

**CRP V4-2211 Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju z gozdovi zaradi
klimatskih sprememb**

Zaključno poročilo projekta

Koordinator:
Andrej Bončina

Financerja:
MKGP, Ministrstvo za kmetijsko gozdarstvo in prehrano
ARIS, Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije

**Bončina, A., Štraus, H., Trifković, V., Ficko, A., Klopčič, M., Guček, M., Poljanec, A., Bončina, Ž.,
Simončič, T., Čotar, M.**

Ljubljana, oktober 2025

Izvleček

Tveganja pri gospodarjenju z gozdovi se zaradi podnebnih sprememb povečujejo. Procesi rasti, mortalitete in pomlajevanja drevja v gozdnih sestojih se spreminjajo. Ujme postajajo vse pogostejše in povzročajo obsežne poškodbe gozdnih sestojev, s tem veliko ekonomsko škodo lastnikom gozdov ter slabše zagotavljanje socialnih in ekoloških funkcij gozda. Raziskava je bila razdeljena v štiri delovne sklope (DS). Analizirali smo tveganja pri gospodarjenju z gozdovi zaradi podnebnih sprememb (DS1, Ocena tveganj), in sicer smo 1) ocenili ranljivost (ogroženost) sestojev in posameznih drevesnih vrst v gozdovih Slovenije glede na glavne povzročitelje poškodovanosti gozdov ter 2) analizirali priraščanje, vraščanje in mortaliteto drevja glede na podnebne spremenljivke. V okviru DS2 (Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam) smo razvili celovito zasnovo prilagajanja gospodarjenja (ekološki koncepti, strategije, smernice, ukrepi). Pripravili smo pogloblitve strategije za prilagajanje gozdov in gozdarstva v Sloveniji podnebnim spremembam in opredelili, kako obvladovanje (upravljanje) tveganj vključiti v upravljanje gozdov. V okviru DS3 (Sanacija gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih) smo na testnih območjih analizirali izvajanje sanacij gozdov ter spremembe sestojnih in habitatnih razmer zaradi obsežnih poškodb gozdov. Na podlagi analiz opravljenih sanacij in ekspertnih delavnic smo pripravili predloge za izboljšanje pravnih predpisov in upravljavskih postopkov, ki urejajo to področje. Zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov, ki povzročijo obsežne poškodbe gozdnih sestojev, je nujna sprememba gozdnogospodarskih načrtov. V DS4 (Spremembe gozdnogospodarskih načrtov) smo analizirali primere sprememb načrtov in predlagali spremembe za poenostavljeno in učinkovito prilagoditev gozdnogospodarskih načrtov. Posebnosti projekta so, da opravljene analize in izsledki temeljijo na empiričnih podatkih o sanitarnem poseku, rasti in vraščanju drevja v gozdne sestoj ter na zaključkih ekspertnih delavnic. V analize so bile vključene velike podatkovne zbirke Zavoda za gozdove Slovenije (>50.000 odsekov, okoli 98.000 ploskev, > 300.000 dreves, okoli 15 milijonih posekanih dreves).

Abstract

In the era of climate change forests are exposed to many kinds of risks. Processes of tree growth, tree mortality, and regeneration of forest stands are changing. Severe disturbances are becoming more frequent, causing huge damages of forest stands. The study was divided into four work packages (WPs). First, we analysed the risks to forest management posed by climate change (WP1, Risk assessment). Specifically, we assessed the vulnerability of forest stands and individual tree species in Slovenian forests to the primary agents of forest damage and analysed tree growth, regeneration and mortality in relation to climatic variables. Within the framework of WP2 (Adapting forest management to climate change), we developed a comprehensive concept for adapting forest management, including ecological concepts, strategies, guidelines and measures, and highlighted the main strategies for adapting forests and forestry in Slovenia to climate change. We also defined how to incorporate risk management into a comprehensive concept of adaptive forest management. Within the framework of WP3 (Forest restoration after extreme weather events), we analysed the implementation of forest restoration and changes in stand and habitat conditions due to extensive forest damage in test areas. Based on analyses of the study areas and expert workshops, we prepared proposals to improve the legal regulations and management procedures in this area. Extreme weather events causing extensive damage to forest stands necessitate changes to forest management plans. In WP4 (Changes to forest management plans), we analysed examples of plan changes due to extreme events and proposed changes to enable the effective and simplified adaptation of forest management plans. This project is unique in that its analyses and findings are based on empirical data concerning sanitary felling, tree growth and regeneration in forest stands, as well as the conclusions of expert workshops. These analyses incorporated extensive databases from the Slovenian Forest Service comprising over 50,000 compartments, approximately 98,000 plots, over 300,000 trees and around 15 million harvested trees.

1 Ozadje projekta

1.1 Vplivi podnebnih sprememb na gozdov

Podnebne spremembe pomenijo veliko grožnjo za gozdove in druge ekosisteme. V Evropi se je temperatura zraka v zadnjem stoletju zvišala za 1°C. V Sloveniji se je v obdobju 1961-2011 temperatura zraka v povprečju zviševala za 0,33°C na desetletje (Kajfež-Bogataj in Bergant, 2005). Količina letnih padavin se je v zadnjih petdesetih letih zmanjšala za 10 %, količina snega se drastično zmanjšuje (Dolinar, 2019). Dvig temperature zraka ob površju naj bi že spremenil cirkulacijo ozračja, kar se odraža v spremenjeni količini in porazdelitvi padavin, količini vlage v ozračju in pojavu ekstremnih dogodkov. Modeli podnebnih sprememb za Slovenijo do konca 21. stoletja napovedujejo po optimističnem scenariju temperaturni dvig 1,3°C glede na povprečje 1981-2010 oziroma 4,1°C po pesimističnem scenariju (Dolinar, 2019). V prihodnjih desetletjih naj bi se povečalo število vročih dni z dnevno temperaturo več kot 30°C, kar bo povečalo možnosti pojava sušnih obdobj in podaljšalo njihovo trajanje. Količina padavin na letni ravni naj ne bi bila podvržena večjim spremembam, spremenjena pa naj bi bila njihova razporeditev. Velik delež padavin bo padel v izjemnih dogodkih. Vetrovni režim se bo spremenil. Pričakovati je pogostejša in daljša sušna obdobja, možnosti sušnega stresa se bodo povečala, zato bo mortaliteta dreves zaradi pomanjkanja vode večja, odpornost drevja se bo zmanjšala, napadi insektov in drugih patogenov bodo pogostejši (Jurc in sod., 2017; Dolinar, 2019; Klopčič in Bončina, 2019).

Pri vplivu podnebnih sprememb na gozdove je treba razlikovati dva vidika:

- Prvi označuje vpliv »globalnega segrevanja ozračja«, ki ga opišemo s spreminjanjem klimatskih spremenljivk, ki vplivajo na gozdne ekosisteme (npr. povprečna količina padavin, povprečne ter minimalne ali maksimalne temperature v referenčnem obdobju). Vpliv globalnega segrevanja ozračja na procese rasti, pomlajevanja, vrasti in mortalitete gozdnega drevja je raznovrsten. Vpliv na rast dreves in sestojev v Evropi je lahko pozitiven ali negativen (Reyer in sod., 2017; Bosela in sod., 2018; Hilmers in sod., 2019). V Evropi nekatere drevesne vrste (npr. jelka) izkazujejo povečano rast, pri drugih (npr. bukev) ni bistvenih sprememb, tretje pa kažejo zmanjšano rast (npr. smreka). Odziv drevja je lahko odvisen od nadmorske višine (Cailleret in Davi, 2010). Rast sestojev naj bi se povečala na območjih višjih nadmorskih višin, na severu in severozahodu Evrope, znižala pa v večjem delu južne in zahodne Evrope (Nemani in sod., 2003; Reyner in sod., 2014). V Sloveniji naj bi se rast drevja povečala do 10 % glede na rast v obdobju 1971-2000 (Schelhaas in sod., 2015). V Srednji Evropi poročajo večinoma o povečani volumenski rasti sestojev (Pretzsch in sod., 2010), ki je opaznejša na produktivnejših rastiščih (Pretzsch in sod., 2014). Produktijske sposobnosti gozdnih rastišč se spreminjajo, praviloma povečujejo, ponekod tudi zmanjšujejo (Thiele in sod., 2017). Klimatske spremembe lahko vplivajo na naravno pomlajevanje pa tudi na spremembe razširjenosti drevesnih vrst (Kutnar in sod., 2009; Hanewinkel in sod., 2013; Klopčič in sod., 2017). V Sloveniji zaenkrat še ne opažamo motenj pri obnovi naravnih drevesnih vrst, nakazujejo pa se spremembe v vzorcih pomlajevanja (Klopčič in sod., 2018). Vpliv podnebnih sprememb se kaže v mortaliteti drevja (Manso in sod., 2015); odmiranje je sicer naravni pojav, vendar se stopnja mortalitete zaradi vpliva podnebnih sprememb, npr. sušnosti, povečuje. Pogosto se zaradi stresa zmanjša rast drevja (Cailleret in Davi, 2010), poslabša njihov zdravstveni status, kar povečuje možnosti za razvoj bolezni in gradacije škodljivcev (Jurc in sod., 2017).
- Drugi vidik vpliva podnebnih sprememb se kaže v večji pogostnosti in jakosti ekstremnih dogodkov (IPCC, 2014). Veter je glavni povzročitelj poškodovanosti gozdov v Evropi (Scheelhaas in sod., 2003). V obdobju 2000-2017 se skupna poškodovanost gozdov v Evropi zaradi vetra in požarov ni bistveno spremenila, značilno pa se je spremenila prostorska razmestitev teh dogodkov (Forzieri in sod., 2020). V istem obdobju je poškodovanost gozdov

zaradi insektov značilno narasla (Forzieri in sod., 2020). Pogostost in obdobje trajanja suš naj bi se v Srednji Evropi povečali (Lindner in sod., 2014). Toplejše vreme bo imelo pozitiven vpliv na gradacije insektov in patogenih organizmov ter pogostnost gozdnih požarov; zmanjšala naj bi se frekvenca ter jakost snegolomov in žledolomov, medtem ko naj bi ostal režim vetrolovomov nespremenjen (Seidl in sod. 2017). V zadnjih dvajsetih letih so gozdove v Sloveniji prizadele številne ujme velikih razsežnosti (Grecz in Kolšek, 2016); žled je leta 2014 povzročil poškodbe drevja na več kot 50 % celotne površine gozdov, prizadetih je bilo okoli devet milijon kubičnih metrov drevja (Klopčič in Bončina, 2019). Obsežni vetrolovi zaradi orkanskih vetrov so pogostejši. Zaradi poškodovanosti smrekovih gozdov je v obdobju 2014-2018 prišlo do izjemne gradacije podlubnikov (preko 5,5 mio m³), ki so prizadeli gozdove tudi na območjih, kjer do tedaj podlubniki niso bili prisotni.

1.2 Podnebne spremembe in tveganja pri gospodarjenju z gozdovi

Zaradi podnebnih sprememb tveganja pri gospodarjenju z gozdovi naraščajo. Tveganja razumemo kot odmike od pričakovanega oziroma zaželenega razvoja (Jereb, 2014). Zato lahko posledice podnebnih sprememb, kot so poškodbe drevja in sestojev, mortaliteta drevja, upočasnjena rast zaradi suše ali poškodovanosti drevja, nazadovanje populacij posameznih drevesnih vrst, označimo kot tveganja pri gospodarjenju z gozdovi. Tveganja se od negotovosti razlikujejo v tem, da lahko ocenimo verjetnost njihovega nastopa (Ficko, 2019). Ena od splošnih definicij opredeljuje tveganje kot "verjetnost ali nevarnost za nastanek škode, poškodbe, izgube, kršenja obveznosti ali kakšen drug negativen dogodek, ki ima zunanje ali notranje vzroke in ga je mogoče vnaprej nevtralizirati z zaščitnimi akcijami" (Jereb, 2014). Upravljanje tveganj obsega oceno tveganj, izogibanje tveganjem ali njihovo zmanjševanje, sprejemanje tveganj ter prenos in deljenje tveganj (Jereb, 2014; Ficko, 2019). Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju z gozdovi pomeni ukrepanje, ki prispeva k zmanjševanju tveganj ter zmanjševanju nezaželenih posledic tveganj.

Ocenjevanje vpliva podnebnih sprememb na razvoj gozdov je zapleteno. Vplivi podnebnih sprememb na gozdove so najpogosteje prikazani na podlagi modeliranja. Značilen primer za to so napovedi spreminjanja obilja in arealov razširjenosti drevesnih vrst. Pri tovrstnih ocenah vpliva klimatskih sprememb so odkloni med napovedanimi in dejanskimi spremembami gozdov lahko veliki; kljub temu pa je modeliranje nujno in koristno. Za prilagajanje gospodarjenja z gozdovi so primernejše empirične raziskave, ki temeljijo na zaznanih spremembah gozdov zaradi podnebnih sprememb (npr. Klopčič in sod., 2009; Klopčič in sod., 2020). Z analiziranjem vplivov podnebnih sprememb na razvoj gozdov prepoznamo in vrednotimo tveganja. Ocena tveganj je zato temeljno izhodišče za določanje ukrepov, ki prispevajo k njihovemu obvladovanju.

1.3 Prilagajanje gospodarjenja

Prilagajanje gozdov na podnebne spremembe je eden od temeljnih izzivov sodobnega gozdarstva. V Evropi je bilo sprejetih več strateških dokumentov za prilagajanje gospodarjenja z gozdovi (npr. EC, 2013; EEA, 2015; 2019). Na ravni držav so bili sprejeti nacionalni dokumenti za prilagajanje gozdarstva in ponekod celo ustanovljeni nacionalni konzorciji za klimatske spremembe. V Sloveniji je bil sprejet Nacionalni strateški okvir za prilagajanje podnebnim spremembam (MOP, 2016). Strategija prilagajanja slovenskega kmetijstva in gozdarstva podnebnim spremembam (2008) je strateški okvir za prilagajanje gozdov na podnebne spremembe. Akcijski načrt strategije prilagajanja slovenskega kmetijstva in gozdarstva podnebnim spremembam za leti 2010 in 2011 (MKGP, 2010) obsega pregled izvedenih in predvidenih ukrepov za prilagajanje gozdarstva. Enotno mnenje je, da se mora gozdarstvo, imenovano tudi »*climate smart forestry*« (Tognetti in sod., 2021), hitro in znatno prilagoditi spremenjenim razmeram. Za uspešno prilagajanje gospodarjenja je nujno novo znanje. Opazno je intenziviranje raziskav na tem področju, v nekatere mednarodne projekte (npr. CLIMO in FOREXCLIM) smo bili vključeni tudi sami (Ficko, 2018; Tognetti in sod., 2021). Znanstvena literatura s tega področja je

obsežna; delno smo k temu prispevali tudi sami (npr. Brang in sod., 2014); raziskave so usmerjene v razumevanje vpliva podnebnih sprememb ter iskanje strategij prilagajanja gozdov. Relacije med podnebnimi spremembami in spremembami gozdnih sestojev niso opredeljene enoznačno, opazno je pomanjkanje empiričnih dokazov o vplivu podnebnih sprememb na razvoj gozdov, usmeritve so pogosto zelo splošne. Predlaganih ukrepov za prilagajanje gozdarstva je veliko; pogosti so za področje gojenja gozdov, sonaravnega gospodarjenja z gozdovi, spreminjanja drevesne sestave in zgradbe gozdov, vnosa tujerodnih vrst, pospešene migracije drevesnih vrst. Ukrepi morajo biti prilagojeni rastiščnim razmeram (Nagel in sod., 2016), zato so gozdni rastiščni tipi pogosto orodje za prilagojeno gospodarjenja z gozdovi v razmerah podnebnih sprememb. Med gozdnimi rastiščnimi tipi so lahko velike razlike v različni stopnji ranljivosti gozdov zaradi podnebnih sprememb, drevesni sestavi in odzivih drevesnih vrst na klimatske spremenljivke in različnih potencialnih za prilagajanje podnebnim spremembam (Bončina in sod., 2021). Učinkovitost gospodarjenja z gozdovi v razmerah podnebnih sprememb je treba presojati ter glede na pridobljene izkušnje ukrepe izboljševati (Swanston in Janowiak, 2012). Postopek presojanja uspešnosti gospodarjenja smo razvijali v projektu CLIMO (Tognetti in sod., 2021).

Po velikih ujmah je osrednje vprašanje, kako sanirati poškodovane gozdove (Krajnc in Breznikar, 2019). Ob tem se zastavlja vprašanje, katera od poškodovanih dreves je treba oziroma je smiselno posekati, na kakšen način naj bo izpeljan posek na prizadetih površinah. V gozdovih s posebnim naravovarstvenim statusom je pogosto tudi vprašanje o puščanju dela poškodovanega drevja v naravi zaradi habitatnih funkcij gozda. Eno od ključnih vprašanj je način obnove poškodovanih gozdov, saj je mogoče kombinirati različne oblike umetne in naravne obnove ter različnih varstvenih del.

Gozdnogospodarski načrti so pomemben instrument za prilagajanje gozdov na podnebne spremembe. Z naborom prilagojenih ukrepov, upravljavskimi prioritetami, prilagojenimi strategijami ravnanja z gozdnimi sestoji načrti pomembno prispevajo k zmanjšanju tveganj pri gospodarjenju z gozdovi. Ekstremni vremenski dogodki bistveno spremenijo razmere za gospodarjenje, zato je treba načrte prilagoditi na nove razmere. V sedanji praksi so te obnove načrtov zahtevne in dolgotrajne zaradi veljavnih postopkov; treba je poiskati načine za hitro in enostavnejše sprejemanje prilagojenega gozdnogospodarskega načrta.

2 Cilji raziskave in struktura projekta

Poglavitni cilji projekta (C) so:

- C1) oceniti ranljivost (ogroženost) gozdov v Slovenije zaradi podnebnih sprememb;
- C2) pripraviti usmeritve za prilagajanje gozdov na podnebne spremembe, ki bodo povečale njihovo odpornost in prilagoditveni potencial;
- C3) razviti postopek optimalne sanacije gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih;
- C4) izdelati predlog postopka za poenostavljeno in učinkovito prilagoditev gozdnogospodarskih načrtov zaradi pojava ekstremnih vremenskih dogodkov v obdobju njihove veljavnosti.

Skladno s ciji je projekt obsegal štiri delovne sklope (DS):

- DS1 Ocena tveganj;
- DS2 Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam;
- DS3 Sanacija gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih;
- DS4 Spremembe gozdnogospodarskih načrtov zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov.

3 Objekt raziskave in metode dela

Objekt naše raziskave so bil gozdovi v Sloveniji. Ranljivost gozdov (C1) in usmeritve za prilagajanje gozdov podnebnim spremembam smo obravnavali tudi na ravni skupin gozdnih rastiščnih tipov. Testno območje za C3 je bila gozdnogospodarska enota Jelovica in gozdnogospodarsko območje Bled. Za C4 smo izbrali nekaj značilnih primerov prilagoditve načrtov zaradi ekstremnih dogodkov. Vsak DS je obsegal specifične naloge, zato je opis metod predstavljen po DS.

3.1 Ocena ranljivosti (ogroženosti) gozdov v Sloveniji (DS1)

Ogroženost gozdov se lahko kaže v spremenjenih procesih v gozdnih ekosistemih. Zato smo na podlagi empiričnih podatkov analizirali procese rasti, vrasti in mortalitete glavnih drevesnih vrst ob upoštevanju podnebnih spremenljivk. Največjo pozornost smo namenili mortaliteti drevja. Pričakovali smo, da se drevesne vrste in gozdni rastiščni tipi odzivajo različno na podnebne spremembe. Naloge (T) v tem sklopu so bile:

- T1.1 Priprava podatkovnih virov za oceno tveganj
- T1.2 Model ogroženosti gozdov na podlagi podatkov sanitarnega poseka
- T1.3 in T1.4 Modeli rasti, vrasti in mortaliteta drevja glede na klimatske, sestojne in topografske značilnosti

3.1.1 Analiza sanitarnega poseka

Sanitarni posek pomeni posek bolnega, poškodovanega ali sušečega se drevja, ki je odstranjeno iz sestoja z namenom izboljšanja zdravstvenega stanja sestoja. To je drevje, ki so ga poškodovali škodljivi biotski (škodljivci, bolezni, divjad) oziroma abiotični dejavniki (veter, sneg, žled, suša, plaz, usad, onesnažen zrak, delo v gozdu). V sanitarni posek je vključeno tudi oslabele drevje, ki ga je iz sanitarno varstvenih razlogov najbolje odstraniti iz sestoja. Tako preprečimo namnožitev potencialno nevarnih organizmov. Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) hrani podatke o poseku (tudi sanitarnem) od leta 1995 do danes.

V okviru projektu smo analizirali podatke o sanitarnem poseku od leta 1995 do 2022 (Timber..., 2022). Ker nas je zanimala predvsem ranljivost gozdov, na katero lahko vplivajo tudi klimatske spremembe smo v analizo vključili naslednje povzročitelje ranljivosti: insekte, bolezni in glive, vetrolom, žledolom, snegolom, požare in ostalo.

Iz analize smo izključili sanitarni posek zaradi divjadi, plazov in usadov, lokalnih imisij in poškodb ob spravilu lesa. Zbirka sanitarnega poseka je obsežna in vsebuje podatke o poseku več kot 148 milijonov dreves, od tega je 53 milijonov dreves posekanih sanitarno. Vsebuje podatke o vsakem posekanem drevesu, in sicer datum sečnje, drevesno vrsto, volumen in vzrok poseka.

3.1.2 Ocena ranljivosti gozdov

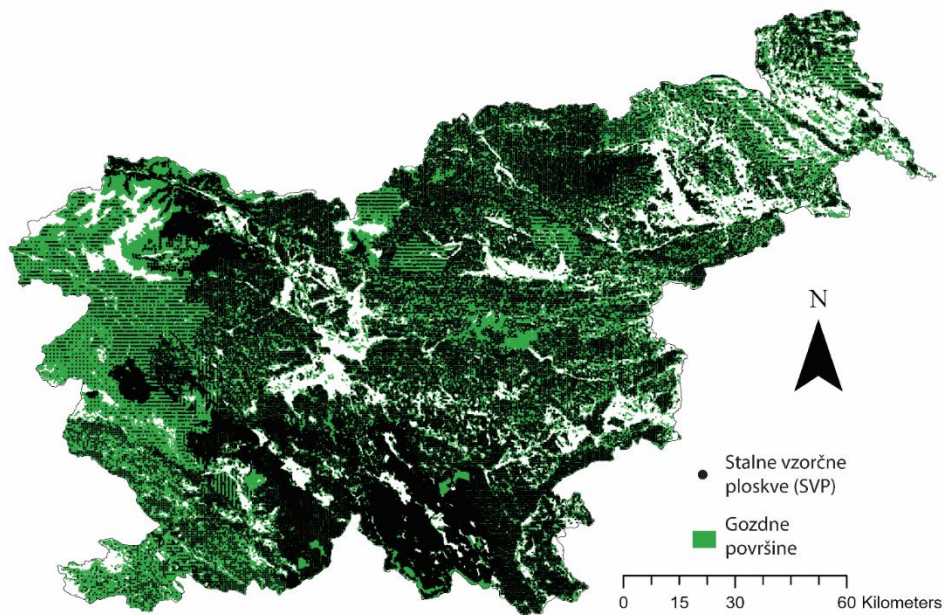
Ocena ranljivosti gozdov je kazalnik, ki nam pove, kateri gozdovi (sestoji, odseki) so bolj podvrženi poškodbam zaradi biotskih in abiotičnih povzročiteljev. Je relativna vrednosti izražena kot delež sanitarno posekane lesne zaloge od skupne lesne zaloge sestoja. Ranljivost lahko ugotavljamo po odsekih in na širših prostorskih enotah, za posamezne drevesne vrste in za poljubne povzročitelje mortalitete drevja. Analiziramo lahko tudi, kateri dejavniki vplivajo na ranljivost gozdov, kar je uporaben podatek za prilagojeno gospodarjenje z gozdom.

Z namenom ocene ranljivosti slovenskih gozdov smo zgoraj omenjeno bazo sanitarnega poseka združili s sestojnimi podatki (lesna zaloga, delež vrste). Podatke smo povezovali na ravni odsekov. Za oceno ranljivosti smo uporabili indeks ranljivosti (VI) (Štraus in Bončina, 2025), ki je razmerje med sanitarnim

posekom in začetno lesno zalogo (za določeno vrsto, vzrok, območje). Podatke smo analizirali v programih R in R Studio, Microsoft Excel, Qgis in Arc Map. Analizirali smo prostorsko ranljivost gozdov, ranljivost zaradi različnih povzročiteljev, ranljivost različnih drevesnih vrst in odvisnost ranljivosti od ostalih sestojnih značilnosti.

3.1.3 Analiza rasti, vrst in mortalitete drevja

Za parametrizacijo modelov debelinske rasti, vrsti in mortalitete so bili uporabljeni podatki iz dveh zaporednih meritev na stalnih vzorčnih ploskvah ZGS (Stalne vzorčne..., 2014; Slika 1).



Slika 1: Objekt raziskave

Ploskve so del vzorčne mreže različnih velikosti (0,25 km × 0,50 km, 0,20 km × 0,50 km in 0,25 km × 0,25 km), pri čemer je izbira dimenzij odvisna od intenzivnosti gospodarjenja. Vsako leto se izmeri približno desetina celotne gozdne površine. Prve meritve segajo v leto 1990, najnovejše druge pa v leto 2014.

Kot pojasnjevalne spremenljivke smo uporabili drevesne, sestojne, rastiščne, topografske in klimatske podatke (Preglednica 1). Topografske spremenljivke so bile pridobljene iz digitalnega modela reliefa (DEM, 2017) z ločljivostjo 5 m, medtem ko so klimatske spremenljivke temeljile na dolgoročnih podatkih za obdobje 1971–2000 (Geoportal ARSO, s.a.). Bioklimatske spremenljivke so bile določene po metodi O'Donnell in Ignizio (2012). Podatki o padavinah so bili izračunani za desetletja, specifična za posamezno ploskev. Izvirno smo jih pridobili iz visokoločljivega dnevnega podatkovnega niza SLOCLIM za obdobje 1950–2018 (Škrk in sod., 2021) z ločljivostjo 1 km² ter jih na vzorčno mrežo prenesli z metodo najbližjega soseda. Za določitev strukture in klasifikacije stalnih vzorčnih ploskev (SVP) na pretežno enomerne (ang. *even-sized*) in pretežno raznomerne (ang. *uneven-sized*) smo uporabili Gini indeks diverzitete premerov (Trifković in sod., 2022).

Za modeliranje debelinskega prirastka (*id*) (Trifković, 2024) smo uporabili naravne regresijske zlepke (funkcija *ns()* iz paketa *splines* v okolju R, verzija 4.1.3; R Core Team, 2022). Tak pristop nam je omogočil upoštevanje možnih nelinearnih povezav med *id* in izbranimi spremenljivkami. Naravne regresijske zlepke smo izbrali zato, ker se v primerjavi s kubičnimi zlepkami bolj obnašajo na robnih delih razpona – torej pred prvim in za zadnjim vozliščem (Perperoglou in sod., 2019). Prednost te metode se je potrdila tudi na naših podatkovnih množicah, saj je prinesla boljše rezultate glede na več kriterijev, med drugim na osnovi informacijskih kriterijev (AIC, BIC), celotne napake (RMSE), determinacijskega koeficienta

(R^2) in standardnega odklona ostankov. Po parametrizaciji in validaciji modelov za vse vrste smo izračunali odzivne krivulje za posamezne napovednike. Za primerjavo odzivov vrst na dejavnike rastišča, sestoja in okolja smo uporabili metodo dinamičnega časovnega ujemanja (DTW), ki omogoča primerjavo krivulj različnih amplitud in oblik. Izračunali smo DTW razdalje (DTWD) za vse pare vrst in napovednike, pri čemer nižja vrednost pomeni večjo podobnost odziva. Zaradi ne-metrične narave DTW smo kot končni kazalnik podobnosti uporabili tehtane mediane DTWD, pri čemer so uteži temeljile na pojasnjeni variabilnosti posameznih napovednikov. Za razporeditev vrst glede na podobnost odzivov smo uporabili ne-metrično večdimenzionalno skaliranje (NMDS). Ta metoda zmanjša dimenzionalnost podatkov tako, da ohrani razvrstitev podobnosti oziroma razlik med vrstami. Prileganje modela smo preverili s Shepardovim diagramom in merilom stresa; nižje vrednosti stresa pomenijo boljše prileganje. Vhodna matrika za NMDS je bila matrika tehtanih median DTWD. Razvili smo tudi modele temeljčnega priraščanja za 20 najpogostejših vrst.

