST (Zeller MODifiziert nach Kohl und Štepanek), ki ga razvijajo v Avstriji za modeliranje pretoka na hudourniških vodozbirnih območjih s površino (F_w), manjšo od 100 km². Poleg modela je izšel tudi priročnik (Markart in sod., 2011), ki je v pomoč pri ocenjevanju hidroloških značilnosti vodozbirnega območja (npr. vegetacija, hrapavost površja, matična podlaga), da lahko čim bolj natančno določimo koeficiente, ki jih vnesemo v model.

V modelu najprej definiramo lastnosti vodozbirnega območja. To so površina (48,7 ha), povprečna največja razdalja toka po površini do vodotoka (183 m) in povprečen naklon (36,9 °). Temu sledi definicija dveh koeficientov (Markart in sod., 2011):

SRC – koeficient površinskega odtoka, s katerim ocenimo, kolikšna je količina površinskega odtoka glede na količino padavin na lestvici od 0 (brez površinskega odtoka) do 6 (površinski odtok 100 % padavin) na podlagi tipa tal, rabe tal, vlažnosti in posebnih značilnosti območja;

RCC – koeficient površinske hrapavosti, ki prav tako zajema razpon od 0 (asfalt, beton, kamen, led – zelo majhna hrapavost) do 6 (gozd – velika hrapavost). Tudi tega določimo na podlagi vegetacijskih tipov, za lažje analize pa deluje na predpostavki, da je med trajanjem padavin enak in zane-marimo morebiten vpliv samih padavin (toča, sneg ...) na samo hrapavost.

Definiranje obeh koeficientov poteka subjektivno in je delno odvisno od uporabnika. Zato so pri tem v veliki meri pomembne izkušnje oz. sodelovanje več ljudi pri določanju, lahko pa si pomagamo tudi s priročnikom. V model na koncu

vnesemo deleže površin z enakim koeficientom.

Sledi še vpis lastnosti glavnega vodotoka izbrane vodozbirnega območja, kamor vnesemo njegovo dolžino (1239 m), njegov povprečni naklon (23,8 °) in še hrapavost same struge, ki jo definiramo z velikostjo prodnika d_{90} – velikost zrna, ki je večji od 90 % preostalih prodnikov, ki jih najdemo v strugi (0,12 m).

Zadnja faza modeliranja pa je dodajanje podatkov o količini padavin za izbrano povratno dobo. V stolpec vnesemo trajanje padavin, v naslednja dva pa predhodno izračunane količine padavine za povratne dobe eno leto in sto let.

2.3.2.2 Scenariji modela in koeficienta SRC ter RCC

2.3.2.2 Model scenarios and SRC and RCC coefficients

Model ZEMOKOST smo za potrebe naše raziskave zagnali trikrat, vedno z drugačnimi parametri, ki smo jih določili tako, da ponazarjajo tri različne scenarije stanja gozda na samem vodozbirnem območju. Scenarije smo določili kot:

- zdajšnje stanje (scenarij 2019),
- stanje v nedavni preteklosti (scenarij 2015),
- in potencialno poslabšanje stanja v prihodnosti (scenarij brez smreke).

Scenariji so se razlikovali glede na deleže površin, ki jim pripišemo določene koeficiente SRC in RCC. Pri tem je treba upoštevati, da pri realnem določanju samih koeficientov veliko vlogo določajo izkušnje določevalca.

V prvem scenariju smo se osredotočili na obstoječe stanje, torej gozd p tem, ko so ga že prizadeli žledolom, napadi podlubnikov in vetrolom med letoma 2014 in 2019. Na podlagi terenskega ogleda s pomočjo daljinsko vodenega letalnika, ortofoto posnetkov, Pregledovalnika Zavoda za gozdove Slovenije in priročnika za določanje koeficientov v modelu smo posameznim kategorijam površja določili koeficienta SRC in RCC. Tako v prvem kot tudi v drugem scenariju gozd pokriva enak delež površine (79 %), saj smo podatke o površinah razvojnih faz povzeli po Pregledovalniku ZGS.

Drugi scenarij je predstavljal stanje gozda pred velikopovršinskimi motnjami gozdov. Na podlagi

Preglednica 1: Površine in koeficienta SRC ter RCC različnih kategorij za različne scenarije v modelu ZEMOKOST
Table 1: Areas and SRC and RCC coefficients of different categories for different scenarios in the ZEMOKOST model

Kategorija	Delež [%]			Koeficient SRC			Koeficient RCC		
Mladovje	21	9	50	5	5	5	3	3	3
Debeljak	4	36	0	2	2	2	2	2	2
Sestoj v obnovi	27	7	4	3	3	3	5	5	5
Raznomerni gozd	27	27	25	2	2	3	3	3	2
Pašnik	2	2	2	5	5	5	2	2	2
Ruševje in pritlikav gozd nad zgornjo gozdno mejo	11	11	11	5	5	5	2	2	2
Golo skalovje, ponekod poraslo s travo in zelišči	8	8	8	5	5	5	1	1	1

zgodovinskih satelitskih posnetkov (Google Earth, b. l.), posnetkov iz let 2015 (pred prvo ujmo) in 2019 (po končanih sanitarnih sečnjah), ki smo jih geolocirali v programu ArcGis Pro, smo določili površine, kjer je pred napadi podlubnikov in vetrolomom uspeval debeljak, zdaj pa te površine pokriva mladovje; gre za 57,6 ha gozdov. Poleg tega smo upoštevali, da so na površinah, ki so zdaj gozd v obnovi, prej uspevali debeljaki, saj so bile prav motnje gozdov in sanacija vzrok za začetek obnove.

V tretjem scenariju smo v modelu upoštevali stanje gozdov v primeru, da bi se zgodilo še več motenj, ki bi povzročile popoln propad smreke na vodozbirnem območju. Za tak primer smo iz modela odstranili čiste smrekove debeljake, zelo pa smo zmanjšali tudi delež sestojev v obnovi. Ohranili smo 4 % površine, kjer smreko nadomešča rdeči bor. Vse površine smo nato pripisali mladovju oz. s praprotjo poraščenim površinam, kjer se počasi ponovno vzpostavlja gozd. Tudi v raznomernih gozdovih smo koeficiente prilagodili takim spremembam.

Vsi uporabljeni koeficienti so po scenarijih prikazani v preglednici (preglednica 1). Vsaka vrednost ima tri različice, ki se nanašajo na posamezne scenarije: levo scenarij 2019, v sredini scenarij 2015 in desno scenarij brez smreke.

2.4 Hidravlična analiza

2.4 Hydraulic analysis

Namen izvedbe same hidravlične analize je pridobitev podatkov, ki so ključni za ustrezno načrtovanje velikosti pregrad in drugih hudourniških objektov.

2.4.1 Pretočna zmogljivost obstoječih prelivov pregrad

2.4.1 Flow capacity of existing barrier spillways

Pretočno zmogljivost obstoječih prelivov pregrad za stoletni pretok (Q_{100}) smo preverili s Polenijevo prelivno metodo (Poleni, 1717, povzeto po Salaberger & Rauch, 2018), ki izhaja iz podatkov o koeficientu preliva, višini krila pregrade in srednji širini prelivne sekcije. Uporabili smo naslednjo enačbo (Enačba 3):

$$Q = \frac{2}{3} * \mu * b_{A,M} * \sqrt{2g} * H_A^{\frac{3}{2}}$$

Q – pretok (m^3/s)

μ – koeficient preliva (–)

$b_{A,M}$ – srednja širina prelivne sekcije (m)

H_A – višina krila pregrade (m)

... (3)

Srednjo širino prelivne sekcije izračunamo z uporabo naslednje enačbe (Enačba 4):

$$b_{A,M} = b + \frac{2}{3}H_A$$

$b_{A,M}$ – srednja širina prelivne sekcije (m)

b – širina prelivne sekcije na višini prelivne krone (m)

H_A – višina krila pregrade (m) ... (4)

Iz navedenih dveh enačb lahko izračunamo višino krila pregrade, pri kateri bo dosežena ustrezna pretočna zmogljivost prelivov obstoječih pregrad. Enačba ima naslednjo obliko (Enačba 5):

$$H_A^{\frac{5}{2}} = \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{3Q}{2 \cdot \mu \cdot \sqrt{2g}} - b \cdot H_A^{\frac{3}{2}} \right)$$

H_A – višina krila pregrade (m)

Q – pretok (m³/s)

μ – koeficient preliva (–)

b – širina prelivne sekcije na višini prelivne krone (m) ... (5)

Enačba je implicitna, saj je tako na levi kot na desni strani enačbe. V statističnem paketu za obdelavo velikih količin podatkov R smo uporabili funkcijo uniroot za numerično rešitev.

Povratno dobo pretoka, ki jo prevajajo prelivni obstoječi pregrad, smo izračunali z uporabo naslednje enačbe (Enačba 6):

$$n = 100 \cdot \left(\frac{Q}{Q_{100}} \right)^4$$

n – povratna doba pretoka, ki jo prevajajo prelivni obstoječi pregrad (let)

Q – pretok (m³/s)

Q_{100} – stoletni pretok (m³/s) ... (6)

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Posek na vodozbirnem območju Dovškega potoka

3.1 Felling in the catchment area of the Dovški potok stream

Pred letom 2014 so spodnji del pobočja Borovja preraščali smrekovi debeljaki, stari okoli 110 let (slika 8). Ker so tam strmi tereni, kjer prevladuje žičniško spravilo lesa in so večinoma zasebni gozdovi, je bilo v njih gospodarjenje manj intenzivno, zaradi česar so bili sestoji gosti, brez podmladka.

Na tem območju je žledolom februarja 2014 znatno poškodoval gozdove. Domnevno je bilo poškodovanih dovolj dreves, da je to povzročilo močno gradacijo podlubnikov v poznejših letih (Legat, 2023). Tako je bilo zaradi gradacije podlubnikov do leta 2018 na celotnem vodozbirnem območju sanitarno posekanih 8.204 m³ smreke.

Leta 2019 je sledil vetrolom v osrednjem delu zahodnega vodozbirnega območja, zaradi katerega je bilo posekanih še dodatnih 600 m³ smreke. Po končani sanaciji je celotna količina sanitarno posekane smreke med letoma 2015 in 2021 znašala 10.344 m³.

Opisane motnje gozdov so v krajini nad Dovjem povzročile večje spremembe, saj je bila posekana skoraj polovica gozdov nad vasjo (slika 8 in slika 9).

Analiza poseka v obdobju od 2012 do 2023 v oddelku 06 10 je prikazana v preglednici (2). Redni posek v letih pred motnjami je bil velik, po motnjah pa se je za nekaj let popolnoma zmanjšal. Šele v zadnjih letih se redni posek ponovno rahlo večja. Drugačna je dinamika sanitarnega poseka. V letih 2015 in 2016, ko se je redni posek zaradi sanitarnega poseka zmanjšal, se je količina sanitarnega poseka iglavcev povečala na 3.772,7 m³. Po treh letih, ko je bila sanacija napada podlubnikov končana, se je sanitarni posek zopet zmanjšal. Nato se je za dve leti ponovno povečal zaradi vetroloma. Glede na podatke lahko sklepamo, da je smreka za motnje gozdov veliko bolj občutljiva kot bukev, saj med sanitarnim posekom komaj zasledimo listavce (Preglednica 7).



Slika 8: Satelitski posnetek stanja gozda na južnem pobočju Borovja leta 2014 (Google Earth, b. l.)

Figure 8: Satellite image of the forest condition on the southern slope of Borovje in 2014 (Google Earth, n.d.)



Slika 9: Satelitski posnetek stanja gozda na južnem pobočju Borovja leta 2019 (vir: Google Earth, b. l.)

Figure 9: Satellite image of the forest condition on the southern slope of Borovje in 2019 (source: Google Earth, n.p.)

Preglednica 2: Količina poseka v odsekih 06 10A in B glede na iglavce in listavce za obdobje od 2012 do 2023
Table 2: Volume of felling in sections 06 10A and B by conifers and deciduous trees for the period 2012-2023

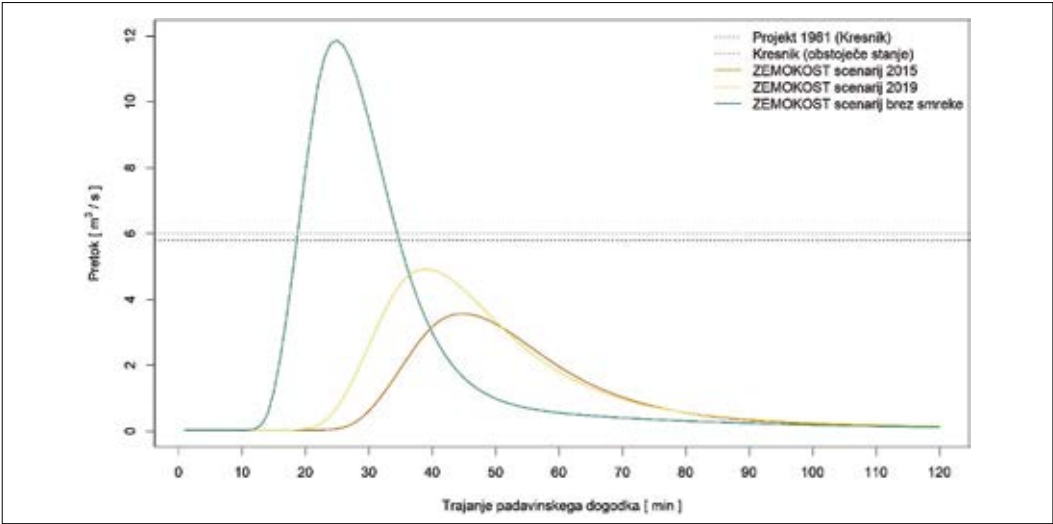
Leto	Redni posek [m ³]		Sanitarni posek [m ³]		Redni posek [m ³]	Sanitarni posek [m ³]
	Iglavci	Listavci	Iglavci	Listavci		
2012	525,9	25,0	0,0	0,0	550,9	0,0
2013	20,7	0,0	22,8	0,0	21,4	22,8
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	551,7	42,2	1615,8	0,0	593,9	1615,8
2016	356,6	1,1	3772,7	50,2	357,7	3822,8
2017	101,6	0,0	2737,5	0,0	101,6	2737,5
2018	30,5	5,2	78,5	0,8	35,6	79,2
2019	0,0	0,0	1487,9	8,9	0,0	1496,7
2020	0,0	0,0	510,5	7,0	0,0	517,5
2021	15,8	2,5	141,5	0,0	18,3	141,5
2022	12,6	2,6	36,2	0,2	15,2	36,4
2023	0,0	8,5	71,5	1,0	8,5	72,5

3.2 Površinski odtok glede na spremembe sestojne zgradbe

3.2 Surface runoff depending on changes in forest structure

Po Kresniku smo izračunali stoletni pretok Dovškega potoka $Q_{100} = 5,8 \text{ m}^3/\text{s}$. V projektu

iz leta 1961 je bil stoletni pretok po Kresniku $Q_{100} = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Z modelom ZEMOKOST smo za vsak scenarij ugotovili različne rezultate. V scenariju za leto 2015 je stoletni pretok Dovškega potoka znašal $Q_{100} = 3,6 \text{ m}^3/\text{s}$, nastal pa je 45 minut po začetku padavinskega dogodka. Scenarij za leto



Slika 10: Prikaz spreminjanja pretoka med padavinskim dogodkom po modelu ZEMOKOST za tri scenarije
Figure 10: Illustration of changes in flow during a precipitation event according to the ZEMOKOST model for three scenarios

2019 je pokazal višji stoletni pretok, ki je v tem primeru dosegel $Q_{100} = 4,9 \text{ m}^3/\text{s}$ in se je pojavil 39 minut po začetku padavin.

Potencialni scenarij s popolno izgubo smreke pa je pokazal stoletni pretok $Q_{100} = 11,9 \text{ m}^3/\text{s}$ s pojavom 25 minut po začetku padavinskega dogodka. Poteki spreminjanja pretoka med padavinskim dogodkom za vse tri scenarije so prikazani na spodnji sliki (slika 10).

3.3 Hidravlična analiza obstoječih pregrad

3.3 Hydraulic analysis of the existing barriers

Kot je razvidno iz preglednice z velikostmi vseh petih pregrad nad vasjo (Preglednica 3), so si spodnje tri velikostno zelo podobne, zato smo analizo omejili le nanje.

3.3.1 Pretočna krivulja prelivov obstoječih pregrad

3.3.1 Flow curve of existing barrier spillways

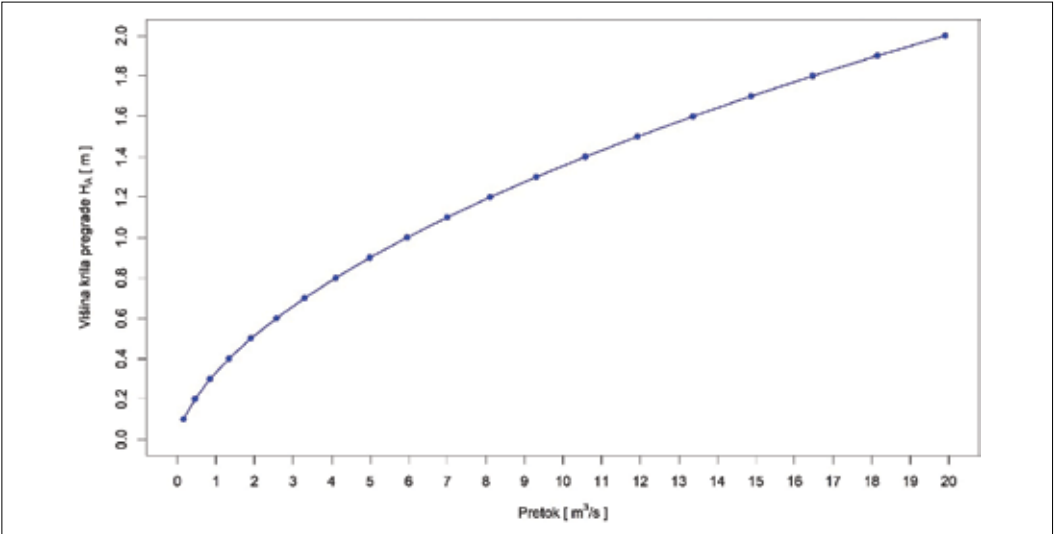
Na podlagi Polenijeve prelivne metode (Poleni, 1717, povzeto po Sallaberger & Rauch, 2018) smo izdelali pretočno krivuljo za pregrade s širino prelivne sekcije in naklonoma brežin, kakršne so obstoječe pregrade (slika 11).

Pretočna zmogljivost obstoječih prelivov pregrad znaša $4,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (Preglednica 4). Izračunali smo tudi najmanjšo višino krila pregrade, ki omogoča prevajanje stoletnih vod. Vrednosti se gibljejo od 0,74 m do 1,50 m.

S pomočjo Polenijeve prelivne metode smo izračunali, kakšne so povratne dobe pretokov, ki so jih obstoječi prelivi pregrad danih dimenzij sposobni prevajati. Obstoječa ureditev je sposobna prevajati stoletne vode le v primeru

Preglednica 3: Velikosti pregrad nad vasjo na zahodnem pritoku Dovškega potoka
Table 3: Dimensions of the barriers above the village on the western tributary of the Dovški potok stream

Dimenzija pregrade	Pregrada 1	Pregrada 2	Pregrada 3	Pregrada 4	Pregrada 5
Širina prelivne sekcije [m]	–	2,0	3,0	3,0	3,0
Višina krila pregrade [m]	–	0,2	0,8	0,8	0,6
Naklon brežin	–	1 : 2	1 : 1	1 : 1	1 : 1



Slika 11: Pretočna krivulja prelivov obstoječih pregrad
Figure 11: Flow curve of the existing barriers

Preglednica 4: Rezultati izračunov hitrosti toka po Rickemannovi enačbi (Q_{100}), pretočne zmogljivosti pregrad (P_{oleni}), najmanjše višine kril pregrade (H_{Amin}) in povratne dobe, ki jo obstoječe pregrade lahko prevajajo (n) za vse scenarije

Table 4: Results of calculations of flow velocity according to Rickemann's equation (Q_{100}), flow capacity of barriers (P_{oleni}), minimum height of barrier wings (H_{Amin}) and return periods that the existing barriers are capable of transmitting (n) for all scenarios

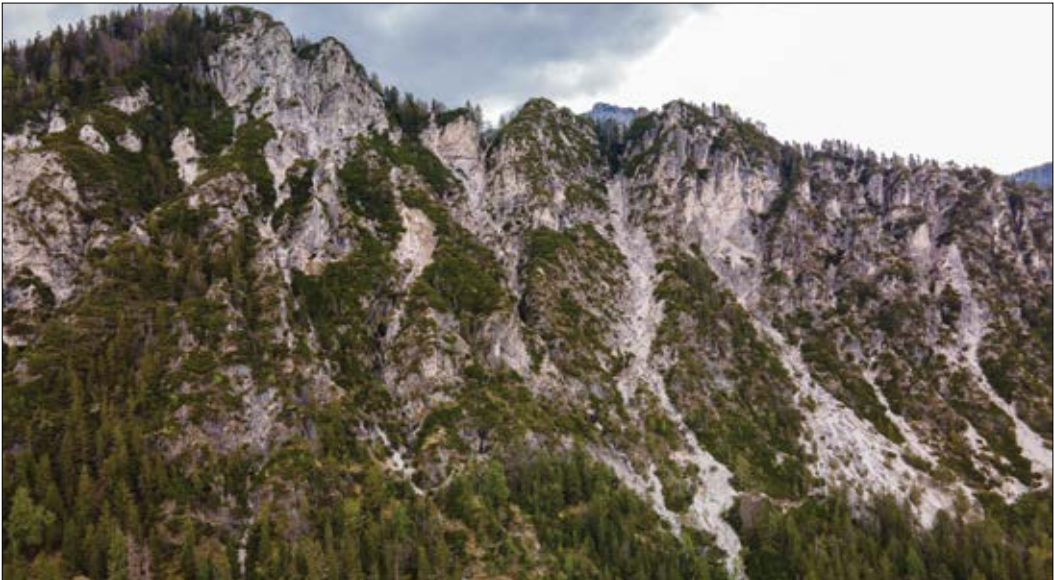
Pridobitev podatka	Q_{100} [m ³ /s]	Q_{Poleni} [m ³ /s]	H_{Amin} [m]	n [let]
Projekt 1961 (Kresnik)	6,0	4,1	1,00	21,8
Kresnik (obstoječe stanje)	5,8		0,98	25,0
ZEMOKOST, scenarij 2015	3,6		0,74	168,2
ZEMOKOST, scenarij 2019	4,9		0,89	49,0
ZEMOKOST, scenarij brez smreke	11,9		1,50	1,4

scenarija za stanje pred motnjami (scenarij 2015). Pri scenariju za današnje stanje (scenarij 2019) bi bile pregrade sposobne prevajati 49-letne pretoke, v primerih scenarijev po Kresniku za današnje stanje (Kresnik (obstoječe stanje)) 25-letne pretoke, za izračun iz leta 1961 (Projekt 1961 (Kresnik)) pa 22-letne pretoke. V primeru scenarija ob popolni izgubi smreke (scenarij brez smreke) pa prevodnost prelivov pregrad ne bi zadoščala niti dvoletnim pretokom (Preglednica 4).