Preglednica 1: Seznam spremenljivk in njihovih okrajšav, uporabljenih v analizah rasti, vrasti in mortalitete

Okrajšave	Opis
id (cm 10 y ⁻¹)	Debelinski prirastek
ig (cm ² ha ⁻¹)	Temeljični prirastek
DBH (cm)	Premer na prsni višini
DBHDBH	Kvadrat DBH
DBH:GINI	Interakcija DBH:GINI
BA (m ² ha ⁻¹)	Temeljnica
BAL (m ² ha ⁻¹)	Temeljnica dreves večjih od predmetnega drevesa
QMD (cm)	Srednji temeljični premer
GINI	Gini indeks
SHN	Shannon indeks
SLOPE (°)	Nagib
ELE (m)	Nadmorska višina
K (m ³)	Produktivnost
PC(%)	Delež vrste v BA
P41 (%)	Delež bukve v BA
P11 (%)	Delež smreke v BA
P21 (%)	Delež jelke v BA
PCON (%)	Delež iglavcev v BA
PBRO (%)	Delež listavcev v BA
PCAB	Dummy spremenljivka (1 = iglavci, 0 = listavci)
SCA	Sposobnost senčenja
BEDR	Dummy spremenljivka (1 = SILIKATI, 0 = KARBONATI)
RST	Kamnitost
pH	pH
ORGSUM	Skupna vsebnost organske snovi
D _{SOIL} (cm)	Globina tal
BIO1 (°C)	Povprečna letna temperatura
BIO1BIO1	Kvadrat BIO1
BIO2 (°C)	Povprečna dnevna temperaturna amplituda
PCP (mm)	Povprečne letne padavine
SPI.-6 Sep	Kompozitni standardizirani indeks padavin za september
SPI.-24 Jun	Kompozitni standardizirani indeks padavin za junij

Za modeliranje vrsti dreves smo uporabili Tobitov model krnjene regresije (Tobin, 1958; Greene, 2000; Trifković in sod., 2023a), ki omogoča upoštevanje potencialno negativnih vrednosti, pri čemer so vse vrednosti ≤ 0 (primeri brez zabeležene vrasti) obravnavane kot cenzurirane. Postopek izbire spremenljivk je potekal v dveh fazah: (i) odstranjevanje močno koreliranih spremenljivk (Pearsonov $r > 0,6$), (ii) uporaba postopne metode na osnovi zmanjšanja Akaikejevega informacijskega kriterija (AIC). Model smo validirali z razdelitvijo podatkov v razmerju 70/30 na učno in testno množico (Berrar, 2019). Za vsako drevesno vrsto smo nato izvedli analizo elastičnosti: posamezne napovedne spremenljivke smo spreminjali znotraj opaženega razpona, ostale pa zadržali na povprečnih vrednostih. Na podlagi dobljenih odzivnih krivulj smo določili optimalne (≥ 95 . centil) in kritične pogoje (≤ 5 . centil) za vrast, kar nam je omogočilo opredelitev najboljših in najslabših razmer za vraščanje glede na posamezne spremenljivke ob hkratnem upoštevanju vplivov ostalih dejavnikov v modelu.

Za modeliranje mortalitete smo analizirali podatke iz podatkovne baze SVP, ki vsebuje 1,4 milijona dreves na 82.510 inventurnih ploskvah, zbranih med letoma 1990 in 2014. Približno 65 % gozdov je bilo uvrščenih med pretežno enomerne (E), 35 % pa med raznomerne (R).

Odvisna spremenljivka je bila binarna; zavzame vrednost ena, če je drevo odmrlo, oziroma nič, če je preživelo v obdobju opazovanja. Uporabili smo binomski posplošeni linearni mešani model (GLME). Obsežno predhodno testiranje različnih povezovalnih funkcij je pokazalo, da GLME model z Gompertzevo kumulativno porazdelitvijo smrtnosti najbolje ustreza podatkom (Enačba 2):

$$\pi_{y|x} = 1 - e^{(-e^{X\beta+Z\gamma})}, \quad \text{Eq. 2}$$

kjer je $\pi_{y|x}$ verjetnost za mortaliteto glede na dejavnik x , $X\beta$ je vektor linearnih učinkov fiksnih dejavnikov, $Z\gamma$ pa predstavlja učinke slučajnostnih dejavnikov, ki so bili v našem primeru učinki ploskev (Salas-Eljatib in Weiskittel, 2020). Ker so se intervali ponovnih meritev (L) razlikovali (5,53 do 12,86 let), je bila funkcija verjetnosti preživetja prilagojena z vključitvijo dolžine časa, v katerem je bilo določeno drevo izpostavljeno možnosti odmrtnosti. Gompertzevo funkcijo verjetnosti smrtnosti smo prilagodili z vključitvijo intervala ponovnih meritev L kot eksponenta v funkcijo verjetnosti preživetja (Salas-Eljatib in Weiskittel, 2020, Enačba 5):

$$\pi_{y|x} = 1 - e^{(-e^{X\beta+Z\gamma})L}. \quad \text{Eq. 5}$$

Nastali Gompit GLME model mortalitete, prilagojen različnim intervalom ponovnih meritev, je nato (Enačba 6, Salas-Eljatib in Weiskittel, 2020):

$$\ln(-\ln(1 - \pi_{y|x})) = (\beta_0 + \beta_1 X_{1ij} + \beta_2 X_{2ij} + \beta_3 X_{3ij} + \dots + \beta_n X_{nij} + u_j) + \ln L \quad \text{Eq. 6}$$

Ta model (v nadaljevanju Gompit »Exposure« GLME model) nakazuje, da se hazardna stopnja mortalitete eksponentno spreminja s spremembo vplivnega dejavnika smrtnosti in povečuje z daljšim trajanjem obdobja opazovanja. Ocena parametrov v Gompit »Exposure« GLME modelu (Enačba 6) zahteva oblikovanje prilagojene povezovalne funkcije in maksimizacijo prilagojene log-verjetnostne funkcije. Prilagojeno povezovalno funkcijo smo ustvarili z uporabo funkcije *glmer()* v paketu *lme4* (verzija 1.1-33). Alternativni računski pristop za ocenjevanje parametrov v Gompit »Exposure« GLME modelu je uporaba *offseta* kot dodatnega parametra v funkciji *glmer()*. Pristop *offset* vodi do modela, ki je algebraično enakovreden Gompit »Exposure« GLME modelu, tako da je logaritem (L) določen kot *offset* v modelu. Testirali smo tudi tretji pristop za prilagoditev funkcije mortalitete trajanju opazovanja, kjer smo L vključili kot kovariato v model (Salas-Eljatib in Weiskittel, 2020). Najboljše ujemanje je bilo doseženo s pristopom *offset* v Gompit »Exposure« GLME modelu, zato so vsi rezultati predstavljeni za pristop *offset*.

Preučevali smo tudi odziv po žledu poškodovanih dreves, in sicer smo analiziral rast krošenj in debelinsko rast poškodovanih dreves. Za raziskavo smo uporabili podatkovno zbirko ZGS, ki je takoj po žledolomu 2014 ocenil stopnjo poškodovanosti več kot 15.000 dreves na 960 stalnih raziskovalnih ploskvah. Te so bile naključno izbrane v gozdnogospodarskih enotah, v katerih je bila gozdna inventura izvedena v letu 2013 (zadnja meritev pred žledolomom). Stopnja poškodovanosti dreves je bila opisana v članku Klopčič in sod. (2020), s podatki ponovne gozdne inventure, izvedene v letu 2023, pa smo ocenili i) stopnjo preživetja (mortaliteto) poškodovanih dreves in ii) rastni odziv dreves po poškodbah. Pri slednjem smo preučevali i) odziv in rast krošnje na manjšem vzorcu poškodovanih dreves v GGE Leskova dolina, kjer je bila jakost žledenja ekstremna in ii) odziv poškodovanih dreves z debelinsko rastjo.

3.2 Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam (DS2)

Ta sklop je obsegal naslednje naloge:

- T2.1 Pregled konceptov prilagajanja gozdov podnebnim spremembam
- T2.2 Izdelava osnutka smernic za prilagajanje gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji podnebnim spremembam
- T2.3 Participativna delavnica za strokovno javnost in lastnike gozdov
- T2.4 Priprava smernic za prilagajanje gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji podnebnim spremembam

Nalogi T2.1 in T2.2 smo izvedli s pregledom domače in tuje literature, pri nalogi T2.2 smo upoštevali izsledke DS1. Participativno delavnico smo izpeljali v Bohinju (23. 4. 2025). Udeleženci so najprej odgovarjali na anketni vprašalnik glede glavnih strategij prilagajanja gozdov in gozdarstva na podnebne spremembe, potem so razdeljeni v skupine obravnavali tri vsebinske sklope (opis v poglavju Rezultati). Zadnji del je bil namenjen terenskemu ogledu sanacij z razpravo na izbranih stojiščih.

3.3 Ocena sanacij gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih (DS3)

Gozdnogospodarski načrti so hkrati upravljavski načrti za območja Natura 2000 v gozdnem prostoru. V delu Natura 2000 območij so opazna tveganja zaradi vpliva podnebnih sprememb, ki se kažejo v veliki dovzetnosti gozdnih sestojev za abiotске in biotske motnje. Delni razlog za to je v preteklem gospodarjenju, saj so bili gozdovi znatno spremenjeni, kar se odraža v bistveno večjem deležu smreke kot bi bil njen delež v naravni sestavi gozdnih združb. Prav spremenjenost gozdov (zasmrečenost) je lahko eden od razlogov, da so takšni gozdovi primeren habitat za nekatere kvalifikacijske vrste, ki najdejo ugodne habitate razmere prav v zasmrečenih gozdovih. Takšne vrste so npr. divji petelin, koconogi čuk, triprsti detel, mali skovik. Pomembni kriteriji za ugodne habitatne razmere so i) delež odraslih sestojev, ii) delež gozdov brez ukrepanja in iii) količina odmrlega, predvsem debelejšega drevja. Že sonaravno gospodarjenje s temi gozdovi lahko poslabša habitatne razmere za omenjene vrste, predvsem pa se razmere drastično poslabšajo zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov, ki lahko sprožijo obsežne gradacije podlubnikov. Naloge (T) v tem sklopu so bile:

- T3.1 Ocena spreminjanja gozdnih sestojev in habitatov za kvalifikacijske vrste zaradi gospodarjenja, ekstremnih vremenskih dogodkov in njihovih sanacij
- T3.2 Ocena izvedenih postopkov sanacije glede na gojitvene, varstvene in naravovarstvene vidike
- T3.3 Predlog izboljšanih postopkov sanacije gozdov

3.3.1 Spreminjanje habitatov za izbrane kvalifikacijske vrste

Spreminjanje habitatov za kvalifikacijske vrste smo ocenili na primeru divjega petelina v območju gozdnogospodarske enote Jelovica (v nadaljevanju GGE Jelovica), ki je del gozdnogospodarskega

območja Bled. V GGE Jelovica sodi osrednji del istoimenske alpske planote in meri 5005 ha, od tega je 95,4 % površine gozdov. Nadmorska višina v enoti je med 500 in 1700 m n.m. Na območju prevladuje gozdni rastiščni tip predalpsko jelovo bukove (81,4 % gozda). Povprečna lesna zaloga je 355 m³/ha in pretežno sestoji iz iglavcev (82,3 %). V enoti se prepletajo različne funkcije, na 4,3 % prostora je poudarjena funkcija ohranjanja biotske pestrosti. V enoti so prisotne naslednje kvalifikacijske ptičje vrste za Natura 2000 SPA območje, za katere je opredeljeno posebno varstveno območje: koconogi čuk (*Aegolius funereus*), mali skovik (*Glaucidium passerinum*), triprsti detel (*Picoides tridactylus*), kozača (*Strix uralensis*), divji petelin (*Tetrao urogallus*), gozdni jereb (*Bonasa bonasia*), črna žolna (*Dryocopus martius*), sokol selec (*Falco peregrinus*) in planinski orel (*Aquila chrysaetos*). Pri projektu smo se osredotočili na spreminjanje habitata za divjega petelina, za katerega že dlje časa zaznavajo trend upadanja števila rastišč na območju Jelovice. Njegova rastišča se sicer nahajajo v srednjih in višjih predelih enote.

Na območju smo analizirali spreminjanje površine gozda, razmerja razvojnih faz in zasmrečenosti sestojev. Podatke so pridobili iz sestojnih kart, ki jih pripravlja ZGS ob pripravi gozdnogospodarskih načrtov. Za GGE Jelovica so zato na voljo podatki o sestojih v letih 2002, 2012 in 2022. Sestojne karte smo analizirali v programu QGIS 3.34, ostale podatke pa v MS Excel.

3.3.2 Ocena izvedenih postopkov sanacije gozdov v GGE Jelovica

Opravili smo anketo o uspešnosti sanacije gozdov v GGE Jelovica. Poslana je bila na OE Bled (načrtovalcem in gojiteljem), na KE na območju Jelovice, na SIDG, DOPPS, ZRSVN OE Kranj in v lovske družine na območju. V dopisu so bili naslovniki zaproseni, da jo izpolnijo le tisti, ki so bili vpleteni v sanacijo.

3.3.3 Ocena izvedenih postopkov sanacije gozdov v gozdnogospodarskem območju Bled

Oceno smo pripravili na podlagi delavnice (Bohinjska Bistrica, 26. 8. 2025), na kateri so sodelovali predstavniki ZGS, Biotehniške fakultete, Triglavskega narodnega parka, Metropolitane in GG Bled. Delavnica je bila razdeljena v dva dela:

- izvedba ankete z naslovom »Ocena izvedenih postopkov sanacije gozdov v GGO Bled« za zadnja leta ujm (od leta 2014 naprej). Anketa je vsebovala 17 vprašanj (trditev), ki so jih udeleženci ocenjevali z ocenami 1 - 5 (1 = povsem neustrezno, napačno, nezadostno, ..., 5 = odlično, bolje ni mogoče) in poleg zapisa ocen podali tudi kratke utemeljitve zanje;
- delo v treh skupinah po metodi world cafe. Teme omizij so bile:
 - tema 1: dopolnitve izvedbe ukrepov sanacije gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih;
 - tema 2: dopolnitve pravnih in organizacijskih vidikov;
 - tema 3: dopolnitve postopkov načrtovanja ob ekstremnih vremenskih razmerah.

3.4 Spremembe gozdnogospodarskih načrtov zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov (DS4)

Ekstremni vremenski dogodki in posledično gradacije podlubnikov povzročijo tako obsežne poškodbe gozdnih sestojev, da je nujna prilagoditev sicer veljavnih gozdnogospodarskih načrtov. Ob tem se zastavljata dva izziva, in sicer, 1) kako glede na novonastale razmere v gozdovih vsebinsko dopolniti gozdnogospodarski načrt, in 2) kako poenostaviti postopke sprejemanja spremembe načrta. Ob ekstremnih dogodkih je treba poleg spremembe gozdnogospodarskega načrta izdelati načrt sanacije gozdov. Zato je treba preveriti, kako bi bilo mogoče učinkovito povezati in poenostaviti pripravo obeh dokumentov. Naloge (T) v tem sklopu so bile:

- T4.1 Ocena postopkov sprememb gozdnogospodarskih načrtov zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov

- T4.2 Predlog sprememb pravnih predpisov in postopkov za poenostavljeno in učinkovito spremembo gozdnogospodarskih načrtov v primeru ekstremnih dogodkov

Za izbrane gozdnogospodarske enote smo analizirali spremembe gozdnogospodarskih načrtov zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov in gradacij insektov. Analizirali smo 1) vsebinske spremembe testnih načrtov, in 2) postopke sprejemanja načrta s poudarkom na časovni in vsebinski analizi. Pregledali smo tudi pravne predpise, ki urejajo izdelavo in sprejemanje gozdnogospodarskih načrtov ter izdelavo načrtov sanacije gozdov. Na podlagi opravljenih analiz testnih območij in pregledov pravnih predpisov (T4.1) smo pripravili predlog sprememb pravnih predpisov in postopkov za poenostavljeno in učinkovito prilagoditev gozdnogospodarskih načrtov v primeru ekstremnih dogodkov (T4.2).

4 Rezultati

4.1 Koncepti prilagajanja gozdov na podnebne spremembe

V Sloveniji namenjamo podnebnim spremembam in njihovim vplivom na gozdove vedno več pozornosti (npr. Simončič in sod., 2001; Ficko, 2018; Breznikar, 2019; Kraigher in Humar, 2021; Kraigher in sod., 2022; Bleiweis in sod., 2023; Bončina in sod., 2024; Kraigher in sod., 2024). Tudi na globalni ravni se povečuje število raziskovalnih izsledkov o vplivu podnebnih sprememb na gozdove. Opazen pa je velik razkorak med raziskovalnimi izsledki in dejanskim prilagajanjem gospodarjenja z gozdovi. Pri prilagajanju gospodarjenja podnebnim spremembam se porajajo številna vprašanja: i) kako lahko sploh prilagajamo gozdove, ii) kateri so temeljni koncepti, strategije in ukrepi prilagajanja gozdov na pričakovane podnebne spremembe. Zato smo v okviru projekta (Bončina, 2024) i) pojasnili zasnovo prilagajanja gozdov podnebnim spremembam, ii) pojasnili vsebinsko povezanost med strategijami, smernicami in ukrepi za prilagojeno gospodarjenje z gozdovi in iii) izdelali predlog vključitve podnebno ozaveščenega prilagojenega gospodarjenja z gozdovi (ang. *climate smart forestry*) v celovito upravljanje gozdov.

Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi zaradi podnebnih sprememb (tudi prilagoditveno gospodarjenje na podnebne spremembe) je zasnovano na dveh temeljnih konceptih (Glick in sod., 2011; Swanston in sod., 2016):

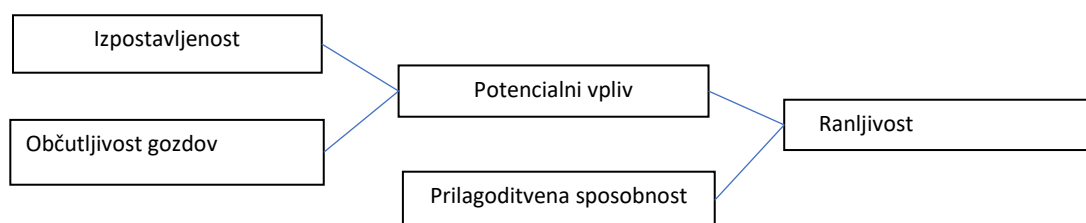
- konceptu ranljivosti (ogroženosti) gozdov zaradi podnebnih sprememb;
- konceptu prilagajanja gospodarjenja, ki obsega temeljne ekološke koncepte, strategije, smernice in ukrepe gospodarjenja.

4.1.1 Koncept ranljivosti gozdov

Ocena ranljivosti gozdov (ang. *forest vulnerability assessment*) je izhodišče za iskanje načinov in ukrepov za prilagajanje gospodarjenja. Namesto pojma ranljivosti je v uporabi tudi pojem ogroženost (ang. *threat*), ki označuje sovpadanje nevarnosti in škodnega potenciala. Pojem ogroženosti je pogosto v uporabi v vodarstvu (npr. poplavna ogroženost), manj pogosto pa v gozdarstvu (Strateški okvir..., 2016). Preden iščemo in določimo primerne ukrepe za prilagajanje gozdov podnebnim spremembam, je treba ugotoviti: i) kateri gozdovi so bolj ranljivi, ii) kako zelo so ranljivi in iii) zakaj so ranljivi (ogroženi) (Glick in sod., 2011). Pri ocenjevanju ranljivosti je smiselno razlikovati med zdajšnjo in napovedano (prihodnjo) ranljivostjo gozdov; sedanja je rezultat dosedanjih vplivov podnebnih sprememb na gozdove, napovedana pa temelji na projekcijah podnebnih sprememb in odzivov gozda nanje. Za prilagajanja gozdov sta pomembni obe oceni ranljivosti, vendar zaradi dolgoživosti drevja in gozdnih sestojev je napovedana ranljivost za prilagajanje gozdov relativno pomembnejša v primerjavi s

kmetijstvom, za katerega so značilni krajši proizvodni cikli. Če povzamemo pristope različnih avtorjev (npr. IPCC, 2007; Swanston in sod., 2016; Halofsky in sod., 2018), potem ocena ranljivosti gozdov na podnebne spremembe temelji na naslednjih elementih (Slika 2):

- izpostavljenost gozdov podnebnim spremembam (ang. *exposure*); ta element opisuje, kakšnim podnebnim spremembam so izpostavljeni gozdovi in kako velike so podnebne spremembe. To lahko opišemo s spremembo podnebnih spremenljivk, ki opisujejo zračno temperaturo, padavine, sušna obdobja in podobno. Za oceno izpostavljenosti je treba poznati dosedanje podnebne razmere in njihov vpliv na gozdove ter projekcijo prihodnjih podnebnih razmer in odzivov gozdov nanje;
- občutljivost gozdov na podnebne spremembe (ang. *sensitivity, susceptibility*); ta element pojasnjuje, kako se gozdni sestoji in drevje različnih drevesnih vrst odzivajo na podnebne spremembe; na primer: ob enakih ekstremnih padavinah so nekateri gozdni ekosistemi (npr. zaradi talnih razmer) dovzetnejši za erozijske procese kot drugi;
- potencialni vpliv (ang.: *impact*) podnebnih sprememb; ta element je rezultanta izpostavljenosti gozdov podnebnim spremembam in njihove občutljivosti za spremembe in pojasnjuje, kakšne so bile posledice dosedanjih sprememb oziroma kakšne bodo predvidene posledice podnebnih sprememb na gozdne ekosisteme. Vplivi se lahko kažejo v spremembah osnovnih procesov v gozdnih sestojih (rast, pomlajevanje, mortaliteta). Podnebni dejavniki so del rastiščnih dejavnikov, ki vzajemno vplivajo na razvoj gozdov. Prav kompleksen vpliv dejavnikov otežuje prepoznavanje vplivov podnebnih sprememb na gozdove. Pri vplivu podnebnih sprememb na gozdove je treba razlikovati dva vidika:
 - prvi označuje vpliv postopnega spreminjanja podnebja, ki ga najpogosteje označimo kot globalno segrevanja ozračja in ga opišemo s spreminjanjem podnebnih spremenljivk;
 - drugi vidik vpliva podnebnih sprememb se kaže v večji pogostnosti in jakosti ekstremnih dogodkov (IPCC, 2014; Ficko, 2018).



Slika 2: Zasnova ocene ranljivosti gozdov zaradi podnebnih sprememb (IPCC, 2007)

Ranljivost gozdnih ekosistemov je rezultanta izpostavljenosti gozdov podnebnim spremembam, občutljivosti gozdov in njihove prilagoditvene sposobnosti. Ob večji izpostavljenosti, veliki občutljivosti in majhni prilagoditveni sposobnosti so posledice podnebnih sprememb na strukturo in delovanje gozdnih ekosistemov veliko večje kot v primeru majhne izpostavljenosti, majhne občutljivosti in velike prilagoditvene sposobnosti.

Ranljivost gozdov lahko ocenimo na različnih prostorskih ravneh. Na velikoprostorski ravni (nacionalna raven) je ranljivost gozdov lahko različna zaradi njihove heterogenosti in s tem različne občutljivosti ter njihove različne izpostavljenosti podnebnim spremembam. Zato je ocena ranljivosti na takšni ravni splošna. Posledično so splošne tudi strategije in smernice za prilagajanje, saj so veljavne za raznovrstne

gozdove z raznovrstnim vplivom podnebnih sprememb. Na nižjih ravneh (območna, krajinska) je ocena ranljivosti bolj določna in zato tudi primernejša podlaga za prilagojeno gospodarjenje.

Napovedi o sedanjih in prihodnjih vplivih podnebnih sprememb na gozd in ocene njihove prilagoditvene sposobnosti so negotove. Zaradi zahtevnosti je priporočljivo, da so ocene ranljivosti zaradi podnebnih sprememb rezultat timskega dela različnih strokovnjakov. Prav tako je priporočljivo, da pri ocenah ogroženosti gozdov sodeluje večji krog deležnikov, poleg znanstvenikov tudi upravljavci, lastniki gozdov, različni deležniki z znanjem ali izkušnjami o omenjenih treh elementih ranljivosti gozdov.

4.1.2 Koncept prilagajanja gozdov podnebnim spremembam

Če prilagodimo splošno definicijo prilagajanja gospodarjenja podnebnim spremembam (Strateški okvir..., 2016), potem prilagojeno gospodarjenje z gozdovi obsega vse ukrepe in politike za načrtno zmanjševanje ranljivosti gozdov ter povečevanje njihove odpornosti na zaznane ali pričakovane vplive podnebnih sprememb. Prilagojeno gospodarjenje poteka na več ravneh, zato vključuje koncepte, strategije, smernice in ukrepe (aktivnosti) prilagojenega gospodarjenja. Koncepti in strategije so bolj splošni, veljajo za večja prostorske ravni, ukrepi in aktivnosti pa so podrobnejši, prilagojeni posebnostim v manjšem prostoru, vsebinsko pa se navezujejo na strategije in koncepte prilagajanja.

Ekološki koncepti

Iskanje mogočih načinov prilagajanja gozdov podnebnim sprememba temelji na treh ekoloških konceptih (Swanston in sod., 2016):

- **koncept odpornosti gozdov** (ang. *resistance*; »obramba sistema«, vzdržljivost); gozdni ekosistemi so do določene mere odporni na vplive iz okolja. Ob vplivih iz okolja se struktura in delovanje gozdnih ekosistemov (bistveno) ne spremeni. Z gospodarjenjem z gozdovi lahko krepimo njihovo odpornost. Takšen pristop je primeren za gozdove, ki so manj občutljivi za podnebne spremembe. Njegov pomen je večji v gozdovih s posebno ekološko ali kulturno vrednostjo; radi bi ohranili strukturo, sestavo in delovanje gozdov, čeprav se okolje spreminja;
- **koncept prožnosti** (ang. *resilience*; dinamična odpornost, trdoživost); ta koncept vključuje spremembe gozdov. Zaradi okoljskih vplivov se gozdovi spremenijo, vendar lahko zavzamejo stanje, podobno stanju sistema pred motnjo. V povezavi s prožnostjo se pogosto omenja fluktuacije; npr. fluktuacije drevesne sestave gozdov zaradi okoljskih vplivov. Ta koncept je primeren za gozdove z velikim prilagoditvenim potencialom. Težava nastane, ko so spremembe okolja tolikšne, da se gozdni ekosistem ne more več prilagoditi na spremembe okolja. Deleži drevesnih vrst se spreminjajo, vendar so prisotne vse vrste; ob zelo veliki spremembi okolja pa lahko izgine katera izmed njih. Prilagoditvena sposobnost gozdov je v znatni meri odvisna od prožnosti gozdov;
- **koncept tranzicije** (ang. *transition*; prehod, odziv); zanj je značilno, da sprejmemo nujnost sprememb gozdnih ekosistemov in z ukrepi povečujemo možnosti prilagoditve gozdnih ekosistemov na prihodnje podnebne razmere. Ta koncept je smiseln v gozdovih, ki so zelo ogroženi, in tam, kjer so podnebne spremembe hitre in velike.

Strategije prilagajanja

Jandl in sod. (2019) razlikujejo med pasivnim in aktivnim prilagajanjem. Prvi pristop temelji na naravni prožnosti gozdnega ekosistema, sekundarnih sukcesijah in na omejitvi ali celo izključitvi vseh

gozdnogospodarskih (gojitvenih) ukrepov. Drugi pristop vključuje gojitvene ukrepe, ki vplivajo na sestavo in strukturo gozdnih sestojev, ki sta bolj prilagojeni na podnebne spremembe (Bolte in sod., 2009; Millar in sod., 2007). Bernier in Schoene (2009) omenjata načine ravnanja glede na podnebne spremembe, in sicer upravljanje brez prilagajanja, odzivno upravljanje in načrtovano prilagajanje. Prvi način pomeni, da dosedanjega ravnanja ne spreminjamo, drugi način uporabljamo samo v primeru poškodb gozdov zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov (sanitarni posek in sanacija gozdov zaradi motenj), tretji način pa pomeni spreminjanje dosedanjega ravnanja z gozdovi, saj je treba cilje in ukrepe gospodarjenja prilagoditi glede na tveganja in negotovosti, povezane s podnebnimi spremembami.

Z uresničevanjem strategij povečujemo odpornost, prožnost ali tranzicijo gozdnih ekosistemov, da so oziroma bodo bolj prilagojeni sedanjim in prihodnjim razmeram. Strategije opisujejo glavne možnosti prilagajanja gozdov. Zaradi preglednosti in motivacijskega pomena je njihovo število omejeno; le redko je navedenih več kot deset strategij. Analiza različnih virov o strategijah prilagajanja (npr. Spittlehouse in Stewart, 2004; Adger in sod., 2005; Locatelli in sod., 2010; Millar in sod., 2007; Swanston in sod., 2016; Halofsky in sod., 2018; Lindner in sod., 2014; Forest Europe, 2020) kaže naslednje:

- strategije so splošne in praviloma veljajo za nacionalno ali regionalno prostorsko raven;
- v zapisu strategij in smernic so med avtorji in deželami opazne razlike
- ameriški in kanadski avtorji v primerjavi z evropskimi relativno več pozornosti namenjajo prilagoditvam na velikoprostorski (regionalni in krajinski) ravni, evropski pa bolj poudarjajo prilagojeno gospodarjenje z gozdnimi sestoji;
- v deželah, kjer prevladuje golosečni sistem, so pogostejše strategije o obnovi;
- v strategijah gospodarjenja z gozdovi je poleg usmerjenja razvoja gozdov poudarjeno varstvo gozdov
- nekateri izpostavljajo tudi pomen strategije za prilagoditev ravnih modelov, sestojnih tablic in tehnologij predelave lesa;
- nekateri avtorji omenjajo tudi usmeritve, ki se nanašajo na pravne predpise, izobraževanje in druge aktivnosti.

Smernice in ukrepi

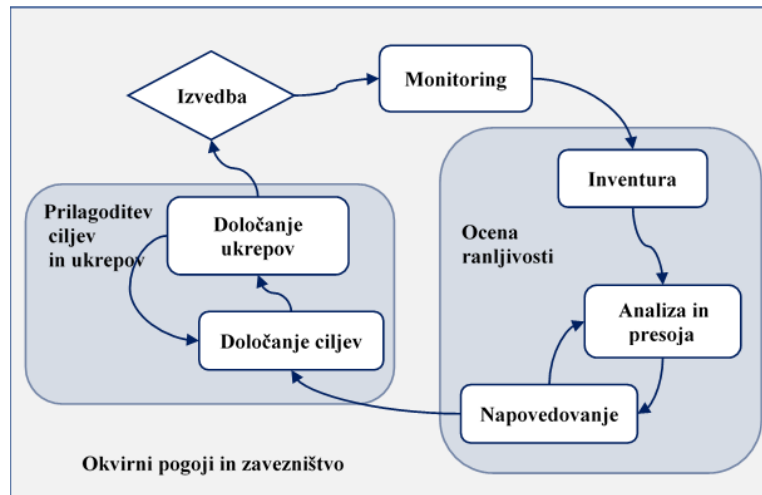
Strategije so splošne, zato se je treba posebnostim posameznih območij gozdov prilagoditi s smernicami. Pri tem je treba upoštevati prilagoditveno sposobnosti gozdov v območju, njihovo ranljivost (občutljivost) in dejanske podnebne spremembe v območju. Smernice so še vedno del okvirnega načrtovanja, primerne so za načrtovanje ravnanja z gozdovi na ravni gozdnih združb, gozdnih tipov, večjih gozdnih posesti. Gozdni rastiščni tipi so lahko primeren okvir za prilagojeno gospodarjenje z gozdovi. Med njimi so lahko velike razlike v stopnji ranljivosti zaradi podnebnih sprememb, drevesni sestavi, odzivih drevesnih vrst na podnebne spremenljivke in različnih prilagoditvenih sposobnosti (Bončina in sod., 2021).

Na podrobni ravni (sestoj, odsek, manjše območje) določimo ukrepe, ki so sestavni del operativnega načrtovanja. Ukrepe in aktivnosti izpeljemo iz strategij in smernic ter ob tem upoštevamo razmere na krajinski in predvsem sestojni ravni. Povezave med strategijami, smernicami in ukrepi lahko ponazarja naslednji primer:

- **strategija:** povečati vrstno diverzitetu gozdnih sestojev;
 - **smernica:** pospeševati gradeno in termofilne listavce v danem gozdnem tipu;
 - **ukrep:** setev gradna na izbranih lokacijah.

4.1.3 Vključevanje prilagajanja gozdov podnebnim sprememba v celovito upravljanje gozdov

Prilagajanja gozdov podnebnim spremembam je treba vključiti v celovito upravljanje gozdov. Koncept adaptivnega upravljanja primeren tudi za prilagajanje podnebnim spremembam (Slika 2). Predlog vključevanja prilagajanja gospodarjenja smo izdelali na podlagi postopka adaptivnega načrtovanja, ki ga razvijamo v Sloveniji (Bončina, 2008), in izkušenj tujih, predvsem ameriških in kanadskih avtorjev (npr. Swanston in sod., 2016; Halofsky in sod., 2018).



Slika 3: Vključevanje prilagajanja gozdov podnebnim spremembam v celovito upravljanje gozdov

Gozdni rastiščni tipi so primeren okvir za prilagojeno gospodarjenje z gozdovi. Če ponazorimo s primerom: v okviru strategije povečati vrstno diverzitetu sestojev so v različnih gozdovih različne možnosti. V nekaterih gozdnih tipih je veliko drevesnih vrst in je zato možnost za uresničevanje te strategije veliko večja kot v gozdnih tipih, v katerih je v drevesni sestavi le nekaj vrst. Tudi smernica, kot je npr. pospeševanje termofilnih listavcev, ima v različnih gozdnih tipih (npr. v dobovih ali bukovih gozdovih) različen pomen. Pogosto je omenjeno zmanjševanje deleža smreke v gozdnih sestojih. Aktualnost te smernice je med gozdnimi tipi lahko zelo različna, posploševanje na vse gozdne tipe ni primerno. Pri odločanju o prilagoditvenih smernicah je treba upoštevati dejanske razmere v območju.

Načrtovalni postopek smo razdelili na šest faz (Slika 3). Pri opisu izpostavljamo vsebine, ki so pomembne za prilagajanje podnebnim spremembam. Fazi analiza in presoja ter napovedovanje sta podlagi za **oceno ranljivosti gozdov**, ki izhaja iz dejanskih razmer na območju ter zaznanih in predvidenih podnebnih razmer na določenem območju:

1. Inventura; vanjo je treba vključiti znake o gozdovih in okolju, ki pojasnjujejo vplive podnebnih sprememb na gozdove in občutljivost gozdov.
2. Analiza in presoja; v tej fazi analiziramo podatke o gozdovih, gospodarjenju in okoljskih vplivih. Pomembno je zaznati spremembe v zadnjih desetletjih (motnje, sanitarni posek, podnebne spremembe na lokalni/krajinski ravni) in presoditi uspešnost opravljenih ukrepov. Primerno je, da analize izpeljemo na ravni gozdnih tipov. Pri tem je treba kombinirati znanstvene izsledke in upravljske presoje.
3. Napovedovanje; v okviru te faze je treba oceniti tudi podnebne spremembe in njihov potencialni vpliv na gozdove. Ta ocena velja za območje načrtovanja. Pri tem so pomembna vprašanja, kot so: i) kako se podnebne razmere spreminjajo na območju, ii) kako se spreminjajo

gozdovi, iii) kakšni bodo vplivi zaznanih podnebnih sprememb na razvoj gozdov. Tudi v tej fazi je treba kombinirati znanstvene izsledke in izkušnje ter napovedi na ravni območij, ki so prostorski okvir načrtovanja.

4. Cilji gospodarjenja; določeni so glede na zahteve družbe (lastnikov in javnosti). Zaradi ranljivosti gozdov je treba preveriti, ali je treba cilje prilagoditi, da bodo uresničljivi. Zaradi poškodovanih gozdov se lahko vsaj začasno spremenijo pomeni ciljev. Poškodbe gozdov, izmenjava drevesnih vrst in druge spremembe vplivajo na cilje gospodarjenja (npr. zmanjšan pomen lesnoproizvodne funkcije, slabšanje habitatov).
5. Strategije, smernice in ukrepi prilagajanja; so ključni del prilagajanja. Pri izboru ukrepov si lahko pomagamo z naborom strategij (Slika 1; Preglednica 1) in jih prilagodimo posebnostim območja. Pri odločanju o ravnanju z gozdovi so pomembna vprašanja: i) ali so sploh potrebni prilagoditveni ukrepi, ii) v kolikšni meri je treba spreminjati gospodarjenje, iii) kateri dopolnilni ukrepi so potrebni, iv) ali je treba prilagoditi operativne cilje? Pogosto je treba spremeniti operativne cilje, saj prav s spreminjanjem drevesne sestave in sestojne zgradbe povečujemo prožnost in odpornost gozdov.
6. Izvedba; ni del načrtovalnega postopka, je pa ključna za proaktivno prilagajanje gozdov.
7. Monitoring je pomembna faza za dopolnjevanje gospodarjenja. Presojati je treba učinkovitost izvedenih ukrepov. Pomembna vprašanja so: i) ali so ukrepi sploh učinkoviti, ii) ali jih je smiselno ponavljati, iii) ali je treba iskati nadomestne ukrepe, iv) ali je treba prilagoditi cilje gospodarjenja?

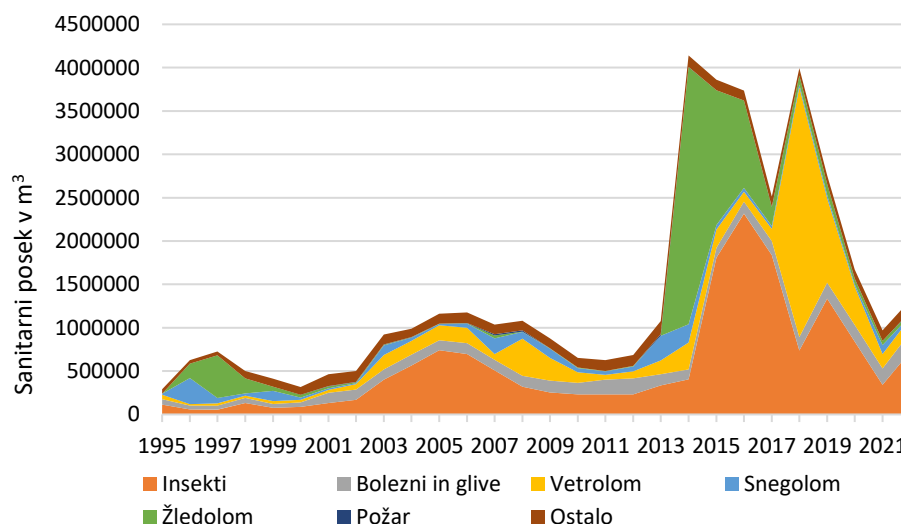
Okvirni pogoji in zaveznštvo (Slika 3) ni faza upravljalvskega postopka, so pa te aktivnosti nujne za uspešno prilagajanje gospodarjenja. Sodelovanje z lastniki in deležniki je pomembno v celotnem upravljalvskem postopku. Od sodelovanja sta odvisna izvedba ukrepov in nadaljnje prilagajanje glede na presojo uspešnosti izvedenih ukrepov. Z izobraževanjem, informiranjem in sodelovanjem je treba med gozdarji, lastniki in deležniki ustvariti pripravljenost za spremembe dosedanjega gospodarjenja. Hkrati je nujna širša družbena podpora, ki vključuje finančne spodbude za izvajanje ukrepov.

4.2 Ocena ranljivosti gozdov v Sloveniji

4.2.1 Sanitarni posek

Skupni sanitarni posek

Sanitarni posek je eden od kazalnikov ranljivosti (ogroženosti) gozdov. V analiziranem obdobju (1992-2022) je znašala količina sanitarnega poseka skoraj 40 milijonov m³. Količina je leta 2014 (žledolom) poskočila in bila visoka do leta 2020, na koncu obdobja se je nekoliko zmanjšala (Slika 4). Večina sanitarnega poseka je bilo zaradi insektov, več kot 15 milijonov m³. Ta je narasel leta 2015 in bil visok do 2021. K skupni količini je znatno prispeval tudi sanitarni posek zaradi žledolomov in vetrolomov, najmanj sanitarnega poseka pa je bilo zaradi požarov, snegoloma, bolezni in gliv ter drugih dejavnikov (Preglednica 2).



Slika 4: Sanitarni posek drevja od leta 1995 do 2021 po dejavnikih

Preglednica 2: Skupna količina sanitarnega poseka v letih od 1995 - 2022 po dejavnikih

	Insekti	Bolezni in glive	Vetrolom	Snegolom	Žledolom	Požar	Ostalo	Skupaj
san. posek (m ³)	15688672	3496305	7537936	2141000	7151699	84978,78	2996316	39096907

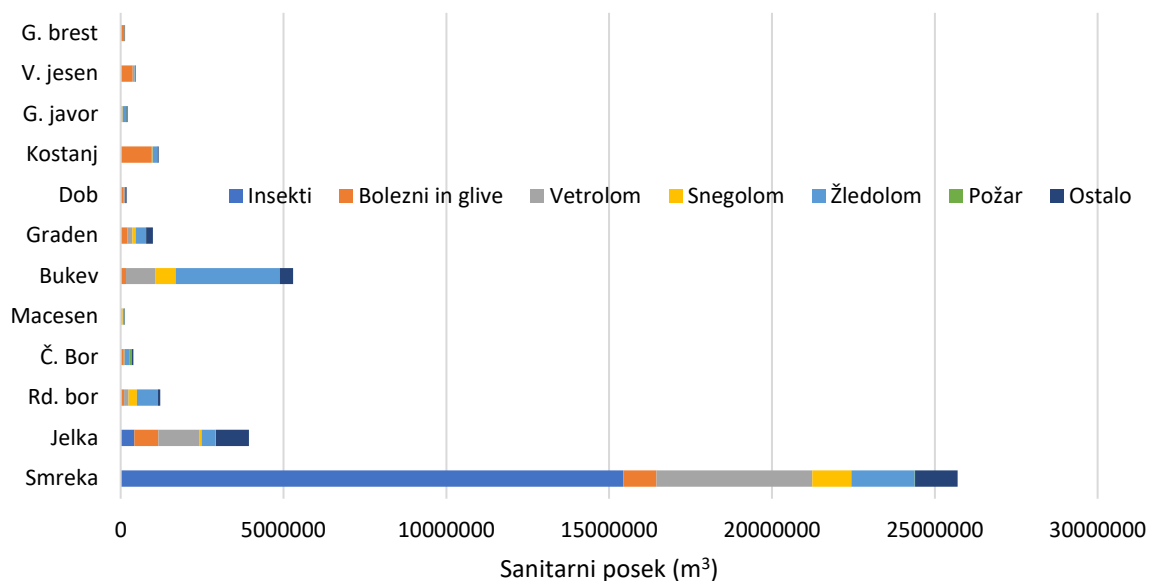
Sanitarni posek glavnih drevesnih vrst

Količina sanitarnega poseka posameznih drevesnih vrst se zelo razlikuje (Preglednica 3), kar je povezano z njihovim deležem v gozdovih in različno občutljivostjo na dejavnike ogrožanja. Največji delež sanitarnega poseka v obdobju 1995–2022 ima smreka, s skoraj 25,7 milijona m³, kar znaša več kot 65 % vsega sanitarnega poseka. Visok delež smreke v skupnem sanitarnem poseku je posledica njene razširjenosti ter velike občutljivosti na podlubnike, ki so vzrok za kar 60 % vsega sanitarnega poseka smreke. Ostala pomembna povzročitelja sta vetrolom (18%) in žledolom (7 %). Pri jelki je sanitarni posek občutno nižji (3,9 milijona m³), zanj so najpogostejši vzrok vetrolomi, ki predstavljajo 32 %. Sledijo bolezni in glive (19 %) in ostali dejavniki (26 %).

Med listavci izstopa bukev z več kot 5,3 milijona m³ sanitarnega poseka, glavni dejavnik poseka je žledolom (60 %). Ostala pomembna povzročitelja sta še vetrolom (16 %) in snegolom (11 %). Veliki jesen, gorski brest, kostanj in dob so bili posekani pretežno zaradi bolezni in gliv. Žledolom in vetrolom sta bila pri vseh vrstah pomemben povzročitelj sanitarnega poseka. Ključni povzročitelji sanitarne sečnje pri smreki so torej insekti, pri jelki, macesnu in večini borov vetrolomi, žledolomi in snegolomi, pri bukvi in javorju izstopajo žledolomi, pri kostanju, jesenu in brestu pa bolezni in glive (Slika 5).

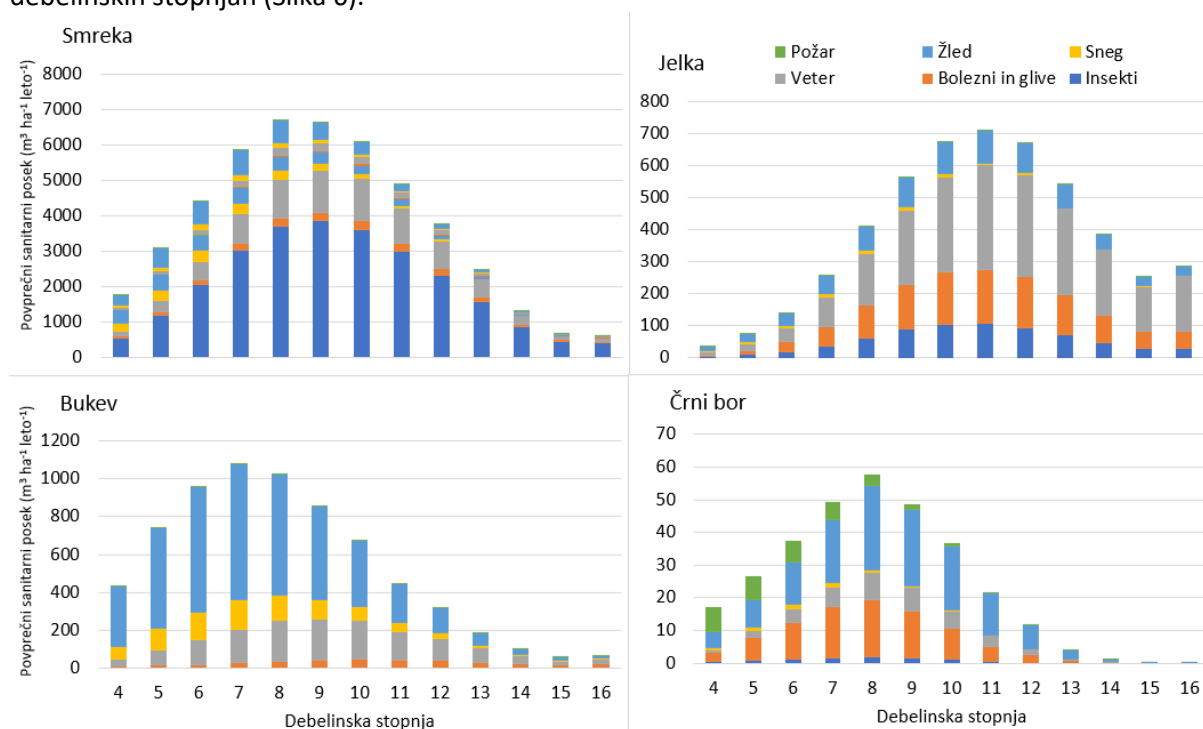
Preglednica 3: Seznam drevesnih vrst z največjo količino sanitarnega poseka v letih od 1995-2022

Drevesna vrsta	Sanitarni posek (m ³)
Smreka	25698431
Bukev	5299218
Jelka	3934835
Rdeči bor	1213008
Kostanj	1163037
Graden	986153
Veliki jesen	468266
Črni bor	386994
Gorski javor	211190
Dob	182399
Gorski brest	132005
Macesen	128226



Slika 5: Sanitarni posek po glavni drevesni vrsti v obdobju 1995-2022 glede na različne povzročitelje

Analizirali smo tudi razlike v količini sanitarnega poseka po debelinskih stopnjah med vrstami in povzročitelji. Ugotavljamo, da lahko pri isti drevesni vrsti različni povzročitelji ogrožajo različno debelo drevje. Pri smreki žled ogroža drevesa do 9. debelinske stopnje (prsni premer (DBH) 45 cm), vetrolomi so večjo škodo povzročili na drevesih debelejših od 35 cm, medtem ko insekti napadajo drevesa v vseh debelinskih stopnjah (Slika 6).



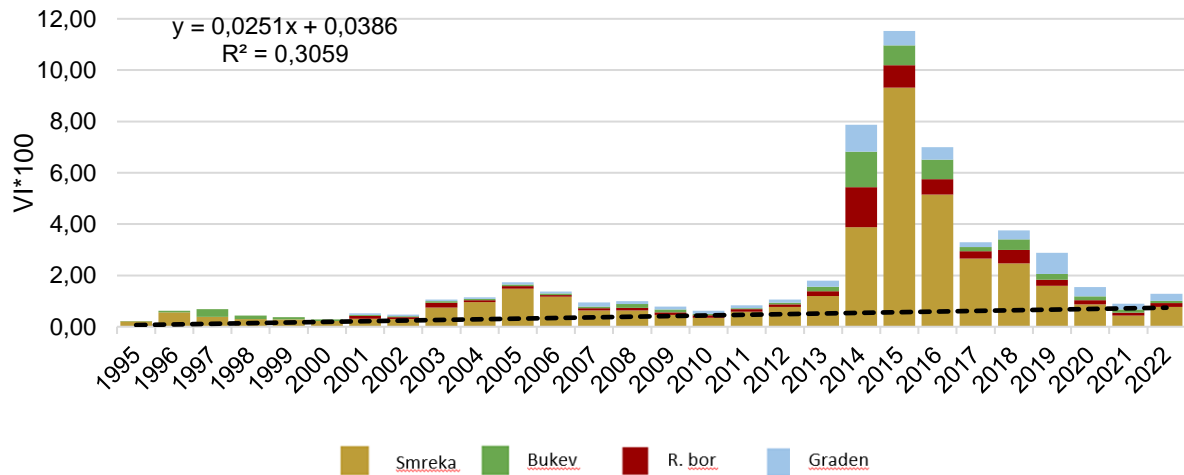
Slika 6: Debelinska struktura poseka smreke, jelke, bukve in črnega bora po različnih povzročiteljih sečnje

4.2.2 Ocena ranljivosti gozdov v Sloveniji

Prostorska in časovna ocena ranljivosti gozdov

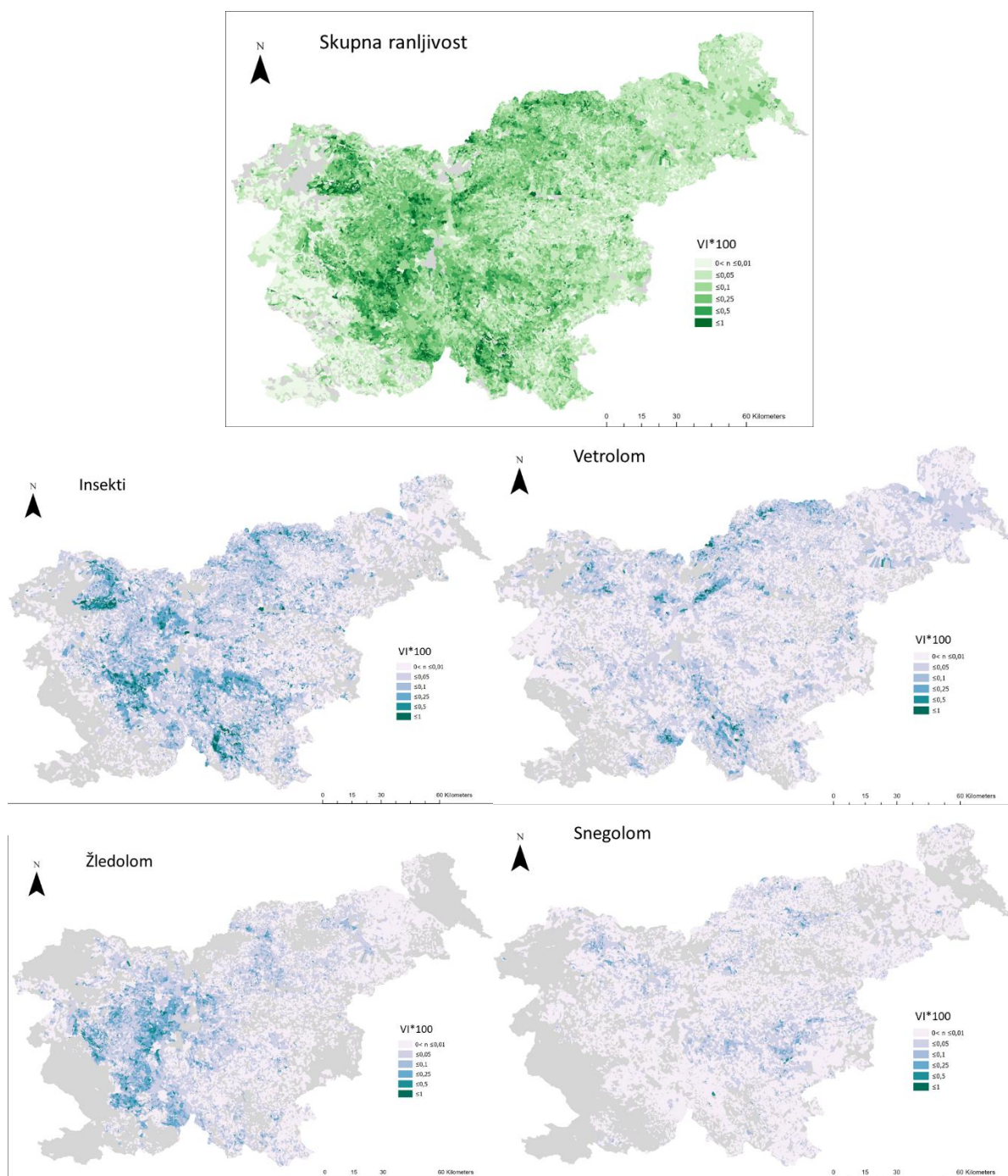
Ranljivost je ocenjena z indeksom ranljivosti (VI), ki je razmerje med sanitarnim posekom (posamezne vrste ali sestoja) v posameznem letu in skupno lesno zalogo (posamezne vrste ali sestoja). Indeks

omogoča primerjavo med drevesnim vrstami, sestoji, omogoča tudi prostorske in časovne analize ranljivosti gozdov. Glavni dejavnik ranljivosti gozdov v Sloveniji so insekti, sledita veter in žled. Ranljivost se skozi leta spreminja, višje vrednosti VI so opazne od leta 2014. Posek zaradi insektov se je povečal predvsem v letih po vetrolomih in žledolomih. Opazen je rahel pozitivni linearni trend, ki kaže, da se skupna ranljivost (ogroženost) gozdov v času nekoliko povečuje.