3.4 Razvoj potencialnih hudourniških procesov v zaledju Dovškega potoka v prihodnosti

3.4 Development of potential torrential processes in the hinterland of the Dovški potok stream in the future

O razvoju hudourniških procesov na območju zahodnega pritoka lahko predvidevamo predvsem na podlagi terenskega ogleda. Gre za površine z večjimi količinami nakopičenega erozijskega drobirja in pobočnega grušča različne velikosti: od



Slika 12: Zgornji del vodozbirnega območja zahodnega pritoka Dovškega potoka (Foto: B. Mekina)

Figure 12: Upper part of the catchment area of the western tributary of the Dovški potok stream (Photo: B. Mekina)

skal, kamenja in peska v višjih legah (Slika 12) do zemljin v nižjih (Slika 13). V prihodnosti bi lahko, predvsem ob velikih količinah padavin, material predstavljal nevarnost za nastanek posameznih drobirskih in blatnih tokov, predvsem zaradi slabše pokrovnosti z gozdom.

V zgornjem in osrednjem delu so grape že zasute s peskom in kamenjem, kar nakazuje na erozijsko aktivnost, v spodnjem delu pa sta se že sprožila dva manjša zemeljska plazova (Slika 13).

4 RAZPRAVA

4 DISCUSSION

V raziskavi smo analizirali stanje vodozbirnega območja in obstoječe hudourniške ureditve Dovškega potoka nad vasjo Dovje. Izhajali smo iz dejstva, da se v zadnjih letih in desetletjih pojavlja vse več vremenskih ekstremov, ki so posledica zdaj že neizbežnih podnebnih sprememb (Patacca in sod., 2022).

S svojim hudourniškim značajem, majhnim vodozbirnim območjem in velikimi spremembami v gozdovih zaradi velikopovršinskih motenj v zadnjem desetletju se je Dovški potok izkazal

za idealen primer za raziskavo vpliva sprememb v sestojni zgradbi gozdov na površinski odtok in posledično pretok samega hudournika.

Po terenskih ogledih, pogovoru z revirnim gozdarjem, pregledovanju arhivskih podatkov o prejšnjih ureditvah Dovškega potoka in obdelanih podatkih o stanju gozdov, podnebja in vodozbirnega območja v okolju GIS smo sestavili zbirko podatkov, ki smo jih uporabili za analizo poseka in hidrološko modeliranje ter hidravlične izračune.

Ugotovili smo, da se je na južnem pobočju Borovja v zadnjih desetih letih zelo spremenilo stanje gozdov. Potem ko so se na tem območju gozdovi uspešno izognili zledolomu, je domnevno vseeno nastalo dovolj škode, da se je v prihodnjih letih pojavila močna gradacija podlubnikov. Tako je bilo v letih od 2015 do 2018 na celotnem pobočju Borovja sanitarno posekanih 8204 m³ smreke, v vetrolomu leta 2019 pa še 600 m³, v veliki večini smrekovega lesa (Legat, 2023), kar potrjuje hipotezo, da se je na vodozbirnem območju Dovškega potoka povečala količina sanitarnega poseka.

Kljub začetnemu trudu domačinov s podporo Zavoda za Gozdove Slovenije za umetno obnovo gozdov s sajenjem smreke, bukve in macesna, le-to



Slika 13: Spodnji del vodozbirnega območja zahodnega pritoka Dovškega potoka (Foto: B. Mekina)

Figure 13: Lower part of the catchment area of the western tributary of the Dovški potok stream (Photo: B. Mekina)

ni bilo uspešno. Revirni gozdar kot vzroke za to navaja predvsem pomankanje znanja o pravilnem sajenju ter pomanjkljivo nego posajenega mladja (obžetev), ne izključuje pa možnosti slabe kakovosti posajenih sadik. Tako so se poskusi sajenja končali s približno 30 % uspešnostjo. Površine nad Dovjem ostajajo prepuščene naravni obnovi, ki bo zaradi močne zeliščne plasti še počasnejša. Razmere so boljše v vzhodnem delu, kjer so zemljišča večinoma v lasti agrarne skupnosti. Tam so za sajenje najeli usposobljene izvajalce, ki so kasneje poskrbeli tudi za obžetev. Na tamkajšnjem delu vsako leto poskrbijo za nekaj spopolnitvenega sajenja (Legat, 2023).

Za primerjavo različne sestojne zgradbe gozda na območju smo se odločili za uporabo več scenarijev. Metodo po Kresniku smo izbrali za osnovo zaradi njene pogoste uporabe, hkrati pa je bila uporabljena že pri protierozijski ureditvi in ukrepih v preteklosti. Čeprav je Kresnikova metoda prilagojena za računanje visokih vod v gorskem ali hribovitem svetu z večjim deležem neporaslih ali slabo poraslih površin na predvsem neprepustni geološki podlagi, se osredotoča predvsem na oblikovanost terena, ne na samo vegetacijo, ki je v našem primeru ključnega pomena.

To težavo smo odpravili z uporabo hidrološkega modela ZEMOKOST, ki namenja več poudarka sami vegetaciji vodozbirnega območja. Ker model omogoča določanje različnih koeficientov glede na vegetacijo in teren različnih delov vodozbirnega območja, smo dodali še tri scenarije, ki so se razlikovali glede na stopnjo poškodovanosti gozda. Po pričakovanjih je bil stoletni pretok najmanjši v scenariju 2015 z nepoškodovanim gozdom in je znašal $Q_{100} = 3,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Sledil je scenarij 2019 z zdajšnjim stanjem gozda in stoletnim pretokom $Q_{100} = 4,9 \text{ m}^3/\text{s}$, ki potrjuje hipotezo o povečanju količine površinskega odtoka po motnjah gozda. Čeprav se vrednost modeliranega pretoka že v tem primeru skoraj podvoji, pa je bil največji pretok modeliran v potencialnem scenariju popolnega propada smreke in je znašal $Q_{100} = 11,3 \text{ m}^3/\text{s}$. Dejstvo, da je ta vrednost skoraj dvakratnik trenutno najslabšega scenarija (Kresnik), opozarja, da bi se lahko stanje v prihodnosti še poslabšalo navkljub že veliki spremembi v pretoku po prejšnjih motnjah.

Podobne rezultate so ugotovili tudi iranski znanstveniki, ki so v svoji raziskavi primerjali različne načine gospodarjenja z gozdom glede na količino površinskega odtoka (Behjou in sod., 2024). Čeprav gre v našem primeru za gozdove, poškodovane zaradi ujm, v njihovem pa za rezultate gospodarjenja z gozdom, je situacija zelo podobna. V osnovi so primerjali površinski odtok med vodozbirnimi območji, kjer gospodarijo golosečno, in tistimi, kjer je prisotno sonaravno gospodarjenje. Ugotovili so, da je površinski odtok v gozdovih z golosečnim gospodarjenjem v bolj sušnih pa tudi v bolj namočenih mesecih večji od tistega v gozdovih s sonaravnim gospodarjenjem. Poleg tega navajajo, da med posameznimi padavinskimi dogodki nastaja veliko večja variabilnost v površinskem odtoku (Behjou in sod., 2024). Če se ob tem navežemo na našo analizo, lahko postavimo vzporednice med gozdovi z golosečnim gospodarjenjem in površinami, poškodovanimi zaradi ujm ter gozdovi s sonaravnim gospodarjenjem in nepoškodovanimi oz. negovanimi gozdovi.

Raziskava, opravljena v zahodni polovici ZDA leta 2021 (Goeking in Tarboton, 2022), je obsegala analizo sprememb v površinskem odtoku na 159 vodozbirnih območjih, tako kot v primeru Dovškega potoka, ki so jih prizadele motnje gozda. Rezultati analize lahko kažejo nekoliko nepričakovane ugotovitve. Kot smo že ugotovili v naši raziskavi, tudi v njihovem primeru motnja v gozdu največkrat povzroči povečanje količine površinskega odtoka, zlasti v gozdovih, kjer je količina evapotranspiracije večja od količine padavin. Vendar to pravilo ne velja za vse gozdove, vključene v raziskavo. V primerih zelo suhih vodozbirnih območij obstaja večja verjetnost, da se bo po pojavu motnje zmanjšal površinski odtok. Poleg tega je tudi večja verjetnost za pojav motenj na takih območjih (Goeking in Tarboton, 2022).

Tudi na Kitajskem (Ding in sod., 2022) so ugotavljali razlike v površinskem odtoku glede na sestavo gozda. Ugotovili so, da je površinski odtok največji v grmovnih gozdovih, manjši v iglastih in nato mešanih gozdovih ter najmanjši v listnatih gozdovih. Površinski odtok je bil v grmovnih gozdovih večji od običajnega v bolj

mokrih letih, v listnatih gozdovih pa v bolj sušnih, kar še dodatno nakazuje na pomembnost vloge gozda pri zadrževanju vode. Z večanjem pokritosti površine z gozdom so ugotovili zmanjševanje površinskega odtoka (Ding in sod., 2022).

Polenijeva prelivna metoda je omogočila izračun največjega stoletnega pretoka Q_{100} , ki so ga obstoječe pregrade sposobne prevajati, in znaša $Q_{100} = 4,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Iz tega rezultata je razvidno, da za večino scenarijev pregrade ne bodo zadostovale pretokom stoletnih vod, s čimer potrdimo tretjo hipotezo. Pretok je manjši od sposobnosti pregrad le v primeru scenarija v letu 2015, ko gozdovi še niso bili poškodovani in pregrade hidravlično zadoščajo pretokom s povratno dobo do 169 let. Razmere so najslabše v scenariju brez smreke, kjer stoletne vode dosežejo skoraj trikratnik pretočne sposobnosti pregrad, ki pa ne zadostujejo niti dvoletnim padavinam.

Čeprav je v projektu iz leta 1961 uporabljen izračun visokih vod po Kresniku, ki znaša $Q_{100} = 6,0 \text{ m}^3/\text{s}$, pregrade hidravlično ne morejo prevajati takih pretokov in v tem primeru zadostujejo le za povratno dobo 22 let. Vzroka za tako neujemanje nismo zasledili, je pa treba omeniti, da omenjeni projekt ne zajema izgradnje dotičnih pregrad, ampak ureditev nižje ležečega dela struge. V arhivih žal nismo našli Izvirnega projekta za pet pregrad nad vasjo z izračunom pretoka za namen njihove gradnje.

Cilj raziskave je bil tudi preveriti potencialne nevarnosti zaradi proženja blatnih in drobirskih tokov v zaledju Dovškega potoka. Na podlagi terenskega ogleda in izračunov ugotavljamo, da obstaja možnost hudourniških procesov, ki za nižje ležečo vas lahko pomenijo tveganje in tako potrdimo še četrto hipotezo. V zgornjem, skalovitem delu hudourniškega območja so večje količine erozijskega drobirja in pobočnega grušča, kar je posledica zelo krušljive matične podlage (Jurkovšek, 1987). Ob močnih deževjih voda material prenaša proti dolini, pri čemer obstaja nevarnost sprožitve drobirskega toka. Na območju med cesto in gozdno mejo ter nižje ležečih delih nismo našli posebnih nevarnosti, saj gre za površine, kjer se je obdržal gozd, ki v večji ali manjši meri še vedno opravlja svojo varovalno vlogo.

Zaradi motenj gozdov pomeni največje tveganje ogolelo območje neposredno nad hišami na desni strani vodotoka, kjer so motnje gozdov povzročile največje posledice. Večja površina je zdaj porasla z redkimi drevesi in grmičevjem, nakloni so strmi, tla na tistem območju pa globoka in bi lahko tvorila blatni tok. Na tistem delu so sicer prisotne rendzine na apnencu in apnenčastem pobočnem grušču (Vrščaj in sod., 2019). Prav tako so na celotni površini sečni ostanki, ki predstavljajo tveganje za vnos lesnega plavja.

5 ZAKLJUČEK

5 CONCLUSION

Na podlagi rezultatov naše raziskave lahko potrdimo vse štiri raziskovalne hipoteze:

- na vodozbirnem območju Dovškega potoka se je v zadnjem desetletju zelo povečala količina sanitarnega poseka,
- po motnjah gozdov v zaledju Dovškega potoka se je povečal površinski odtok vode,
- obstoječe pregrade na zahodnem pritoku hidravlično ne zadostujejo povečanju pretoka ter
- v zaledju Dovškega potoka obstaja nevarnost za sprožitev drobirskih in/ali blatnih tokov.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Ob tej raziskavi se zahvaljujem mentorju izr. prof. dr. Milanu Kobalu z Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani za pomoč pri terenskih ogledih in izračunih.

Dodatna zahvala velja tudi g. Tadeju Jeršiču iz podjetja Apus, d. o. o., za informacije o projektu ureditve struge Dovškega potoka nad glavno cesto v času izvedbe raziskave, g. Tomažu Ceju za strokovno pomoč na terenu, g. Urbanu Ilcu z Direkcije za vode RS, območje zgornje Save za pomoč s projekti o obstoječi ureditvi, g. Mihi Kostevcu za pomoč s Pregledovalnikom ZGS, revirnemu gozdarju na Dovjah, g. Juretu Legatu, za vse informacije o stanju gozdov ter Gašperju Leverju in uredništvu Gozdarskega vestnika, za popravke, pomoč pri oblikovanju ter lektoriranje.

7 VIRI

7 REFERENCES

- ARSO. 2024. Arhiv meritev. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (21. mar. 2023)
- Atlas okolja. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, https://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso&AspxAutoDetectCookieSupport=1 (26. maj. 2023)
- Atlas voda. Ljubljana, Direkcija Republike Slovenije za vode, <https://geohub.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=f89cc3835fcd48b5a980343570e0b64e> (27. apr. 2023)
- Behjou F. K., Mostafazadeh R., Alaei N. 2024. Effects of forest logging systems on the river flow regime indices using graphical techniques: a case study in a small natural forest. *Hydrology*, 11, 7: 94, <https://doi.org/10.3390/hydrology11070094>
- Brus, J. (1981, povzeto v). V: Zbornik prispevkov „Voda in gozd“ (2020). Ljubljana: Gozdarski vestnik, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, https://gsd.bf.uni-lj.si/2020/Prispevki/GSD20_zbornik_notranjost_20201223.pdf
- Ding, B., Zhang Y., Yu X., Jia G., Wang Y., Wang Y., Zheng P., Li Z. 2022. Effects of forest cover type and ratio changes on runoff and its components. *International Soil and Water Conservation Research*, 10, 3: 445–456, <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.01.006>
- Gnecco, I., Palla, A., La Barbera, P., Roth, G., Giannoni, F. 2023. Defining intensity-duration-frequency curves at short durations: a methodological framework. *Hydrological Sciences Journal*, 68, 11: 1499–1512, <https://doi.org/10.1080/02626667.2023.2224002>
- Goeking, S. A., Tarboton D. G. 2022. Variable streamflow response to forest disturbance in the western US: a large-sample hydrology approach. *Water Resources Research*, 58: e2021WR031575, <https://doi.org/10.1029/2021WR031575>
- Google Earth. Mountain View, Google, <https://earth.google.com/web/>, (24. apr. 2023)
- Grafični in pisni podatki pedološke karte in pedoloških profilov. 2022. Ljubljana, Odprti podatki Slovenije, <https://podatki.gov.si/dataset/pedoloska-karta> (2. maj 2023)
- Gregorčič, T. 2022. Proučevanje vpliva podnebnih sprememb na slovenske gozdove z uporabo metode maksimalne entropije: diplomsko delo. Ljubljana, Filozofska fakulteta
- Horvat, A. 1993. Ekološke osnove urejanja erozijskih območij. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 41: 5–49
- Horvat, A., Jeršič T., Papež J. 2008. Varstvo pred hudourniki in erozijo ob vse intenzivnejših vremenskih ekstremih. *Ujma*, 22: 200–208, <https://ojs-gr.zrc-sazu.si/ujma/article/view/8924/8356>
- IPI Pregledovalnik. Ljubljana, Geodetska uprava Republike, <https://ipi.eprstor.gov.si/jv/> (27. apr. 2024)
- Javni pregledovalnik grafičnih podatkov ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano 2023. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, <https://rkg.gov.si/GERK/WebViewer> (3. maj 2023)
- Jurkovšek B. 1987. Tolmač listov Beljak in Ponteča: osnovna geološka karta Republike Slovenije in Republike Hrvaške: L 33–51, L33–52. Beograd, Zvezni geološki zavod
- Koren, M. (2016). Analiza erozijske ogroženosti turističnih območij. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, https://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_koren_marko.pdf
- Legat, J. 2023. Informacije revirnega gozdarja o nedavni zgodovini in današnjem stanju gozdov na območju Borovja (osebni vir, 8. maj 2023)
- Markart, G., Kohl B., Sotier B., Klebinder K. Schauer G., Bunza H. Pirkh H., Stern R. 2011. A Simple Code of Practice for the Assessment of Surface Runoff Coefficients for Alpine Soil-/Vegetation units in Torrential Rain (Version 2.0). Tehnično poročilo. (Department of Natural Hazards, Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW)). Innsbruck
- Osnovna geološka karta. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, <https://ogk100.geo-zs.si>, (17. apr. 2023)
- Patacca, M., Lindner, M., Lucas-Borja, M. E., Cordonnier, T., Fidej, G., Gardiner, B., Hauf, Y., Jasinevičius, G., Labonne, S., Linkevičius, E., Mahnken, M., Milanovic, S., Nabuurs, G., Nagel, T. A., Nikinmaa, L., Panyatov, M., Bercak, R., Seidl, R., Ostrogović Sever, M. Z., Socha, J., Thom, D., Vuletic, D., Zudin, S., Schelhaas, M. 2023. Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950. *Global change biology*, 29, : 1359–1376, <https://doi.org/10.1111/gcb.16531>
- Podjetje za urejanje hudournikov. 1979. Projekt IV-1/79: Dovški potok, pritok – II, vzdrževalna dela - 1979. Trkman A. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov (neobjavljeno)
- Podjetje za urejanje hudournikov. 1984. Projekt IV-49/84: Dovški potok, območje pod Borovljem. Pintar J. Ljubljana, Podjetje za urejanje hudournikov (neobjavljeno)

- Poleni, G. (1717). *De motu aquae mixto*. Povzeto v: Sallaberger, M., & Rauch, W. (2018). *On the historical development of the Poleni weir equation*. International Symposium on Hydraulic Structures (ISHS), 2018. Utah State University, <https://digitalcommons.usu.edu/ishs/2018/session2-2018/5/>
- Pregledovalnik gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, http://www.zgs.si/delovna_podrocja/gozdnogospodarsko_nacrtovanje/pregledovalnik_gozdnogospodarskih_in_gozdnogojitvenih_nacrtov/index.html (6. maj 2023)
- Projektivni biro za urejanje hudournikov. 1961. Projekt 33/1: Idejni načrt za ureditev glavne struge Dovškega potoka skozi vas Dovje. Ljubljana, Projektivni biro za urejanje hudournikov (neobjavljeno)
- Rajwa-Kiligiewicz A., Bojarczuk A. 2024. Streamflow response to catastrophic windthrow and forest recovery in subalpine spruce forest. *Journal of hydrology*, 634: 131078, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131078>
- Sodnik, J., Mikoš, M., & Bezak, N. 2023. Torrential Hazards' Mitigation Measures in a Typical Alpine Catchment in Slovenia. *Applied Sciences*, 13(20), 11136. <https://doi.org/10.3390/app132011136>
- Vrščaj B., Grčman H., Kralj T. 2019. Klasifikacija tal Slovenije 2019: sistem za opisovanje in poimenovanje tal Slovenije. 2019. Ljubljana, Pedološko društvo Slovenije, https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOPE/Okolje/Tla/Klasifikacija_tal_Slovenije.pdf (2. maj 2023)

Osutost drevesnih krošenj v Sloveniji po letu 1991 s poudarkom na letu 2024

Tree crown defoliation in Slovenia since 1991, with particular emphasis on 2024



Anže Martin PINTAR¹, Pia HÖFFERLE²

Izveček:

Več kot 30-letno vsakoletno spremljanje osutosti dreves na istih ploskvah Raven I v okviru programa ICP Forests omogoča dragocen vpogled v dolgo časovno vrsto spremljanja vitalnosti drevesnih vrst, ki je še posebno aktualno v času podnebnih sprememb, ko so ekstremni vremenski dogodki vse pogostejši. V pričujočem prispevku predstavljamo rezultate spremljanja stanja osutosti drevesnih krošenj na ploskvah Ravni I v obdobju 1991–2024 v Sloveniji, s poudarkom na zadnjem letu meritev – v letu 2024. Od leta 1991 se je povprečna osutost povečala za 14,2 % (s 16,6 % na 30,8 %). V letu 2024 je povprečna osutost iglavcev znašala 31,5 %, pri listavcih pa 30,3 %. Časovna vrsta povprečne osutosti drevesnih krošenj za več kot 30-letno obdobje kaže, da se je v obdobju 1991–2000 stanje osutosti krošenj slabšalo, med letoma 2000 in 2013 pa je bilo razmeroma stabilno. Na začetku obdobja 2014–2020 smo zaznali veliko povečanje osutosti drevesnih krošenj (2,2 %) zaradi žleda leta 2014, sledilo pa je umirjanje negativnega trenda poslabševanja stanja, tj. povečevanja osutosti. Veliko povečanje osutosti (za 3,8 %) smo ponovno zaznali med letoma 2020 in 2022, na kar je vplivala poletna suša v letu 2022, vplivale pa so tudi različne ujme, kot so vetrolomi in gradacije podlubnikov. V zadnjih dveh letih smo zaznali stagnacijo stanja osutosti.

Ključne besede: stanje gozdov, osutost drevesnih krošenj, Raven I, ICP Forests, monitoring

Abstract:

More than 30 years of annual monitoring of tree defoliation on the same Level I plots within the ICP Forests programme provides us with valuable insights into long-term tree species vitality monitoring, which is particularly relevant in times of climate change when extreme weather events are increasing in frequency. This article presents the results of the tree crown defoliation condition monitoring in Level I plots in Slovenia between 1991 and 2024, focusing especially on the last year of measurements, i.e. year 2024. Since 1991, the average defoliation level has increased by 14.2% (from 16.6% to 30.8%). In 2024, the average defoliation of conifers was 31.5%, while that of deciduous trees was 30.3%. The time series of average tree crown defoliation for the period of more than 30 years shows that crown defoliation deteriorated between 1991 and 2000, but remained relatively stable between 2000 and 2013. At the beginning of the 2014–2020 period, we observed a high increase in tree crown defoliation (2.2%) due to the 2014 ice storm, followed by a slowdown in the negative deterioration trend, i.e. an increase in defoliation. Between 2020 and 2022, we again observed a high increase in defoliation (3.8%), influenced by the summer drought in 2022 and various natural disasters such as windbreaks and bark beetle infestations. In the last two years, we have observed stagnation in the defoliation situation.