Slika 1: Ogroženost smreke, bukve, rdečega bora in gradna po letih v obdobju 1995-2022, prikazana z indeksom ranljivosti

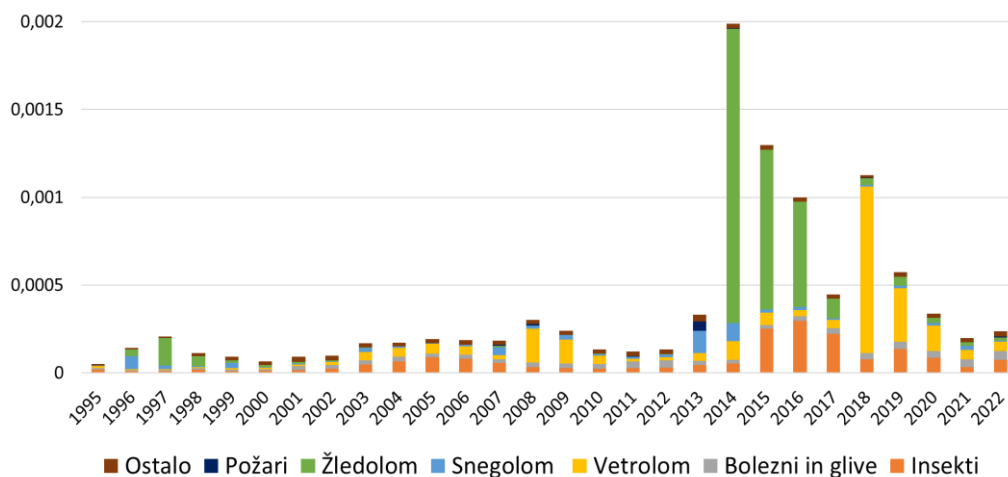
Ranljivosti gozdnih sestojev v slovenskem prostoru je različna (Slika 8). Ranljivost zaradi insektov je prostorsko najbolj razpršena, medtem ko je ranljivost zaradi požarov prostorsko omejena na majhna območja. Insekti so najbolj prizadeli gozdove v pasu od severozahoda do jugovzhoda Slovenije. Ranljivost zaradi žleda je največja na območjih, kjer se stikajo atlantski in kontinentalni vplivi. Sneg predstavlja večjo grožnjo v alpski in predalpski fitogeografski regiji, ranljivost zaradi vetra je največja v alpski in dinarski fitogeografski regiji



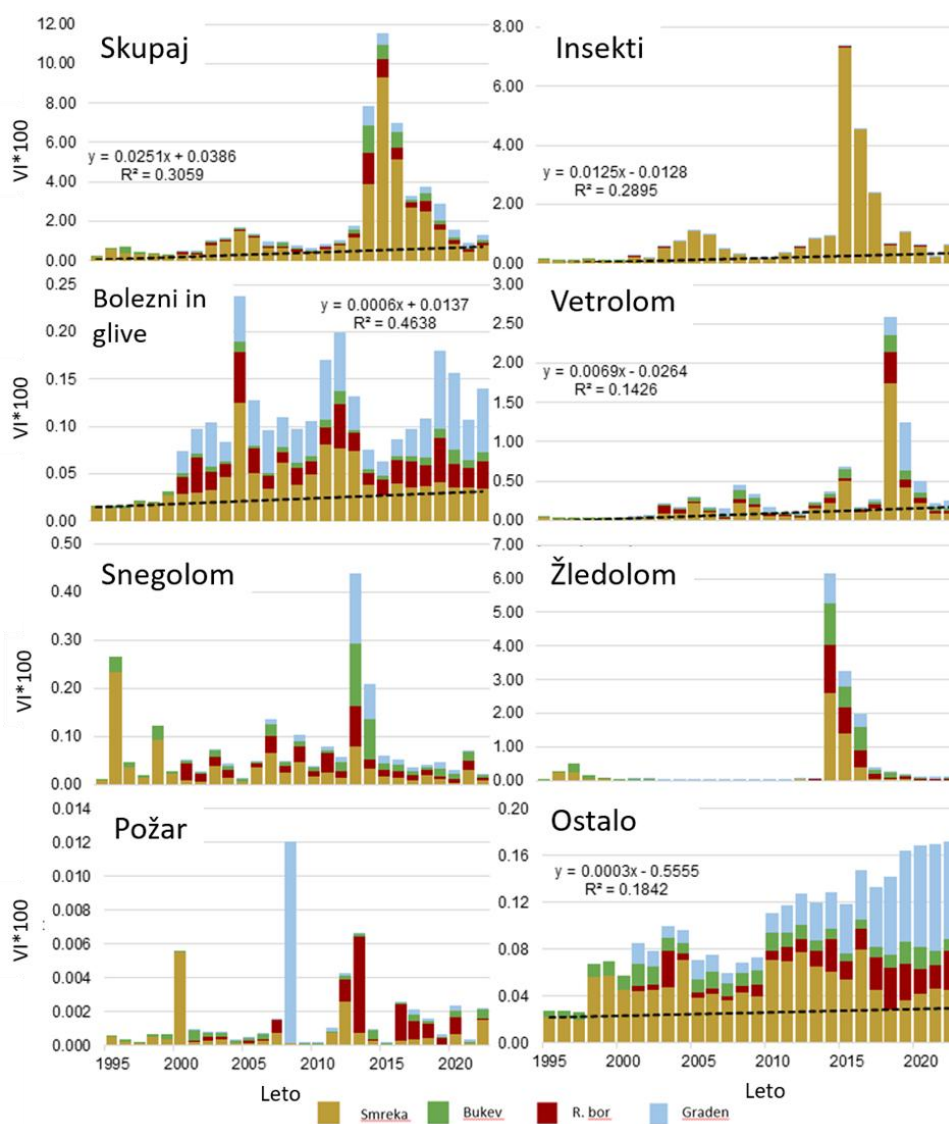
Slika 8: Prostorski prikaz ranljivosti gozdov v Sloveniji (skupno in za izbrane povzročitelje mortalitete drevja). Analiza je bila opravljena na ravni odsekov za obdobje 1992-2022

Ranljivost gozdov glede na povzročitelje mortalitete drevja

Potrdili smo pomembne razlike v ranljivosti gozdov zaradi različnih povzročiteljev. V skupnem so najbolj ogrožajoč dejavnik insekti, sledijo vetrolomi in žledolomi. K skupni ranljivosti manj prispevajo drugi dejavniki, kljub temu da so za nekatere drevesne vrste glavni dejavniki ranljivosti. Za štiri najpomembnejše evropske drevesne vrste (Slika 9) smo ugotavljali, ali obstaja časovni trend ranljivosti gozdov glede na preučevane povzročitelje poškodb gozdov. Naraščajoči trendi so statistično značilni za vetrolom, boleznin in glive in ostale povzročitelje. Pri drugih povzročiteljih trendi niso bili statistično značilni, če jih analiziramo na ravni posameznih let. Kljub temu lahko z grafom vidimo, da je ogroženost zaradi insektov, žledoloma in snegoloma v drugi polovici analiziranega obdobja veliko večja kot v prvi polovici.



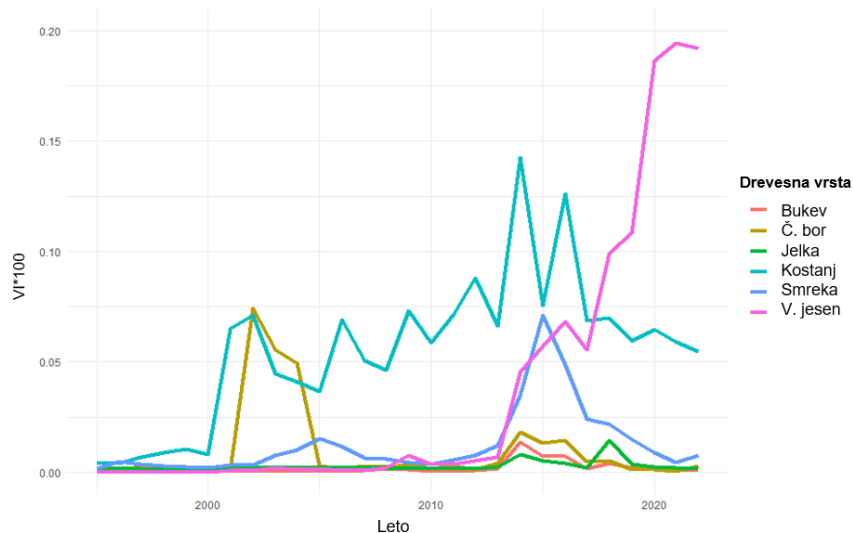
Slika 9: Ranljivost gozdov po povzročiteljih mortalitete drevja v obdobju 1995-2022. Na ordinati je prikazan indeks ranljivosti VI, ki je razmerje med količino sanitarnega poseka in lesno zalogo sestoja.



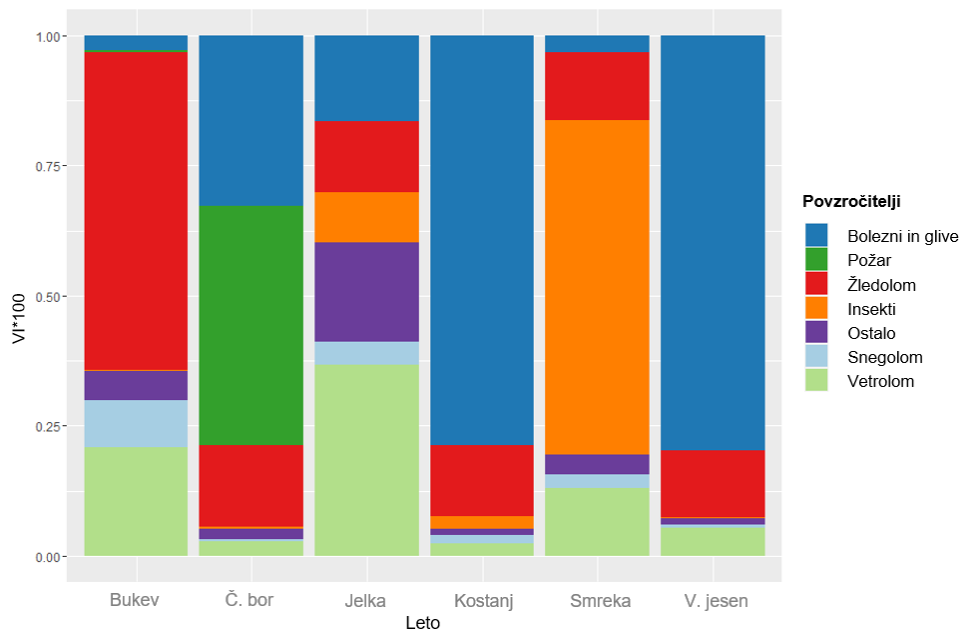
Slika10: Trendi ranljivosti gozdov za različne povzročitelje mortalitete drevja od leta 195 do 2022 za smreko, bukev, rdeči bor in gradec. Ranljivost je ocenjena z indeksom ranljivosti (VI*100)

Ranljivost drevesnih vrst

Posamezni dejavniki bolj ogrožajo le nekatere drevesne vrste, na primer insekti smreko, bolezni in glive pa predvsem listavce (v. jesen, g. brest, kostanj). Iz slike 10 je razvidno, da se glavni povzročitelji mortalitete drevja za posamezne drevesne vrste različni. Žled je najbolj prizadel bukev. Bukev poleg žleda ogrožajo še vetrolomi in snegolomi. Biotski dejavniki bukve niso ogrožali. Drugače je z velikim jesenom in kostanjem, ki ju najbolj ogrožajo bolezni in glive. Predvsem v zadnjih desetih letih je veliki jesen izredno ogrožen zaradi jesenovega ožiga (Sliki 11 in 12), ranljivost kostanja pa se je v zadnjih nekaj letih znižala (rezultati niso prikazani). Požari pričakovano prizadenejo toploljubne vrste in pri črnem boru povzročijo polovico sanitarnega poseka. Vetrolomi vsakoletno prispevajo k ranljivosti predvsem glavnih drevesnih vrst, to so smreka, bukev in jelka.



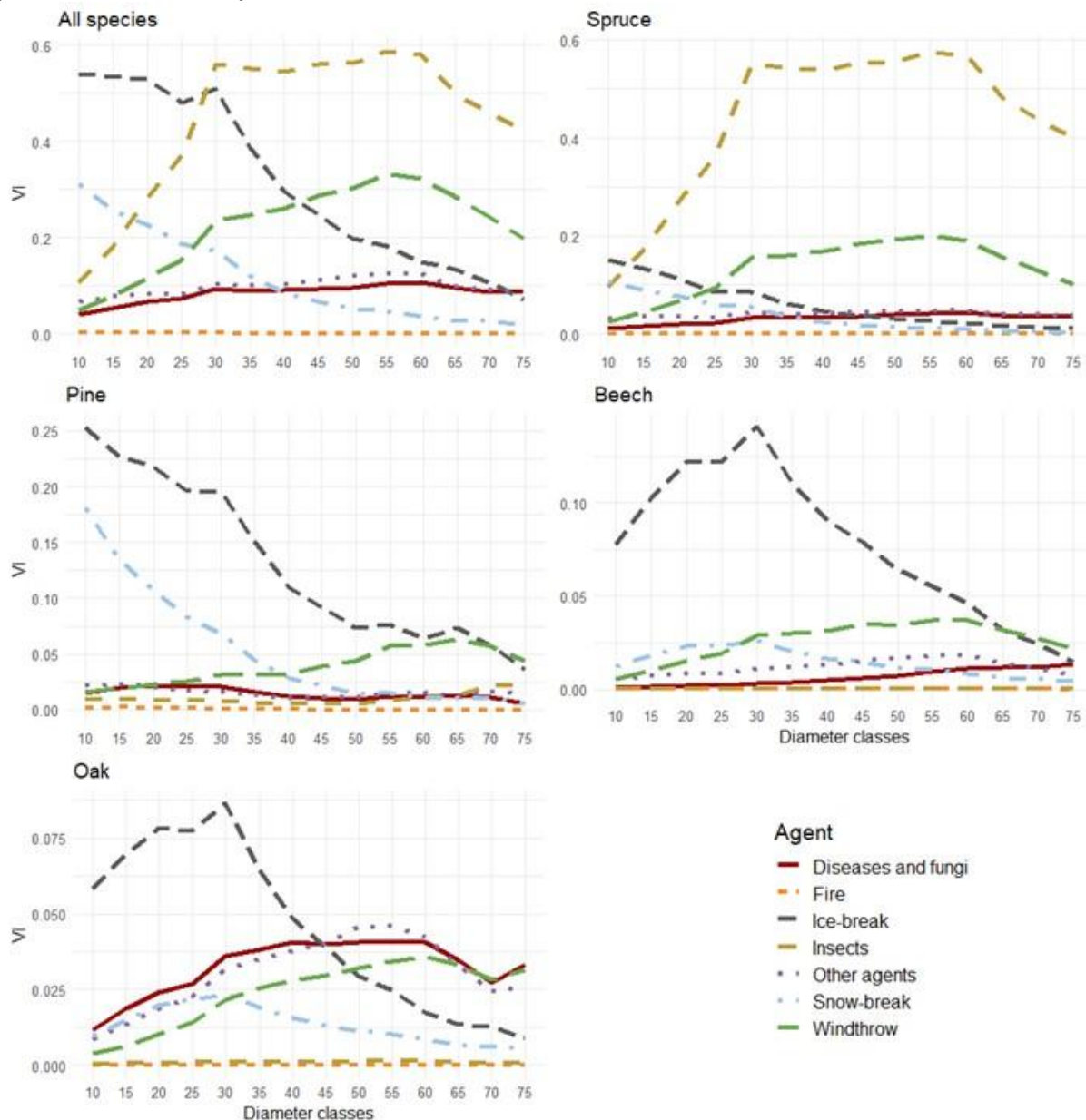
Slika 11: Ogroženost izbranih drevesnih vrst v obdobju 1995-2022



Slika 12: Poglavitni povzročitelji mortalitete izbranih drevesnih vrst

Ranljivost drevja glede na drevesno vrsto in debelino drevja

Primerjali smo tudi ranljivost drevesnih vrst po 5 cm- debelinskih razredih. S Kolmogorov-Smirnovim testom smo ugotovili statistično značilne razlike v ogroženosti drevja po debelinskih stopnjah zaradi različnih povzročiteljev. Najbolj izrazita razlika je bila v vplivu žleda in vetra. Žled najbolj ogroža drevesa s prsnim premerom 10–40 cm, medtem ko so debelejša drevesa (30–65 cm) bolj občutljiva na poškodbe zaradi vetra, kar je še posebej očitno pri smreki. Ogroženost zaradi insektov se povečuje s premerom do 30 cm in nato ostane precej konstantna do premera 60 cm. Bolezni in glive ogrožajo predvsem debelo drevje.



Slika 13: Ranljivosti smreke, bukke, rdečega bora in gradna po debelinskih razredih

Ugotovili smo tudi, da so med vrstami statistično značilne razlike v ogroženosti na analizirane dejavnike; le pri požarih nismo ugotovili razlik med vrstami. Smreka je bila v raziskovalnem obdobju najbolj ogrožena, predvsem zaradi insektov (smrekov lubadar). Bukev, bor in hrast so bili manj ogroženi. Post-hoc analize (Tukeyjev HSD test) so pokazale značilne razlike v povprečni ogroženosti med vsemi drevesnimi vrstami, razen med borom in hrastom (Preglednica 4). Za izbrane vrste skupaj so insekti najpomembnejši povzročitelj mortalitete, sledita veter in žled. Za izbrane vrste so manj pomembni dejavniki ogroženosti požari, bolezni in glive in drugi dejavniki.

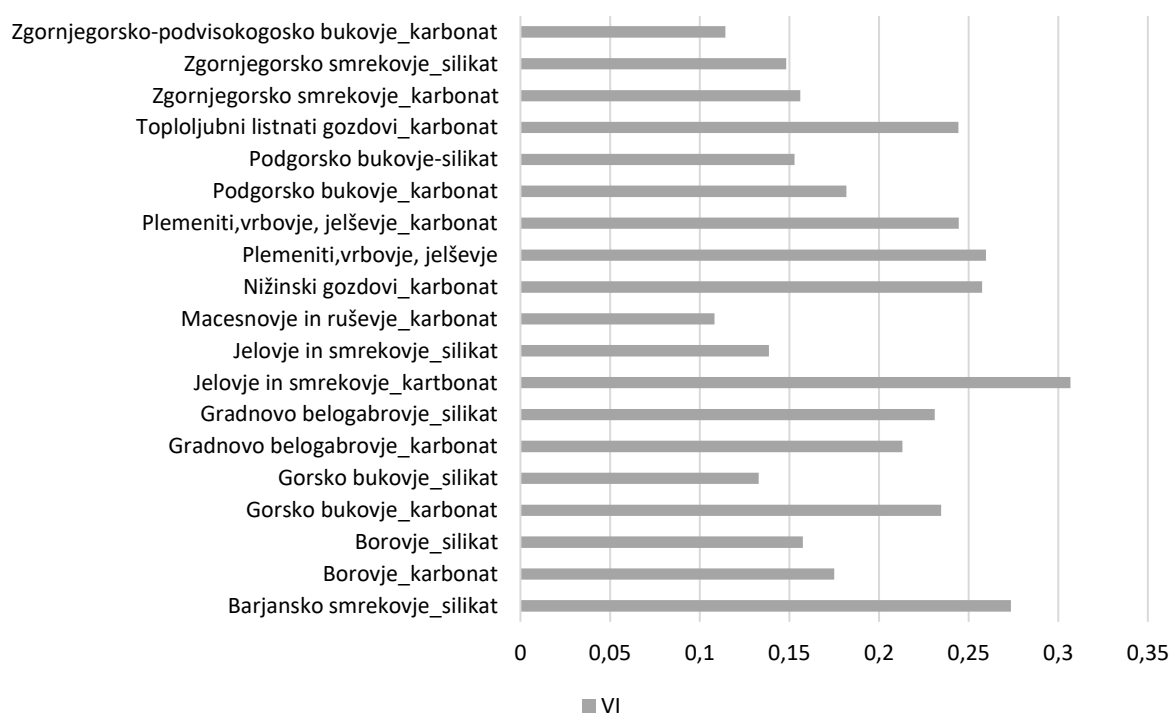
Preglednica 4: Pregled statističnih razlik med ogroženostjo smreke, bukve, rdečega bora in gradna na različne povzročitelje

Drevesna vrsta	R. bor								Bukev								Graden										
	I	B	V	S	Ž	P	O	A	I	B	V	S	Ž	P	O	A	I	B	V	S	Ž	P	O	A			
Smreka	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x				x	x		
R. bor									x	x	x	x			x	x								x	x	x	x
Bukev																	x	x	x	x				x	x		
Graden																											

Opomba: I, insekti; B, boleznin glive; V, vetrolom; S, snegolom; Ž, žledolom; P, Požar; O, ostalo; A, skupaj

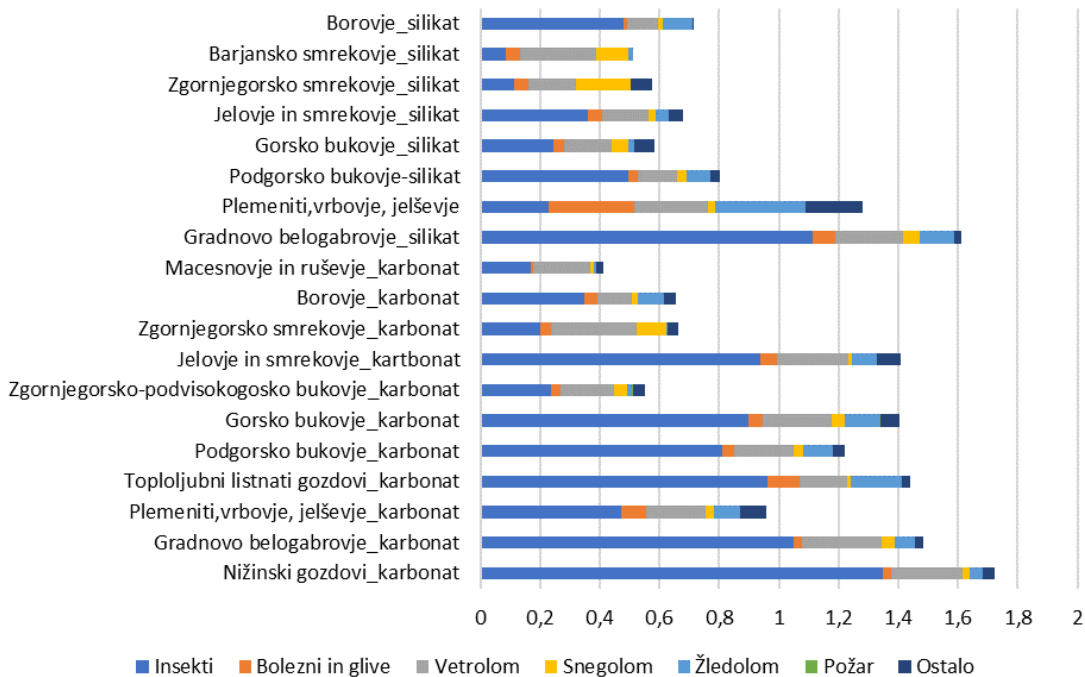
Razlike v ranljivosti drevja med gozdnimi tipi in sestoji z različno mešanostjo drevesnih vrst

Ugotavljali smo tudi razlike v ranljivosti gozdnih sestojev med različnimi gozdnimi rastiščnimi tipi (Slika 14). Rezultati kažejo, da je ranljivost večja v gozdovih na karbonatni podlagi (z izjemo barjanskega smrekovja na silikatih), prav tako imajo visoko ranljivost nižinski in toploljubni gozdovi listavcev. Med najmanj ogroženimi so predvsem gorski rastiščni tipi.



Slika 14: Indeks ranljivosti (VI) za skupine gozdnih rastišč

Podobno analizo smo naredili še samo za smreko. Pri smreki je še bolj očitna razlika v ranljivosti med rastišči na karbonatni in silikatni podlagi. Smreka je na karbonatni podlagi skoraj dvakrat bolj ranljiva kot na silikatni podlagi. Ranljiva ni le v gozdovih, v katerih po naravi ne bi bila prisotna in v gozdovih, kjer je bil njen delež močno povečan, saj je stopnja ranljivosti visoka tudi v jelovjih in smrekovjih na karbonatu. V visokogorskih gozdnih tipih je ranljivost smreke nižja, predvsem zaradi manjše ogroženosti zaradi insektov. Zanimalo nas je tudi, če je ogroženost smreke odvisna od njenega deleža v sestoji. Zaenkrat značilne korelacije med tema spremenljivkama nismo odkrili.



Slika 15: Indeks ranljivosti smreke (skupaj in za glavne povzročitelje mortalitete) v različnih gozdnih tipih

4.3 Modeli rasti, vrsti in mortalitete drevja

4.3.1 Modeli debelinske rasti

Rezultati so objavljeni v okviru doktorske disertacije Vasilija Trifkovića (2024). Modele debelinskega priraščanja smo razvili za 40 najbolj pogostih drevesnih vrst v raznomernih gozdovih ter napovedali debelinski prirastek za obdobje desetih let. Ti modeli so upoštevali parametre na drevesni, sestojni in rastiščni ravni. Bukev, smreka, jelka in javor so najpogostejše drevesne vrste (~70 % lesne zaloge) v raznomernih gozdovih v Sloveniji. Prileganje modelov debelinskega priraščanja je glede na to, da smo vključili le osnovne, pretežno sestojne spremenljivke in da smo analizirali le pretežno raznomerne sestojne, zadovoljivo, in sega od $R^2 = 5\%$ za mali jesen do $R^2 = 51\%$ za duglazijo. Modeli debelinskega priraščanja listavcev imajo običajno nižje vrednosti R^2 kot modeli za iglavce. Ključne spremenljivke, kot so BAL, BA, DBH, ELE, SLOPE in QMD, so se pojavile v večini modelov (25-28 modelov), pri nekaterih vrstah (16-17 modelov) pa so bile vključene tudi spremenljivke GINI, SHN in K. DBH je v povprečnih razmerah pozitivno vplival na debelinsko priraščanje do 53 cm prsnega premera pri smreki, 45 cm pri bukvi in 35 cm pri jelki, nato pa je prirastek začel upadati. Sestojni parametri, zlasti sestojna temeljnica, so bili med najbolj pomembnimi kazalniki za pojasnjevanje debelinskega priraščanja pri večini drevesnih vrst. Oceno podobnosti odzivov vrst na sestojne in rastiščne dejavnike smo izvedli z metodo DTW dinamično časovno sledenje (angl. *dynamic time warping*). Na podlagi analize podobnosti odzivnih funkcij za 40 drevesnih vrst v raznomernih gozdovih sklepamo, da je jelka najbolj izstopajoča drevesna vrsta glede na njene reakcije na dejavnike rasti. Analiza tudi kaže, da je oblika krivulj odziva bukve, smreke in javorja na dejavnike rasti precej podobna.

Analiza podobnosti rastišnih vzorcev nakazuje, da bi lahko določene vrste, npr. tiste, ki so ogrožene zaradi bolezni ali slabe prilagoditve na okoljske spremembe, potencialno nadomestili z drugo vrsto s podobno rastjo. Kot je prikazano v rezultatih (Trifković, 2024), jelka na rastiščne dejavnike reagira povsem drugače kot druge vrste, kar nakazuje, da je jelka v naravnih razmerah nenadomestljiva, še posebej v raznomernih sestojih. Jelka je ključnega pomena za zagotavljanje dinamike raznomernih sestojev. Zato je treba pri gozdnogospodarskih ukrepih večjo pozornost nameniti izboljšanju rasti jelke.