Key words: forest condition, tree crown defoliation, Level I, ICP Forests, monitoring

1 UVOD IN METODE

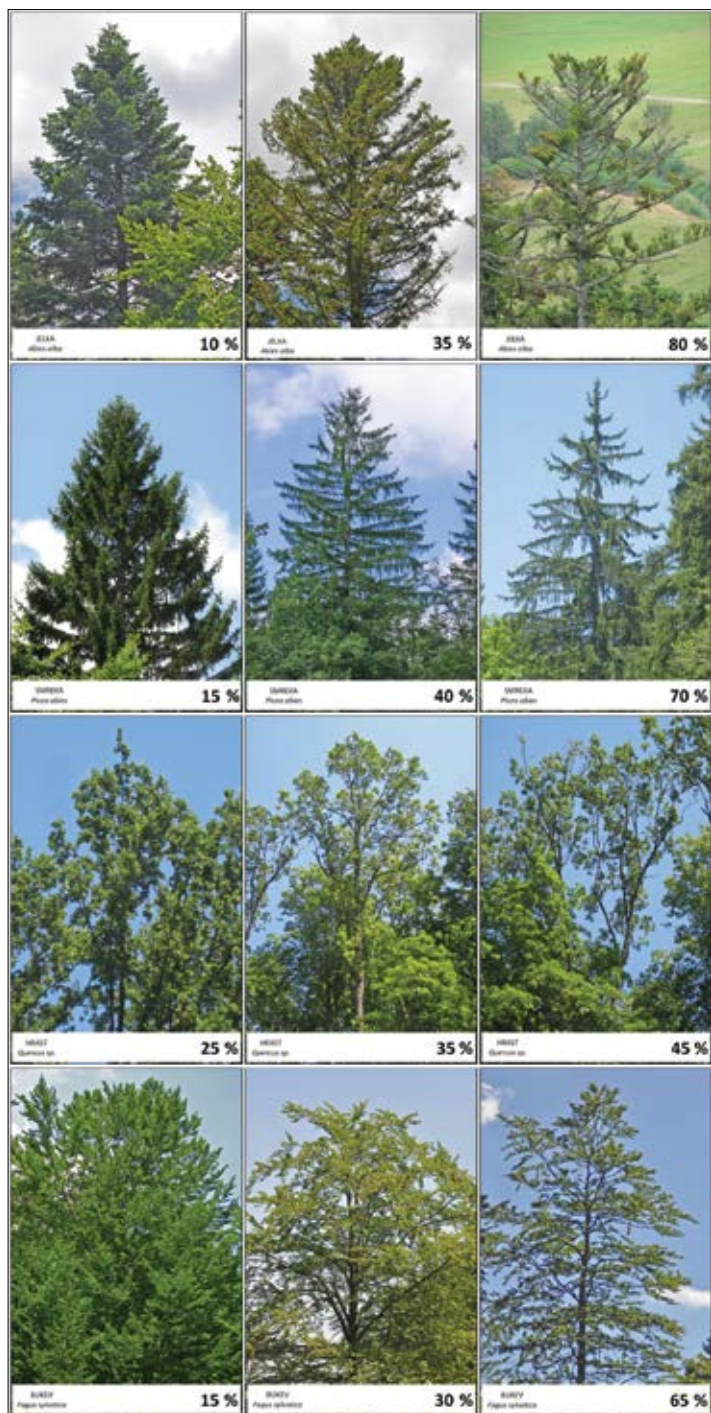
1 INTRODUCTION AND METHODS

V Evropi letos obeležujemo 40 let od ustanovitve programa ICP Forests (*International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*), ki je bil ustanovljen v letu 1985 na podlagi Konvencije o onesnaženju zraka preko meja na velike razdalje (*Convention*

on Long-range Transboundary Air Pollution – CLRTAP) v okviru Ekonomske komisije Združenih narodov za Evropo (*United Nations Economic Commission for Europe – UNECE*). Program ICP Forests spremlja stanje gozda na dveh ravneh (Raven I in Raven II). Trenutno v programu sodeluje 42 držav (tudi Slovenija) iz Evrope in širše (ICP Forests, 2025).

¹ Dr. A. M. P., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. anzemartin.pintar@gozdis.si

² P. H., mag. var. nar., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. pia.hofferle@gozdis.si



Slika 1: Primeri različnih stopenj osutosti za jelko, smreko, hraste in bukev (povzeto po: Kovač in sod., 2014)

Figure 1: Examples of various degrees of defoliation for fir, spruce, oak, and beech (summarized from: Kovač et al., 2014)

Monitoring na Ravni I temelji na okoli 5700 vzorčnih ploskvah po vsej Evropi in je namenjen spremljanju geografskih in časovnih sprememb v stanju gozda. Monitoring na Ravni II temelji na 639 ploskvah v izbranih gozdnih tipih s ciljem pojasniti vzročno-posledične odnose (ICP Forests, 2025). V Sloveniji spremljamo stanje gozdov na 44 ploskvah Ravni I na mreži 16 x 16 km in na 10 ploskvah Ravni II (Skudnik in sod., 2011; Simončič in sod., 2024; Pintar in Skudnik, 2024).

Pred začetkom uporabe natančnejših fizikalno-kemijskih meritev (analitične meritve vsebnosti izbranih elementov v padavinah in foliarnih vzorcih) za oceno poškodovanosti gozdov oziroma odziva gozdov na onesnaženost so se v okviru programa ICP Forests uveljavile posredne metode spremljanja vplivov onesnažil na drevesa oz. gozdne ekosisteme (Pintar in Skudnik, 2024). Eden od pomembnejših kazalnikov je ocena osutosti krošnje, ki določa okularno ocenjen delež manjkajočih asimilacijskih organov (listov oz. iglic) ocenjevanega drevesa v primerjavi z normalno olistanim (vitalnim) primerkom iste vrste, istega socialnega položaja in na enakem rastišču (Eichhorn in sod., 2020). Razlike med različnimi popisovalci v celotnem obdobju popisa lahko povzročijo del variabilnosti ocen, vendar se ta vpliv uspešno zmanjšuje s standardiziranim usposabljanjem in vsakoletnimi kalibracijskimi delavnicami na nacionalni in mednarodni ravni (Eichhorn in sod., 2020). Primer konsistentnih ocen različnih popisovalcev sta v daljšem časovnem obdobju v nemških gozdovih predstavili Eickenscheidt in Wellbrock (2014). Kazalnik osutosti ostaja med ključnimi kazalniki za številna mednarodna poročila o vitalnosti evropskih gozdov, kot so Forest Europe (2020), OECD (2020) in FAO (2022). Ocenjevanje osutosti je enostaven in časovno učinkovit proces, zato lahko kazalnik osutosti v primerjavi z drugimi kazalniki zajemamo na večjem vzorcu (gosta mreža opazovanj) in pogosteje (na letni ravni) (Pintar in Skudnik, 2024).

Tako ostaja osutost drevesnih krošenj eden od osnovnih kazalnikov za oceno vitalnosti dreves

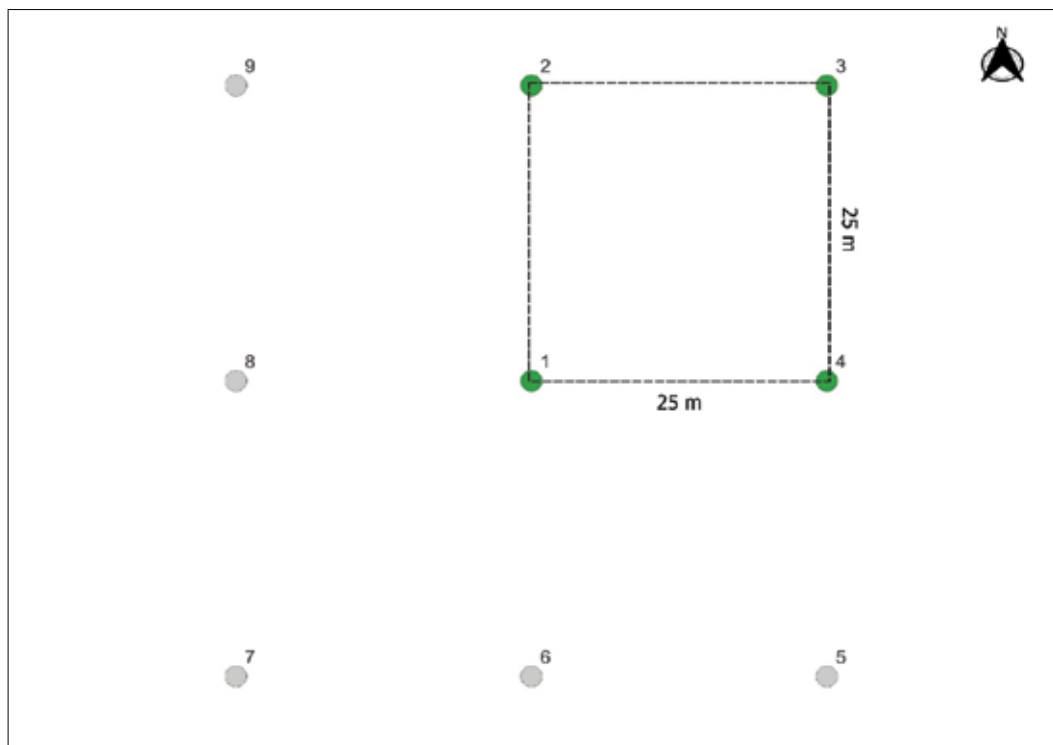
(posledično tudi sestojev in gozdov). Ocenjujemo ga v korakih po 5 % natančno, od 0 % (brez defoliacije) do 100 % (mrtvo drevo) (Michel in sod., 2024) (Slika 1). V okviru programa ICP Forests vrednosti osutosti združujejo v pet razredov. Razred do 10 % vključuje praktično neosuta drevesa, razred od 10 do 25 % pa rahlo osuta drevesa. To je tudi razred, ki pomeni opozorilno fazo preden drevesa že postanejo poškodovana. Za poškodovano velja drevo, katerega osutost drevesne krošnje je večja od 25 % (manjka mu vsaj četrtna listnega aparata) (Pintar in Skudnik, 2024). Razred od 25 do 60 % zajema zmerno osuta drevesa, razred od 60 do 100 % zelo osuta drevesa in razred 100 % mrtva drevesa (Michel in sod., 2024).

Prvi popis osutosti dreves na ploskvah Ravni I je v Sloveniji potekal v letu 1985 (Kovač, 1996), kontinuirano vsako leto pa se je popis začel po letu 1993. Ocenjevanje poteka v poletnih mesecih od začetka julija do konca septembra. Terenski popisovalci se vsaki dve leti udeležijo vseevropskega mednarodnega fotokalibracijskega tečaja (Meining in sod., 2024), kjer uskladijo ocene osutosti posameznih razredov za posamezne drevesne vrste. Tako so popisovalci usklajeni na ravni celotne Evrope. Pri popisu osutosti sledijo smernicam delovne skupine ICP Forests (Eichhorn in sod., 2020).

V Sloveniji na vsaki lokaciji Ravni I popis poteka na vzorčnem grozdu štirih vzorčnih ploskev M6, med seboj oddaljenih za 25 m (Kovač in sod., 2014) (Slika 2), po metodi šestih najbližjih dreves, debelejših od 10 cm.

Drevesom določimo drevesno vrsto, izmerimo prsni premer, ocenimo socialni položaj, vidnost krošnje in osutost krošnje. Na ploskvah so drevesa dolgoročno označena z zaporednimi številkami. Vsakemu drevesu izmerimo razdaljo od središča ploskve in azimut. Vsako posekano in odmrlo drevo je treba nadomestiti z naslednjim najbližjim živim drevesom.

Vsi na terenu pridobljeni podatki so predstavljeni v Letnih poročilih o spremljanju stanja gozdov (npr. Grah in sod., 2024), ki so dostopni med spletnimi publikacijami GIS



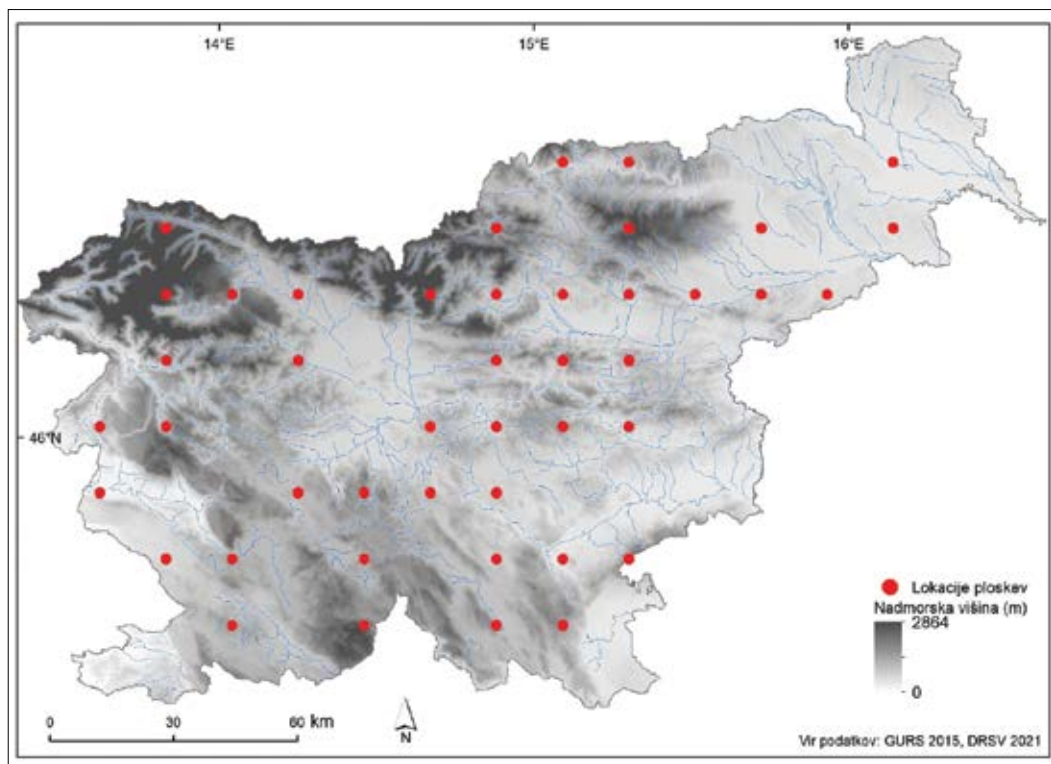
Slika 2: Shema grozda štirih ploskev M6 obarvanih zeleno (1–4) v primeru, da so znotraj gozdnega kompleksa. Če katera teh ploskev pade zunaj gozdnega roba, ploskev zrcalimo na sive ploskve (5–9)

Figure 2: Diagram of a cluster of four M6 plots (1–4) colored green if they are located within a forest complex. If any of these plots fall outside the forest edge, they are mirrored on the gray plots (5–9)

(<https://www.gozdis.si/publikacije/>). Podatke vsako leto posredujemo v skupno bazo podatkov o stanju evropskih gozdov ICP Forests, ki jo vzdržuje inštitut Johann Heinrich von Thünen v Eberswaldu v Nemčiji.

Spreminjanje osutosti dreves na ploskvah Ravni II v zadnjih dveh desetletjih je predstavljeno v prispevku Pintar in Skudnik (2024). V pričujočem prispevku pa predstavljamo rezultate spremljanja stanja osutosti na ploskvah Ravni I (Slika 3) v obdobju 1991–2024 v Sloveniji, s poudarkom na zadnjem letu meritev – letu 2024. Analizo povprečne osutosti smreke in bukve v letu 2024, ki sta prevladujoči drevesni vrsti v lesni zalogi (Pintar in sod. 2024), smo stratificirali tudi po treh višinskih pasovih, povzetih po Kutnar in sod. (2021). Prvi višinski pas je

segal do nadmorske višine 500 m, drugi do 1000 metrov, v tretjega pa so bile uvrščene ploskve z nadmorsko višino 1000 m in več. Večino grafov in statistične analize smo opravili v programskem okolju R (R Core Team, 2025), graf na sliki 8 pa v programu Microsoft Excel (Office 365).



Slika 3: Lokacije 44 grozdov vzorčnih ploskev Ravni I v Sloveniji

Figure 3: Locations of 44 clusters of sample plots Level I in Slovenia

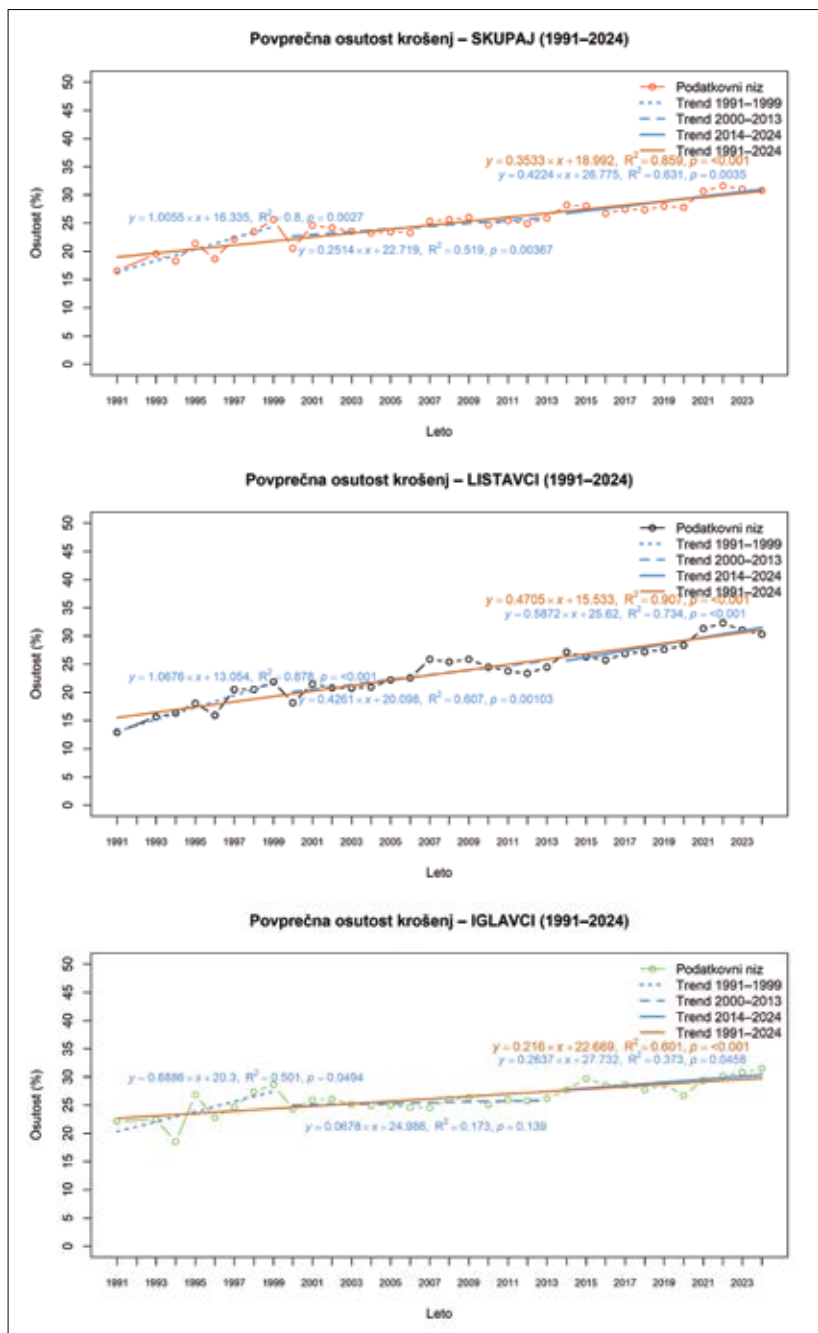
2 REZULTATI

2 RESULTS

V letu 2024 je bilo popisanih 1025 dreves, od tega 339 iglavcev in 686 listavcev. Povprečna osutost vseh dreves je znašala 30,8 % (standardni odklon 7,7 %) in se je v 20 letih povečala za več kot 6 % (Slika 4). Od leta 1991 se je povprečna osutost povečala za 14,2 % (s 16,6 % na 30,8 %). Povprečna osutost krošenj iglavcev v letu 2024 je znašala 31,5 %, listavcev pa 30,3 %. Dolgoročen linearen trend (1991–2024) nakazuje povečanje osutosti za vsa drevesa v celotnem obdobju za 0,35 % na leto (delež pojasnjene variance je znašal 85,9 % ($R^2 = 0,859$), trend je bil statistično značilen ($p < 0,001$)) (Slika 4). Pri listavcih je povečevanje znašalo 0,47 % na leto, pri iglavcih pa 0,22 % na leto (pri obeh je bil trend statistično značilen ($p < 0,001$)).

Časovna vrsta povprečne osutosti drevesnih krošenj za celotno, več kot 30-letno obdobje kaže, da se je v obdobju 1991–1999 stanje osutosti drevesnih krošenj izraziteje slabšalo, med letoma 2000 in 2013 pa je bilo razmeroma stabilno (Slika 4), z nekoliko večjim povečanjem pri listavcih od leta 2006 do 2007. To potrjujejo tudi statistično značilni linearni trendi (z izjemo iglavcev za obdobje 2000–2013) za obdobje 1991–1999 v primerjavi z obdobjem 2000–2013. Večanje osutosti v prvem obdobju znaša 1,01 % na leto za vsa drevesa, 1,07 % na leto za listavce in 0,89 % na leto za iglavce, medtem ko v drugem 0,25 % na leto za vsa drevesa, 0,43 % na leto za listavce in 0,07 % na leto za iglavce (Slika 4).

V zadnjem obdobju (2014–2024) so se linearni trendi povečali (trendi so statistično značilni, $p < 0,01$, oz. $< 0,05$ %) (Slika 4). Za vsa



Slika 4: Povprečna osutost drevesnih krošenj na ploskvah Ravni I za obdobje 1991–2024 in linearni trendi za celotno obdobje 1991–2024 ter za podobdobja 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 za vse drevesne vrste (skupaj) ter za iglavce in listavce

Figure 4: Average defoliation of tree crowns in Level I plots for the period 1991–2024 and linear trends for the entire period 1991–2024 and sub-periods 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 for all tree species (combined) and for conifers and deciduous trees



Slika 5: Podrta in poškodovana drevesa zaradi vetroloma v juliju 2023 (levo) in isto območje po poseku (desno) v bližini ploskve Ravni I pri Martuljskih slapovih poleti 2024

Figure 5: Trees damaged and uprooted by a windstorm in July 2023 (left), and the same area after salvage logging (right) near the Level I plot at Martuljski slapovi in the summer of 2024

drevesa je povečanje osutosti znašalo 0,42 % na leto, za listavce 0,59 % in za iglavce 0,26 % na leto. Na začetku obdobja 2014–2020 smo zaznali povečanje osutosti drevesnih krošenj (2,2 %), nato pa umirjanje negativnega trenda poslabševanja stanja, tj. večanja osutosti. Veliko povečanje osutosti (za 3,8 %) smo zaznali od leta 2020 do 2022, na kar je vplivala poletna suša v letu 2022, kot tudi različne ujme, kot so npr. vetrolomi (Slika 5) in gradacije podlubnikov. V zadnjih dveh letih zaznavamo stagnacijo stanja osutosti.