4.3.2 Modeli temeljničnega priraščanja in vpliv podnebnih spremenljivk na rast drevesnih vrst

Rezultati modelov temeljničnega priraščanja za 20 drevesnih vrst kažejo, da se pojasnjevalna moč med vrstami precej razlikuje, vendar je v povprečju zadovoljiva. Vrednosti $R^2_{\text{conditional}}$, ki vključujejo tako fiksne kot naključne učinke, se gibljejo med 0,45 in 0,72, kar pomeni, da modeli razmeroma dobro pojasnjujejo variabilnost priraščanja. Primerjava z R^2_{marginal} nakazuje, da imajo naključni učinki pomembno vlogo, saj so razlike pogosto velike – pri rdečem boru, velikem jesenu in robiniji se pojasnjena varianca skoraj podvoji, ko vključimo še prostorsko-strukturne dejavnike.

Pomembno dopolnitev k temu daje tudi ICC (*intra-class correlation coefficient*), ki meri delež variance, pripisan naključnim učinkom. Najvišje vrednosti (okoli 0,40–0,48) imajo cer, veliki jesen, robinija in gorski javor, kar pomeni, da je pri teh vrstah prostorska oziroma rastiščna heterogenost ključna za razumevanje dinamike rasti. Nasprotno pa nižje vrednosti (0,24–0,27), kot jih imajo črni bor, lipa in kostanj, nakazujejo, da je med-ploskovna variabilnost manj pomembna in da rast bolj enotno določajo fiksni dejavniki.

Analiza vpliva podnebnih spremenljivk na temeljnični prirastek dodatno razkriva, da se odziv drevesnih vrst na klimo med seboj bistveno razlikuje, pri čemer sta najpomembnejša dejavnika temperatura in količina padavin. Med spremenljivkami ima največji vpliv srednja letna temperatura (BIO1). Najizrazitejši pozitiven učinek se pojavlja pri jelki, kjer visoke vrednosti β in R^2 kažejo na močno odvisnost rasti od temperature. Podoben, a nekoliko šibkejši vpliv je opazen tudi pri velikem jesenu in gorskem javoru. Nasprotno pa je učinek BIO1 pri črni jelši in črnem boru izrazito negativen, kar pomeni, da povišane temperature pri teh vrstah zavirajo rast.

Pomemben je tudi nelinearen vpliv temperature ($BIO1^2$), ki nakazuje obstoj temperaturnega optimuma. Pri bukvi, jelki, kostanju in črnem gabru se namreč pokaže, da rast ni linearno povezana s temperaturo, do določene meje se povečuje, nato pa ob previsokih temperaturah upade. To potrjuje, da so te vrste posebej občutljive na preseganje optimalnega temperaturnega območja.

Med padavinskimi dejavniki (PCP) izstopajo hidrofilne vrste. Največji vpliv padavin se kaže pri črni jelši in velikem jesenu, kjer so padavine ključne za zagotavljanje ustreznih rastnih pogojev. Opazna povezanost se pojavlja tudi pri gorskem javoru in ceru, kar potrjuje, da so te vrste močno vezane na vodno bilanco. Pri vrstah, bolj tolerantnih na sušo, kot sta rdeči bor in breza, pa je vpliv padavin manjši. Pomembno vlogo ima tudi sezonska variabilnost temperature (BIO2), ki je posebej izrazita pri črnem boru. Pri tej vrsti BIO2 doseže najvišji pojasnjeni delež variance med vsemi vrstami, kar kaže, da rast močno določa občutljivost na temperaturne ekstreme. Podoben, čeprav nekoliko šibkejši vpliv, se pojavlja še pri črni jelši, ceru in gradnu.

Skupno lahko zaključimo, da so najbolj klimatsko občutljive vrste jelka, črna jelša, črni bor, veliki jesen in gorski javor, pri katerih podnebni dejavniki odločilno oblikujejo rastne vzorce. Pri teh vrstah so ključni temperatura, sezonska variabilnost in padavine, pogosto tudi z nelinearnim odzivom. Na drugi strani pa so vrste, kot so lipa, robinija, mokovec in breza, na klimo manj občutljive, kar pomeni, da njihovo rast bolj določajo drugi dejavniki, kot so lastnosti rastišča in medvrstna konkurenca.

Preglednica 5: Merila prilaganja modelov

Vrsta	svp	dreves	AIC	AICc	BIC	R ² _conditional	R ² _marginal	ICC	RMSE	Sigma
Bukev	28293	522159	4030017	4030017	4030242	0,65	0,50	0,31	81,08	88,77
Smreka	22558	493875	3609008	3609008	3609178	0,66	0,47	0,37	90,62	97,86
Jelka	6915	114481	994085	994085	994252	0,61	0,46	0,28	125,46	134,54
Graden	4103	70336	553911	553911	554077	0,58	0,39	0,31	84,68	91,54
Beli gaber	3646	64683	359441	359441	359550	0,51	0,34	0,25	52,48	56,75
Rdeči bor	3085	58930	417177	417177	417312	0,45	0,22	0,29	68,38	72,52
Gorski javor	2960	49488	388504	388504	388647	0,62	0,35	0,41	65,58	76,34
Kostanj	1640	32366	186138	186138	186222	0,49	0,30	0,26	95,99	105,30
Črni gaber	1129	23859	124283	124283	124378	0,54	0,33	0,31	41,36	39,53
Veliki jesen	853	14712	104588	104588	104701	0,72	0,50	0,45	75,05	83,70
Črna jelša	782	15135	88418	88418	88509	0,56	0,33	0,35	58,01	61,17
Lipa	760	12686	97035	97035	97119	0,55	0,40	0,25	87,95	91,37
Cer	604	10365	85460	85460	85563	0,70	0,42	0,48	73,58	75,53
Mali jesen	553	10985	50350	50350	50408	0,52	0,29	0,33	26,99	28,89
Robinja	498	8377	49158	49158	49227	0,67	0,44	0,42	84,73	83,66
Dob	489	7471	64797	64797	64895	0,57	0,42	0,27	113,37	124,17
Breza	448	8674	41075	41075	41124	0,53	0,25	0,38	58,32	66,22
Macesen	442	10318	74065	74065	74145	0,59	0,32	0,40	72,37	77,82
Mokovec	435	8927	44823	44823	44881	0,57	0,33	0,36	31,75	34,69
Črni bor	433	8748	62826	62827	62925	0,57	0,43	0,24	64,13	63,19

Preglednica 6: Rezultati modelov temeljničnega priraščanja 20 drevesnih vrst

	(Intercept)	DBH	DBHDBH	BA	DG	BAL	P	PCONIF	K	SLOPE	ELE	ROCK	D _{SOIL}	BIO1	BIO1BIO1	PCP	BIO2	BEDROCK*
Bukev	-172,7951	10,0046	-0,0137	-3,0110	-0,9728	0,5337	-0,9150	0,0804	5,3953	-0,4409	-0,0472	-0,2525	0,1112	60,7405	-2,8551	0,0737	1,5597	2,3465
Smreka	14,9411	10,4422	-0,0134	-3,2934	-2,4182	-0,2886	-0,1322	0,5959			-0,0202	0,0632	0,1282	1,9378			1,6967	2,0512
Jelka	-1736,1969	13,7954	-0,0491	-4,0394	-1,4292		-0,4811	0,7969		-1,2460	-0,0510	-0,1402		345,8235	-13,9989	0,5170	-2,4309	34,4699
Graden	68,4655	5,7537	0,0271	-1,2053	-1,3304	-0,2362	-0,3800	0,0659		-0,8371	-0,0835	-0,7019	0,1703	5,6185		0,0432	3,7467	10,9885
Beli gaber	82,2394	3,7661	0,0347	-1,0073		-0,3520	-0,1998	0,1609				-0,3737		-2,5507		-0,0132		3,3454
Rdeči bor	147,6721	4,7772	-0,0123	-1,3321	-0,9619	-1,1303		0,2416		-0,6614	-0,0225		0,0403	-17,0580		-0,0534	6,4094	
Gorski javor	-150,2566	5,3557	0,0213	-2,0140	-1,4441	-0,4454	-0,1613	0,6299			-0,0280	-0,1716	0,0813	33,8999		0,1231		8,2594
Kostanj	300,1916	7,3861		-2,8366			0,5363	0,6170		-0,6846				-67,7801	3,3125		8,5718	
Črni gaber	-27,0200	3,9638	0,0261	-1,1145	1,1464			0,1781			0,0109	-0,2263	0,0697	5,5687	-0,4038			
Veliki jesen	-115,7181	6,5347	0,0494	-1,4294	-0,9449	-1,3255	-0,4781	0,2134				-0,3201	0,1073	28,0580		0,0849		9,7683
Črna jelša	809,1284	4,5515	0,0233	-0,8829		-1,1617	0,3300	0,3021						-135,0871	5,2732	-0,2396		
Lipa	51,3251	6,0111	0,0186	-2,3958			-0,4057	0,3312			0,0293	-0,5328	0,0934					17,4496
Cer	91,1868	5,8796	0,0189	-2,6564			-0,4609	0,2738		-0,5023	-0,1110	-0,4902	0,3999	-6,7630			7,6326	26,8373
Mali jesen	-13,1653	4,5233			0,9362	-1,0142		0,1206				-0,1129						5,4072
Robinija	-241,3145	9,8795		-2,8569			-0,3861		36,1034				0,3104	43,5287	-2,8886		6,9830	
Dob	-419,1292	8,6461		-0,8256	-1,9617	-2,2464	-0,4040					-1,4305	0,1825	49,4791		0,2422	9,3534	-14,6477
Breza	24,7780	5,8370		-2,2411	-0,7874			0,2139									2,3051	
Macesen	195,6930	6,3954		-1,2353	-2,3501			0,3371		-0,9019		-0,2721		-13,8770		-0,0652		
Mokovec	24,6186	2,6437	0,0618	-0,7925				0,1979		-0,3273		-0,1281						
Črni bor	528,1820	4,6636	0,0149	-1,7513	-2,0431		-0,2147	0,3242		-0,5554				-75,3504	2,3344	-0,1286	6,4825	

* kategorialna spremenljivka

4.3.3 Modeli vraščanja

Modeli vrasti dreves imajo ključno vlogo pri napovedovanju dinamike raznomernih gozdov. Predhodne raziskave o bukvi, smreki in jelki so pokazale, da imajo te vrste različne ekološke amplitude. Kljub temu pa vzorci vrasti v raznomernih sestojih ter vrednosti okoljskih dejavnikov, ki določajo najugodnejšo oziroma najslabšo vrast, ostajajo pomanjkljivo raziskani. Modele smo parameterizirali na podlagi 30,963 stalnih vzorčnih ploskev (200 m² vsaka) v raznomernih gozdovih v Sloveniji. Modeli, ki so vključevali 14 sestojnih, 11 rastiščnih in 14 podnebnih spremenljivk, so pojasnili 15 %, 10 % in 8 % celotne variabilnosti vrasti smreke, jelke in bukve. Tobitova analiza je dodatno pokazala pomembne razlike med vrstami v njihovih odzivih na sestojne, rastiščne in podnebne razmere (Trifković, 2024).

Vloga podnebja pri rasti in vrasti dreves je bila v zadnjem času deležna precejšnje pozornosti (npr. Massad in Castigo, 2016; Du et al., 2021). Naši rezultati pa kažejo, da podnebje ni glavni dejavnik vrasti. Kljub temu minimalna letna temperatura (MIN) omejuje vrast bukve, medtem ko povprečna letna temperatura (BIO1) omejuje vrast smreke. Že v 19. stoletju so raziskovalci ugotovili, da povprečna letna temperatura nad 7,5 °C ni ugodna za smreko. Po drugi strani pa je bukev precej bolj občutljiva na nizke temperature kot smreka (Klopčič et al., 2012).

Pomemben dejavnik je tudi padavinski režim. Pozitiven vpliv padavin med dvema popisoma (PCPPSP) na vrast bukve in smreke kaže, da pomanjkanje padavin ne zmanjšuje le rasti odraslih dreves (Mazza et al., 2014; Felton et al., 2021), temveč tudi vrast. Bukev je zelo občutljiva na tople in sušne periode, zlasti na nižjih nadmorskih višinah (npr. Babst et al., 2013). Če desetletni prag padavin pretvorimo v letni prag, dobimo 1057 mm, kar se zelo dobro ujema s spodnjo mejo letnih padavin (906 mm) v trenutnem območju razširjenosti bukve (Fang in Lechowicz, 2006). Za smreko je bila vrast slaba na rastiščih z manj kot 1330 mm letnih padavin. Ta visok prag lahko pojasnimo s prevlado smreke na visokogorskih planotah severozahodne Slovenije, kjer smreka predstavlja več kot 70 % sestojev (ZGS, 2010), letne padavine pa znašajo med 1500 in 2500 mm.

Več raziskav je pokazalo, da ima temperatura vpliv tudi na kalitev ter rast mladik in podmladka (Munier et al., 2010; Zurbriggen et al., 2013), medtem ko je njen vpliv na preživetje lahko pozitiven, negativen ali nevtralen (Zurbriggen et al., 2013; Loranger et al., 2016). Naši rezultati so potrdili le pozitiven vpliv hladnejšega podnebja na vrast smreke v raznomernih sestojih. Za podrobnejšo analizo pa bi bile potrebne podrobnejše temperaturne podatkovne serije z višjo prostorsko ločljivostjo.

4.3.4 Modeli mortalitete

Rezultati so objavljeni v članku Trifković in Ficko (2025). Primerjali smo naravno mortaliteto in njene dejavnike v enomernih in raznomernih sestojih, s poudarkom na vplivu strukturne raznolikosti, drevesne sestave in klime.

Z uporabo binomnega generaliziranega linearnega mešanega (GLME) Gompit modela smo ugotovili višje letne stopnje smrtnosti v enomernih sestojih (2,2 %) v primerjavi z raznomernimi sestoji (1,9 %). Večja strukturna raznolikost sestojev je bila povezana z manjšo mortaliteto. V obeh tipih sestojev je bila mortaliteta predvsem posledica lastnosti posameznih dreves – zlasti prsnega premera (DBH) in temeljnice debelejših dreves (BAL) – ki sta skupaj pojasnila več kot 70 % variabilnosti. Podnebni vplivi so bili pomembnejši in izrazitejši v enomernih sestojih, kjer sta se za najpomembnejša dejavnika izkazala padavinske anomalije in povprečna letna temperatura. Nasprotno pa je bila smrtnost v raznomernih sestojih povezana samo s padavinskimi anomalijami. Omeniti velja, da se je verjetnost za naravno mortaliteto v enomernih sestojih povečala že po šestih mesecih zmanjšanih poletnih padavin, medtem ko so bolj strukturno pestrejši raznomerni sestoji izkazovali zakasnen odziv, s povečano smrtnostjo šele po dveh letih padavinskih anomalij. Ti rezultati kažejo, da so enomerni sestoji bolj ranljivi na sušo kot raznomerni sestoji, kar potrjuje strmejši upad funkcije verjetnosti mortalitete.

Razmerja obetov (*odds ratios*) 0,89 in 0,96 za enomerne in raznomerne sestojke nakazujejo, da 1-odstotno povečanje vrednosti indeksa SPI (tj. prehod iz suhih v bolj vlažne razmere) zmanjša verjetnost za mortaliteto za faktorja 0,89 in 0,96. Nasprotno pa ob padcu vrednosti SPI (npr. na -3, kar pomeni hudo sušo) verjetnost mortalitete dreves v enomernih sestojih narašča bistveno bolj izrazito. Model nakazuje, da če se povprečna letna temperatura poveča za 1 °C to povzroči 2-odstotno povečanje obetov za smrtnost v enomernih sestojih, ob predpostavki, da se drugi dejavniki, ki vplivajo na mortaliteto, ne spremenijo in so na trenutnih povprečnih vrednostih.

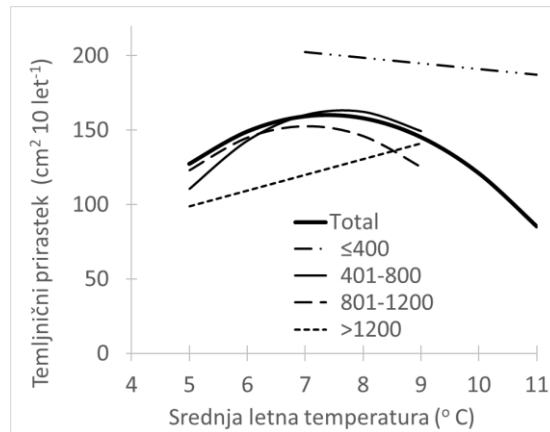
Večina Slovenije ni kazala pomembne prostorske gostote visokega ali nizkega tveganja za mortaliteto, kar pomeni, da v Sloveniji ni pomembnih večjih gruč, kjer bi bila naravna mortaliteta posebno povečana ali zmanjšana. Rezultati so pokazali na pomen ohranjanja strukturne kompleksnosti sestojev za povečanje odpornosti gozdov na podnebne spremembe, saj se ob nespremenjenih sestojnih razmerah ob podnebnih spremembah nakazujejo večje spremembe v mortaliteti v strukturno revnejših, enomernih sestojih.

4.3.5 Podrobnejša analiza temeljnega priraščanja bukve glede na podnebne spremenljivke

Na primeru bukve smo podrobneje analizirali vpliv podnebnih in drugih spremenljivk na priraščanje bukve (Bončina in sod., 2025), tudi zato, ker so izsledki glede vpliva podnebnih sprememb na priraščanje bukve različni. Proučevali smo odziv rasti bukve na 30-letna povprečja podnebja (povprečna temperatura, letna količina padavin in povprečni dnevni razpon) v nadmorski višini od 78 do 1629 m. Naša analiza je temeljila na obsežnem nizu podatkov (331.965 dreves, 54.403 stalnih vzorčnih ploskev v različnih sestojnih in rastiščnih razmerah).

Najpomembnejše ugotovitve:

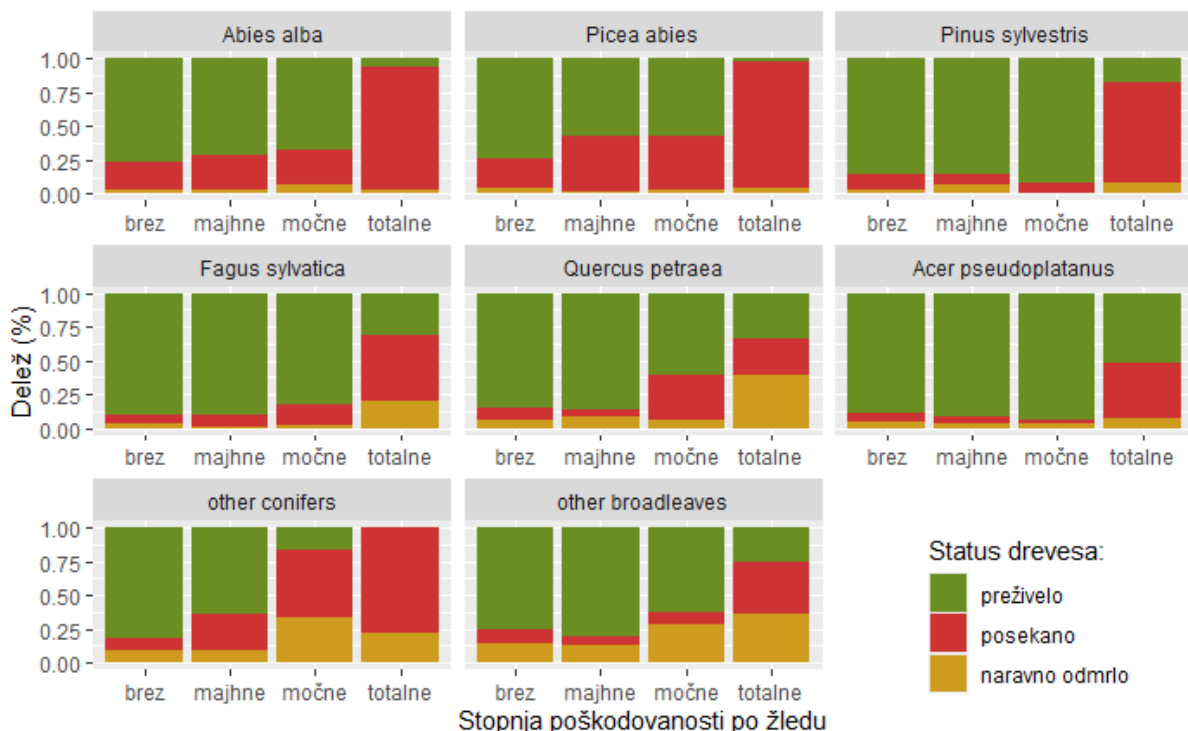
- V Sloveniji bukev najbolj prirašča (ob srednjih vrednostih drugih spremenljivk, vključenih v model) na območjih s povprečno letno temperaturo (T) 7,4 °C, pri nižjih ali višjih T se rast zmanjšuje.
- Ugotovili smo nelinearen odziv rasti bukve na temperaturo, količino padavin in nadmorsko višino. Ločene analize, izvedene za pasove nadmorske višine 400 m, so pokazale pomembne razlike v odzivih rasti.
- Unimodalni odziv na temperaturo je bil opazen vzdolž celotnega nadmorskega višinskega gradienta; vendar je bilo v najnižjih in najvišjih nadmorskih višinskih pasovih razmerje linearno, negativno v najnižjih in pozitivno v najvišjih.
- Na celotnem nadmorskem višinskem območju je rast pokazala stabilno unimodalno razmerje z letnimi padavinami, medtem ko je bila na nadmorskih višinah ≤ 400 m n.m. opazna pozitivna linearna odzivnost.
- Opazili smo tudi pomembne razlike v odzivih rasti med drevjem različnih socialnih položajev, pri čemer so bila prevladujoča drevesa bolj občutljiva na večino napovednih spremenljivk.
- Naši rezultati kažejo, da je treba spremembe v stopnji rasti zaradi višjih temperatur razlagati glede na trenutno povprečno temperaturo. Različen odziv dreves različnih sestojnih položajev in prevladujoč vpliv drevesnih in sestojnih spremenljivk na rast bukve opozarjajo, da je treba pri analizah rasti nujno upoštevati vzajemne vplive drevesnih, sestojnih in okoljskih spremenljivk.



Slika 16: Priraščanje bukve glede na srednjo letno temperaturo (prirejeno po Bončina in sod., 2025)

4.3.6 Priraščanja poškodovanih dreves zaradi žleda

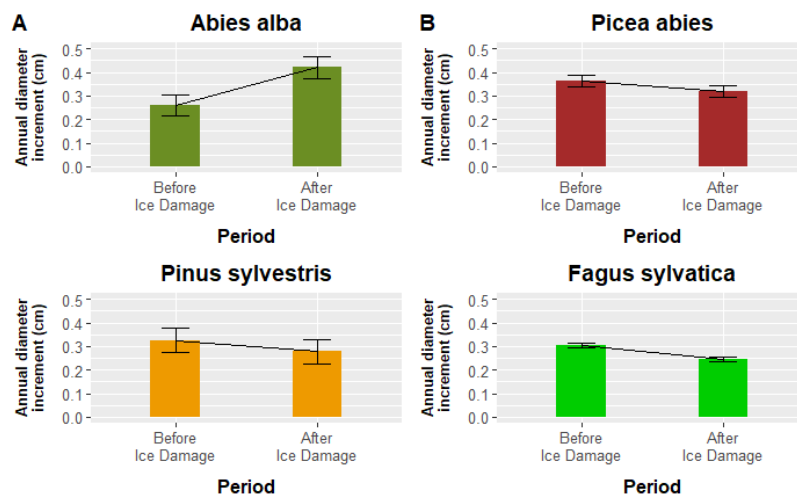
Stopnja preživetja poškodovanih dreves po ekstremnem žledu leta 2014 je bila 54 %, vendar so bile opazne razlike glede na ocenjeno stopnjo poškodb po žledu. Med manj poškodovanimi drevesi je bila stopnja preživetja 78 %, med bolj poškodovanimi drevesi 76 %, med povsem poškodovanimi drevesi pa le 18 %. Veliko povsem poškodovanih dreves, predvsem iglavcev, je bilo posekanih (69 %), 13 % jih je odmrlo po naravni poti zaradi različnih vzrokov. Stopnji naravne mortalitete in poseka sta bili pri malo in bolj poškodovanih drevesih značilno nižji (4 in 7 % oziroma 18 in 17 %). Stopnja naravne mortalitete je bila pri nepoškodovanih drevesih (5 %) celo večja kot pri malo poškodovanih drevesih. Stopnja preživetja se je značilno razlikovala med drevesnimi vrstami (Slika 17). Med povsem poškodovanimi drevesi je bila najvišja pri gorskem javorju (88 %) in rdečem boru (70 %), sledila sta jelka (64 %) in bukev (60 %), najnižja je bila pri smreki (35 %).



Slika 17: Deleži preživelih (zeleno), posekanih (rdeče) in naravno odmrlih (oranžno) poškodovanih dreves glede na drevesno vrsto in stopnjo poškodbe po žledu

Odziv poškodovanih dreves z rastjo krošnje smo preučevali v okviru magistrske naloge (Mohar, neobjavljeno). Ocenjevali smo sicer vse drevesne vrste (n = 314), a je bil vzorec dovolj velik le za glavne drevesne vrste (bukev, jelko in smreko). 53 % dreves je na poškodbe odreagiralo z močno rastjo krošnje, kar je pri listavcih pomenilo poganjke, daljše od 3 m, in njihovo gostoto > 15/m', pri iglavcih pa, da je vsaj ena veja nadomestila odlomljen vrh, da je bilo novih poganjkov dolžine > 1,5 m vsaj 5/m'. Med vrstami so bili skupni deleži precej podobni (43-54 %). Med bolj in povsem poškodovanimi drevesi pa smo med vrstami ugotovili značilne razlike. Povsem poškodovane bukke so izkazovale močan odziv v 47 %, medtem ko sta bila deleža za smreko in jelko le 18 % in 14 %. Listavci (bukev) na poškodbe po žledu (verjetno tudi snegu) odreagirajo hitreje in z bujnejšo rastjo krošnje kot iglavci.

Povprečna periodična debelinska rast poškodovanih dreves se je glede na obdobje pred žledolomom statistično značilno zmanjšala - iz 0,30 cm/leto na 0,26 cm/leto (ANCOVA, $p < 0,05$, n = 2065). Večina drevesnih vrst je izkazovala tovrsten vzorec, izjema pa sta bila jelka (Slika 18) in graden. Jelki se je rast povečala za kar 0,16 cm/leto (n = 94), gradnu pa za 0,03 cm/leto (iz 0,28 cm/leto na 0,31 cm/leto, n = 50). Najbolj se je debelinski prirastek zmanjšal bukvi (za 0,06 cm/leto, n = 1087), le nekoliko manj pa smreki (za 0,05 cm/leto, n = 299) in rdečemu boru (za 0,05 cm/leto, n = 76). Zanimivo je, da se je povprečni periodični debelinski prirastek nepoškodovanih dreves glede na obdobje pred žledolomom prav tako statistično značilno znižal (ANCOVA, $p < 0,05$), in sicer za 0,02 cm/leto (iz 0,31 cm/leto na 0,29 cm/leto, n = 5866).