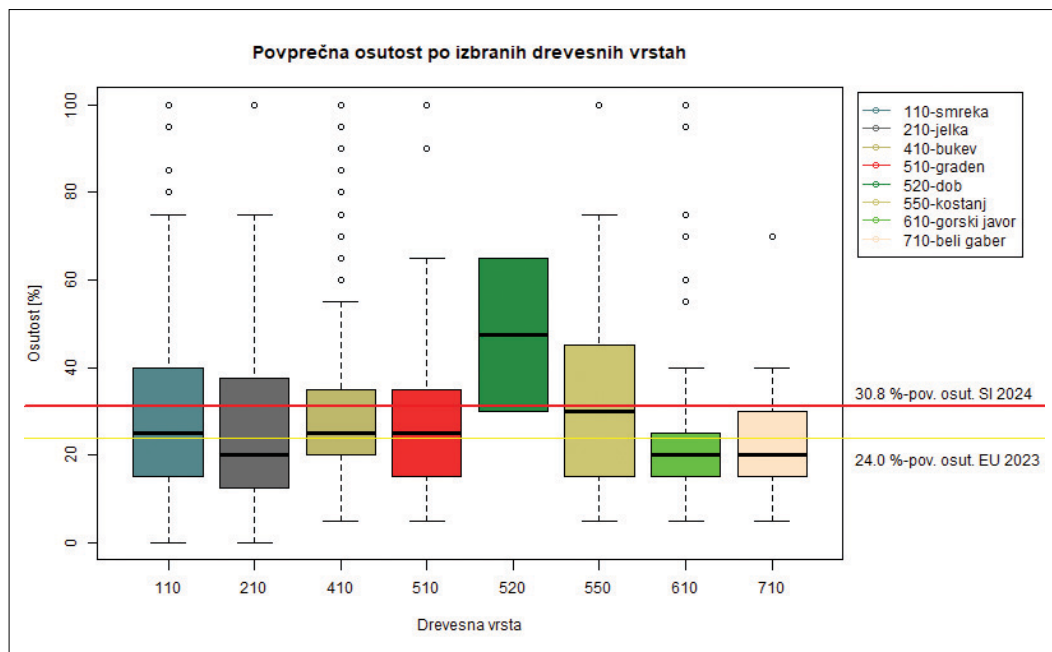
Osutost iglavcev se je med letoma 2015 in 2020 zmanjševala (Slika 4). Od leta 2020 do 2022 pa se je povečala tako osutost iglavcev kot listavcev. Osutost iglavcev se je med letoma 2022 in 2024 še nekoliko povečala, medtem ko se je pri listavcih zmanjšala. V letu 2014 in kasneje je na poslabšanje stanja gozdov vplival predvsem žled, ki je močno poškodoval gozdove v posameznih območjih Slovenije (predvsem v osrednji in južni Sloveniji).

Večina podatkov osutosti po posameznih drevesnih vrstah ni porazdeljena normalno. Zato smo poleg povprečnih vrednosti prikazali tudi mediane in jih uporabili pri interpretaciji rezultatov, ki prispevajo k večji robustnosti in reprezentativnosti rezultatov. Hkrati pa z vključitvijo povprečnih vrednosti ohranjamo primerljivost z mednarodnimi poročili ICP Forests. V celotni Sloveniji je pri bukvi in smreki (30,6 oz. 31,2 %)

povprečna osutost precej večja od mediane (pri obeh 25,0 %), kar nakazuje, da so ta drevesa na nekaterih lokacijah oz. mikrolokacijah bistveno bolj osuta kot na drugih (Slika 6). Med manj osute drevesne vrste spadata gorski javor in beli gaber (povprečje 24,4 oz. 22,5 % in mediana pri obeh 20,0 %), pa tudi jelka in graden (povprečje 27,2 oz. 27,9 % in mediana 20,0 oz. 25,0 %). Med najbolj osutimi in poškodovanimi drevesnimi vrstami so črni bor, pravi kostanj in dob (Sliki 6 in 8).

Za prevladujoči slovenski drevesni vrsti v lesni zalogi, tj. bukev in smreko (Pintar in sod., 2024), v nadaljevanju predstavljamo tudi povprečje in mediano po višinskih pasovih. V najnižjem pasu (do 500 m nadmorske višine) znaša povprečna osutost bukve 29,5 in mediana 25,0 %, v pasu od 500 do 1000 m znaša povprečna osutost 31,2 % in mediana 25,0 %, v najvišjem pasu (nad 1000 m) pa znaša povprečna osutost 30,9 % in mediana 25,0 %. V najnižjem pasu (do 500 m nadmorske višine) znaša povprečna osutost smreke 30,4 % in mediana 25,0 %, v pasu od 500 do 1000 m znaša povprečna osutost 35,3 % in mediana 30,0 %, v najvišjem pasu (nad 1000 m) pa znaša povprečna osutost 24,7 % in mediana 20,0 %.

Med letoma 2008 in 2012 se je delež poškodovanih dreves, katerih osutost krošnje je večja od 25 %, zmanjševal (Slika 7). V letu 2014 se je zaradi žleda zelo povečalo število poškodovanih dreves. Po letu 2020 se je delež poškodovanih



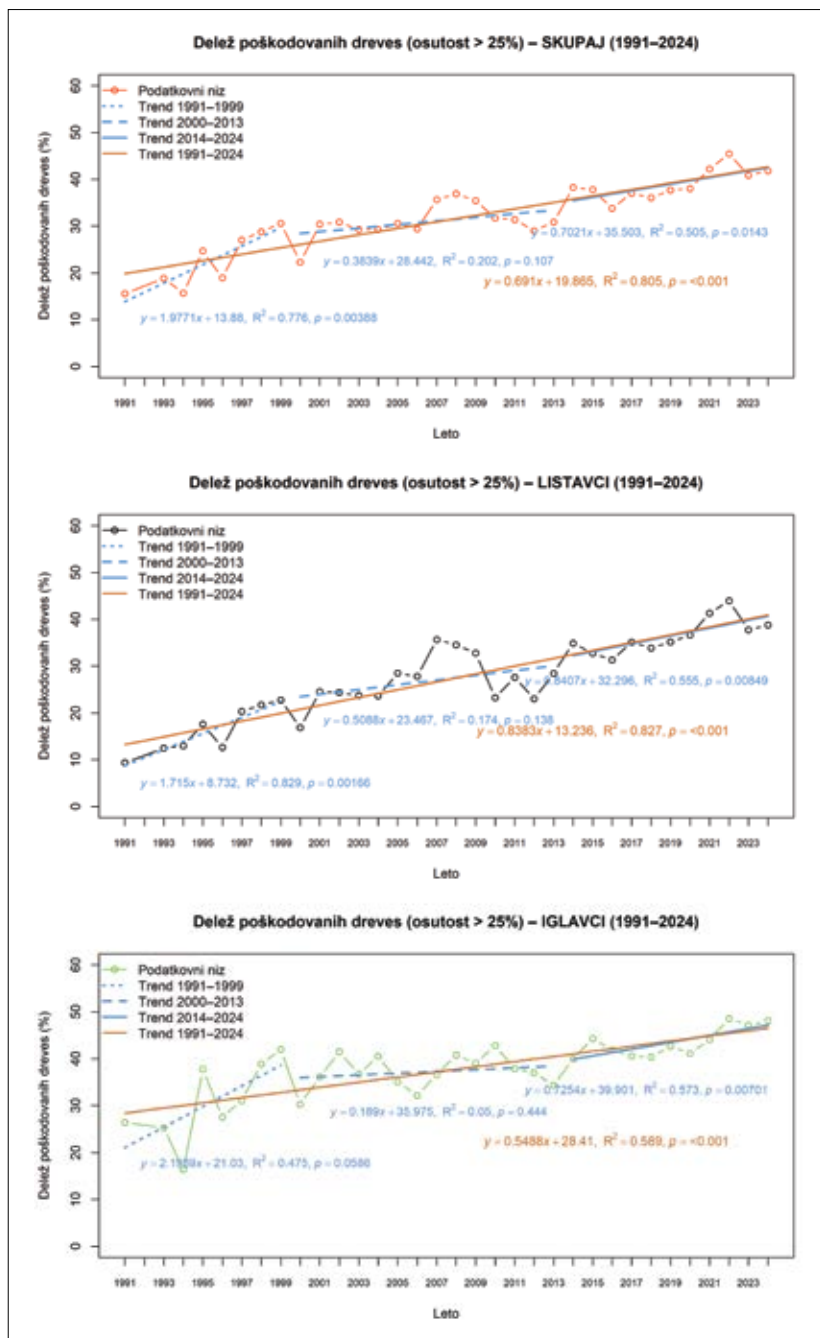
Slika 6: Okviri z ročaji ocen osutosti drevesnih krošenj za izbrane drevesne vrste v letu 2024

Figure 6: Boxplots of tree crown defoliation assessments for selected tree species in 2024

dreves ponovno povečal, nato pa se med letoma 2022 in 2023 zmanjšal za skoraj 5 %. Dolgoročen linearen trend (1991–2024) nakazuje povečanje deleža poškodovanih dreves v celotnem obdobju za 0,69 % na leto (delež pojasnjene variance je znašal 80,5 % ($R^2 = 0,805$), trend je bil statistično značilen ($p < 0,001$)) (Slika 7). Pri listavcih je povečevanje znašalo 0,84 % na leto, pri iglavcih pa 0,55 % na leto (pri obeh je bil trend statistično značilen ($p < 0,001$)). Večanje deleža poškodovanih dreves v prvem obdobju znaša 1,98 % za vsa drevesa ($p < 0,001$), medtem ko v drugem 0,38 % ($p = 0,107$), v tretjem pa 0,70 % ($p < 0,05$) (Slika 7). Statistično neznačilnost trenda in nižje vrednosti R^2 v drugem obdobju pojasnjujemo z velikim nihanjem deleža poškodovanih dreves med leti v tem obdobju.

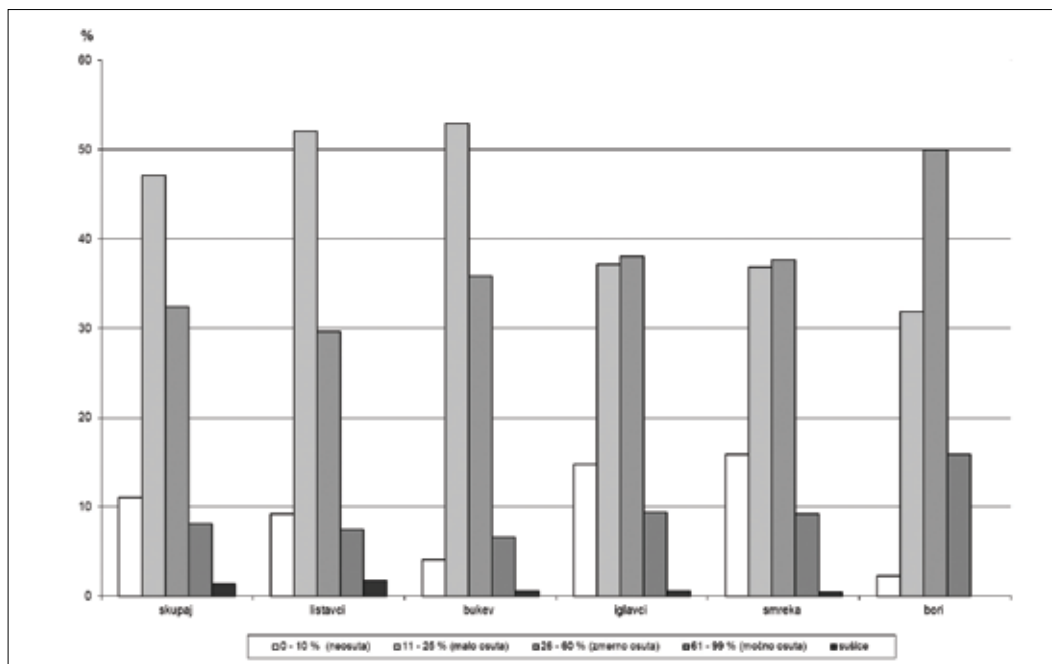
V letu 2010 je bilo več kot 25 % osutih 31 % dreves, leta 2022 že več kot 45 %, medtem ko se je v letu 2024 delež poškodovanih dreves zmanjšal na 42 %. Leta 2024 je bil delež poškodovanih dreves iglavcev še vedno velik (več kot 40 %). Tudi v letu 2024 so listavci ostali v primerjavi z iglavci manj poškodovani.

V letu 2024 je bilo največ dreves rahlo osutih (47,1 %), veliko je bilo tudi zmerno osutih (32,4 %) (Slika 8). Podobna razmerja rahlo in zmerno osutih dreves je bilo opaziti tudi pri listavcih in posebej analizirani bukvi. Pri iglavcih in posebej analizirani smreki je bil delež rahlo osutih dreves manjši (37,2 oz. 36,8 %), delež zmerno osutih pa večji (38,1 oz. 37,7 %). Največji delež zmerno osutih dreves je bil pri borih, in sicer 50 %. Sušic je bilo več pri listavcih (1,7 %) kot pri iglavcih (0,6 %). Primerjava med listavci in iglavci ni popolnoma neposredna, saj listavci listje vsako leto odvržejo v celoti, medtem ko iglavci obdržijo iglice več let. Zato pri iglavcih stopnja osutosti odraža dolgotrajnejše procese, pri listavcih pa v večji meri razmere v tekočem letu.



Slika 7: Delež poškodovanih dreves na ploskvah Ravni I za obdobje od leta 1991 do 2024 in linearni trendi za celotno obdobje 1991–2024 ter za podobdobja 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 za vse drevesne vrste (skupaj) ter za iglavce in listavce

Figure 7: Proportion of damaged trees in Level I plots for the period from 1991 to 2024 and linear trends for the entire period 1991–2024 and for the sub-periods 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 for all tree species (combined) and for conifers and deciduous trees



Slika 8: Delež dreves v posameznem razredu osutosti v letu 2024

Figure 8: Proportion of trees in each defoliation class in 2024

3 RAZPRAVA

3 DISCUSSION

Spremljanje osutosti omogoča vpogled v vitalnost in odpornost dreves, saj je prisotnost fotosintetsko aktivnih listov in iglic ključna za rast drevesa in vitalnost gozdov (Pintar in Skudnik, 2024). V zadnjem desetletju sta bili v slovenskih gozdovih zabeleženi dve večji povečanju osutosti. Prva se je zgodila po velikopovršinskem žledolomu v letu 2014 (Marinšek in sod., 2015), druga pa po letu 2020, na kar je v veliki meri vplivala poletna suša v letu 2022 (Šercer, 2024). Do leta 2020 je stanje kazalo na nadaljevanje oz. stagnacijo počasne obnove krošenj dreves tako pri iglavcih kot pri listavcih. Pri iglavcih je bilo stanje nejasno zaradi gradacij podlubnikov, ki so se pojavile kot posledica podrtega in poškodovanega drevja v gozdovih. Tudi pri listavcih je bilo stanje nestabilno, saj se je ustavila začetna moč obnove krošenj z adventivnimi poganjki. Dolgoročne posledice žledoloma iz leta 2014 na sestojih bukke sta na podlagi podatkov ploskev Ravni I predstavila tudi Ogris in Skudnik (2021).

V obdobju od 2014 do 2024 smo zaznali pospešeno povečevanje povprečne osutosti v primerjavi z obdobjem od 2000 do 2013 iz 0,25 % na leto na 0,35 % na leto. Poslabšanje bi lahko pripisali vplivom podnebnih sprememb, gradacijam podlubnikov pa tudi vplivu sekundarnih poškodb po žledu leta 2014 in poletni suši v letu 2022, kar je povzročilo poslabšanje predvsem pri listavcih. Vpliv poletne suše v letu 2022 na povečanje osutosti je bilo zaznati tudi na ploskvah Ravni II (Pintar in Skudnik, 2024). Kot primer Rukh in sod. (2023) ugotavljajo, da večja in pogostejša izpostavljenost bukovih dreves suši skupaj s sinergijskimi dejavniki povzroči slabše okrevanje dreves in posledično njihovo odmiranje. Izboljšanje stanja pri listavcih med letoma 2022 in 2024 bi lahko pripisali večji količini padavin v poletju 2023 (Šercer, 2024) in ne izrazito sušnemu letu 2024. Povprečna osutost (30,8 %) ostaja velika glede na povprečje evropskih držav (v katerih so ocenjevali osutost) prejšnjega leta (24,0 %) (Michel in sod., 2024).

Višje povprečje od mediane (za več kot 5 %) nakazuje, da so drevesa bukke in smreke, naši najpogostejši drevesni vrsti (Pintar in sod., 2024), na nekaterih lokacijah oz. mikrolokacijah precej bolj osuta kot na drugih. Bukve je bolj osuta na ploskvah v južni in jugovzhodni Sloveniji, kar sta predstavila tudi Ogris in Skudnik (2021). To pripisujeta talnim tipom na karbonatnih podlagah ter plitvim tlem z nizko zadrževalno sposobnostjo vode, na katerih drevesa hitreje prizadene sušni stres (Vilhar in Simončič, 2012), letnemu razporedu padavin, pojavu sušnih obdobj in daljinskem transportu onesnaženega zraka z zahodnimi vetrovi iz Padske nižine (Skudnik in sod., 2016; Žlindra in sod., 2015). V letu 2024 je bila povprečna osutost bukke po analiziranih višinskih pasovih primerljiva, kar pripisujemo namnožitvi bukovega rilčkarja skakača (Groznič in sod., 2024; Ogris, 2024), kar v veliki meri tudi pojasnjuje visoko raven osutosti. Veliko osutost bukke na ploskvi Ravni II Fondek v Trnovskem gozdu v jugozahodnem delu Slovenije sta predstavila tudi Pintar in Skudnik (2024). Ogris (2023) na podlagi trendov popisa poškodovanosti gozdov ugotavlja, da bodo do konca 21. stoletja bolezni najverjetneje povzročile veliko poškodovanost bukke, kar bo povzročilo povečanje varstveno-sanacijske oziroma sanitarne sečnje bukke (Ogris, 2024). V zadnjih dvajsetih letih se je povečanje osutosti bukke tako kot v Sloveniji (Ogris in Skudnik, 2021) zgodilo tudi na ravni Evrope (4,7 %) (Michel in sod., 2024). Večina ploskev z nizko stopnjo osutosti bukke je v vzhodni Evropi, ploskev z večjo pa na zahodu, v Franciji, Nemčiji (Michel in sod., 2024) in Sloveniji.

Smreka je precej bolj osuta na ploskvah z nižjo nadmorsko višino, kjer je bila v preteklosti posajena zunaj svojega areala in jo v zadnjem obdobju zelo načenjajo posledice podnebnih sprememb in ujme (Kutnar in sod., 2021). Dvajsetletno povečanje osutosti smreke za 5,8 %, na skupno 23,3 % v letu 2023 je v zadnjih dvajsetih letih mogoče zaznati tudi na ravni celotne Evrope (Michel in sod., 2024), pri čemer je smreka bolj osuta v osrednji Evropi in precej manj v Skandinaviji in na Balkanu. Je pa v Sloveniji, ki je v Srednji Evropi in meji na Balkan, osutost smreke precej večja

(povprečje 31,2 in mediana 25,0 % v letu 2024).

Podobno kot na ploskvah Ravni I je bilo slabo stanje črnega bora ugotovljeno na ploskvi Ravni II Gropajski bori pri Sežani (Pintar in Skudnik, 2024). Črni bor so na Krasu sadili konec 18. stoletja in v začetku 19. (Žgajnar, 1973). Zdaj so sestoji črnega bora v fazi staranja in propadanja, kar se kaže v večji osutosti drevesnih krošenj. Pričakujemo, da bodo na Krasu v prihodnosti stare sestoje črnega bora nadomestili avtohtoni listavci (Pintar in sod., 2024).

Od leta 2007 se je povprečna osutost jelke (Kovač in Hladnik, 2009) zmanjšala za približno 3 %, od leta 1995 pa za več kot 10 %. Jelka je bila v začetku tretjega tisočletja med bolj poškodovanimi drevesnimi vrstami z velikim deležem dreves z več kot 25-odstotno osutostjo predvsem zaradi občutljivosti za onesnažen zrak in propadanja zaradi lokalno onesnaženega zraka v 80. letih 20. stoletja (Kovač in Hladnik, 2009). Od leta 2007 se je delež zmanjšal z 48 na 30 %. Pozitivno je, da v letu 2024 nismo zaznali nobene jelke z več kot 75-odstotno osutostjo. To dejstvo je spodbudno, saj jelke s krošnjo, osuto za več kot 75 %, ne glede na starost ali debelino, ne priraščajo več (Hladnik in Kovač, 2009). Na podlagi tega lahko sklepamo, da v Sloveniji visoka stopnja osutosti jelke, kakršna je bila značilna v drugi polovici 20. stoletja, ni več problematična. Pri jelki v Dinarski ekološki regiji je težava predvsem pomanjkanje te vrste v lesni zalogi podmerskega drevja (višjega od 1,3 m in tanjšega od 10 cm) (Pintar in sod., 2024), kar napoveduje zmanjšanje lesne zaloge jelke v omenjeni ekološki regiji v prihodnosti. Delež jelke v lesni zalogi merskih dreves (debelejša od 10 cm) v Dinarski ekološki regiji znaša 19 %, v podmerskem drevju pa zgolj 2 %. Stanje v Pohorski ekološki regiji je boljše, saj je jelke veliko tudi v lesni zalogi podmerskega drevja (19 % lesna zaloga merskih dreves in 13 % lesna zaloga podmerskih dreves) (Pintar in sod., 2024).

Več kot 30-letno vsakoletno spremljanje osutosti dreves na ploskvah Ravni I v okviru programa ICP Forests omogoča dragocen vpogled v spremljanje vitalnosti drevesnih vrst, kar je še posebno aktualno v času podnebnih sprememb, ko so ekstremni vremenski dogodki vse pogostejši. Kot primer

lahko predstavimo tudi vseevropsko študijo (Rukh, 2024), v kateri so analizirali 414 ICP Forests bukovih ploskev Ravni I (tudi slovenske) in uporabili podatke meritev na istih ploskvah (dolge časovne vrste na istih lokacijah) za obdobje 1995 in 2022 ter ugotovili, da podnebne razmere v precejšnji meri vplivajo na osutost. Podatki stanja osutosti so pomembni za zaščito gozdnih ekosistemov in ohranjanje biotske raznovrstnosti ter ekosistemskih storitev gozdov (Pintar in Skudnik, 2024), kar je še posebno pomembno v času podnebnih sprememb, katerim so podvrženi gozdovi zmernega pasu (Kutnar in sod., 2021). Čeprav se osutost pogosto pojavlja kot pozen simptom zmanjšane vitalnosti dreves, je zanesljiv pokazatelj kumulativnih učinkov stresnih dejavnikov in omogoča oceno odpornosti ter obnovitvene sposobnosti posameznih vrst. V tem kontekstu kazalnik osutosti presega vlogo simptomatskega znaka poškodb, saj omogoča časovno spremljanje in primerjavo odzivov dreves na ponavljajoče se ekstremne dogodke (npr. suše, žledolome, vetrolome) (Eickenscheidt in Wellbrock, 2014; Toigo in sod., 2020). V prihodnjih študijah bi bilo smiselno preveriti tudi vpliv starosti dreves oz. premera na osutost krošnje. Za natančnejše in predvsem še bolj usklajene analize osutosti dreves bi bilo v prihodnosti smiselno terensko ocenjevanje osutosti dopolniti tudi s produkti multispektralnih in hiperspektralnih kamer ter laserskih skenerjev, ki bi jih upravljali z brezpilotnim letalnikom.

4 ZAHVALA

4 ACKNOWLEDGEMENT

Prispevek je nastal v okviru naloge 1 javne gozdarske službe (JGS) (Usmerjanje in strokovno vodenje spremljanja stanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov) na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, ter v okviru raziskovalnega programa Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (P4-0107), ki ga financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije. Za delo pri terenskem zbiranju podatkov in pripravi podatkovne baze se zahvaljujemo vsem sodelavcem Gozdarskega inštituta Slovenije. Zahvaljujemo

se vsem predhodnim vodjem naloge JGS 1/1, še posebno zadnjemu – doc. dr. Mitji Skudniku.