Slika 18: Povprečni periodični letni debelinski prirastki poškodovanih dreves izbranih drevesnih vrst pred in po poškodbah zaradi žleda 2014

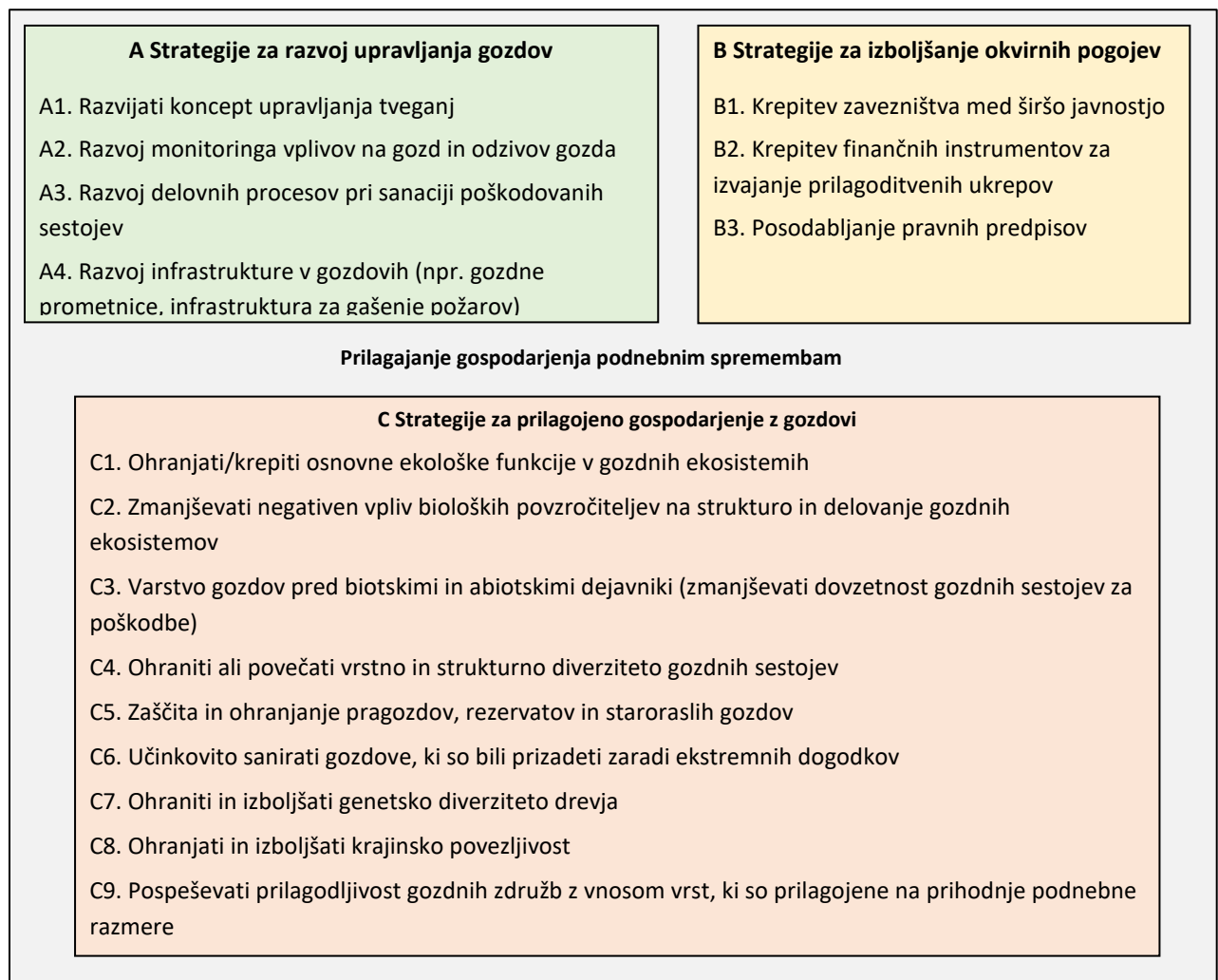
Jelka in graden sta se na poškodbe po žledu odzvala najbolje, kar gre predvsem na račun izkoristka izboljšanih svetlobnih razmer v sestojih. Bukve je glede na jelko in smreko izkazala boljši odziv z obnovo poškodovane krošnje, kar je delno rezultiralo v zmanjšanem debelinskem prirastku glede na obdobje pred poškodbami. Pri smreki je bil velik delež poškodovanih dreves posekanih zaradi tveganja zaradi podlubnikov, kar je bilo smiselno. To potrjuje tudi visok delež naravne mortalitete povsem poškodovanih smrek. Dokaj visok delež poseka se je izvedel tudi pri jelki, kar pa je glede na rezultate odziva poškodovanih jelk tako z vidika obnove krošnje (vrha) kot debelinske rasti morda neutemeljeno. Če poškodbe pri jelki niso zares velike (velika poškodba pomeni odlom več kot 2/3 krošnje), bi bilo smiselno takšna drevesa pustiti v sestoji vsaj še nekaj let po nastanku poškodb. Naravna mortaliteta povsem poškodovanih jelk, ki niso bile posekane, je bila namreč le 36 %. Koliko let po nastanku poškodb so bile poškodovane jelke dejansko posekane, ni znano. V letih po poškodbi so lahko nastopili še drugi razlogi za posek, kar je prispevalo k skupnemu visokemu deležu poseka poškodovane jelke.

4. 4 Prilagajanje gozdov in gozdarstva podnebnim spremembam

4.4.1 Strategije gospodarjenja z gozdovi

Na podlagi pregleda literature izsledkov o ranljivosti gozdov v Sloveniji smo pripravili predlog strategij gospodarjenja z gozdovi za njihovo prilagajanje podnebnim spremembam (Slika 19). Oblikovali smo tri skupine strategij.

- Strategije za razvoj upravljanja so nujne, saj spremenjene okoljske razmere zahtevajo prilagajanje konceptov načrtovanja, izpopolnjevanja delovanja ob ekstremnih dogodkih, izboljšanje infrastrukture v gozdovih in izboljšanje monitoringa.
- Druga skupina strategij je usmerjena v okvirne pogoje. Sodelovanje z lastniki in deležniki je pomembno v celotnem upravljavskem postopku. Od sodelovanja sta odvisna izvedba ukrepov in nadaljnje prilagajanje glede na presojo uspešnosti izvedenih ukrepov. Z izobraževanjem, informiranjem in sodelovanjem je treba med gozdarji, lastniki in deležniki ustvariti pripravljenost za spremembe dosedanjega gospodarjenja. Hkrati je nujna širša družbena podpora, ki vključuje finančne spodbude za izvajanje ukrepov.
- Tretja skupina strategij obravnava neposredno gospodarjenje z gozdovi.



Slika 19: Strategije za prilagojeno gospodarjenje z gozdovi glede na podnebne spremembe (spremenjeno in dopolnjeno na podlagi številnih virov, npr. Adger in sod., 2005; Millar in sod., 2007; Locatelli in sod., 2010; Swanston in Janowiak, 2012; Swanston in sod., 2016; Halofsky in sod., 2018; Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050; Tognetti in sod., 2021; Larsen in sod., 2022; Poljanec in sod., 2023)

Preglednica 7: Utemeljitev predlaganih strategij (Slika 2) za prilagajanje gozdov podnebnim spremembam (Strategije: glej Sliko 19; Ekološki koncepti: O, odpornost; P, prožnost; T, tranzicija)

Strategija in koncepti	Utemeljitev
1 (O, P)	Krepitev naravnih procesov v gozdnih ekosistemih (npr. naravna obnova; ohranjanje habitatov, živalskih in rastlinskih vrst) prispeva k večji odpornosti in prožnosti celotnega gozdnega ekosistema. Z uravnavanje strukture in gostote sestojev vplivamo na kroženje vode in hranil, mikroklimo, populacije živalskih in rastlinskih vrst, ki so pomembne za delovanje. Z ustreznim pridobivanjem lesa omejimo poškodbe drevja in tal.
2 (O, P)	Biotski dejavniki bistveno vplivajo na delovanje gozdnih ekosistemov. Jelenjad, na primer, s selektivnim objedanjem ali celo izločanjem nekaterih drevesnih vrst zmanjšuje odpornost gozdov na podnebne spremembe. Podobno velja za bolezni in insekte, ki povečujejo dovzetnost za poškodbe drevja in sestojev v primeru ekstremnih vremenskih dogodkov. S pravočasnim in ustreznim ukrepanjem (npr. odkazilo, posek, odstrel, varstveni ukrepi) zmanjšamo negativen vpliv biotskih povzročiteljev motenj, ki sicer povečujejo dovzetnost gozdov za vplive podnebnih sprememb.
3 (O)	Obseg in stopnja poškodb gozdov zaradi biotskih dejavnikov (npr. žled, veter, sneg) sta odvisna od sestave in zgradbe gozdnih sestojev. Zato z oblikovanjem sestave in zgradbe gozdnih sestojev (vključno z gostoto sestojev) zmanjšamo stopnjo poškodovanosti gozdov zaradi abiotskih motenj (npr. veter, žled, suše). S podaljšanjem ali skrajševanjem proizvodnih dob vplivamo na dovzetnost sestojev za poškodbe (npr. vetrolom, namnožitve insektov). V požarno ogroženih gozdovih nakopičene količine odmrlega drevja in grmovja povečujejo tveganja za razvoj velikih požarov. Nevarnost je mogoče omejevati s kontrolnim požigom nakopičene odmrle fitomase ali z njenim odstranjevanjem. Namnožitev škodljivcev je odvisna od vremenskih in sestojnih razmer; nevarnost namnožitve zmanjšujemo z ukrepi integralnega varstva (npr. upoštevanje zdravstvenega stanja pri rednem označevanju dreves za posek, pravočasen posek manj vitalnih dreves, gozdni red, pravočasen odvoz sortimentov).
4 (O, P)	Več drevesnih vrst v gozdnih sestojih pomeni razpršitev tveganja. Mešani sestoji se prožneje odzivajo na vplive biotskih in abiotskih dejavnikov. V mešanih sestojih je praviloma večja ravnost posameznih drevesnih vrst. Raznomerni sestoji so praviloma odpornejši na vplive abiotskih dejavnikov (veter, žled, sneg). V primeru velike poškodovanosti zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov je obnova raznomernih gozdov zaradi prisotnosti podmladka praviloma uspešnejša, hitrejša in cenejša v primerjavi z enomernimi gozdovi.
5 (O)	Gozdni in rezervati in starorasli gozdovi so vir naravnih populacij rastlinskih in živalskih vrst ter kot taki pomembni za njihovo širjenje v druge gozdove.
6 (P)	Pričakovana je večja pogostnost ekstremnih vremenskih dogodkov (ekstremne suše, orkanski vetrovi, veliki gozdni požari, izjemne padavine). Obnovitev gozdov je odvisna od ukrepanja po motnjah. Z ustreznim ravnanjem (npr. odločitve o odstranjevanju poškodovanega drevja, pripravi tal, načinu obnove, varstvenih ukrepov, prometnicah, spravi in transportu) lahko pospešimo sanacijo, zmanjšamo njene stroške, pospešimo vzpostavitev prožnih in odpornih gozdov, ki bodo zagotavljali zelene učinke gozda. Tako vplivamo na možnost sekundarnih motenj (namnožitev insektov), negativnih vplivov na gozdni ekosistem (npr. erozija) in funkcij gozdov (npr. varovalna funkcija)
7 (P)	Odzivi gozda na podnebne spremembe so odvisni tudi od genetske diverzitete rastlinskih in živalskih vrst. Z naravno obnovo gozdov, uporabo različnih gojitvenih sistemov in tehnik pomlajevanja ohranjamo (naravno) genetsko diverzitetu drevesnih vrst in posredno tudi drugih vrst, saj z gozdnim drevjem oblikujemo njihove habitate. Z umetno obnovo lahko dodatno prispevamo k večji genetski diverziteti.
8 (P, T)	Krajinska povezljivost olajša širjenje (prilagajanje) arealov vrst glede na podnebne spremembe. Selitve drevesnih vrst so pogojene z možnostjo naravne obnove, kar je odvisno od prisotnosti semenskih dreves. Selitve mnogih živalskih vrst so pogojene z gozdnimi koridorji.
9 (T)	Spremembe podnebnih sprememb so lahko tako hitre, da jim drevesne (in druge) vrste po naravni poti (sprememba arealov) ne morejo slediti. V takšnih primerih je smiselno nadomeščanje drevesnih vrst z drugimi, ki trenutno niso prisotne, so pa prilagojene na prihodnje podnebne razmere na danem območju.

Mnenje o podnebnih spremembah in strategijah prilagajanja nanje

Udeleženci delavnice v Bohinju so bili grupirani v pet skupin; dodatno in ločeno smo anketirali še študente (Preglednica 8).

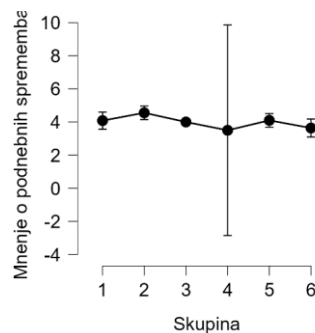
Preglednica 8: Udeleženci delavnice (skupine 1 do 5) po skupinah deležnikov

Skupina	Skupina	Frekvenca
1	revirni gozdar	6
2	gojitelj	10
3	lastnik, izvajalec	2
4	naravovarstvenik	2
5	gozd. načrtovalec	10
6	učitelj, raziskovalec	13

Udeleženci delavnice dojemajo vpliv podnebnih sprememb na gozdove kot velik, saj opažajo znatne in celo zelo velike spremembe gozdov (Preglednica 9). Mnenje o tem je zelo enotno (majhen KV), razen pri skupini naravovarstvenikov (Slika 20), kjer je lahko majhen vzorec razlog za veliko različnost mnenj.

Preglednica 9: Mnenje udeležencev o podnebnih razmerah v gozdovih Sloveniji

Moje mnenje o podnebnih razmerah v gozdnem območju, kjer delam oziroma ga poznam:	Povprečje	Stand. odklon	KV (%)
1 ni nobenih vplivov, 2 vplivi so neznatni, 3 opažam spremembe v razmerah, 4 dogajajo se znatne spremembe; 5 opažam zelo velike spremembe	4,13	0,56	14



Slika 20: Povprečja in intervali zaupanja po skupinah deležnikov za mnenje o podnebnih spremembah

Na podlagi analize ocen pomena in razumljivosti različnih strategij se pokažejo jasne razlike med posameznimi ukrepi. Najpomembnejša strategija glede na povprečne ocene pomena je **C4 (ohraniti ali povečati vrstno in strukturno diverzitetu gozdnih sestojev)**, ki je hkrati tudi najbolj razumljena (najnižja KV pri razumljivosti). To kaže, da so ukrepi, povezani z ohranjanjem biotske raznovrstnosti, za strokovno javnost hkrati ključni in jasno opredeljeni. Podobno visoko je bila ocenjena tudi **C3 (varstvo gozdov pred biotskimi in abiotskimi dejavniki)** ter **B2 (krepitev finančnih instrumentov)**, kar kaže na preplet pomena ekoloških in finančnih vidikov.

Najnižji pomen je bil pripisan strategiji **C8 (ohranjati in izboljšati krajinsko povezljivost)**, ki je imela sicer tudi najvišji koeficient variacije (KV), kar kaže na precejšnje razhajanje mnenj med udeleženci. Veliko variabilnost so pokazali tudi ukrepi **C5 (zaščita pragozdov, rezervatov)** ter **C9 (vnos vrst, prilagojenih prihodnjemu podnebnju)**, kar lahko kaže na večjo strokovno ali družbeno kontroverznost teh tem.

Na področju razumljivosti je bila najbolj jasna strategija **C4**, medtem ko so se kot najmanj razumljive izkazale **B3 (posodabljanje pravnih predpisov)**, **B2** in **C8**, saj imajo visoke vrednosti KV. To pomeni, da so pravne, finančne in prostorske strategije pogosteje interpretirane različno. Najmanjša variabilnost pri ocenjevanju se pojavlja pri **C4** in **A3 (razvoj delovnih procesov pri sanaciji)**, kar kaže na stabilno percepcijo pomena in razumljivosti.

Skupno gledano je analiza pokazala, da so ekološke strategije (posebej biotska raznovrstnost) bolj enotno razumljene in ocenjene kot ključne, medtem ko pravni, finančni in prostorski vidiki sprožajo več nejasnosti in razhajanj.

Preglednica 10: Nabor predlaganih strategij in ukrepov za prilagajanje na podnebne spremembe ter opisne mere za oceno pomena in oceno razumljivosti, ki ju je ocenjevalo n = 38 udeležencev

Pomen so ocenjevali z ocenami: 1 povsem nepomembno, lahko izključimo; 2 malo pomembno; 3 pomembno (ne malo niti ne zelo); 4 zelo pomembno; 5 izjemno pomembno, ključno.

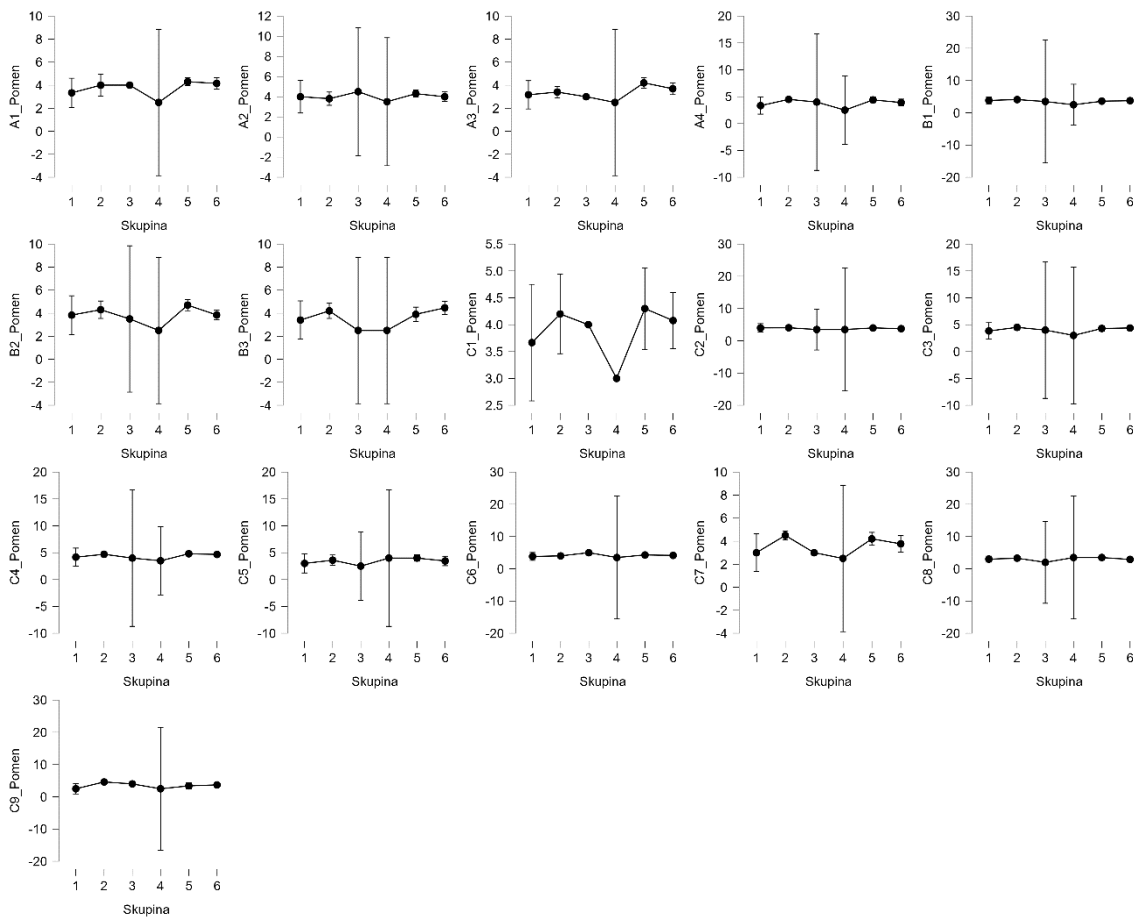
Razumljivost pa z ocenami: 1 nerazumljivo; 2 razumljivo; 3 povsem razumljivo

Strategija	Pomen				Razumljivost			
	Povprečje	SD	KV	Rang	Povprečje	SD	KV	Rang
A1. Razvijati koncept upravljanja tveganj	3,9	1,0	26,3	3	2,2	0,5	23,8	4
A2. Razvoj monitoringa vplivov na gozd in odzivov gozda	4,1	0,9	21,4	1	2,6	0,5	20,5	3
A3. Razvoj delovnih procesov pri sanaciji poškodovanih sestojev	3,5	0,9	24,9	4	2,7	0,5	17,9	2
A4. Razvoj infrastrukture v gozdovih (npr. gozdne prometnice, infrastruktura za gašenje požarov)	4,0	1,1	26,4	2	2,7	0,6	20,8	1
B1. Krepitev zaveznitva med širšo javnostjo	3,6	1,0	27,9	3	2,5	0,6	24,3	3
B2. Krepitev finančnih instrumentov za izvajanje prilagoditvenih ukrepov	4,1	1,1	26,4	1	2,6	0,7	25,4	1
B3. Posodabljanje pravnih predpisov	3,7	1,0	27,7	2	2,5	0,7	27,5	2
C1. Ohraniti/krepiti osnovne ekološke funkcije v gozdnih ekosistemi	4,0	1,0	23,8	4	2,5	0,6	22,3	5
C2. Zmanjševati negativen vpliv bioloških povzročiteljev na strukturo in delovanje gozdnih ekosistemov	4,0	0,9	21,4	5	2,3	0,5	22,7	8
C3. Varstvo gozdov pred biotskimi in abiotskimi dejavniki (zmanjševati dovzetnost gozdnih sestojev za poškodbe)	4,2	0,9	22,3	2	2,5	0,6	22,3	5
C4. Ohraniti ali povečati vrstno in strukturno diverziteto gozdnih sestojev	4,5	0,9	19,4	1	2,9	0,4	13,8	1
C5. Zaščita in ohranjanje pragozdov, rezervatov in staroraslih gozdov	3,4	1,3	39,0	8	2,8	0,5	16,6	2
C6. Učinkovito sanirati gozdove, ki so bili prizadeti zaradi ekstremnih dogodkov	4,1	1,0	23,4	3	2,7	0,5	19,1	3
C7. Ohraniti in izboljšati genetsko diverziteto drevja	3,8	1,1	29,7	6	2,5	0,6	24,3	5
C8. Ohraniti in izboljšati krajinsko povezljivost	3,1	1,0	32,9	9	2,2	0,7	32,2	9
C9. Pospeshevati prilagodljivost gozdnih združb z vnosom vrst, ki so prilagojene na prihodnje podnebne razmere	3,5	1,3	37,5	7	2,7	0,5	20,0	4

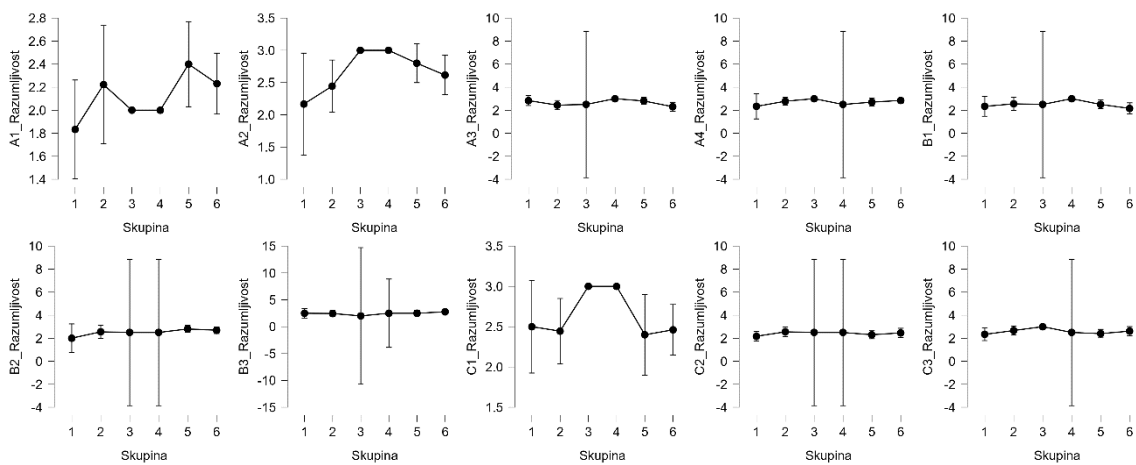
Anketiranci so podali predloge dodatnih strategij, ki bi lahko prispevale k učinkovitejšemu prilagajanju gospodarjenja z gozdovi in ohranjanju njihovih funkcij v prihodnosti. Njihovi predlogi in teme, prepisani dobesedno, so naslednji:

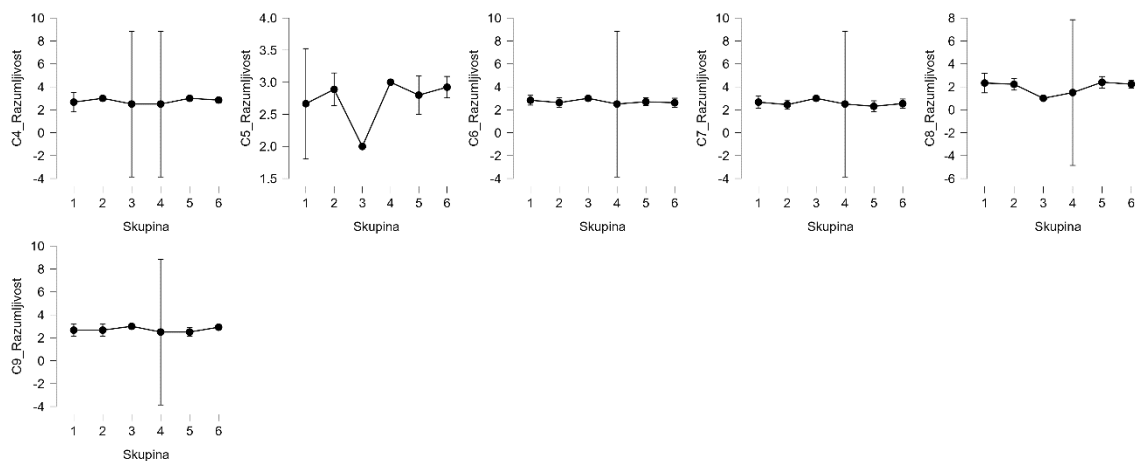
- tehnologija sečenj; nabor strojev glede na pedološke dejavnike
- poenotenje/sodelovanje »gozdarskih strok«
- strategija prilagajanja gospodarstva, npr. izraba lesa slabše kakovosti
- prenos strategij z deklarativne ravni v prakso
- poudariti pomen naravne drevesne sestave in ne zgolj pestrosti v vrstni sestavi
- razvoj monitoringa vplivov na druge funkcije gozda
- ohraniti/krepiti zaščitno funkcijo gozdov
- omejevanje vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst
- gensko spremenjene avtohtone drevesne vrste
- vključevanje lastnikov gozdov (pomembni za realizacijo načrtovanih ukrepov)
- prilagoditev proizvodnih dob (glede na ogroženost drevesnih vrst in njihov premer)
- izobraževanje strokovnega kadra

- prilagoditvene strategije na ravni glavnih gozdnih tipov
- združiti C2 in C3



Slika 21: Povprečja in intervali zaupanja po skupinah deležnikov za ocene pomena strategij in ukrepov

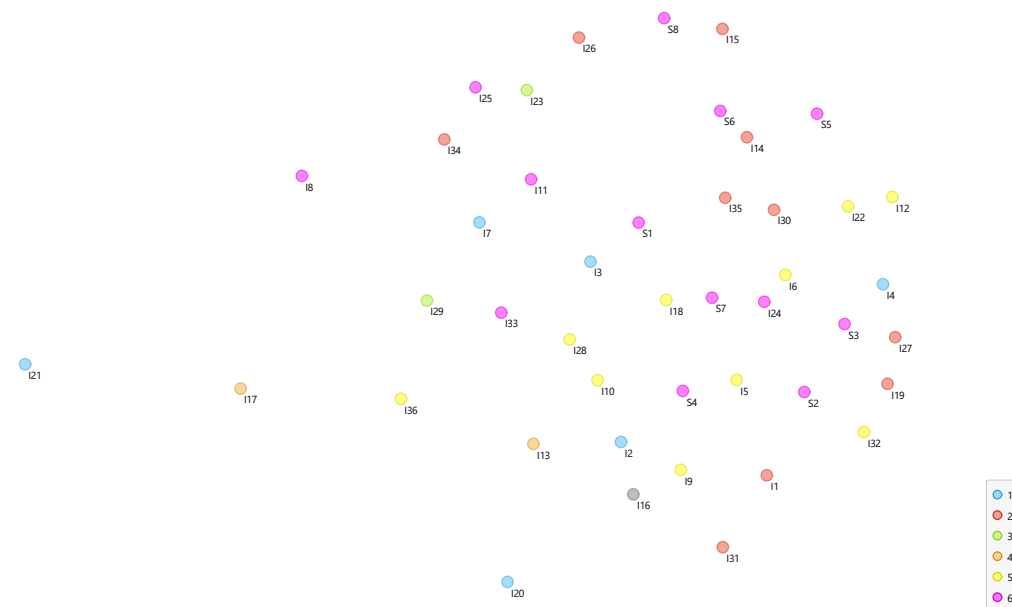




Slika 22: Povprečja in intervali zaupanja po skupinah deležnikov za ocene razumljivosti strategij

Značilnost razlik v poprečnih in med skupinami udeležencev smo ugotavljali z ANOVA (oz. Brown-Forsythe test) in post-hoc testi (Games-Howell). Rezultati kažejo (Priloga 1), da med skupinami deležnikov ni razlik v pogledih in stopnji razumljivosti predlaganih strategij. Deležniki se tudi ne razlikujejo v mnenju glede podnebnih sprememb. Edine razlike smo ugotovili pri strategijah A3. Razvoj delovnih procesov pri sanaciji poškodovanih sestojev in C7. Ohraniti in izboljšati genetsko diverzitetu drevja, kjer smo ugotovili značilne razlike med skupinama 3 in 5 oziroma 5 in 7. Zaradi majhnih vzorcev je moč preizkusa razlik majhna.

Slika podobnosti anketirancev (Slika 4) ne kaže kopičenja in ne kaže kopičenja po skupinah deležnikov. To pomeni, da je mnenje razmeroma nesegmentirano in da na mnenje ne vpliva sektorska pripadnost oziroma afiliacija. Upoštevati je sicer treba, da vzorci niso reprezentativni za posamezno skupino deležnikov in da rezultatov, dobljenih na delavnici, ni mogoče posploševati na populacijo.



Slika 23: Udeleženci delavnice (skupine 1 do 5) in študenti (skupina 6), projicirani v 2-D prostor glede na njihove odgovore o pomenu in razumljivosti predlaganih strategij in ukrepov z metodo MDS, ki skuša v prostoru vložiti

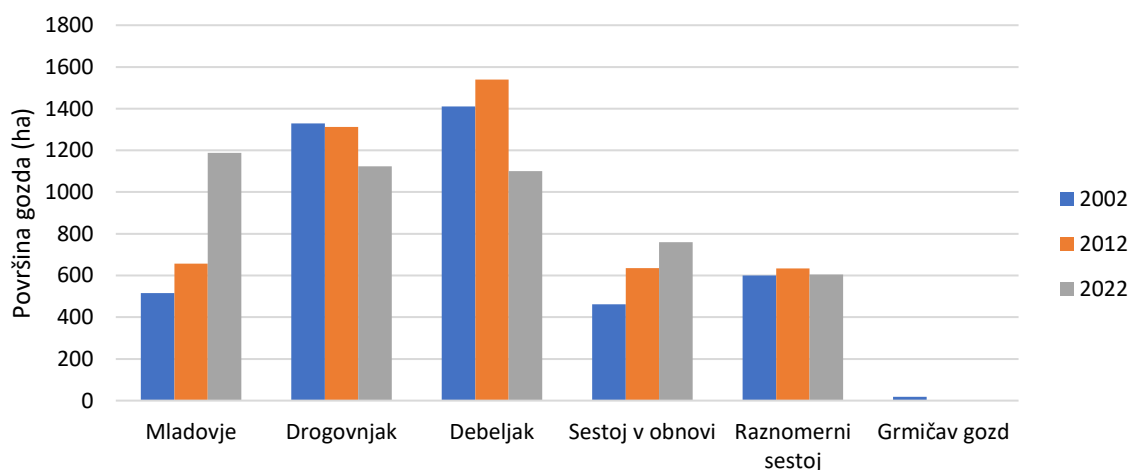
Podrobnejša analiza izbranih strategij prilagajanja

Udeleženci so v skupinah pripravili komentarje k strategijam prilagajanja, predvsem njihove slabosti in prednosti ter predloge za njihovo uresničitev (Priloga 2).

4.5 Sanacija gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih

4.5.1 Ocena spreminjanja gozdov v GGE Jelovica

Analizirali smo, kako so se spreminjali površina gozda, razmerje razvojnih faz in površina zasmrečenih sestojev v GGE Jelovica. V trenutno veljavnem načrtu navajajo, da je na Blejskem delu Jelovice 4.775,74 ha gozdov. Od leta 2002 se je gozdnatost enote rahlo povečala do leta 2012, od takrat je površina gozda stabilna (Priloga 3). Večje so spremembe razmerja razvojnih faz (Slika 24). V prvem analiziranem letu so izrazito prevladovali drogovnjaki in debeljaki. Z razvojem gozda se je do leta 2012 rahlo povečala količina sestojev v obnovi in mladja, vseeno pa je bila večina sestojev v fazi debeljaka ali drogovnjaka. Številne ujme so razmerje do leta 2022 močno spremenile, trenutno je v enoti primerljiva količina mladovja, drogovnjakov ter debeljakov. Od leta 2002 se je tako najbolj zmanjšal delež debeljakov in drogovnjakov na račun mladovja. Površina raznomernih gozdov se v obdobju ni spremenila.

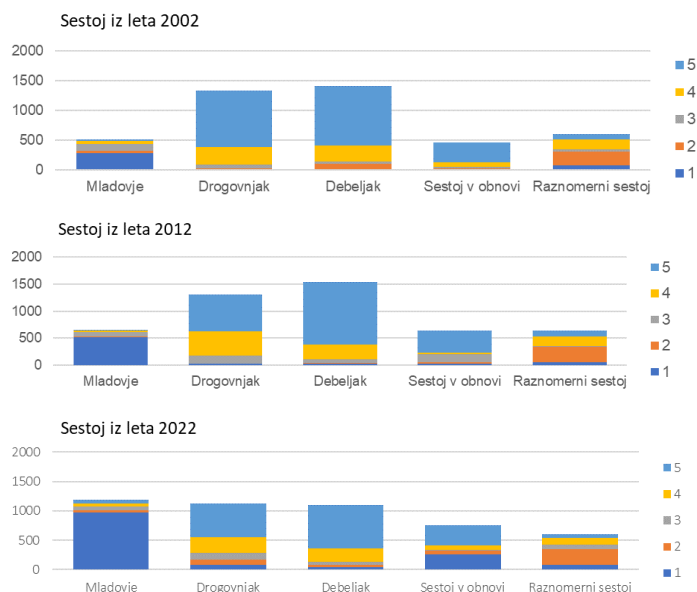


Slika 24: Površina sestojnih tipov v letih 2002, 2012 in 2022.

Zasmrečenost gozdov smo ocenjevali na lestvici od 1 do 5, pri čemer je 1 nezasmrečen sestoj, 5 pa močno zasmrečen sestoj. Sestoje smo v razrede zasmrečenosti razvrstili glede na delež smreke v lesni zalogi sestoja in sicer:

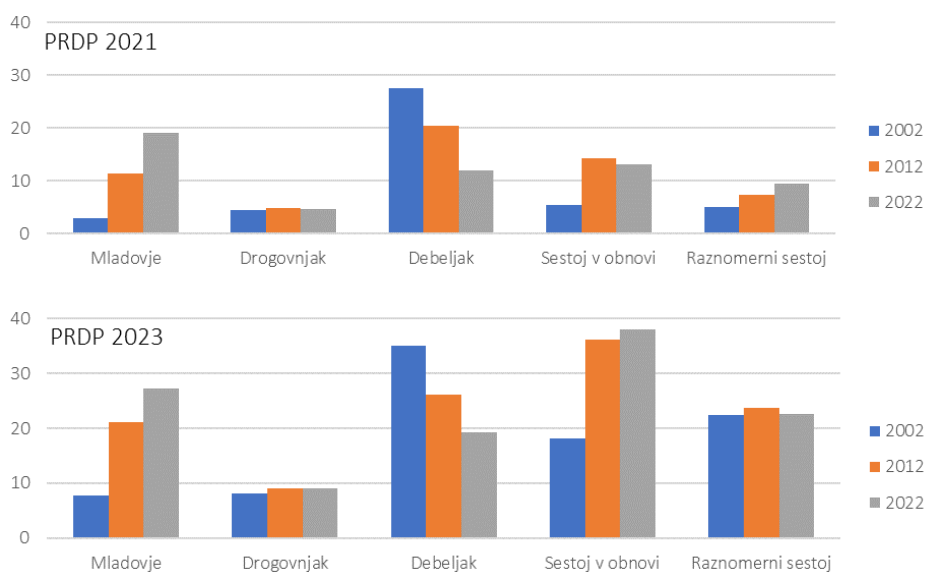
- razred 1 je delež smreke od 0 – 19 %,
- razred 2 je delež smreke od 20 – 39 %,
- razred 3 je delež smreke od 40 – 59 %,
- razred 4 je delež smreke od 60 – 79 %,
- razred 5 je delež smreke od 80 – 100 %.

V vseh treh letih so bili najbolj zasmrečeni sestoji drogovnjakov in debeljakov (Slika 3). Najmanj zasmrečeni so bili sestoji mladovja in raznomerni sestoji. Zasmrečenost se je od leta 2012 do 2022 zmanjšala v vseh razvojnih fazah, predvsem v sestojih v obnovi. Poleg tega je zasmrečenost v celotni enoti manjša tudi na račun večje količine mladovij.



Slika 25: Primerjava zasmrečenosti sestojev na lestvici od 1 do 5 v letih 2002, 2012 in 2022.

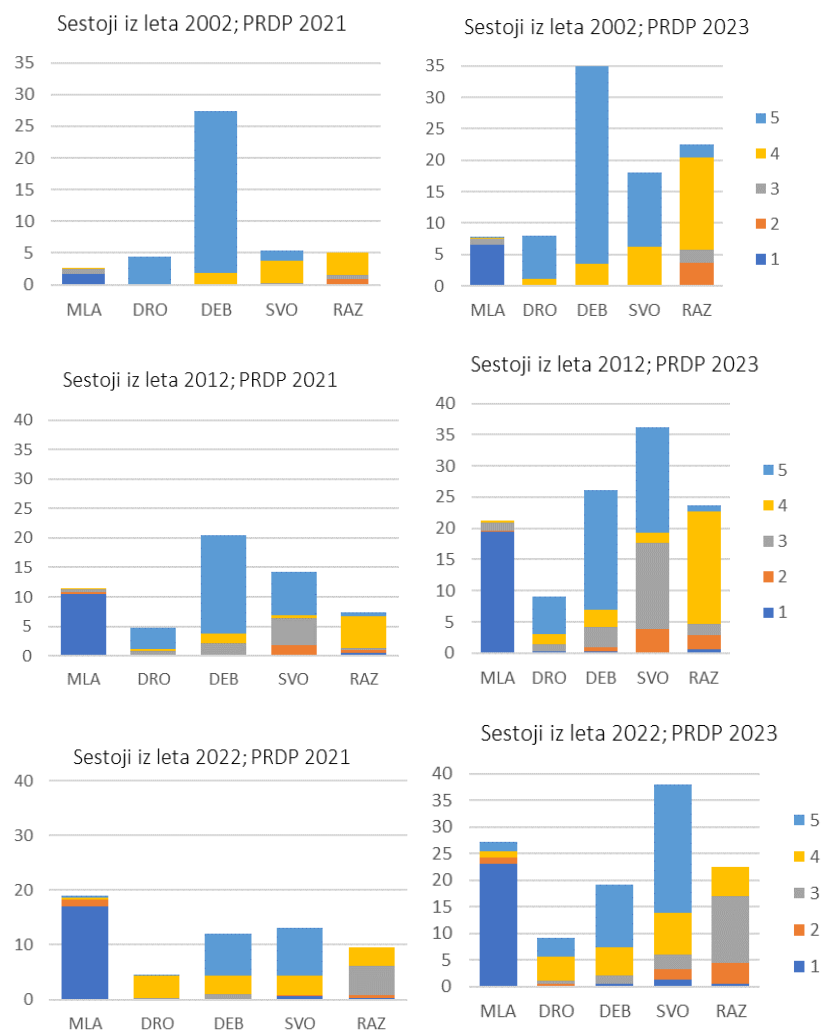
Sestojne parametre smo analizirali podrobneje le na območjih, kjer so v letih 2021 in 2023 popisali rastišča divjega petelina. V letu 2021 je bila površina teh območij 58,8 ha, leta 2023 pa 117,7 ha. Večinoma so to ista območja, različno so določali območja posameznih rastišč. Število rastišč je v letu 2023 je kljub večji površini manjše od števila v letu 2021. Treba je poudariti, da so to le območja aktivnih rastišč petelina in ne celotni habitati vrste. Divji petelin ima v različnih obdobjih leta različne potrebe po okolju (zaščita, prehranska baza, kritje, pevska drevesa). Analize sestojev se tako nanašajo le na del habitatov, ki so pomembni za uspešno razmnoževanje divjega petelina. Rezultati analiz razvojnih faz in zasmrečenosti se ne razlikujejo glede na to, katera območja rastišč smo upoštevali (popisi iz leta 2021 ali 2023), zato smo pri primerjavi značilnosti sestojev na rastiščih in celotnem območju upoštevali vsa popisana rastišča.



Slika 26: Razmerje razvojnih faz v sestojih iz leta 2002, 2012, 2022 na rastiščih divjega petelina, ugotovljenih s popisi rastišč leta 2021 in 2023 (Popis rastišč divjega petelina (PRDP) 2021 in PRDP 2023).

Razmerje razvojnih faz se je v analiziranem obdobju postopno spreminjalo (Slika 4). Povečeval se je delež mladovij in sestojev v obnovi, zmanjševal se je delež debeljakov. Drogovnjakov je bilo na območju rastišč malo, njihova površina je med leti ostala enaka.

Na območju rastišč divjega petelina se je v analiziranem obdobju zmanjšala zasmrečenost sestojev (Slika 5). V letu 2002 je bilo najbolj zasmrečenih (razred 5) skoraj 65 % vseh sestojev, v letu 2012 44 %, leta 2022 pa le še 31 % sestojev. Zasmrečenost se je zmanjšala v vseh razvojnih fazah. Zadnji popisi sestojev kažejo, da je še vedno veliko zasmrečenih sestojev drogovnjaka, debeljaka in sestojev v obnovi, v mladovju in raznomernih razvojnih fazah pa zasmrečenih sestojev praktično ni več.



Slika 27: Primerjava zasmrečenosti sestojev na lestvici od 1 do 5 v letih 2002, 2012 in 2022 na rastiščih divjega petelina, ugotovljenih s popisi rastišč leta 2021 in 2023 (PRDP 2021 in PRDP 2023).

V zaključki analize smo primerjali značilnosti sestojev na celotnem območju in območju rastišč divjega petelina. Ugotavljamo, da je na rastiščih petelina znatno manj drogovnjakov, manj je tudi debeljakov. Med zasmrečenostjo med območji nismo zaznali večjih razlik. Spremembe v gozdnih sestojih v GGE Jelovica so posledica naravnih ujm, sanacijskih ukrepov in razvoja gozdov. Analize kažejo na povečanje deleža mladovij in sestojev v obnovi, hkrati pa zmanjšanje drogovnjakov in debeljakov. To pomeni, da se gozdna struktura pomlajuje, kar lahko vpliva na ekosistem in habitate vrst, ki so odvisne od zrelih gozdnih sestojev.

Na območju Jelovice se populacija divjega petelina zadnja desetletja zmanjšuje. V letu 2011 so na območju Jelovice popisali 49 pojočih samcev, torej aktivnih rastišč, leta 2023 pa samo še 27. Za uspeh vrste potrebuje divji petelin mozaično strukturo gozda in predvsem starejše razvojne faze gozda. Spremembe, ki jih v zadnjih desetletjih opažamo, bi lahko za petelina pomenile neugodno spremembo habitata. S povečanjem količine mladovij se je na območju sicer povečala prehranska baza, a se je obenem zmanjšala količina kritja za petelina. V manjši meri so mladovja za petelina sicer primerna, vendar morajo biti v majhnih vrzelih v bližini odraslih sestojev. Na območju Jelovice so površine mladovij zaradi ujm prevelike in so taki predeli za petelina neugodni. Za uspeh vrste so pomembni predvsem debeljaki in posamezna debela drevesa z močnimi vejami (predvsem iglavci), ki so primerna za pevska drevesa. Glede na to, da se količina debeljakov v enoti, predvsem pa na rastiščih, zmanjšuje, lahko to negativno vpliva na ugodnost habitata. Zmanjšanje zasmrečenosti sestojev bi lahko pomenilo večjo presvetljenost gozdov, kar bi lahko povečalo obrod borovnice, ki je pomemben prehranski vir za petelina.

Za ohranjanje vrste je torej pomembno, da se ohranijo še prisotni sestoji drogovnjakov, v mlajših razvojnih fazah pa je priporočljivo puščanje debelih razvejanih dreves. Poleg ustreznega razmerja razvojnih faz so za petelina pomembna predvsem mirna območja. Površina mirnih območij se v zadnjih letih zmanjšuje, kar ima lahko dodaten negativni učinek na vrsto. Zato je pomembno, da se opredeljene mirne cone dosledno upošteva.

4.5.2 Ocena sanacije gozdov v GGE Jelovica

Na podlagi anketnega vprašalnika, ki so ga izpolnili eksperti, ki so bili neposredno vpleteni v sanacijo gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih v GGE Jelovica, ugotavljamo:

- sanacija je bila delno uspešna;
- dejavniki, ki so ovirali uspešno sanacijo, so predvsem zamude (nepravočasnost izvedbe), najverjetneje zaradi zahtevnih administrativnih postopkov in pomanjkljivega sodelovanja med deležniki.

Pri sanaciji so bile opazne naslednje dobre prakse:

- hiter pristop k sanaciji (aerosnemanje, sanacijski načrt, logistika, transport);
- uspešna naravna obnova in ukrepi umetne obnove, vključno z varstvom;
- učinkovita strojna sečnja (tudi ponoči);
- način odkazila napadenega drevja (primerna jakost poseka);
- dobro sodelovanje s strokovnjaki s področja varstva narave glede režima sanacije žarišč podlubnikov na rastiščih divjega petelina.

Poglavitne ovire pri izvedbi učinkovite sanacije in tudi predlogi za izboljšanje:

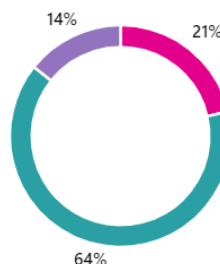
- z rednim gospodarjenjem (redno ukrepanje, ustreznost jakost, pravočasnost izvedbe) je mogoče bistveno zmanjšati tveganja;
- problem pravočasne izvedbe poseka lubadark, sistem izvršbe ni primeren (nujne spremembe predpisov);
- predlog vpeljave »izvajalskih skupin«, ki bi pravočasno sanirale poškodovane gozdove;
- problem skladiščenja lesa, vzpostavitev »začasnih skladišč«;
- dolgi postopki za pripravo infrastrukture (prometnice);
- sodelovanje drugih (negozdarskih) služb pri sanaciji gozdov podaljšuje postopke sanacije.

1. Kako uspešna je bila po vašem mnenju sanacija gozdov na območju Jelovice?

More details

[More details](#)

● Zelo uspešna.	0
● Precej uspešna.	3
● Delno uspešna.	9
● Neuspešna.	2
● Ne morem oceniti.	0



● Povsem se strinjam ● Delno se strinjam ● Ne strinjam se ● Ne morem oceniti

Sanacija je bila izvedena pravočasno.

Uporabljena je bila ustrezna tehnologija za sečnjo in spravilo.

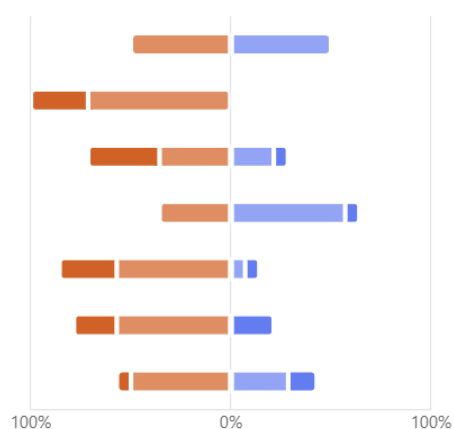
Uporabljene so bile ustrezne metode obnove gozda.

Birokratski postopki so potekali učinkovito.

Sanacija je upoštevala smernice varstva narave in ohranjanja habitatov.

Varstvo delavcev (npr. varnost pri delu, ergonomija) je bilo dosledno upoštevano.

Sodelovanje med vključenimi deležniki je bilo ustrezno.



Slika 28: Ekspertna ocena sanacije gozdov po ekstremnih dogodkih v GGE Jelovica

4.5.3 Ocena ustreznosti sanacija gozdov v GGO Bled

Območje GGO Bled je bilo izbrano kot testno območje za analizo sanacij gozdov za celotno Slovenijo. Glede sanacij so z ocenami <3 (slabo) ocenili elemente sanacije, ki jih je treba v prihodnosti nujno izboljšati (Slika 28):

- ustreznost pravnih predpisov, ki urejajo področje sanacij gozdov;
- razpoložljivost sadilnega materiala;
- pravočasnost obdelave sortimentov na skladiščih lesa;
- pravočasnost odvoza sortimentov;
- način in hitrost poseka in spravila napadenih/poškodovanih dreves;
- ustreznost gospodarjenje z gozdovi za krepitev stabilnosti in odpornosti sestojev na ekstremne dogodke na območju, ki ga je prizadela ujma (npr. opravljena redčenja, posek manj vitalnih dreves, pravočasen pričetek obnove).



Slika 28: Ekspertno mnenje o aktivnostih pri sanacijah gozdov (1 = zelo slabo;....; 5 = odlično)

Rezultati skupinskega dela na delavnici

(Izvirni zapisi z delavnice)

Tema 1: **Dopolnitve izvedbe ukrepov sanacije gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih** (moderator: mag. Andrej Breznikar)

Predlogi sprememb:

- Naravovarstvene omejitve - prilagajanje, jasnost navodil na realno stanje + upoštevanje ekonomike
- Poenostavitev ZUP postopkov + uporaba drugih inštitutov
- Predhodno oblikovanje bazena izvajalcev (izobraževanje, stimuliranje, ...) + državna podjetja (SIDG)
- Bolj ciljna usmerjenost razpisov za opremo
- Vzgoja izvajalcev – več
- Žage domače za izboljšanje trga
- Oblikovanje skladišč
- Več drevesnic + nabiranje semena + državna drevesnica
- Rezervni sklad za sanacijo prometnic (lokalno)
- Profesionalizacija nege + tehnološka posodobitev + dvig dnine (sofinanciranja)
- Redne delovne skupine z avtoriteto – sodelovanje deležnikov
- Obuditev zdravega združništva z ekonomskim interesom
- Spremembe tehnologij zahtevajo prilagoditev infrastrukture

Ovire pri izvedbi sanacije:

- Naravovarstvene omejitve
- Čas za upravni postopek
- Pomanjkanje ustreznih izvajalcev
- Usposobljenost lastnikov gozdov in izvajalcev
- Opremljenost lastnikov gozdov in izvajalcev
- Odprtost gozdov – vlake gozdne ceste + izvedba/oprema

- Ne zaključevanje delovišč
- Odvoz lesa + odkup (lesni trg) + skladišča
- Razpoložljivost GRM
- Sanacija prometnic
- Odnos javnosti v urbanih območjih
- Nega po obnovi gozdov
- Zagotavljanje mrtve biomase – posamezni objekti
- Pomanjkanje strokovnega kadra
- Pomanjkljivo sodelovanje deležnikov
- Naravni pogoji (sneg, zamrznjena tla)
- Drobna posest, motivacija lastnikov gozdov

Kaj je ključno?

- Čas
- Delovna sila
- Tehnologija
- Koordinacija

Tema 2: **Dopolnitve pravnih in organizacijskih vidikov** (moderator: dr. Aleš Poljanec)

Ključne teme, problemi in predlogi:

- Zastarelost pravnih predpisov zakona o gozdovih
- Poenostavitev in prilagoditev postopkov izrednim razmeram, primer požari)
 - Dopolniti za primer izrednih dogodkov
 - Jasen protokol določanja ekstremnih razmer in ukrepanja
 - Zakon o lubadarju → bolje, da bi to vgradili v ZG
 - Redni postopki neučinkoviti, pogosto meja 400.000 m³ ni dosežena in posledično ni mogoče uporabiti interventnega zakona
- Predolg in prezapleten postopek izvršbe (neučinkovit instrument)
 - Uvedba interventnih skupin (večja podjetja, SIDG), ki so sposobni izvesti vsako sanacijo (oprema, človeški viri)
 - Kako izpeljati izvedbo tam, kjer lastnik ne izvede del?
- Pravilnik o financiranju in sofinanciranju (višina nadomestil, nabor vrsta del poenostaviti/dopolniti)
 - DEMINIMIS – državne pomoči za ukrepe, ki varujejo oziroma so pomembni za krepitev ekoloških in socialnih vidikov
 - Ukrepi v varovalnih/zaščitnih gozdovih (npr. posek in puščanje dreves v sestoju)
 - Ekocelice so v DEMINIMIS
- Pravilnik o gozdnih prometnicah (material, vzdrževanje)
- Zakon o TNP (nadomestila za negospodarjenje)
- Zakon o vodah (prevelike omejitve, nerealno)
- Zakon o SIDG in koriščenje gozdnega sklada
- Delovnopravna zakonodaja (pravilnik o prenašanju bremen; drugi predpisi, ki onemogočajo hitro ukrepanje v ekstremnih razmerah)
- Naravovarstvena zakonodaja
 - Neprilagojeno ekstremnim dogodkom
 - TNP – Vsebine za nadgradnjo: sanacije, podnebne spremembe. Načrt upravljanja manjka; Obvladovanje podnebnih sprememb dopolniti z novelacijo Načrta upravljanja
 - Razumevanje GGN kot načrta eksploatacije
- Pravno tolmačenje Uredbe o varstvu gozdov (omejitve) in ZON ter zakona o TNP
- ZUP: kako se ogniti omejitvam v času izrednih razmer/ morda urediti drugače, ne po ZUPu

Tema 3: **Dopolnitev sistema načrtovanja** (moderator mag. Matjaž Guček)

Stanje:

- Obstoječ sistem spremembe ggn gge po ekstremnih dogodkih ni smiseln
- Splošna hierarhija zadošča
- Manjka fleksibilen del (načrt sanacije → koliko sredstev je potrebnih + hitro ukrepanje)
- Postopki bistveno predolgi
- Trenutno mora biti načrt sanacije izdelan v dveh mesecih

Predlogi:

- Načrt sanacije kot aneks k načrtu
- Ko se načrt dela, bi lahko dodali že vnaprej, katera dela se bodo izvedla na preostali površini, katera se bodo pa ustavila
- Prilagoditve načrta ob ujmi (osnova: živa sestojna karta in tehnološka karta)
- Ni potrebno podvajanje spremembe GGE + sanacijski načrt
- Če gredo načrti po območnih načrtih, ki so šli skozi CPVO, CPVO ni potreben
- Določiti, ali gre za načrte, potrebne za območja Nature 2000
- Izgibati se formalnim postopkom, saj je to nefunkcionalno (gre za izredne razmere)
 - Potrebno bi bilo imeti »krizni štab« (operativna skupina), v katerega bi bili vključeni različni deležniki (deležniki lahko le opozorijo na tveganja)
- Finančni sklad za ukrepe v izjemnih razmerah
- V osnovne načrte vključiti stopnjo ogroženosti in predvidene usmeritve
- Predlog, da je potrebno poenostaviti obstoječo spremembo in ne komplicirati sanacijskega načrta

4.6 Prilagoditev gozdnogospodarskih načrtov zaradi pojava ekstremnih vremenskih dogodkov

4.6.1 Pomen gozdnogospodarskih načrtov in postopek njihovega sprejemanja

Gozdovi v Sloveniji predstavljajo enega najpomembnejših naravnih virov in hkrati ključen prostor za zagotavljanje ekoloških, socialnih in ekonomskih funkcij. Gozdarski načrti so ključna podlaga za gospodarjenje z gozdovi v Republiki Slovenij. Načrtovanje je organizirano kot hierarhičen sistem; izvaja se na več ravneh – od strateške ravni na ravni države in gozdnogospodarskih območij do operativne ravni z določanjem ukrepov v posameznih gozdnih sestojih.