5 VIRI

5 REFERENCES

- De Vries W., Vel E., Reinds G.J., Deelstra H., Klap J., Leeters E.E.J.M., Hendriks C.M.A., Kerkvoorden M., Landmann G., Herkendell J., Haussmann T., Erisman J.W. 2003. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. I. Objectives, set-up and evaluation strategy. *Forest Ecology Management*, 174: 77-95. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00029-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00029-4)
- Eichhorn J., Roskams P., Potočić N., Timmermann V., Ferretti M., Mues V., Szepesi A., Durrant D., Seletković I., Schröck H.-W., Nevalainen S., Bussotti E., Garcia P., Wulff S., 2020. Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. Version 2020-3. In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Eberswalde, Germany Thünen Institute of Forest Ecosystems: 49 str.
- Eickenscheidt N., Wellbrock N. 2014. Consistency of defoliation data of the national training courses for the forest condition survey in Germany from 1992 to 2012. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 1: 257-275
- Grah A., Kermavnar J., Krajnc N., Kutnar L., Levanič T., Ogris N., Pintar A.M., Rupel M., Skudnik M., Simončič P., Šercer S., Vilhar U., Žlindra D. 2024. Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2023: Vsebinsko poročilo o spremljanju stanja gozdov v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 124 str.
- FAO. 2022. *The State of the World's Forests 2022. Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies*. Rome: 141 str.
- Forest Europe. 2020. *State of Europe's Forests 2020*. Zvolen: 392 str.
- ICP Forests, 2025. A programme aiming at a comprehensive compilation of information on the condition of forests in Europe and beyond, <http://icp-forests.net/>, (12. 6. 2025)
- Kovač M., Hladnik D. 2009. Monitoring poškodovanosti jelke v obdobju 1987-2007. V: *Ohranitveno gospodarjenje z jelko: zbornik razširjenih povzetkov predavanj: XXVII. Gozdarski študijski dnevi*, Ljubljana, 2. in 3. april 2009. Diaci J. in sod. (ur.). Ljubljana: 46-49.
- Kovač M. 1996. Ten years of forest decline inventory in Slovenia : an overview. *Phyton*, 36, 3: 167-170.
- Kovač M., Skudnik M., Japelj A., Planinšek Š., Vochl S. 2014. I. Gozdna inventura. V: *Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov - priročnik za terensko snemanje*.

- (Studia forestalia Slovenica, 140). Kovač (ur.). Ljubljana, Založba Silva Slovenica: 7–113.
- Groznič E., De Groot M., Hauptman T. 2024. Namnožitve bukovega rilčkarja skakača v Sloveniji v letu 2024 - *Orchestes fagi* (Linnaeus, 1758). Novice iz varstva gozdov, 17: 1–2.
- Kutnar L., Kermavnar J., Pintar A.M. 2021. Climate change and disturbances will shape future temperate forests in the transition zone between Central and SE Europe. *Annals of Forest Research*, 64, 2: 67–86. <https://doi.org/10.15287/afr.2021.2111>
- Marinšek A., Celarc B., Grah A., Kokalj Ž., Nagel T. A., Ogris N., Oštrik K., Planinšek Š., Roženberger D., Veljanovski T., Vohl S., Železnik P., Kobler A. 2015. Žledolom in njegove posledice na razvoj gozdov – pregled dosedanjih znanj. *Gozdarski vestnik*, 73, 9: 392–405.
- Meining S., Wellbrock N., Knapp N., Bielefeldt J. (2024) European Photo International Cross-comparison Course 2023 (Photo-ICC 2023). Report, 21 str.
- Michel A., Haggenmüller K., Kirchner T., Prescher A.-K., Schwärzel K., Wohlgemuth L., editors (2024) Forest Condition in Europe: The 2024 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Eberswalde: Thünen Institute. 96 str. <https://doi.org/10.3220/ICPTR1732702585000>
- OECD (2020). „Forest resources (Edition 2017)“. OECD Environment Statistics (database) (7. 5. 2020)
- Ogris N., Skudnik M. 2021. V Sloveniji se povečuje osutost bukove krošnje. *Gozdarski vestnik*, 79, 5/6: 226–237.
- Ogris N. 2023. Bolezni, škodljivci in sušni stres pri navadni bukvi v različnih scenarijih podnebnih sprememb (V4-2026). Aktivnost 3.2: Vpliv bolezni in škodljivcev na hiranje bukve. (ur.) Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 26 str.
- Ogris N. 2024. Popis povzročiteljev poškodb drevja na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 82, 7/8: 303–307.
- Ogris N. 2025. Poročilo o popisu povzročiteljev poškodb drevja. V: Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2024: vsebinsko poročilo o spremljanju stanja gozdov v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009). Pintar, Žlindra, Höfferle (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 14–18.
- Pintar A. M., Ferreira A., Krajnc L., Kušar G., Skudnik M. 2024. Pestrost in pojavljanje domačih in tujerodnih drevesnih in grmovnih vrst na ploskvah Nacionalne gozdne inventure v Sloveniji. *Acta Silvae et Ligni*, 134: 11–26.
- Pintar A. M., Skudnik M. 2024. Osutost dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov v Sloveniji v zadnjih dveh desetletjih. *Gozdarski vestnik*, 82, 7/8: 308–318.
- Pravilnik o varstvu gozdov (Ur. l. RS št. 114/09, 31/16, 5/22 in 125/22 – popr.)
- R Core Team. 2025. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rukh S., Sanders T. G. M., Krüger I., Schad T., Bolte A. 2023. Distinct Responses of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) to Drought Intensity and Length—A Review of the Impacts of the 2003 and 2018–2019 Drought Events in Central Europe. *Forests*, 14, 2: 248. <https://doi.org/10.3390/f14020248>
- Rukh S., Krüger I., Potočić N., Timmermann V., Bolte A. 2024. Does climate drive the defoliation of European beech (*Fagus sylvatica* L.)? *Forest Ecology and Management*, 572: 122232. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122232>
- Simončič P., Rupel M., Žlindra D., Kutnar L., Marinšek A. 2024. Program Intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji (2004–2024). *Gozdarski vestnik*, 82, 6: 227–237.
- Skudnik M., Jeran Z., Batič F., Kastelec D. 2016. Spatial interpolation of N concentrations and $\delta^{15}N$ values in the moss *Hypnum cupressiforme* collected in the forests of Slovenia. *Ecological Indicators*, 61: 366–377. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.038>
- Skudnik M., Grah A., Pintar A. M., Planinšek Š. 2020. Digitalni zajem podatkov o stanju krošenj in poškodovanosti gozdov za namene poročanja ICP Forests. *Gozdarski vestnik*, 78, 4: 185–194.
- Skudnik M., Japelj A., Kovač M. 2011. Stanje osutosti dreves na ploskvah IMGE v letu 2009 in odvisnost osutosti od nekaterih izbranih kazalnikov. *Gozdarski vestnik*, 69, 5/6: 263–270.
- Šercer S. 2024. Vremenski vzorci: pogled na dvajsetletni intenziven monitoring gozdnih ekosistemov. *Gozdarski vestnik*, 82, 6: 253–258.
- Toigo M., Nicolas M., Jonard M., Croisé L., Nageleisen L.-M., Jactel H. 2020. Temporal trends in tree defoliation and response to multiple biotic and abiotic stresses. *Forest Ecology and Management*, 477: 118476. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118476>
- Vilhar U., Simončič P. 2012. Water status and drought stress in experimental gaps in managed and semi-natural silver fir-beech forests. *European Journal of Forest Research*, 131, 5: 1381–1397. <https://doi.org/10.1007/s10342-012-0605-x>
- Žlindra D., Levanič T., Rupel M., Skudnik M. 2015. Degradation of *Fagus sylvatica* on Trnovo plateau in southwest Slovenia. V: Long-term trends and effects of air pollution on forest ecosystems, their services, and sustainability, 4th ICP Forests Scientific Conference, May 2015, Ljubljana, Slovenia. Seidling W. (ed.). Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, The Silva Slovenica Publishing Centre: 49 str.
- Žgajnar A. 1973. Širjenje črnega bora (*Pinus nigra* var *austriaca* ARNOLD) na Krasu. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 11, 2: 199–234.

Gradnova belogabrovja na karbonatnih in mešanih kamninah

Andrej ROZMAN¹, Aleš POLJANEC², Valerija BABIJ², Matija KLOPČIČ¹, Igor DAKSKOBLER³, Lado KUTNAR⁴, Andrej BONČINA¹

Izvirni znanstveni članek



1 SPLOŠEN OPIS

Gozdovi gradna in belega gabra na karbonatnih kamninah (GRT 541 – Predinarsko-dinarsko gradnovo belogabrovje, 542 – Predalpsko gradnovo belogabrovje, 543 – Predpanonsko gradnovo belogabrovje, 544 – Primorsko belogabrovje in gradnovje) so v Sloveniji razširjeni v vseh fitogeografskih območjih in predstavljajo klimatogene združbe nižinskega in gričevnatega sveta. V ohranjenih sestojih prevladuje dvoslojna drevesna plast: v zgornjem sloju dominira graden, redkeje tudi dob, medtem ko v spodnjem prevladuje beli gaber. Primešane so številne drevesne vrste, najpogostejše smreka (pogosto umetno pospeševana), pa tudi maklen, češnja, veliki jesen in lipovec. Omenjeni gozdovi sodijo med vrstno najbogatejše gozdne združbe v Sloveniji.

Geološka podlaga je raznolika. V predinarskem in dinarskem območju prevladujejo zakrasi apnenci, redkeje dolomit. V predalpskem in alpskem območju so značilni karbonatni prod, mešani rečni nanosi ter ponekod konglomerat. V predpanonskem območju geološko podlago gričevij sestavljajo miocenski in pliocenski sedimenti, večinoma silikatnega izvora, medtem ko se v submediteranskem območju pojavljajo apnenec, fliš in različni rečni nanosi. V nižinskih ravninskih predelih, na obrečnih terasah in v dolinah matično podlago večinoma gradijo klastične usedline mlajše terciarne in predvsem kvartarne dobe, kot so glina, ilovice, laporovci, prodniki, peščenjaki in konglomerati. Na karbonatni matični podlagi se prepletajo različni talni tipi: od obrečnih tal na rečnih terasah prek plitvih rendzin in globokih

rjavih pokarbonatnih tal do izpranih rjavih tal z znaki psevdooglejevanja. Na silikatnih sedimentih prevladujejo rjava tla, distrična rjava tla in psevdoglej, v submediteranskem delu pa se pojavljajo tudi evtrična rjava tla in kraška jerovica (Čušin, 2002; Marinček, 2001; Marinček in sod., 1979; Marinček in Zupančič, 1984; Poldini, 1985).

Takšni gozdovi se navadno pojavljajo na ravnih in položnih terenih, tudi nekoliko bolj strmih pobočjih v gričevju, na vseh nebesnih legah. Podnebje je zmerno vlažno celinsko, na jugozahodni strani alpsko-dinarske pregrade pa so proti jugu vse bolj opazni vplivi submediteranskega podnebja.

V preteklosti je bilo veliko gozdov belega gabra izkrčenih za kmetijsko rabo. Na takih območjih so se ohranili predvsem na edafsko posebnih mestih, ki so manj primerni za kmetijstvo, kot so strme ježe med rečnimi terasami, obrečni prostor (npr. ob rekah Nadiža, Soča, Bača, Idrijca, Sava, Sora, Tržiška Bistrica, Peračica, Kokra) ali kot različno široki pasovi med kmetijskimi površinami in višje ležečimi bukovimi gozdovi. Večinoma gre za manjše, razdrobljene sestoje, ki so ponekod še vedno podvrženi gozdni paši in pogosto ekstenzivnemu izkoriščanju. Glede na preteklo rabo in sedanji način gospodarjenja najdemo različne oblike sestojev – od ohranjenih sestojev do panjevcev ali vejnikov belega gabra slabe kakovosti, ponekod s pravim kostanjem ali v zadnjih desetletjih z robinijo, ki sta pogosto namenjena za pridobivanje vinogradniškega kolja (Marinček in Čarni, 2003). V preteklosti je bilo tudi veliko sestojev izkrčenih za pašnike, v nekaterih

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

² Zavod za gozdove Slovenije. Večna pot 2, 1001 Ljubljana, Slovenija,

³ Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Regijska raziskovalna enota Tolmin. Brunov drevored 13, 5220 Tolmin,

⁴ Gozdarski inštitut Slovenije. Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

sestojih pa so pogosto stelarili, kar je, predvsem v predpanonskem svetu, vodilo v degradacijo v drugotne stadije z rdečim borom, v katerih so pridobivali smolo (Marinček in Zupančič, 1984). Opuščen pašniki se ponekod zaraščajo z brezo in trepetliko (*Pteridio-Betuletum*), drugod tudi s cerom, na vlažnih nanosih pa s črno jelšo (Šilc in sod., 2008). V zadnjih dvajsetih letih je opazen tudi obraten proces – krčitve gozdov, predvsem različnih sukcesijskih stadijev, za ponovno vzpostavljanje kmetijskih površin in druge rabe (npr. širitve industrijskih con, gradnja stanovanjskih sosesk).

2 METODE DELA

Prispevek je dopolnjena različica opisanih gozdnih rastiščnih tipov (GRT) iz monografije Bončina idr. (2021). Metode dela so podrobno opisane v omenjeni monografiji in preglednem članku Rozmana idr. (2025), zato jih v tem prispevku ne navajamo ponovno. Za floristične analize smo uporabili 285 objavljenih fitocenoloških popisov, od tega 36 v GRT 541, 82 v GRT 542, 9 v GRT 543 in 41 v GRT 544. Pregled rastiščnih, sestojnih in upravljaljskih značilnosti temelji na podatkih o gozdnih odsekih in stalnih vzorčnih ploskvah (ZGS, 2018). V analizo smo vključili odseke, v katerih so GRT 541, 542, 543 in 544 zavzemali vsaj 50 % površine; v analizo je bilo tako vključenih 4305 stalnih vzorčnih ploskev.

3 SINTAKSONOMSKA OZNAKA

GRT 541 – Predinarsko-dinarsko gradново belogabrovje

- *Abio albae-Carpinetum betuli* Marinček 1994 – združba belega gabra in jelke
- *Epimedio alpini-Carpinetum betuli* (Horvat 1938) Borhidi 1963 – združba belega gabra in vimčka
- *Asperulo odoratae-Carpinetum betuli* M. Wraber 1969 – združba belega gabra in dišeče lakote

GRT 542 – Predalpsko gradново belogabrovje

- *Helleboro nigri-Carpinetum betuli* Marinček in Wallnöfer et al. 1993 – združba belega gabra in črnega teloha

- *Carici albae-Carpinetum betuli* Čušin 2002 – združba belega gabra in belega šaša
- *Carici albae-Tilietum cordatae* Müller et Görs 1958 var. geogr. *Anemone trifolia* Dakskobler 2007 nom. prov. – združba lipovca in belega šaša

GRT 543 – Predpanonsko gradново belogabrovje

- *Pruno padi-Carpinetum betuli* (Marinček & Zupančič 1984) Marinček 1994 – združba belega gabra in čremse

GRT 544 – Primorsko belogabrovje in gradnovje

- *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli* Marinček, Poldini et Zupančič in Marinček 1994 – združba belega gabra in pirenejskega ptičjega mleka
- *Asaro-Carpinetum betuli* Lausi 1964 – združba belega gabra in navadnega kopitnika
- *Carici umbrosae-Quercetum petraeae* Poldini 1982 – združba gradna in senčnega šaša

V preddinarskem in dinarskem fitogeografskem območju prevladujejo rastišča asociacije *Abio albae-Carpinetum betuli*, ki jo je Marinček (2001) razdelil na dve geografski varianti: var. geogr. *typica* na zahodnem delu območja razširjenosti in var. geogr. *Epimedium alpinum* v njenem osrednjem in vzhodnem delu. Sestoji slednje geografske variante so nekoliko podobni sestojem asociacije *Epimedio alpini-Carpinetum betuli*, ki so razširjeni v subpanonskem delu Slovenije (Marinček, 2001), morda tudi v Beli krajini, še precej bolj pa na sosednjem Hrvaškem (Jelinčič in sod., 2024; Vukelić in sod., 2015).

Sestoji asociacije *Asperulo odoratae-Carpinetum betuli* so dolgotrajen stadij v drugotni sukcesiji podgorskih bukovih gozdov, ki so bili v preteklosti podvrženi izsekavanju ali so bili izkrčeni za kmetijske površine. V Posočju v to asociacijo deloma uvrščamo tudi drugotne sestoje belega gabra, lipovca in črnega gabra, na rastiščih asociacij *Ostryo-Fagetum* in deloma *Ornithogalo-Fagetum*, ki so nastali po uničenju gozdov na frontni liniji prve svetovne vojne.

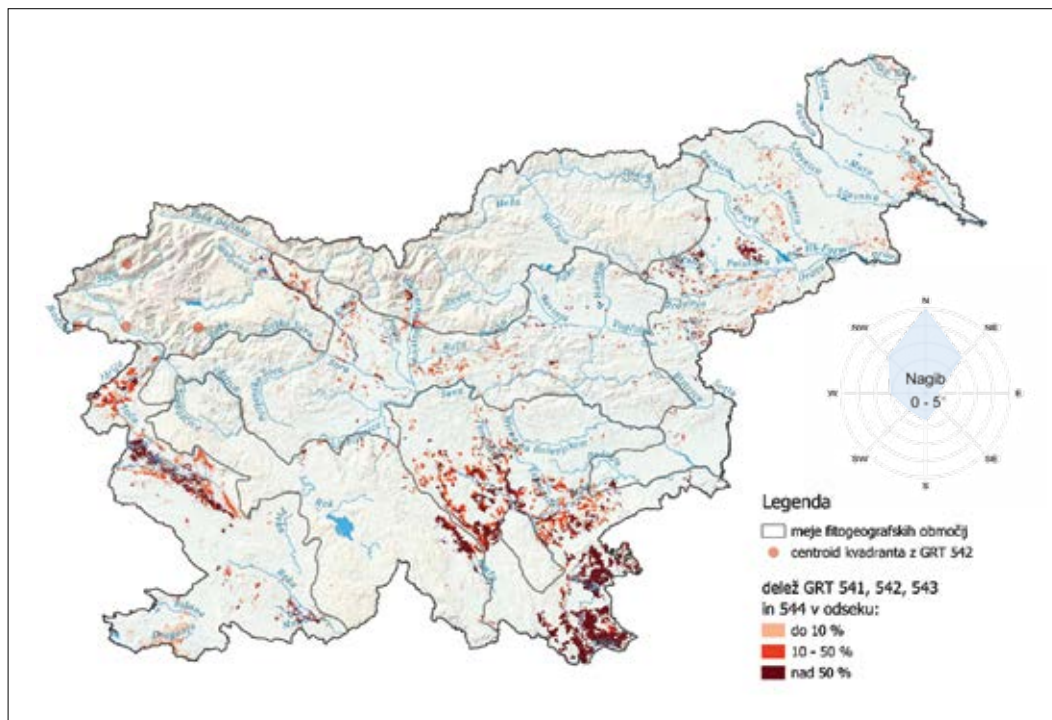
V predalpskem fitogeografskem območju omenjene sestoje večinoma uvrščamo v asociacijo *Helleboro nigri-Carpinetum betuli* (Marinček in sod., 1979), pionirske sestoje na obrečnih terasah

v Posočju pa v asociacijo *Carici albae-Carpinetum betuli* (Čušin, 2002; Dakskobler, 2010; Dakskobler in Pavlin, 2020). Sestoji asociacije *Carici albae-Tilietum cordatae* so po ekologiji in rastiščih precej podobni sestojem prej opisane asociacije, večinoma uspevajo na terasah ob nekaterih rekah v alpskem in predalpskem območju (ob Koritnici, Soči, Nadiži, Bači, Idrijci, Žirovnici, Kokri, Savi) (Dakskobler, 2007).

V gričevjih predpanonskega fitogeografskega območja med gradnovimi belogabrovji prevladujejo sestoji asociacije *Pruno padi-Carpinetum betuli* (Čarni in sod., 2008; Marinček in Zupančič, 1984). Sestoji asociacij *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli*, *Asaro-Carpinetum betuli* in *Carici umbrosae-Quercetum petraeae* pa so razširjeni v submediteranskem delu Slovenije (Dakskobler, 1987, 2016, 2023, 2025; Dakskobler in Poldini, 2021; Dakskobler in Sadar, 2018; Marinček in sod., 1983; Poldini, 1985).

4 RAZŠIRJENOST

Gradnova belogabrovja na karbonatnih in mešanih kamninah obsegajo 54.080 ha, kar je 4,60 % gozdne površine Slovenije (ZGS, 2018). Najbolj so razširjeni v ravnskem in gričevnatem svetu preddinarskega in dinarskega območja, nekoliko manj v submediteranskem območju, še manj pa v predalpskem in predpanonskem fitogeografskem območju (slika 1). Največje sklenjene površine poznamo v Beli krajini, na ribniškem območju, v Suhi krajini, v Vipavski dolini in ponekod na Dravskem polju med Slovensko Bistrico in Ptujem. V drugih območjih se ti sestoji pojavljajo razdrobljeno med kmetijskimi površinami in okoliškimi bukovimi sestoji ter so pogosto netipično razviti. Imajo raznoliko vrstno sestavo, ki kaže na stadije v drugotni sukcesiji (Bončina in sod., 2021; Marinček, 2001; Marinček in sod., 2006; Marinček in Čarni, 2003).

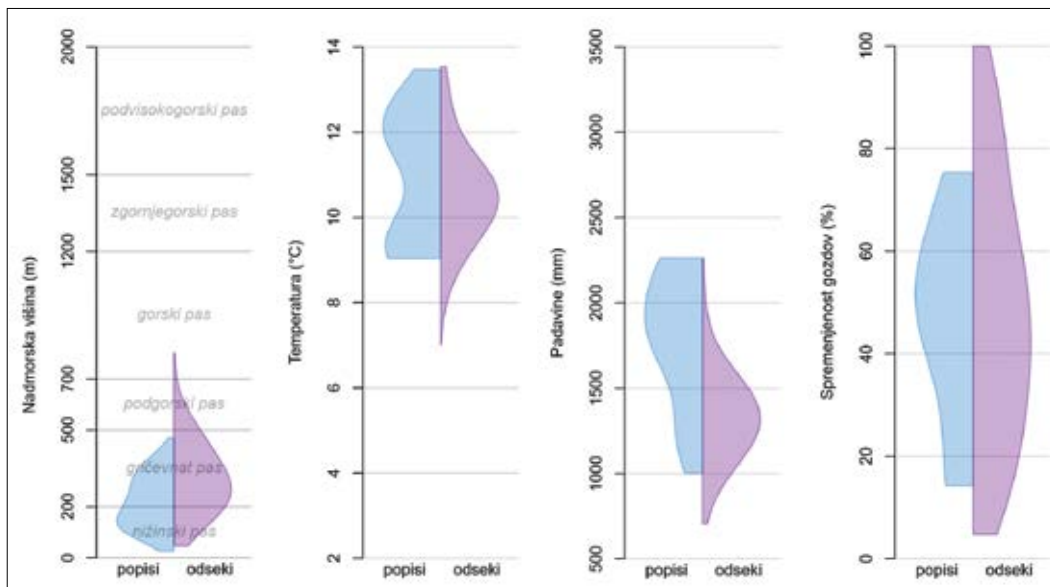


Slika 1: Razširjenost GRT 541, 542, 543 in 544 – Gradnova belogabrovja na karbonatnih in mešanih kamninah v Sloveniji. Roža nebesnih leg prikazuje prevladujoče lege in nagibe terena

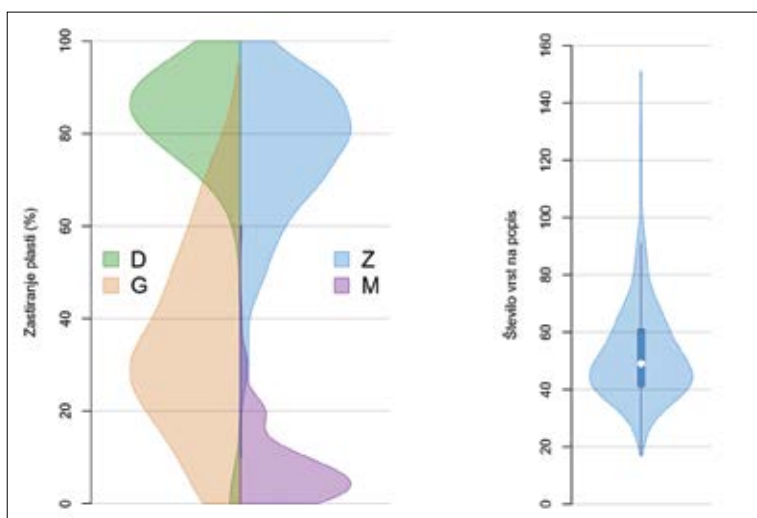
5 EKOLOŠKE ZNAČILNOSTI

Gozdovi gradnovih belogabrovij na karbonatnih in mešanih kamninah se pojavljajo na blagih nagibih v nižinskem in v gričevnatem pasu, najpogosteje v višinskem razponu od 100 do 400 m n. v.. Na

prisojnih legah se lahko povzpnejo tudi višje, kjer prehajajo v podgorske bukove gozdove (sliki 1 in 2). Predvsem v submediteranskem delu Slovenije so nagibi lahko tudi nekoliko večji, običajno pa ne presegajo 15°. Prevladujejo območja s povprečno



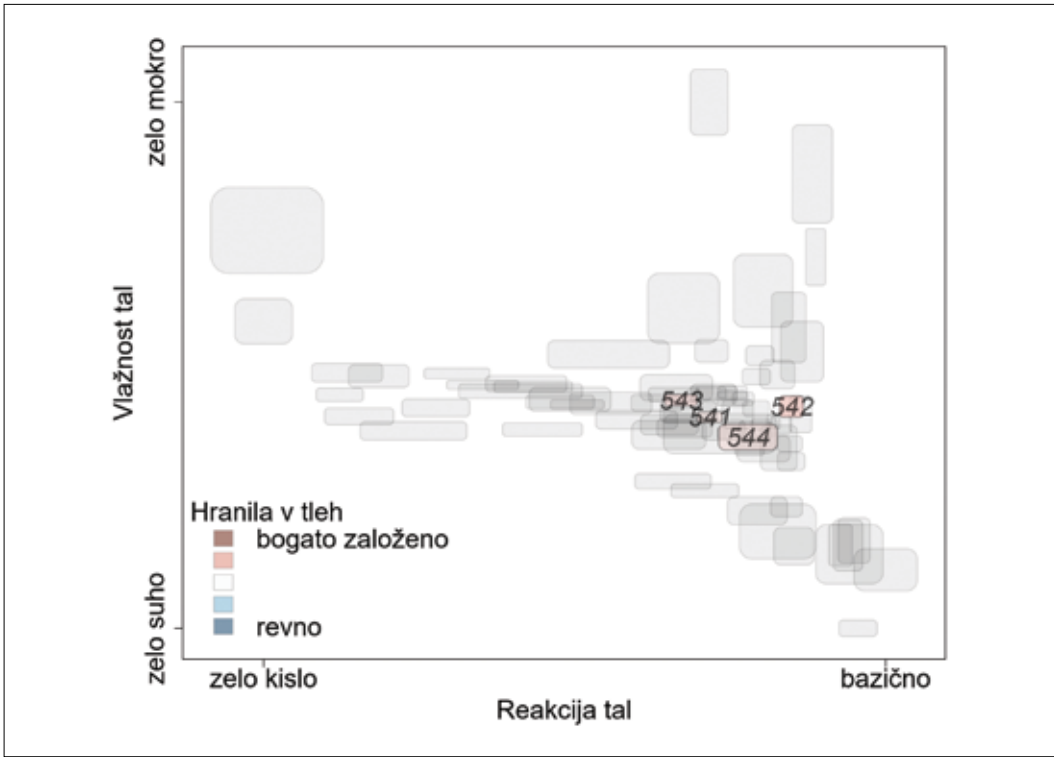
Slika 2: Ekološke razmere v GRT. Podatki so povzeti iz fitocenoloških popisov (modra) in iz karte razširjenosti GRT v odsekih (vijolična)



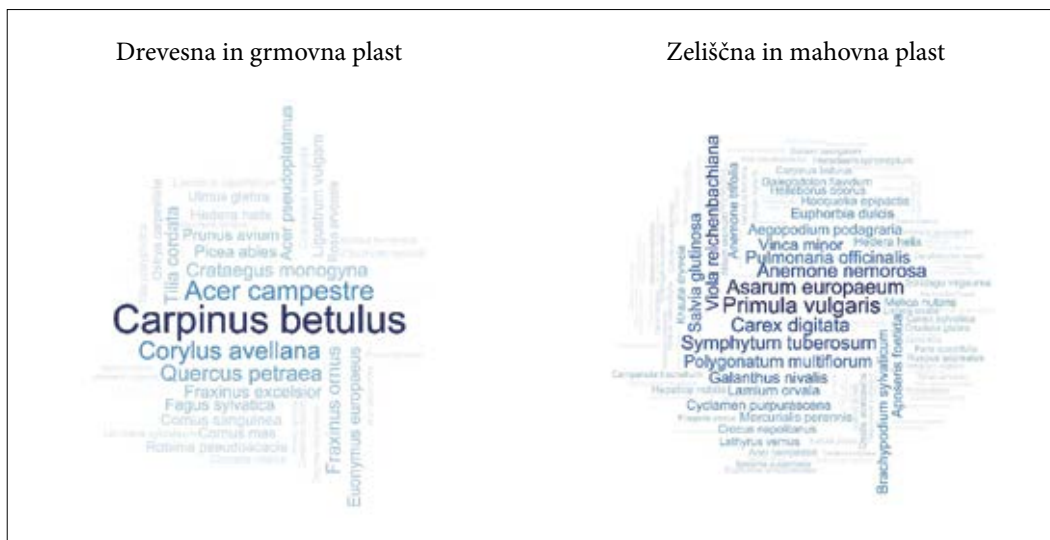
Slika 3: Sestojne razmere na popisanih vegetacijskih ploskvah in njihova vrstna pestrost (D: drevesna plast; G: grmovna plast; Z: zeliščna plast; M: mahovna plast)

letno temperaturo od 9 do 12 °C in skupno letno količino padavin večinoma od 1000 do 1600 mm (v Posočju precej več), ob padavinskem maksimumu v zgodnjem poletju (slika 2) (ARSO, 2024; Marinček, 2001). Spremenjenost drevesne sestave gozdnih sestojev je različna, in sicer od sestojev z ohranjeno sestavo do povsem spremenjenih sestojev. Pogosto sta zmanjšana predvsem deleža belega gabra in gradna, povečan pa je delež smreke, ki je v naravni drevesni sestavi redka (slika 2). Drevesna plast zastira od 75 do 100 % površine, grmovna večinoma od 10 do 60 %. Zeliščna plast je največkrat obilna in večinoma zastira več kot 50 % površine gozdnih tal, najpogostejše od 70 do 90 %, mahovna plast zastira znatno manj, najpogostejše od 5 do 20 % površine (slika 3). Na ploskvah fitocenoloških popisov je v povprečju prisotnih od 35 do 60 vrst, neredko tudi do 100 in več vrst, kar fitocenoze teh gozdnih tipov uvršča med vrstno bogatejše (slika 3).

Gozdovi gradnovih belogabrovij na karbo-
natnih in mešanih kamninah se na gradientu
vlažnosti uvrščajo v sredino med vsemi gozdni-
mi rastišči v Sloveniji, zanje so značilna sveža tla.
Na gradientu kislosti tal sodijo med šibko kislila
do rahlo bazična rastišča, ker so njihova tla nad-
povprečno založena z bazičnimi kationi. Najbolj
kislila rastišča se pojavljajo v predpanonskem svetu
(GRT 543), najmanj kislila pa v predalpskem fito-
geografskem območju (GRT 542), kjer jih lahko
uvrstimo med z bazami najboljše založena gozdna
rastišča v Sloveniji. Glede vsebnosti hranil in
dušikovih spojin v tleh so to razmeroma dobro
založena gozdna rastišča (slika 4).



Slika 4: Ekogram vseh GRT v Sloveniji s poudarjenimi položaji GRT 541, 542, 543 in 544



Slika 5: Oblak besed za vrste v drevesni in grmovni plasti (levo) ter za vrste zeliščne in mahovne plasti (desno) v GRT 541, 542, 543 in 544 prikazuje vrste z največjo stalnostjo na fitocenoloških popisih. Velikost in odtenek pisave odražata pogostnost pojavljanja posameznih vrst.

6 FLORISTIČNA SESTAVA

V popisih je bilo skupno zabeleženih 536 rastlinskih vrst, od tega 483 vrst višjih rastlin ter 53 vrst mahov in jetrenjakov. V drevesni plasti je evidentiranih 61 vrst, v grmovni 86 in v zeliščni 447 vrst.

V drevesni plasti prevladuje beli gaber (*Carpinus betulus*), vrstna sestava pa se nekoliko razlikuje glede na fitogeografsko območje. V preddinarsko-dinarskem območju (GRT 541) so pogoste vrste drevesne plasti še smreka (*Picea abies*), graden (*Quercus petraea*) in maklen (*Acer campestre*), v predalpskem območju (GRT 542) se smreki in maklenu pogosto pridružujejo veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), lipovec (*Tilia cordata*) in bukev (*Fagus sylvatica*). V predpanonskem območju (GRT 543) se ob belem gabru, gradnu in maklenu pogosto pojavljata lipa (*Tilia platyphyllos*) in češnja (*Prunus avium*), medtem ko so v submediteranskem delu Slovenije (GRT 544) značilne vrste drevesne plasti tudi mali jesen (*Fraxinus ornus*), robinija (*Robinia pseudoacacia*) in črni gaber (*Ostrya carpinifolia*).

V gozdovih z ohranjeno vrstno sestavo je drevesna plast pogosto dvoslojna: v spodnji prevladujeta beli gaber in maklen, v zgornji pa graden ter ponekod smreka, ki je tam in v slabše ohranjenih sestojih največkrat po višini dominantna. V grmovni plasti so pogoste vrste leska (*Corylus avellana*), enovrati glog (*Crataegus monogyna*), navadna trdleska (*Euonymus europaea*), rdeči in rumeni dren (*Cornus sanguinea*, *C. mas*) idr.

V zeliščni plasti po stalnosti prevladujejo trobentica (*Primula vulgaris*), navadni kopitnik (*Asarum europaeum*), podlesna vetrnica (*Anemone nemorosa*), prstasti šaš (*Carex digitata*), gomoljasti gabez (*Symphytum tuberosum*), navadni pljučnik (*Pulmonaria officinalis*), mnogocvetni salomonov pečat (*Polygonatum multiflorum*), pomladni mali zvonček (*Galanthus nivalis*), mali zimzelen (*Vinca minor*), gozdna vijolica (*Viola reichenbachiana*), lepljiva kadulja (*Salvia glutinosa*) idr. (slika 5) (Marinček, 2001; Marinček in Čarni, 2000, 2003).

7 SESTOJNE IN RASTNE ZNAČILNOSTI TER PRODUKCIJSKI POTENCIAL

Preglednica 1: Značilnosti gozdnih sestojev gradnovih belogabrovij na karbonatnih in mešanih kamninah

GRT	541	542
Zgradba	Enomerni, raznomerni in dvoslojni sestoji (indeks raznomernosti (IR = 0,417))	Raznovrstne zgradbe, pretežno enomerni sestoji, pogosto panjevci, bujna grmovna plast (IR = 0,386)
Lesna zaloga ($m^3 ha^{-1}$)	261	292
Temeljnica ($m^2 ha^{-1}$)	24,2	28,1
Število dreves (ha^{-1})	552	544
Volumenski prirastek ($m^3 ha^{-1} leto^{-1}$)	8,2	7,3
Debelinska struktura (N/ha):	552	543
10-19/20-29/30-39/40-49/50 cm in več	313/141/57/28/13	273/142/70/37/21
Drevesna sestava (%)	smreka (23,0) graden (21,4) beli gaber (12,4) bukev (8,3) dob (5,3) cer (4,0) lipovec/lipa (4,0) kostanj (3,6) jelka (3,0) manj kot 3 %: rdeči bor, gorski javor, breza, robinija, zeleni bor, češnja, trepetlika, črna jelša, črni gaber, maklen, mali jesen, brek, drobnica	smreka (33,7) bukev (12,2) graden (7,6) rdeči bor (7,0) beli gaber (6,7) dob (6,7) veliki jesen (5,2) lipovec/lipa (4,8) gorski javor (4,0) manj kot 3 %: kostanj, jelka, črna jelša, topoli, češnja, cer, črni gaber, gorski brest, maklen, robinija, vrbe
Naravna drevesna sestava (%)	graden (45) beli gaber (25) veliki jesen (8) lipa/lipovec (6) dob, gorski javor (4) češnja (3) bukev, jelka (2) maklen (1)	graden (40) beli gaber (25) lipa/lipovec (11) bukev, gorski javor, veliki jesen (5) češnja (4) dob, smreka (2) ostrolist. javor (1)
Ohranjenost naravne drevesne sestave	zmerno spremenjena, ponekod panjevci belega gabra ali zasmrečeni sestoji ter pionirski gozdovi breze, trepetlike, cera, črne jelše (IN = 42)	zelo spremenjena drevesna sestava; sestoji ponekod drugotni (zasmrečeni) ali pionirski, povečan delež pionirskih vrst, zmanjšan delež gradna, ponekod ohranjeni manjši sestoji (IN = 20)
Rastiščni indeks SI (m)	graden (29) beli gaber (24)	smreka (32) graden (29) beli gaber (22)
Produksijska sposobnost rastišča ($m^3 ha^{-1} leto^{-1}$)	graden (6,9) beli gaber (6,5) skupaj (6,5)	smreka (11,1) graden (6,1) beli gaber (5,5) skupaj (6,6)

GRT	543	544
Zgradba	Enomerne, pogosto tudi dvoslojne zgradbe (IR = 0,373)	Prevladujejo enomerni sestoji, pogosti tudi panjevcji, ponekod dvoslojni sestoji (IR = 0,375)
Lesna zaloga ($m^3 ha^{-1}$)	315	189
Temeljnica ($m^2 ha^{-1}$)	29,0	22,1
Število dreves (ha^{-1})	502	653
Volumenski prirastek ($m^3 ha^{-1} leto^{-1}$)	8,0	7,9
Debelinska struktura (N/ha):	522	676
10-19/20-29/30-39/40-49/50 cm in več	236/144/83/41/18	459/143/40/17/8
Drevesna sestava (%)	bukev (18,2) rdeči bor (17,4) graden (17,2) smreka (11,7) beli gaber (7,0) dob (6,5) črna jelša (4,3) zeleni bor (3,5) manj kot 3 %: kostanj, robinija, cer, gorski javor, češnja, rdeči hrast, lipovec/lipa, breza, duglazija, veliki jesen, jelka, macesen, trepetlika, maklen, ostrolistni jesen	graden (26,3) robinija (10,5) zeleni bor (7,8) črna jelša (7,5) lipovec/lipa (6,2) kostanj (5,6) beli gaber (4,1) cer (3,8) črni gaber (3,0) manj kot 3 %: mali jesen, veliki jesen, smreka, češnja, bukev, črni bor, gorski javor, maklen, topoli, rdeči bor, jelka, trepetlika, rdeči hrast, oreh, macesen, poljski brest
Naravna drevesna sestava (%)	beli gaber (40) graden (30) češnja, dob, lipa/lipovec, veliki jesen (5) poljski brest, maklen (3) čremsa, gorski javor (2)	beli gaber (25) graden (20) lipa/lipovec (12) črni gaber, dob, veliki jesen (10) češnja, gorski brest, gorski javor, kostanj, maklen, mali jesen (2)
Ohranjenost naravne drevesne sestave	spremenjena drevesna sestava, naraščanje deleža robinije (IN = 25)	spremenjeni sestoji s tujerodnimi in pionirskimi vrstami (IN = 38)
Rastiščni indeks SI (m)	beli gaber (26)	graden (29) beli gaber (21)
Produksijska sposobnost rastišča ($m^3 ha^{-1} leto^{-1}$)	beli gaber (7,2)	graden (6,1) beli gaber (4,9) skupaj (6,6)

8 ZNAČILNOSTI UPRAVLJANJA IN PREJŠNJA RABA

Gospodarjenje v teh gozdovih je bilo zaradi razdrobljenosti zasebne posesti, manjšega zanimanja lastnikov in prepleta gozdnih površin s kmetijskimi in drugimi rabami občasno in neurejeno. V bližini naselij sta prevladovali »kmečko prebiranje« in panjevsko gospodarjenjem (Kutnar in Dakskobler, 2014). V teh gozdovih so pridobivali steljo in jih uporabljali tudi za pašo. Po opuščanju steljarjenja in pašništva so se razvili raznovrstni sukcesijski stadiji, v katerih so pogoste vrste breza, trepetlika, rdeči bor in lipovec. Ponekod so osnovali nasade smreke, zelenega bora ali rdečega hrasta (Kutnar in Pisek, 2012; Kutnar in sod., 2011), kar je dodatno počevalo raznovrstnost teh gozdov. Kot poučen in zanimiv primer gozdnogojitvenega ravnanja v teh gozdovih velja omeniti uspešno setev jelke, ki je npr. v Beli krajini in na Dolenjskem znatno prispevala k povečanju deleža te vrste, ki se sedaj marsikje tudi uspešno naravno pomlajuje. Sedaj prevladujejo mešani sestoji, pogosto tudi s precejšnjim deležem smreke, ponekod, zlasti v nižinskih in vinogradniških območjih, tudi robinije. Tipični dvoslojni sestoji z gradnom v zgornjem sloju in belim gabrom v spodnjem so redki. Opazen je velik razkorak med visokim rastiščnim potencialom in dejansko rastnostjo gozdnih sestojev.

Prevladujoč gozdnogojitveni sistem je skupinsko postopno gospodarjenje s proizvodno dobo prilagojeno ključnim drevesnim vrstam (okvirno: graden 140 let, bukev in plemeniti listavci 100 let, iglavci 90 let). Velikost površin za obnovo je od 0,5 do 2 ha, s čemer se oblikujejo malopovršinsko enomerne sestojne zgradbe s prevladujočimi listavci (okrog 80 %), predvsem graden (40 %) in beli gaber (20 %), ob manjšem deležu bukve, plemenitih listavcev ter do 20 % iglavcev (smreka, jelka, rdeči bor) (GGN GGO Kranj, 2023; GGN GGO Maribor, 2023; GGN GGO Novo mesto, 2023). Obnova gozdov večinoma poteka po naravni poti. Pri časovni odločitvi za pomlajevanje je treba upoštevati semenska leta gradna. V sestojih z močno grmovno plastjo je priporočljivo izvajati pripravo sestoja. Ponekod so potrebne spopolnitve naravnega mladja zlasti s sadnjo gradna, lipovca

in češnje. Pri sadnji je praviloma potrebna tudi zaščita sadik pred divjadjo. Pomembno je hitro zaključevanje obnove, praviloma z eno, izjemoma z dvema pomladitvenima sečnjama (GGN GGO Kranj, 2023; GGN GGO Maribor, 2023; GGN GGO Novo mesto, 2023). V teh gozdovih so velike možnosti za pospeševanja gradna in manjšinskih drevesnih vrst, predvsem iz skupine plemenitih listavcev. Pomlajevanje smreke je pogosto uspešno in obilno, vendar je zaradi tveganj priporočljivo, da je primešana samo posamično ali v manjših skupinah (GGN GGO Kranj, 2023). Priporočljivo je nadomeščanje smreke z jelko, ki se na takih rastiščih tudi uspešno pomlajuje. Z nego je mogoče ohranjati in pospeševati plodonosne drevesne vrste (npr. češnja, skorš, brek). Negovalni ukrepi vključujejo zgodnje obžetje z večkratnimi ponovitvami. V mlajših razvojnih fazah naj bodo redčenja zaradi pospeševanih drevesnih vrst, ki so praviloma bolj svetloлюбne, močnejše jakosti (okoli 25 % LZ). Redčenja je smiselno nadaljevati v debeljakih, a za manjši jakostjo (12–18 %). Premene naj se izvajajo zlasti v čistih sestojih belega gabra, rdečega bora ali smreke, kjer z oblikovanjem pomladitvenih jeder v okolici semenjakov gradna nastajajo razmere za njegovo naravno nasemenitev (GGN GGO Kranj, 2023; GGN GGO Novo mesto, 2023). V panjevcih robinje je, ob hkratnem postopnem preoblikovanju v mešane sestoje, mogoče glede na potrebe lastnikov po kolju in kurivu nadaljevati panjevsko gospodarjenje z robinijo (GGN GGO Maribor, 2023; GGN GGO Tolmin, 2023).

Zaradi tveganj, povezanih s sušo, boleznimi in podnebnimi spremembami, so gozdnogojitveni ukrepi usmerjeni v zagotavljanje pestrosti in odpornosti gozdnih sestojev. Pomembno je redno spremljanje zdravstvenega stanja in pravočasno izvajanje sanitarnih sečenj. Pri sečnji in spravilu posebej varujemo tla in zdrava drevesa. Posek izvajamo v sušnem obdobju ali pozimi, ko so tla zmrznjena. Invazivne tujerodne vrste rastlin odstranjujemo z nego v zgodnjih fazah širjenja vsaj dvakrat na leto. V ogroženih sestojih smreke in bora se proizvodna doba lahko skrajša na 60–80 let. Prilagoditveni potencial teh gozdov na pričakovane podnebne spremembe je zaradi velikega števila drevesnih vrst in njihovih prilagoditvenih

sposobnostih velik. Vse manjše zanimanje lastnikov za aktivno gospodarjenje (načrtna obnovo in nego gozdov) povečuje tveganja pri gospodarjenju. Poseben problem predstavljajo večje zahteve po krčitvi in fragmentaciji gozdov.

Gradnovo belogabrovje na karbonatnih in mešanih kamninah sodi v habitatni tip HT_91L0 Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi, ki je zaradi človekovega vpliva med bolj ogroženimi v Sloveniji (Kutnar in Dakskobler, 2014). Za ohranjanje biodiverzitete je treba ohraniti plodonosne (češnja, skorš, brek, čremsa) in manjšinske drevesne vrste v sestoji ter puščati habitatna drevesa. Priporočljivo je oblikovati stopničast gozdni rob (stabilnosti, bio-

diverziteta, varovalni učinki). Posebno pozornost je treba nameniti ohranjanju večjih, še sklenjenih gozdnih kompleksov in preprečevanju fragmentacije. Manjše gozdne zaplate je treba ohraniti zaradi njihove krajinske in socialne vrednosti.

Nevarnosti: krčitve gozda za kmetijske ali urbane površine, fragmentacija gozdnih površin, vdor in razširjanje invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst (npr. navadna barvilnica, žlezava nedotika, ameriška čremsa, visoki pajesen, pavlovnija, robinija, japonsko kosteničevje), bolezni in škodljivci (npr. hrastova pepelovka, hrastova čipkarka, podlubniki, jesenov ožig), suša, divja odlagališča odpadkov, divjad (Bončina in sod., 2021).

9 NARAVOVARSTVENI POMEN

Preglednica 2: Naravne vrednote gradnovih belogabrovij na karbonatnih in mešanih kamninah

<i>Območja Natura 2000</i>	HT 91L0 Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi; Kolpa, Petrišina jama, Veliko bukovje, Lahinja, Dobljučica, Kočevsko, Gradac, Metlika, Gorjanci – Radoha, Rinža, Ribniška dolina, Kompoljska jama – Potiskavec, Škocjan, Radensko polje – Viršnica, Krška jama, Šumberk, Krka s pritoki, Krmsko hribovje, Kamniško-Savinjske Alpe, Nakelska Sava, Grad Brdo – Preddvor, Gozd Olševke – Adergas, Gozd Kranj – Škofja Loka, Rašica, Šmarna gora, Dolsko, Kandrše – Drtiljščica, Trojane, Posavsko hribovje, Boč – Haloze – Donačka gora, Obrež, Podvinci, Osrednje Slovenske gorice, Mura, Goričko, Nanos-Trnovski gozd, Dolina Vipave, Dolina Branice, Dolina Reke, Kras
<i>Primeri ohranjene gozdne združbe</i>	vznožje Male gore pri Ribnici, manjši sestoji ob Krki (od izvira do Soteske), Bela krajina: okoli Gradca, območje med Črešnjevcom pri Semiču in Dobravici; prodišča Nadiže pri Podbeli, prodišča Soče med Tolminom in Kobariдом, prodišča Bače med Grahovim in Klavžami, prodišča Idrije med Dolenjo Trebušo in Slapom ob Idriji, prodišča Save pri Ježici; Haloze, Goričko, Slovenske gorice, Dravinjske gorice; Panovec pri Novi Gorici, Butnica pri Ajševici, Istra: Dekani, pri zaselku Miši, Risnik pri Divači, Orleška draga
<i>Gozdni rezervati</i>	Pekel, Kofel, Motvarjevci, Zgornje Kobilje, Panovec, Lijak, Krkavška komunela
<i>Habitat zavarovanih rastlinskih vrst</i>	rimski belelevelovka (<i>Bellevalia romana</i>), blede naglavka (<i>Cephalanthera damasonium</i>), dolgolistna naglavka (<i>Cephalanthera longifolia</i>), šmarnica (<i>Convallaria majalis</i>), tripusti koralasti greben (<i>Corallorhiza trifida</i>), navadna ciklama (<i>Cyclamen purpurascens</i>), Fuchsova prstasta kukavica (<i>Dactylorhiza fuchsii</i>), širokolistna močvirnica (<i>Epipactis helleborine</i>), navadni pasji zob (<i>Erythronium dens-canis</i>), navadni mali zvonček (<i>Galanthus nivalis</i>), temnoškrlatni teloh (<i>Helleborus atrorubens</i>), istrski teloh (<i>H. multifidus</i> subsp. <i>istriacus</i>), črni teloh (<i>H. niger</i>), blagodišeči teloh (<i>H. odoratus</i>), bodika (<i>Ilex aquifolium</i>), pomladanski veliki zvonček (<i>Leucojum vernum</i>), brstična lilija (<i>Lilium bulbiferum</i>), kranjska lilija (<i>L. carniolicum</i>), turška lilija (<i>L. martagon</i>), jajčastolistni muhovnik (<i>Listera ovata</i>), rjava gnezdovnica (<i>Neottia nidus-avis</i>), stasita kukavica (<i>Orchis mascula</i> subsp. <i>speciosa</i>), škrlatnordeča kukavica (<i>O. purpurea</i>), navadna potonika (<i>Paeonia officinalis</i>), dvolistni vimenjak (<i>Platanthera bifolia</i>), zelenkasti vimenjak (<i>P. chlorantha</i>), bodeča lobodika (<i>Ruscus aculeatus</i>), tisa (<i>Taxus baccata</i>)
<i>Vrste z rdečega seznama</i>	navadni pasji zob (<i>Erythronium dens-canis</i>), bršljanov pojalnik (<i>Orobanchae hederaceae</i>), soška zlatica (<i>Ranunculus gortanii</i> , sin. <i>R. aesontinus</i>), črna čmerika (<i>Veratrum nigrum</i>)

10 SLIKE GOZDNIH SESTOJEV



Slika 1: Pusti Gradec - Bela krajina, maj 2022 (foto: V. Babij)



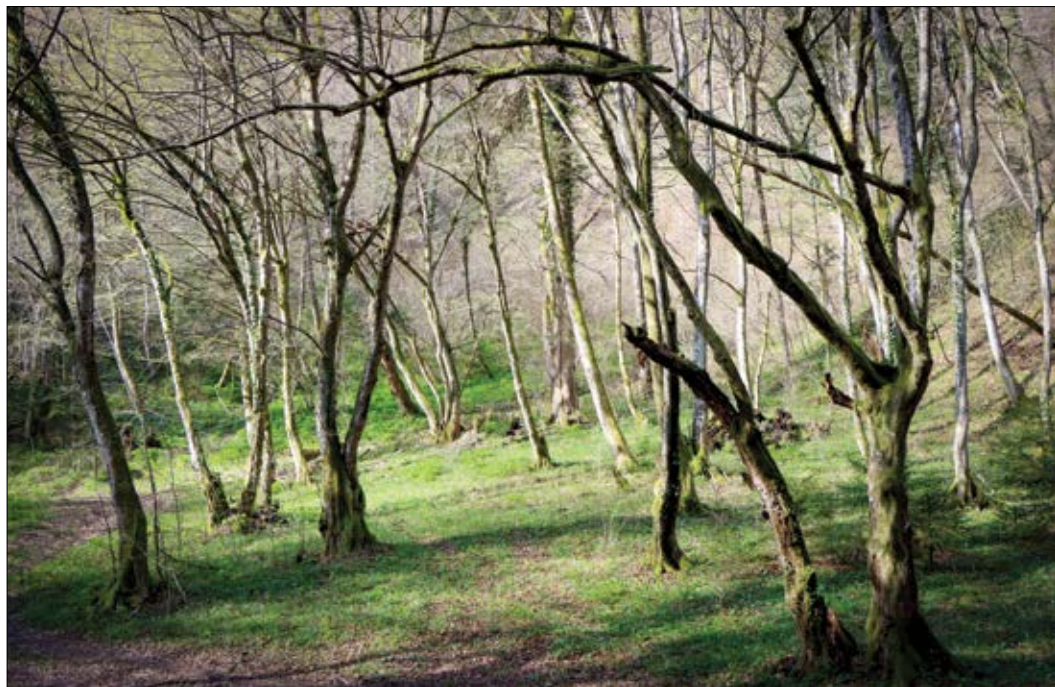
Slika 2: Mala Račna, julij 2019 (foto: V. Babij)



Slika 3: Dragonja, april 2025 (foto: A. Rozman)



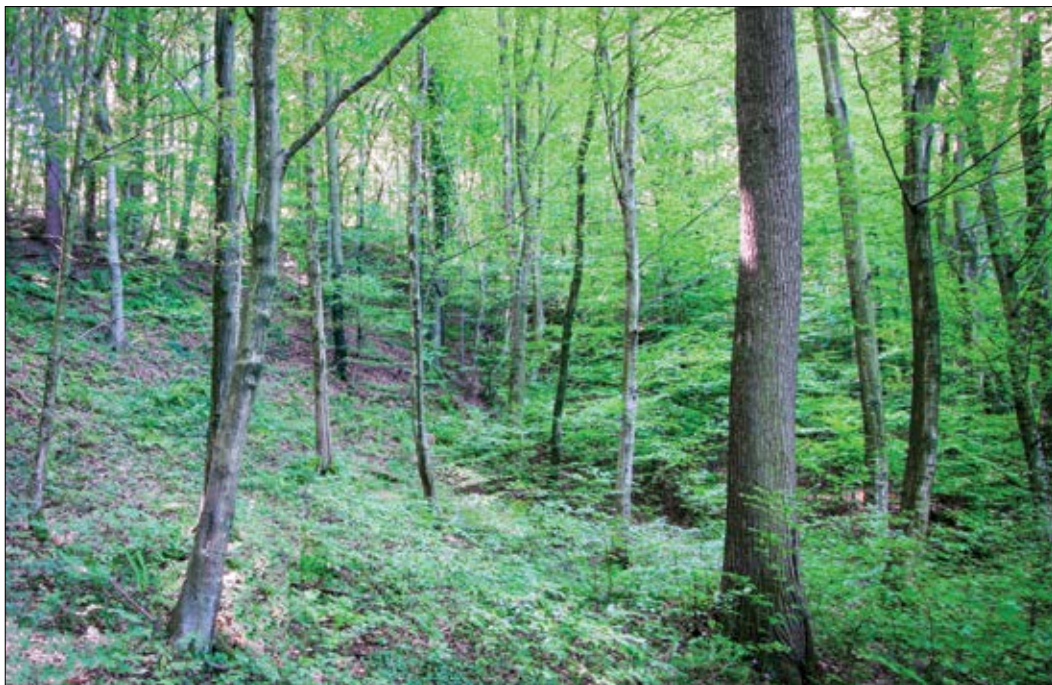
Slika 4: Prestrana, maj 2023 (foto: V. Babij)



Slika 5: Temenica na Dolenjskem – spomladanski aspekt, april 2025 (foto: L. Kutnar)



Slika 6: Pri Križni jami, julij 2006 (foto: L. Kutnar)



Slika 7: Pri Sevnici, avgust 2006 (foto: L. Kutnar)



Slika 8: Bogojina, april 2025 (foto: A. Rozman)

11 KLJUČNI VIRI

- ARSO. 2024. Podatki o okolju. [Data set]. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana
- Bončina A., Rozman A., Dakskobler I., Klopčič M., Babij V., Poljanec A. 2021. Gozdni rastiščni tipi Slovenije: vegetacijske, sestojne in upravljaljske značilnosti. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire in Zavod za gozdove Slovenije
- Čarni A., Košir P., Marinček L., Marinšek A., Šilc U., Zelnik I. 2008. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:50.000 - list Murska Sobota. Ljubljana, Založba ZRC, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU
- Čušin B. 2002. Pionirski gozdovi belega gabra (*Carici albae-Carpinetum* ass.nova) na holocenskih terasah Nadiže. Hacquetia, 1, 1: 91–107,
- Dakskobler I. 1987. *Carici umbrosae-Quercetum petraeae* Poldini 1982 var. geogr. *Sesleria autumnalis* var. geogr. nova na Goriskem. Biološki vestnik, 35, 2: 1–18,
- Dakskobler I. 2007. Fitocenološka in floristična analiza obrečnih gozdov v Posočju (zahodna Slovenija). Phytosociological and floristic analysis of riverine forests in the Soča Valley (western Slovenia). Razprave 4. razreda SAZU, 48, 2: 25–138,
- Dakskobler I. 2010. Razvoj vegetacije na prodiščih reke Idrijce v zahodni Sloveniji. Folia Biologica et Geologica, 51, 2: 5–90,
- Dakskobler I. 2016. Phytosociological analysis of riverine forests in the Vipava and Reka Valleys (southwestern Slovenia). Folia Biologica et Geologica, 57, 1: 5–61,
- Dakskobler I. 2023. Forest vegetation in the Reka gorge between the villages Škoflje and Škocjan (Škocjan Caves Regional Park) / Gozdna vegetacija v soteski Reke med Škofljami in Škocjanom (Regijski park Škocjanske jame). Folia Biologica et Geologica, 64, 1: 221–277, <https://doi.org/10.3986/fbg0103>
- Dakskobler I. 2025. Some characteristics of vegetation and flora of the Beka Landscape Park and its close surroundings (southwestern Slovenia). Folia Biologica et Geologica, 66, 1: 45–156, <https://doi.org/10.3986/fbg0114>
- Dakskobler I., Pavlin M. 2020. Sites and communities with *Ruscus aculeatus* in the southwestern Julian Alps (western Slovenia) / Rastišča in združbe z vrsto *Ruscus aculeatus* v jugozahodnih Julijskih Alpah (zahodna Slovenija). Folia biologica et geologica, 61, 2: 127–157, <https://doi.org/10.3986/fbg0072>
- Dakskobler I., Poldini L. 2021. Phytosociological analysis of noble hardwood forests (*Ostrya-Tilenion platyphylli*) in the Karst and its neighbouring regions (SW Slovenia). Hacquetia, 20, (in press): 327–372, <https://doi.org/10.2478/hacq-2021-0015>
- Dakskobler I., Sadar Z. 2018. Phytosociological description of mesophilous colline-submontane *Fagus sylvatica* and *Carpinus betulus* forests in Slovenian Istria. Acta Silvae et Ligni, 115: 1–19, <https://doi.org/10.20315/ASetL.115.1>
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kranj 2021–2030. 2023. Zavod za gozdove Slovenije
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Maribor 2021–2030. 2023. Zavod za gozdove Slovenije
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Novo mesto 2021–2030. 2023. Zavod za gozdove Slovenije
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin 2021–2030. 2023. Zavod za gozdove Slovenije
- Jelinčič A., Vukelić J., Papković D. 2024. Phytosociological research into the Illyrian oak–hornbeam forest on the limestone cliffs of Kupa River canyon (Kamanje, West-Central Croatia). Šumarski List, 148, 1–2: 7–17, <https://doi.org/10.31298/sl.148.1-2.1>
- Kutnar L., Dakskobler I. 2014. Ocena stanja ohranjenosti gozdnih habitatnih tipov (Natura 2000) in gospodarjenje z njimi. Gozdarski vestnik, 72, 10: 419–439,
- Kutnar L., Matijašič D., Pisek R. 2011. Conservation status and potential threats to Natura 2000 forest habitats in Slovenia. Šumarski List, 135, 5–6: 215–231,
- Kutnar L., Pisek R. 2012. Tujerodne in invazivne drevesne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 71, 9: 402–417,
- Marinček L. 2001. Prispevek k poznavanju asociacije *Abio albae-Carpinetum betuli*. Acta Biologica Slovenica, 44, 1–2: 39–52,
- Marinček L., Čarni A. 2000. Die Unterverbände der Hainbuchenwälder des Verbandes *Erythronio-Carpinion betuli* (Horvat 1938) Marinček in Wallnöfer, Mucina et Grass 1993. Scopolia, 45: 1–20,
- Marinček L., Čarni A. 2003. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:50.000 - list Novo Mesto. Ljubljana, Založba ZRC, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU

- Marinček L., Čarni A., Košir P., Marinšek A., Šilc U., Zelnik I. 2006. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:50.000 - list Ljubljana. Ljubljana, Založba ZRC, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU
- Marinček L., Poldini L., Zupančič M. 1979. Hornbeam forests of the prealpine region of Slovenia (*Carpinetum praealpinum* ass. nova). *Phytocoenologia*, 6, 1–4: 424–433, <https://doi.org/10.1127/phyto/6/1979/424>
- Marinček L., Poldini L., Zupančič M. 1983. *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum* ass. nova in Slowenien und Friaul-Julish Venetian. *Razprave 4. razreda SAZU*, 24, 5: 261–328,
- Marinček L., Zupančič M. 1984. *Carpinetum subpannonicum* ass. nova. *Razprave 4. razreda SAZU*, 25, 3: 135–159,
- Poldini L. 1985. *L'Asaro-Carpinetum betuli* Lausi 64 del Carso Nordadriatico. *Studia Geobotanica*, 5: 31–38,
- Rozman A., Poljanec A., Babij V., Klopčič M., Dakskobler I., Kutnar L., Bončina A. 2025. Gozdni rastiščni tipi Slovenije: primerjalni pregled ekoloških, vegetacijskih, rastiščnih, sestojnih in upravljaljskih značilnosti. *Gozdarski vestnik*, 83, 1: 3–19,
- Šilc U., Čarni A., Košir P., Marinšek A., Zelnik I. 2008. Litter-Raking Forests in Se Slovenia and In Croatia. *Hacquetia*, 7, 1 <https://doi.org/10.2478/v10028-007-0008-4>
- Vukelić J., Šapić I., Baričević D. 2015. Floristic-vegetational variability of the association *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horvat 1938) Borhidi 1963 in the north of Croatia. *Forest review*, 46: 88–95,
- ZGS. 2018. Baza podatkov gozdnih rastiščnih tipov v odsekih. [Data set]

Nova redna članica Slovenske akademije znanosti in umetnosti: akad. prof. dr. Hojka Kraigher



Priznanje za vrhunske dosežke in pionirsko delo na področju proučevanja gozdnih genskih virov: od skrite biotske pestrosti do genetskega monitoringa gozdov

Na volilni skupščini Slovenske akademije znanosti in umetnosti (SAZU), ki je potekala 5. junija 2025, je bila za redno članico v IV. razredu za naravoslovne vede izvoljena prof. dr. Hojka Kraigher.

Izvolitev za redno članico predstavlja najvišje priznanje za znanstvene dosežke v Republiki Sloveniji. Za gozdarsko stroko je dogodek zgodovinski: akademikinja Kraigher je postala prva ženska predstavnik tega področja v SAZU in – po akademiku Mitji Zupančiču – šele druga v njeni celotni zgodovini. To je nedvoumna potrditev, da se gozdarske znanosti s svojim raziskovalnim prebojem trdno umeščajo v sam vrh slovenske znanosti.

Akad. prof. dr. Hojka Kraigher je raziskovalno pot začela z diplomama na Oddelku za biologijo in Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, magistrirala je iz biologije, doktorirala pa s področja gozdarstva na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Svoje znanje je izpopolnjevala na uglednih tujih institucijah, med drugim kot gostujoča raziskovalka na Univerzi v Cambridgeu (Oddelek za rastlinske znanosti), na Univerzi v Helsinkih in Univerzi v Antwerpnu.

Zaposlena je na Gozdarskem inštitutu Slovenije (GIS) kot znanstvena svetnica, kjer že od leta 1998 vodi Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko. Od leta 1999 je tudi vodja Programske skupine za gozdno biologijo, ekologijo in tehnologijo



Slika 1: Naziv akademikinje je na slavnostni podelitvi prof. dr. Hojki Kraigher podelil akad. Peter Štih, predsednik SAZU (foto: arhiv SAZU)

(P4-0107). Leta 2019 je bila izvoljena za izredno članico SAZU, od junija 2023 je tajnica IV. razreda za naravoslovne vede in s tem članica predsedstva SAZU. Od decembra 2024 je tudi članica upravnega odbora Zveze evropskih akademij s področja kmetijstva (UEAA).

Raziskovalno delo akademikinje prof. dr. Hojke Kraigher je izrazito interdisciplinarno, plodno in usmerjeno v prihodnost. Njen obsežen opus sega od temeljnih raziskav fiziologije in genetike do aplikativnih rešitev za ohranjanje gozdov v času podnebnih sprememb. Kot vodilna avtorica številnih znanstvenih del v uglednih mednarodnih revijah je pomembno sooblikovala sodobno gozdarsko znanost.

Najpomembnejši poudarki njenega pionirskega in znanstvenoraziskovalnega dela:

- Prva v svetu je združila morfološko-anatomsko metodo identifikacije ektomikorize z molekularno identifikacijo.
- Prva v Sloveniji je vzpostavila laboratorij za uporabo analiz DNA v gozdarstvu.
- Njene raziskave so osvetlile pomen micelijskih mrež oziroma »skrite biotske pestrosti« (vključno s hormonalno regulacijo v mikorizi - simbiozi med glivami in koreninami višjih rastlin) za kroženje ogljika v tleh. S tem je omogočila prenos znanj bazičnih raziskav v strokovno raziskovalno prakso za dinamično ohranjanje gozdnih genskih virov in stabilnosti ekosistemov.
- Je vodilna avtorica Slovenskega programa za ohranjanje gozdnih genskih virov (SIFORGEN) in nacionalna koordinatorka evropskega programa EUFORGEN neprekinjeno že od njegove ustanovitve leta 1995.
- Zasnovala in zelo uspešno je koordinirala infrastrukturni projekt EUFORINNO (7. okvirni program EU), ki je GIS-u omogočil preboj v raziskovalni odličnosti, nabavo in standardizacijo vrhunske opreme, razvoj novih raziskovalnih področij kakor tudi mednarodno vpetost sodelavcev raziskovalne skupine in vzpostavitev repozitorija publikacij javnega dostopa SciVie (kasneje vključen v DIRROS).
- Zasnovala in vodila je mednarodni projekt LIFEGENMON, v okviru katerega je nastal v



Slika 2: V prostem času je akademikinja Hojka Kraigher vodnica reševalnih psov – na sliki med vajo iskanja pogrešanih na ruševini (foto: Darinka Lečnik Urbanc, arhiv REPS)

svetovnem merilu prvi »Priročnik za gozdni genetski monitoring«, ki je preveden v štiri jezike.

- Posebno skrb namenja vzgoji nove generacije znanstvenikov. Bila je mentorica številnim mladim raziskovalcem, katerih doktorska dela pokrivajo področja, ki zajemajo študije koreninskih sistemov in mikorize pri bukvi, vključno z dinamiko rasti, celično aktivnostjo in odzivi na okoljski stres, populacijsko genetiko in razvoj molekularnih baz podatkov za sledljivost in identifikacijo gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) ter imajo aplikativne, za gozdarsko prakso uporabne rezultate.
- Vodila je več nacionalnih projektov in sodelovala v skupnih projektih z znanstveniki iz Francije, Italije, Avstrije, Belgije, Nemčije, Hrvaške, Grčije, Srbije ter Bosne in Hercegovine, Velike Britanije, Finske, Danske, Nizozemske, Madžarske, Češke, Španije in drugih držav.
- V zadnjih letih aktivno sodeluje pri pripravi vsebin za projekt v okviru Mehanizma za okrevanje in odpornost (NOO NEXTGEN). V sklopu tega projekta poteka izgradnja novega Centra za semenarstvo, drevesničarstvo in varstvo gozdov. Center, ki bo predvidoma prevzet v uporabo spomladi 2026, bo zagotovil najsodobnejšo infrastrukturo za prihodnje generacije raziskovalcev in dolgoročno ohranjanje slovenskih gozdov.

Akademikinja prof. dr. Hojka Kraigher ni le vrhunska raziskovalka, temveč aktivno sooblikuje gozdarsko politiko. Njena strokovnost je prepoznana na najvišji zakonodajni ravni, kar je omogočilo tudi formalizacijo članstva Republike Slovenije v OECD skupini za področje certificiranja gozdnega semena in sadilnega materiala. Novembra 2023 je na javnem zaslišanju v Evropskem parlamentu predstavila strokovna stališča EUFORGEN glede nove uredbe EU o gozdnem reprodukcijskem materialu.

Poleg raziskovalnega dela opravlja pomembne družbene funkcije. Predseduje Svetu za varovanje okolja SAZU, je članica Podnebnega sveta RS, Sveta za trajnostni razvoj in varstvo okolja RS, Znanstvenega sveta ARIS ter je glavna urednica revije *Folia biologica et geologica*. Leta 2024 je izšel njen visokošolski učbenik »Ohranjanje gozdnih genskih virov s semenarskim praktikumom«, ki je preveden tudi v angleški in italijanski jezik.

Izvolitev prof. dr. Hojke Kraigher za redno članico SAZU je potrditev njene vizionarske vloge pri povezovanju temeljnih bioloških znanj z gozdarsko prakso. Njeno delo prispeva k razumevanju temeljnih procesov, ki gozdnim ekosistemom omogočajo prilagajanje na okoljske izzive prihodnosti.

Bibliografija je dostopna v sistemu SICRIS (šifra raziskovalke 07127) in ORCID (0000-0001-5696-2178).

Gregor BOŽIČ, Boris RANTAŠA,
Mitja ZUPANČIČ

Gozdarski dijaški tabor 2025



Zadnji teden šolskih počitnic, od ponedeljka, 25., do nedelje, 31. avgusta 2025, je v Skavtskem okoljskem centru na Žagi Rog potekal že **7. dijaški gozdarski tabor**, ki ga organizira Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete. Tabor je namenjen srednješolcem kot oblika promocije gozdarstva in študija tega področja. Letos se ga je udeležilo 18 dijakov in dijakinj iz različnih koncev Slovenije.

Prvi dan tabora je bil namenjen uvodu v gozdarstvo in spoznavanju udeležencev. Na poti proti Kočevskemu Rogu smo se ustavili v Podturnu, kjer nas je revirni gozdar **Luka Kocjančič** popeljal po gozdni učni poti Rožek. Spoznavali smo življenje in rast dreves, naravne posebnosti, kot sta udorna jama – koliševka in ruševine nekdanjega gradu, ter se spustili do podzemne jame Jazbina. Pot smo zaključili v arboretumu s tujerodnimi drevesnimi vrstami. Po nastanitvi v Skavtskem okoljskem centru in spoznavnih igrah smo pričeli s prvimi botaničnimi učnimi urami. Dijakom smo predstavili osnovne drevesne vrste in jih naučil principe delovanja osnovnega

dihotomnega ključa. Sledil je sprehod z **Jernejem Javornikom**, izkušenim poznavalcem užitnih rastlin in gob. Jernej je udeležence seznanil s pravilnim načinom nabiranja uporabnih rastlin in njihovo pripravo – od varnega izbiranja vrst, ki jih res dobro poznamo, do preprostih postopkov predelave za kulinarčno rabo. Predstavil je tudi pogled nabiralca skozi štiri letne čase ter opozoril, da lahko divja hrana na preprost, a učinkovit način dopolni vsakdanji jedilnik. Na sprehodu po okolici tabora smo se učili razlikovati med užitnimi in strupenimi rastlinami, prepoznali nekaj nevarnih vrst ter nabrali koprive, divje vrste mete, radičevke in jagodnjak. Vrhunec dneva je bil kulinarčni, saj je Jernej iz nabranih rastlin pripravil odlično etruščansko juho z njoki, ki jo je dopolnil z divjačinskimi hrenovkami.

Drugi dan je bil posvečen ekologiji gozda in pragozdov. Pod vodstvom **Dušana Rožembergarja** in **Andreja Rozmana** smo obiskali pragozd Rajhenavski Rog. Razpravljali smo o razlikah med gospodarskim gozdom in pragozdom, vlogi odmrlih dreves ter vplivih divjadi na razvoj gozda.



Slika 1: Skupinska fotografija ob zaključku Gozdarske olimpijade

Ustavili smo se pri znameniti jelki – Kraljici Roga in pri Prelesnikovi koliševki, ki s svojo lego ustvarja edinstven vegetacijski obrat. Predavatelja sta poudarila pomen raziskovanja pragozdov za sonaravno gospodarjenje z gozdovi v Sloveniji. Popoldne smo spoznali delo arboristov z **Davidom Raido**, ki je predstavil arboristično opremo, tehnike varnega plezanja in pomen varnosti pri delu na višini. Nekateri udeleženci so se pod njegovim vodstvom tudi sami povzpeli na drevo.

V sredo so dijaki spoznavali gozdarske poklice v okviru projekta Fem2Forest, ki spodbuja enake priložnosti v stroki. Svoja znanja in poklicne poti so predstavile **Marija Černe** (Slovenski državni gozdovi), **Katarina Flajšman** (Gozdarski inštitut Slovenije), **Hana Štraus** (Zavod za gozdove Slovenije) in **Zala Uhan** (Biotehniška fakulteta). Mladi so tako dobili vpogled v raznolikost gozdarskih poklicev, od raziskovalnih do terenskih, ter spodbudo k razmisleku o lastni poklicni poti. **Luka Kocjančič** in **Hana Štraus** sta nato predstavila organizacijo gozdarstva v Sloveniji in delo revirnega gozdarja, dijaki pa so se preizkusili v meritvah na stalni vzorčni ploskvi. Program je dopolnila predstavitev vodje lovišča s posebnim namenom Kočevsko **Boža Zakrajška**,

ki je približal vlogo lovcev pri varstvu narave in upravljanju divjadi. V večernih urah smo se v spremstvu lovcev **Davidu Gazvode** in **Jureta Škulja** iz LPN Kočevsko odpravili na opazovanje divjadi z visokih prež in imeli priložnost videti srnjad, jelenjad, lisico, divje prašiče, poljske zajce, divjo mačko in celo medveda.

Četrtek je bil namenjen spoznavanju gozdne tehnike in ekonomike. **Anton Poje**, **Matevž Mihelič**, **Luka Pajek** in **Zala Uhan** so dijakom najprej predstavili pomen in izzive trajnostnega gospodarjenja z gozdom za zagotavljanje proizvodnih funkcij. Nato je sledil praktični del – na terenu smo bili gostje podjetja SiDG, kjer so si dijaki iz varne razdalje ogledali celoten postopek sečnje in spravila lesa. Posebno pozornost smo posvetili pravilnim in varnim tehnikam dela ter načrtovanju gradnje gozdnih prometnic, ki je ključno za okolju prijazno izvedbo del. Popoldne smo obiskali Kočevski muzej, kjer smo spoznali tudi zgodovinski razvoj gozdne tehnike na območju Roške žage. Ekskurzijo smo zaključili s kopanjem v Kočevskem jezeru. Večer smo namenili monitoringu volkov z izzivanjem tuljenja (howling). Po uvodni seznanitvi z ekologijo volkov in metodo so se udeleženci razdelili v tri skupine, nato smo se podali na kvadrante upo-



Slika 2: Tekmovanje v žaganju hloda z amerikanko

rabljene v preteklih popisih. Veselilo nas je, da je v vsaki skupini tuljenje izvajal en od dijakov. Odziva volkov žal nismo zabeležili, so se pa dijaki seznanili z ostalimi pogostimi oglašanji živali v gozdu, kot so polhi in sove. Med vožnjo do popisnih točk smo lahko na gozdnih cestah opazovali srne in jelene ter tudi nekatere ostale, nočno bolj aktivne živali, dvoživke.

V petek smo organizirali Gozdarsko olimpijado, ki se je tudi letos izkazala za vrhunec programa. Dijaki so se v štirih skupinah pomerili v velikem in malem gozdnem orientacijskem poligonu ter v gozdarskih igrah, med drugim žaganju hloda z amerikanko, simulacijo uspavanja medveda s pihalnikom, teku v žakljih in ustvarjanju gozdnih modnih kreacij. Popoldne smo namenili predavanju o velikih zvereh v Sloveniji. **Nik Šabeder** je predstavil biologijo in ekologijo medveda, volka in risa, njihovo številčnost, metode ocene številčnosti in znanstvenega raziskovanja ter upravljanje z njimi. Predstavitev je vsebovala tudi mnoge posnetke s fotopasti, ki jih raziskovalci na Oddelku postavljamo za spremljanje populacij in vedenja teh živali. Ob koncu so se dijaki seznanili tudi s pomenom vključevanja deležnikov v upravljanje, konflikte z velikimi zvermi, primeri dobre prakse in kratki predstavitvi projekta LIFE Lynx. Kasneje smo

osvojeno znanje pokazali še na terenu. Skupaj smo se odpravili do dveh, v začetku tedna postavljenih fotopasti, eni ob kaluži ter drugi na krmišču. Med terenskim ogledom smo spregovorili tudi o upravljanju divjadi pri nas, pomenu lovstva in lovcev ter prepoznavanju znakov prisotnosti velikih sesalcev v gozdu (objedenost, sledi, iztrebki).

Predzadnji dan tabora smo se posvetili gozdni entomologiji in varstvu gozdov. **Vera Zgonik** je vodila sprehod, kjer smo najprej z mrežami nabirali žuželke, ki smo jih kasneje identificirali. Nato smo se podali v gozd, kjer smo našli predstavnike vseh glavnih redov žuželk, pa tudi pajkovce in stonoge. Videli smo tudi tujerodno, a neinvazivno samico metulja *jamamaja*, prav tako smo našli njegovo bubo. Pohod smo nadaljevali s pobiranjem različnih vrst pasti, ki smo jih nastavili že v začetku tedna (križna past z različnimi feromoni, talne pasti z etanolom ter režasta past za podlubnike). Nekaj najznačilnejših predstavnikov gozdnih žuželk so si udeleženci lahko ogledali pod lupo, med njimi predstavnike različnih družin hroščev (krešiči, pisanci, rilčkarji,...), najpogostejša in ekonomsko najzanimivejša podlubnika: osmero-zobega lubadarja (*Ips typographus*) in šesterozobega zvezdarja (*Pityogenes chalcographus*) in tudi enega najpomembnejših plenilcev podlubnikov:



Slika 3: Prikaz meritev na stalni vzorčni ploskvi

mravljinčastega pisanca (*Thanasimus formicarius*). Predstavnik "pražužek" skakača (*Collembola*) smo pogledali pod mikroskopom.

Zadnji dan tabora smo se sprehodili iz vasi Borovec čez Kremparsko sedlo po grebenu do Kolpe. Sledilo je sproščeno druženje, kopanje v hladni reki in nagradni kviz, kjer so dijaki preverili svoje znanje o tematikah, obravnavanih med taborom.

Tabor je mladim poleg promocije študija in gozdarstva ponudil teden dni bivanja v naravi in neposreden stik s strokovnjaki z različnih področij. Program je združeval predavanja, terensko delo, strokovne ekskurzije in praktične delavnice, kar je dijakom omogočilo vpogled v raznolikost in kompleksnost gozdarske stroke. Udeleženci so spoznali izzive sodobnega gospodarjenja z gozdovi, varstvo gozdnih ekosistemov, raziskovanje in monitoring ter delo revirnih gozdarjev, arboristov, raziskovalcev, lovcev in drugih strokovnjakov. Obenem je tabor spodbujal krepitev medsebojnih vezi, saj so mladi preživeli teden dni v okolju brez stalnega dostopa do interneta, kar je spodbudilo sodelovanje, izmenjavo izkušenj in oblikovanje novih prijateljstev. Pomemben poudarek tabora je tudi razmislek o prihodnji poklicni poti in vlogi mladih v gozdarski stroki.

Z organizacijo tovrstnih taborov Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete prispeva k večji prepoznavnosti stroke ter odpira prostor za nove generacije, ki bodo s svojim znanjem nadaljevale tradicijo sonaravnega gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji.

Tabor sta finančno podprla Pahernikova ustanova ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, za kar se iskreno zahvaljujemo. Zahvala gre tudi podjetju Slovenski državni gozdovi, Zavodu za gozdove Slovenije, Gozdarskemu inštitutu Slovenije ter Lovski zvezi Slovenije za sodelovanje pri izvedbi in podarjeni promocijski material. Posebna zahvala gre sodelavcem Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire – Luki Jemcu, Martinu Ježu, Zali Uhan, Niku Šabedru in Veri Zgonik – brez katerih izvedba tabora ne bi bila mogoča. Prav tako smo hvaležni študentoma Mateu Ussicu in Michału Burzyńskemu, ki sta s svojim trudom in predanostjo pomembno prispevala k nemotenemu poteku tabora. Se vidimo prihodnje leto!

Lea LESKOVEC, Tine FERK, Tim PIRC,
Blaž FRICELJ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
Foto: avtorji članka



Slika 4: Divja etruščanska juha kot vrhunec prvega dne

Brkinska duglazija je najvišje izmerjeno drevo v Kraškem gozdnogospodarskem območju



Nekatera drevesa, ki po svojih lastnostih izstopajo iz množice podobnih, so občudovanja in spoštovanja vredna; simbolizirajo in povezujejo preteklost s sedanjostjo in prihodnostjo. Eno takih izjemnih dreves je Brkinska duglazija, ki raste ob cesti Škoflje – Vareje, pri odcepu za Zavrhek, na nadmorski višini 360 m.

Na pobudo zaposlenih na Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS), Krajevne enote Sežana so na drevo splezali in izvedli meritev s trakom štirje učitelji Srednje gozdarske in lesarske šole (SGLŠ) Postojna: Tine Božič, Andrej Čeč, Josip Maljevac in Andrej Samsa. Izmerjena višina 47 m jo uvršča na vrh seznama izjemnih dreves v Kraškem gozdnogospodarskem območju. Gozdarji so izmerili, da je njen prsni premer 80 cm in ocenili, da njen volumen znaša 11,5 m³. Izmerjena duglazija je bila del skupine, ki je bila

na Brkinah najbrž posajena leta 1954 in je zato začela šele sedmo desetletje svojega življenja. Na raziskovalni ploskvi, osnovani na gozdni posesti Agrarne skupnosti Škoflje-Zavrhek as., namenjeni preizkušanju te tujerodne drevesne vrste na brkinskem rastišču, še vedno raste 44 duglazij.

ZGS je leta 2021 izvedel tudi merjenje višine naše najvišje duglazije, ki raste v celjskem Mestnem gozdu v Pečovniku pri Celju. Drevo je bilo visoko 67 m, prsni premer je znašal 150 cm, ocenjen volumen pa 27 m³. Pečovniška duglazija, ki so jo poimenovali Gaberka, je za dobre štiri metre višja od Sgermove smreke na Koroškem, ki je naše najvišje avtohtono drevo.

Duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) izvira iz zahodnega dela Severne Amerike. Je drevesna vrsta iz družine borovk, kamor sodijo tudi bori, jelke, macesni, smreke, cedre in druge vrste. Najvišja duglazija, ki raste v ZDA, presega 100 m višine. Raste hitro in je v primerjavi s smreko odpornejša na sušo. Zato se razmišlja, da bi jo pri nas sadili v gozdovih namesto smreke, ki jo v tem stoletju ogrožajo ujme in gradacije škodljivcev, kar je povezano s podnebnimi spremembami.

Branka GASPARIČ
Zavod za gozdove Slovenije, OE Sežana

Foto: arhiv ZGS in SGLŠ Postojna





Na poti je nov priročnik s področja varnosti in zdravja pri delu v gozdarstvu



Nov priročnik »Kultura varnosti v gozdarstvu« (izvirnik: *KULTURA SIGURNOSTI U ŠUMARSTVU Postupci dobre prakse kod sječe i izrade drva*), avtorjev Matije Landekića, Marina Bačića in Josipe Nakić iz Univerze v Zagrebu je pomemben prispevek ozaveščenju in kakovosti izobraževanja o varnosti pri delu v gozdarstvu, saj le to sodi med najbolj nevarna dela. Kultura varnosti pri delu je del organizacijske kulture in se kaže v pristopu, prepričanjih ter vrednotah zaposlenih do področja varnosti v delovnem okolju. Številne raziskave in analize so pokazale, da so nesreče na delovnem mestu pogosto tudi posledica napak v sprejetih politikah in postopkih v zvezi z varnostjo ter nezadostne pozornosti varnostnim vprašanjem. Pomembno je tudi, da se vsi deležniki zavedajo tveganj, povezanih z delom v gozdarstvu, in da so le ti ustrezno usposobljeni ter opremljeni za varno izvedbo del. Le z usposobljenostjo, ozaveščenostjo in pravilno opremo lahko delavci v gozdarstvu opravljajo delo varno in učinkovito. Nov priročnik tako lahko predstavlja pomemben prispevek k izboljšanju varnosti in zdravja pri delu v gozdarstvu. Spodbuja ozaveščenost, prispeva

k izboljšanju procesa izobraževanja in spodbuja izvedbo ukrepov za zagotavljanje varnosti pri delu, kar pripomore k zmanjšanju števila nesreč in posledično poškodb in poklicnih bolezni pri delu v gozdarstvu.

Kot navajajo avtorji v predgovoru, je priročnik eden od praktičnih virov za razumevanje povezave med kazalniki ravni varnosti v gozdarstvu in celotnim spektrom tveganj pri delu v gozdarstvu. Poudarjajo, da obstaja veliko mehanizmov, ki jih je mogoče praktično uporabiti za vzpostavitev kulture varnosti, saj le ta zmanjšuje tveganja za nevarnost in zdravje delavcev v gozdarstvu. Dobra kultura varnosti prepozna, da se delovna nesreča lahko zgodi. Glavni izziv za vse deležnike pa je, kako nesrečo preprečiti in/ali zmanjšati njene posledice.

V uvodnem poglavju priročnika je pojasnjeno razmerje med gozdarstvom kot gospodarsko dejavnostjo in tveganji pri izvedbi gozdnih del. Poleg predstavitve tveganj pri delu uvod pojasnjuje teoretično osnovo kulture varnosti. Predstavljeni so dosežki domačega in mednarodnega teoretičnega znanja ter različna področja sodobnih tehnologij, ki zahtevajo praktične rešitve za številne vidike varnosti pri delu. Pomen kulture varnosti v gozdarstvu je povezan z zavedanjem delavcev, da so »sami sebi največje bogastvo«.

V II. poglavju, z naslovom »Ključni vidiki«, je predstavljen pristop vključevanja kulture varnosti pri delu v gozdarstvu. Strukturirano so podana metodološka navodila za analizo obstoječega stanja in načini uvajanja najboljših rešitev v vsakodnevno gozdarsko delo. Priročnik usmerja uporabnika v ukrepe in postopke obvladovanja različnih varnostnih okoliščin, npr. pri izbiri delovnih metod in orodij/opreme ali uporabi tehnik za povečanje pestrosti in zmanjšanje monotonosti pri delu. Poseben poudarek je namenjen pomembnosti hidracije in pravilne prehrane gozdnih delavcev. Novost predstavlja predlog avtorjev za uvedbo »ergo-ogrevanja« delavcev – dnevne rutine razgibavanja in vaj pred začetkom dela za dvig ravni



delovne sposobnosti. V tem poglavju so obravnavani tudi vidiki pravilne in aktivne uporabe osebne varovalne opreme.

V III. poglavju, z naslovom »Načela in postopki«, avtorji s pomočjo grafičnih prikazov predstavljajo napačne in pravilne drže telesa ter gibalne navade sekačev pri izbranih postopkih tehnike dela z namenom, da bi zmanjšali pojavnost mišično-skeletnih težav. Za izboljšanje varnosti pri sečnji in spravilu lesa je izpostavljenih osem delovnih postopkov, pri katerih so s primeri in ilustracijami prikazane najpogostejše poškodbe ter ustrezni preventivni ukrepi in načini ravnanja za zmanjšanje ali odpravo tveganja za poškodbo pri delu. Da bi se povečala ozaveščenost poklicnih gozdnih delavcev o vrstah, simptomih in možnih zdravstvenih posledicah t.i. bioloških škodljivosti, priročnik predstavi v povezavi z biološkimi dejavniki pregled preventivnih ukrepov in postopkov za zagotavljanje varnosti pri delu. V tem poglavju je posebej poudarjena tudi pomembnost pravilnega ravnanja v primeru nesreč pri delu ter pomen izdelave in poznavanja protokolov ravnanja v nujnih primerih. Zaključni del poglavja obravnava varnostna načela in ukrepe, ki jih je treba vključiti v načrt izvedbe gozdarskih del ob sanaciji naravnih ujm, kot so vetrolom, snegolom, žledolom in poplave.

Motorna žaga kot osnovno orodje pri gozdar-skem delu je predmet obravnave v IV. poglavju z naslovom »Ergonomija in inovacije«, kjer so podrobno razloženi ključni ergonomski vidiki in lastnosti varne uporabe motornih žag. Poseben poudarek je dan sestavi motorne žage (položaj ročajeve, teža, nadzorne funkcije) ter škodljivih vplivov vibracij, hrupa in izpušnih plinov na zdravje delavcev. Nadalje poglavje vsebuje smernice dobre prakse glede vzdrževanja motornih žag. Poglavje je razširjeno tudi s pregledom trendov razvoja na področju humanizacije dela, pri čemer se pozornost usmerja na teme, neposredno povezane s kulturo varnosti pri delu v gozdarstvu. Predstavljeni so štiri razvojne smeri ergonomskih inovacij za doseganje večje ravni varnosti pri delu:

- (a) inovacije, povezane z delovnimi sredstvi in pomožnim orodjem,

- (b) inovacije na področju osebne varovalne opreme,
- (c) inovativne rešitve za višjo splošno raven varnosti in
- (d) tehnološko-inovativne rešitve t. i. industrije 4.0 za zaščito zdravja delavcev.

Zaključno V. poglavje vsebuje seznam citirane literature, stvarno kazalo, pregled pomembnih datumov, povezanih s kulturo varnosti, ter kratke življenjepise avtorjev.

Posebnost priročnika so številni praktični primeri in ilustracije, kakor tudi posebej označena besedila znotraj posameznih poglavij z naslovoma »Ali ste vedeli?« in »Dobro je vedeti!«, ki dodatno poudarjajo najbolj pomembne elemente obravnavanih tem.

Z izbiro tem in strukturo publikacije je priročnik prvenstveno namenjen študentom, centrom za strokovno usposabljanje, pa tudi strokovnjakom v gozdarski znanosti in praksi na različnih ravneh in specializacij njihovega delovanja. Priročnik pomembno prispeva k usposabljanju in strokovnemu izpopolnjevanju inženirjev s področja gozdarstva in varnosti pri delu. Prav tako je lahko dragoceno gradivo za inštruktorje varnega dela, zlasti pri opravih, kjer se uporablja motorna žaga.

Priročnik bo na voljo ob koncu leta 2025. Informacije o nakupu in dobavi bodo objavljene na spletni strani Fakultete za gozdarstvo in lesno tehnologijo Univerze v Zagrebu.

Prof. dr. Janez KRČ
Izr. Prof. dr. Matija LANDEKIČ





Gozdarski vestnik, LETNIK 83 • LETO 2025 • ŠTEVILKA 7-8
Gozdarski vestnik, VOLUME 83 • YEAR 2025 • NUMBER 7-8

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. Aleš Poljanec

Urednik/*Editor*: Boris Rantaša; Spletni urednik/*Online editor*: Vasja Leban

Uredniški odbor/*Editorial board*

dr. Vasja Leban, izr. prof. dr. Matija Klopčič, doc. dr. Andrej Rozman, Gregor Meterc,
mag. Alenka Korenjak, dr. Nike Krajnc, doc. dr. Primož Simončič, dr. Maja Peteh,
dr. Valerija Babij, mag. Janez Zafran, Matija Špacapan, prof. dr. Mirjana Zavodja,
izr. prof. dr. Admir Avdagić, dr. Nenad Potočić

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

Lektorica: Marjetka Šivic

Uredništvo in uprava/*Editors address*
ZGDS, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA
Tel.: +386 (0)51 402 365
E-mail: gozdarski.vestnik@gmail.com
Spletna stran: <http://zgds.si/gozdarski-vestnik/>
TRR NLB d.d. 02053-001882261

Poština plačana pri pošti 1102 Ljubljana
Letno izide 10 števil/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, DOAJ

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

Oblikovanje in prelom: Urša Rezelj s.p., Gigi's design

Tisk: Euroraster d.o.o. Ljubljana



Fotografija na naslovnici /
Front cover photography:
Boris RANTAŠA



Fotografija na zadnji strani /
Back cover photography:
dr. Aleš POLJANEC



Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 mednarodna (CC BY-SA 4.0)