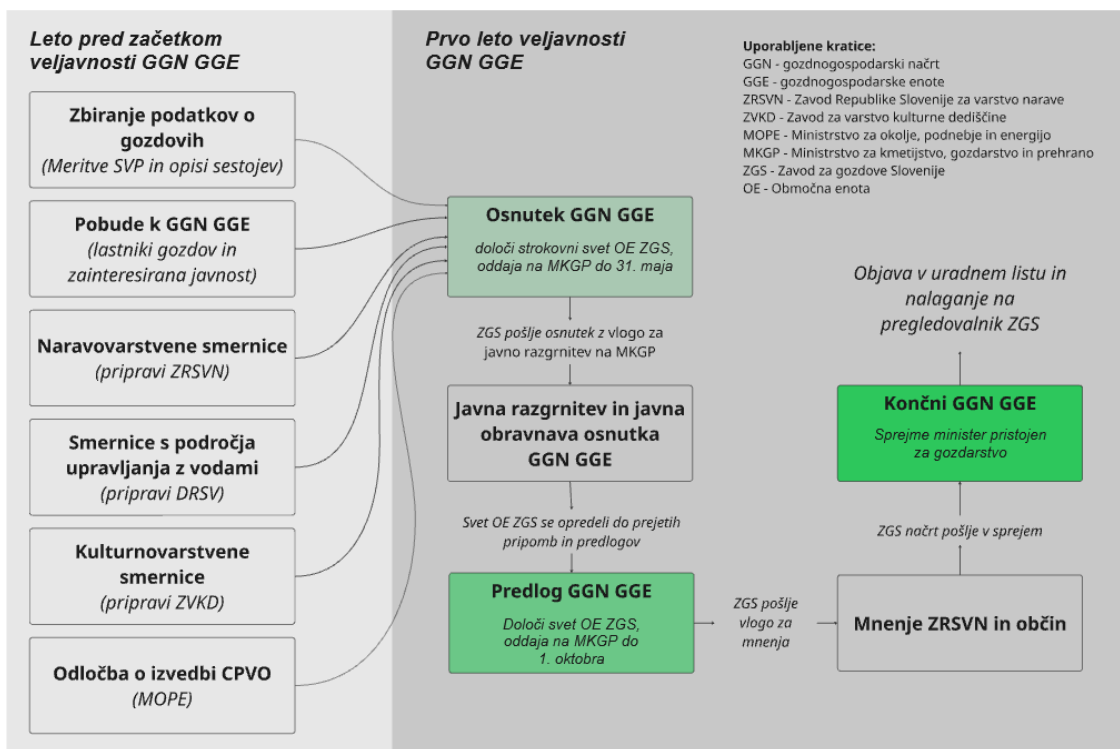
Ključna pravna predpisa, ki urejata področje gozdnogospodarskega načrtovanja, sta Zakon o gozdovih (Uradni list RS, št. 30/93 in nasl., dalje ZG) in podrobneje Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo (Uradni list RS, št. 91/10 in 200/20, dalje Pravilnik). Skladno z ZG gozdnogospodarske načrte (dalje načrti) za vse gozdove ne glede na lastništvo izdeluje Zavod za gozdove Slovenije (dalje ZGS). ZG opredeli vse ravni načrtovanja in določi, katera obvezna izhodišča in usmeritve je potrebno upoštevati pri izdelavi načrtov. Opredeli tudi sestavne dele načrtov in njihove vsebine za posamezne ravni načrtovanja. Z ZG je določen postopek izdelave in sprejemanja načrtov s predpisanimi roki. Pravilnik pa podrobno predpisuje postopke, roke, vsebinske zahteve in odgovornosti posameznih akterjev v postopku načrtovanja. Celoten proces je vsebinsko obsežen in normativno strogo določen, kar zagotavlja strokovno doslednost, vendar hkrati omejuje odzivnost sistema v primeru nepredvidenih razmer.

Z vidika trajnostnega upravljanja gozdov je jasno strukturiran sistem pomembna prednost, saj omogoča vključevanje različnih deležnikov in usklajevanje interesov pri večnamenski rabi gozdov. A prav v zadnjih desetletjih se vedno pogosteje soočamo s spremenjenimi naravnimi in družbenimi pogoji, ki zahtevajo dopolnitve sistema načrtovanja, večjo fleksibilnost in prilagojen strokovne prijeme. Podnebne spremembe, ki jih v gozdovih najbolj zaznamo v obliki ekstremnih vremenskih dogodkov (npr. vetrolomi, žledolomi, požari), vodijo do povečanih tveganj pri gospodarjenju z gozdovi. Ekstremni vremenski dogodki povzročajo velike poškodbe gozdov in ogrožajo uresničevanje z načrti opredeljenih ciljev gospodarjenja. V takih okoliščinah postaja ključno vprašanje, kako dopolniti načrtovalski sistem, da bo omogočal pravočasen, strokoven in učinkovit odziv na nepredvidene dogodke, ki ogrožajo trajnostno rabo gozdov. Čeprav ZG v drugem odstavku 15. člena omogoča spremembo ali dopolnitev

obstoječih gozdnogospodarskih načrtov v času njihove veljavnosti, predpisuje za te spremembe enak postopek kot za redno pripravo načrta. To pomeni, da tudi v primerih, ko je treba hitro in učinkovito pripraviti prilagoditev načrta zaradi posledic ekstremnih vremenskih dogodkov, da so ti lahko ustrezna podlaga za prilagojeno gospodarjenje z gozdovi po ujmi, veljajo še vedno obveznosti izvedbe javne razgrnitve prilagojenega načrta, pridobivanja mnenj pristojnih institucij ter celo morebitne celovite presoje vplivov na okolje (CPVO). Tak postopek je časovno in administrativno obremenjujoč, hkrati pa omejuje funkcijo načrtov kot podlag za ustrezno gospodarjenje z gozdovi.

Postopek izdelave in sprejemanja načrtov gozdnogospodarskih enot (načrti GGE), opisan v 14. členu ZG in podrobneje v Pravilniku, se prične v letu pred začetkom veljavnosti načrtov GGE z zbiranjem pobud lastnikov gozdov in zainteresirane javnosti, zbiranjem vseh podatkov o gozdovih in pridobivanjem gradiv relevantnih za izdelavo načrtov GGE (Slika 29). V tistem letu lastniki gozdov in zainteresirana javnost med 1. 3. in 30. 5. podajo pobude k načrtu. V istem letu mora ZGS pridobiti vsa relevantna gradiva (smernice s področja ohranjanja narave, usmeritve upravljanja z vodami in smernice varovanja kulturne dediščine) za pripravo načrta in na Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo (MOPE) podati vlogo o nameri priprave plana. MOPE z odločbo odloči, ali je za posamezni načrti GGE potrebno izdelati celovito presojo vplivov na okolje. ZGS na podlagi vseh gradiv, opravljene inventure gozdov in analiz izdelava osnutek načrta GGE, v katerem so določeni cilji, smernice in ukrepi za gospodarjenje z gozdovi v prihodnjem 10-letnem obdobju. Osnutek načrta GGE določi strokovni svet območne enote ZGS in ga do 31. maja v prvem letu ureditvenega obdobja z vlogo za odreditev javne razgrnitve pošlje na Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP). MKGP izda sklep o javni razgrnitvi in javni obravnavi, ZGS pa poskrbi za vabljenje lastnikov gozdov in zainteresirane javnosti. V času javne razgrnitve se izvede javna obravnava, na kateri je predstavljena vsebina načrta GGE, glavni namen javne obravnave pa je izmenjava stališč in pridobivanje pripomb na osnutek načrta GGE. Svet območne enote ZGS zavzame stališče do vseh pripomb in predlogov, zbranih v času javne razgrnitve in na javni obravnavi, ter določi predlog načrta GGE. ZGS mora k predlogu načrta pridobiti mnenje organizacije, pristojne za varstvo narave in mnenja lokalnih skupnosti, na območju katerih leži GGE. ZGS predloži predlog načrta GGE skupaj s predpisanimi mnenji na MKGP, ki lahko predlog gozdnogospodarskega načrta vrne ZGS v dopolnitev. Načrt GGE sprejme minister, pristojen za gozdarstvo, s pravilnikom, ki je objavljen v uradnem listu, vsi načrti pa so po sprejetju dostopni na pregledovalniku ZGS.

Za vse GGE, ki ležijo na gozdnogospodarskem območju, se v območnem načrtu določi ureditveno obdobje načrtov GGE oz. roki za obnovo teh načrtov. Obnova načrta posamezne GGE poteka običajno vsakih 10 let, razen v posebnih primerih, ko je v času veljavnosti potrebna sprememba načrta GGE.



Slika 29: Shema izdelave in sprejemanja načrta gozdnogospodarske enote

4.6.2 Pravni predpisi, ki določajo spremembe gozdnogospodarskih načrtov zaradi izjemnih dogodkov

V 2. odstavku 15. člena ZG je določeno, da se lahko GGN v času veljavnosti spremeni ali dopolni, kadar je to potrebno in obstaja kakšen od razlogov. O pobudi za spremembo ali dopolnitev načrta odloči minister, pristojen za gozdarstvo. Glavni razlogi za spremembo načrtov GGE so:

- nepredvidene spremembe v gozdovih;
- spremembe v poudarjenosti njihovih funkcij;
- potrebe urejanja prostora;
- potreba po uskladitvi z gozdnogospodarskim načrtom višje ravni ali z nacionalnim gozdnim programom oziroma s prostorskimi planskimi akti višje ravni.

Za uresničevanje ZG Pravilnik v 60. členu podrobneje določa, da ZGS na polovici ureditvenega obdobja izdelava analizo izvajanja načrta GGE, s katero preveri, ali so nastopili razlogi za spremembo oz. dopolnitev načrta GGE. ZGS mora ministru pristojnemu za gozdarstvo predložiti pobudo za spremembo ali dopolnitev načrta GGE, če :

- zaradi razlogov iz drugega odstavka 15. člena Zakona o gozdovih načrta GGE ni mogoče izvajati tako, da posek ne bi presegel načrtovanega možnega poseka v okviru dopustnih preseganj iz 56. člena Pravilnika;
- so se izvedle krčitve gozdov na več kot 10 % površine oziroma vsaj 10 % skupne lesne zaloge;
- so bili uveljavljeni novi predpisi, iz katerih izhaja, da režimi zahtevajo zmanjšanje možnega poseka za najmanj 10 odstotkov;
- so bili uveljavljeni novi predpisi, iz katerih izhaja, da režimi zahtevajo povečan obseg vlaganj v gozdove za najmanj 10 %.

Sprememba ali dopolnitev načrta GGE je potrebna tudi, ko je hkrati nastopilo več zgoraj navedenih

razlogov, katerih kombinacija povzroči, da na 20 % površine gozdov načrta GGE ni možno izvajati.

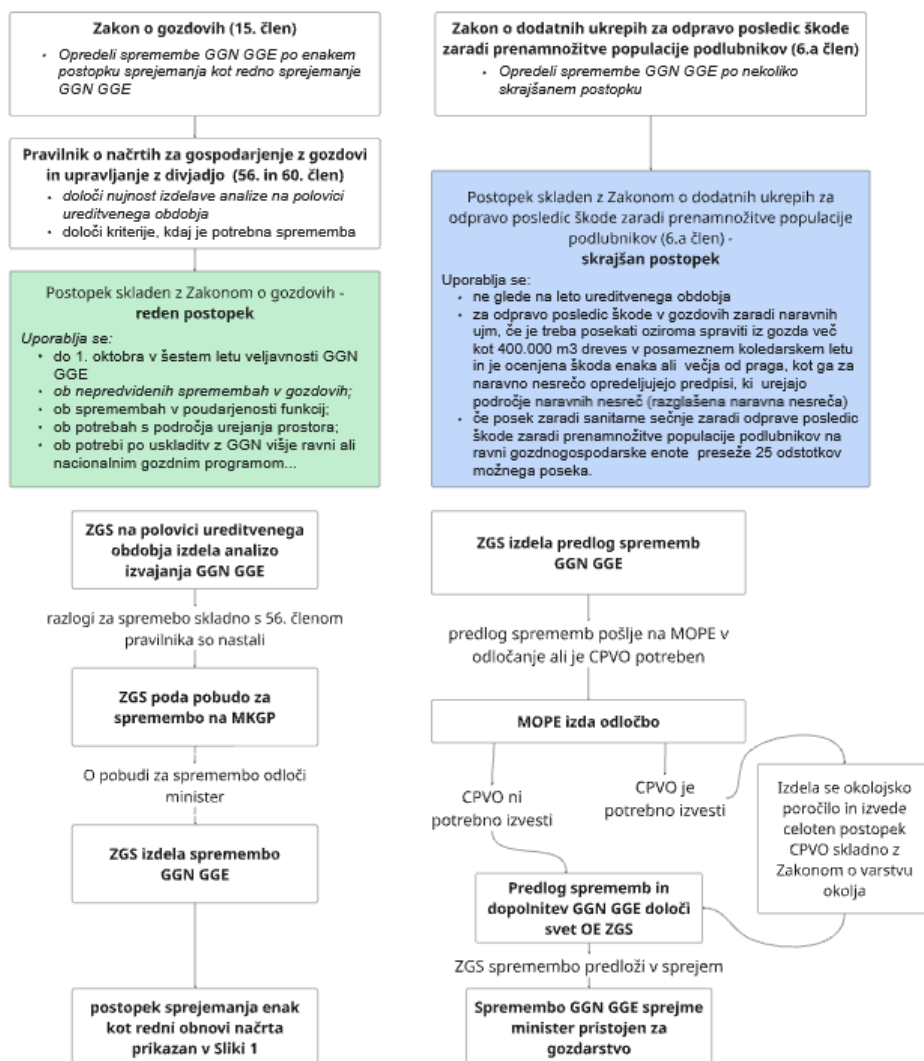
Dopustna preseganja načrtovanega poseka po 56. členu Pravilnika so:

- 5 % na ravni GGE;
- 20 % na ravni rastiščnogojitvenega razreda (RGR);
- v primeru sanitarne sečnje zaradi nepredvidenih sprememb v gozdovih 30 % na ravni GGE;
- brez omejitve na ravni RGR v primeru sanitarne sečnje zaradi nepredvidenih sprememb v gozdovih;
- 30 % na ravni oddelka, ki ga je možno preseči v primeru nepredvidenih sprememb v gozdovih ali na podlagi komisijskega ogleda, pri katerem mora biti navzoč tudi pooblaščen predstavnik ministrstva.

66. člen ZG določa, da poleg ZGS, ki pobudo za spremembo oz. dopolnitev načrta GGE vloži po uradni dolžnosti, lahko pobudo za spremembo vloži tudi fizična ali pravna oseba, ki izkaže svoj pravni interes. Rok za vložitev pobude je najkasneje do 1. oktobra v šestem letu ureditvenega obdobja. Sprememba oziroma dopolnitev načrta GGE se izdelata za tisti del načrta, ki ga je treba spremeniti ali dopolniti. V spremembi ali dopolnitvi načrta GGE mora biti zagotovljena skladnost vseh njegovih ravni. 15. člen ZG navaja tudi, da se spremembe in dopolnitve načrta GGE sprejemajo na enak način in po enakem postopku kot pri rednem postopku sprejemanja načrta GGE. Če iz analize na polovici ureditvenega obdobja izhaja, da je posek z rednimi sečnjami presežen preko kriterialne vrednosti, je postopek sprejemanja sprememb oz. dopolnitev načrta enak postopku sprejemanja načrta GGE.

Ne glede na zakonsko določilo o postopku sprejemanja sprememb načrta GGE pa se v primeru sanitarne sečnje zaradi prenamnožitve populacije podlubnikov, ki na ravni GGE preseže 25 % največjega možnega poseka, spremembe in dopolnitve načrta GGE sprejmejo na način, določen v 6.a členu Zakona o dodatnih ukrepih za odpravo posledic škode zaradi prenamnožitve populacije podlubnikov (ZUOPŠP) (Uradni list RS, št. 14/18 in nasl.). Določbe tega zakona se uporabljajo za odpravo posledic škode v gozdovih zaradi naravnih ujm, če je treba posekati oziroma spraviti iz gozda več kot 400.000 m³ dreves v posameznem koledarskem letu in je ocenjena škoda enaka ali večja od praga, kot ga za naravno nesrečo opredeljujejo predpisi, ki urejajo področje naravnih nesreč, in ima to lahko za posledico prenamnožitev populacije podlubnikov.

Skladno s tem postopkom ZGS predloži ministrstvu, pristojnemu za gozdarstvo, v sprejetje predlog sprememb in dopolnitev načrta GGE brez predhodnih postopkov, določenih v ZG, in ne glede na leto ureditvenega obdobja. ZGS predlog sprememb in dopolnitev načrta GGE predhodno predloži ministrstvu, pristojnemu za okolje, v presojo glede obveznosti izvedbe celovite presoje vplivov na okolje. Po odločitvi ministrstva, pristojnega za okolje, oziroma po celoviti presoji vplivov na okolje, če je ta obvezna, predlog sprememb in dopolnitev načrta GGE določi svet območne enote ZGS. Potem ZGS predloži predlog načrta GGE ministru, pristojnemu za gozdarstvo, v sprejetje. Spremembe in dopolnitve načrta GGE se lahko nanašajo samo na odpravo posledic škode zaradi prenamnožitve populacije podlubnikov.



Slika 30: Shema dveh različnih postopka sprejemanja sprememb ali dopolnitev načrtov GGE

4.6.3 Ocena sprememb načrtov GGE

V zadnjih 30 letih je bilo izvedenih 18 sprememb načrtov GGE v petih gozdnogospodarskih območjih (Bled, Ljubljana, Postojna, Kočevje in Nazarje) (Preglednica 11). Spremembe so bile povezane izključno z ekstremnimi vremenskimi dogodki, ki so pogosto botrovali gradacijam podlubnikov. Izmed teh načrtov smo podrobneje analizirali tri načrte GGE (Notranji Bohinj, Mežakla, Unec-Škocjan) (Priloga 5).

Preglednica 11: Seznam sprememb načrtov GGE v obdobju 1994-2024

GGE	GGO	Obdobje veljavnosti načrta	Razlog za spremembo načrta
Gornji Grad	Nazarje	1994–2003	snegolom 1996 in 1997, žledolom 1996 in 1997, vetrolom in podlubniki
Vrbovec	Kočevje	2001–2010	vetrolom in močna toča 2003, sledeča suša v poletnih mesecih in posledično gradacije podlubnikov
Gotenica	Kočevje	2002–2011	vetrolom in močna toča 2003, sledeča suša v poletnih mesecih in posledično gradacije podlubnikov
Jelovica	Bled	2002–2011	vetrolom 2006
Gornji Grad	Nazarje	2004–2013	predvsem vetrolom 2008, manjši žledolom 2007 in manjši vetrolomi ter gradacije podlubnikov
Ivančna Gorica	Ljubljana	2004–2013	gradacije podlubnikov sledeče ujmam v preteklem ureditvenem obdobju
Ravnik	Ljubljana	2011–2020	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015 in 2016
Logatec – Zagora	Postojna	2011–2020	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov
Vrbovec	Kočevje	2011–2020	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015 in 2016
Gotenica	Kočevje	2012–2021	žledolom 2014 in kulminacija podlubnika v letih 2015 in 2016
Pivka jama – Grmada	Postojna	2012–2021	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015 in 2016
Notranji Bohinj	Bled	2013–2022	posek za postavitev daljnovoda 2013, vetrolom ob trasi, žledolom 2014 in gradacije podlubnikov
Nanos Hrušica	Postojna	2013–2022	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015, 2016 in 2017
Bohinj	Bled	2014–2023	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015-2020, vetrolom 2017
Leskova dolina	Postojna	2014 – 2023	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015, 2016 in 2017
Unec-Škocjan	Postojna	2014–2023	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015, 2016 in 2017, vetrolom 2017
Mežakla	Bled	2015–2024	žledolom 2014, gradacije podlubnikov, vetrolom 2017 in 2018
Snežnik	Postojna	2015-2024	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015, 2016 in 2017, vetrolom 2017 in 2018

Razlogi za spremembo načrtov izbranih enot (Notranji Bohinj, Mežakla, Unec-Škocjan)

Razlogi za spremembo načrtov:

- **GGE Notranji Bohinj 2013-2022;** V letu 2013 je bil v GGE Notranji Bohinj realiziran večji poseg v gozd zaradi postavitve novega daljnovoda med Železniki in Bohinjsko Bistrico. Posekanega je bilo 6.452,24 m³ drevja, kar je bilo 59 % celotnega poseka v GGE v letu 2013. Ob trasi daljnovoda se je ustvaril oster gozdni rob, ki je bil v naslednjih letih zaradi nestabilnosti močno poškodovan zaradi vetra in podlubnikov. V letu 2014 je gozdove poškodoval žled, pričele so se tudi težave s podlubniki. V letu 2015 so skokovito narasle težave s podlubniki – predvsem zaradi pomanjkanja izvajalskih ekip, slabe odprtosti gozdov in neugodnih vremenskih razmer za delo. Napadeno drevje je bilo le redko pospravljeno do določenega roka. Suša v pomladanskem času in dolgi vročinski vali v poletju ter žarišča podlubnikov na nedostopnih terenih so bili vzrok za kritičnost stanje v gozdovih v letih 2016 in letu 2017. Zaradi vseh količin napadenega drevja, normalna proizvodnja ni bila mogoča. Na ZGS niso uspeli sproti odkazovati s podlubniki napadenega drevja, izvajalcev je bilo premalo, predelovalci lesa so imeli polna skladišča, zato lesa niso kupovali, les na rampnih prostorih je izgubljal vrednost, lastniki so bili s tem oškodovani. Na podlagi analize, ki je bila izvedena po prvih petih letih veljavnosti načrta

GGE Notranji Bohinj 2013-2022 ugotavljamo, da je bilo v RGR 101-1 Predalpska jelova bukovja v tipičnih ekoloških razmerah v prvih petih letih ureditvenega obdobja realiziranega 158 % najvišjega možnega poseka, v RGR 103-3 Alpska bukovja 134 %, v RGR 106-6 Varovalni gozdovi 105 % in v RGR 102-2 Predalpska jelova bukovja v zaostrenih ekoloških razmerah 75 % načrtovanega desetletnega poseka.

- **GGE Mežakla 2014-2023;** Pregled dogajanja v GGE Mežakla po preteku polovice ureditvenega obdobja nam pokaže, da je bil daleč največji poudarek in izziv gospodarjenja z gozdovi v prvi polovici ureditvenega obdobja na obvladovanju obsežne gradacije podlubnikov, ki se je začela z žledolomom ob koncu ureditvenega obdobja 2004-2013 in do leta 2020 še ni izzvenela. Februarja leta 2014 je namreč Slovenijo prizadel močan žledolom in snegolom. V GGE Mežakla je bilo za posledicami žledoloma ter snegoloma v letu 2014 in deloma tudi v letu 2015 posekanih dobrih 21.000 m³ drevja. V naslednjih letih se je obseg varstveno-sanacijskih sečenj skokovito povečal, pretežni del zaradi insektov. V letih 2017 in 2018 sta gozdove v GGE Mežakla prizadela še močna vetroloma, kar možnosti za obvladovanje gradacije podlubnikov še bistveno zmanjšalo. K slabšanju razmer v gozdovih so prispevala še obdobja dolgih vročinskih valov, mile zime in večje količine napadenega drevja (nesanirana žarišča) na nedostopnih terenih. Težave so se pojavile tudi pri odkupu lesa, saj so lesni trgovci na višku sezone imeli polna skladišča in se je prodaja lesa skoraj ustavila.
- **GGE Unec-Škocjan 2014-2023;** Gozdove GGE Unec-Škocjan je februarja 2014 prizadel katastrofalen žled, nato pa je v letih 2015-2017 sledila gradacija smrekovega lubadarja. Decembra 2017 je gozdove prizadel še vetrolom. V obdobju 2014– 2018 je bilo v celotni enoti posekano 218.863 m³ iglavcev ali 181 % možnega poseka iglavcev v obdobju 2014-2023, ter 37.126 m³ listavcev ali 75 % možnega poseka listavcev v obdobju 2014-2023, oziroma skupaj 255.989 m³ ali 150 % vsega možnega poseka v obdobju 2014–2023. 98 % oziroma 94 % celotnega poseka iglavcev oziroma listavcev so bil varstveno-sanacijske sečnje. Če dodatno ponazorimo, 45 % celotnega poseka iglavcev je bilo zaradi napada podlubnikov, 5% zaradi sanacije vetroloma in 39 % zaradi sanacije žledoloma; 93 % posekanih listavcev je bilo posekanih zaradi sanacije žledoloma in 1 % zaradi sanacije vetroloma. Realizirana gojitvena in varstvena dela so močno zaostala za načrtovanim obsegom, najbolj izrazito pri negi in naravni obnovi gozda. Razlog za zmanjša obseg izvedenih del so bile prednostne sanacije žledoloma, gradacij lubadarja in vetrolomov. Gojitvena in varstvena dela se v letih 2014-2018 se niso normalno izvajala vse od začetka veljavnosti načrta GGE v letu 2014. Pomemben razlog za to je bilo dejstvo, da so bila zaradi žledoloma in gradacije lubadarja popolnoma ali delno uničena mladovja, še bolj izrazito pa drogovnjaki, tako da enostavno ni bilo več mladovij in drogovnjakov, kjer bi izvajali nego. Drugi razlog pa je v tem, da so se lastniki gozda v letih 2014–2018 prednostno ukvarjali s sanacijo žledoloma, gradacij podlubnikov ter vetrolomov, tako da je za izvajanje gojitvenih del »zmanjkalo časa«. Je pa obseg nekaterih del, neposredno povezanih z obnovo gozda na poškodovanih površinah (sadnja in zaščita s premazom) realiziran v bistveno večjem obsegu od načrtovanega. Na podlagi novonastalih razmer so gozdarji ZGS ocenili, da so v gozdovih GGE Unec-Škocjan nastale take razmere, da se obstoječi GGN v skladu s 56. členom Pravilnika o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanju z divjadjo, ne da več izvajati v okviru dopustnih odstopanj.

Priprava sprememb in postopek sprejemanja

Postopki sprejemanja dopoljenih načrtov so zahtevni in dolgi (Preglednica 12); npr. v primeru GGE Unec-Škocjan je postopek trajal eno leto in sedem mesecev, za GGE Notranji Bohinj eno leto in šest mesecev.

Preglednica 12: Značilnost priprave spremembe gozdnogospodarskih načrtov za tri gozdnogospodarske enote

GGN GGE in obdobje veljavnosti	Ekstremni vremenski dogodki kot povod za spremembo	Potreben čas za pripravo spremembe načrta	Dolžina postopka sprejemanja dopolnjenega načrta
Notranji Bohinj 2013-2022	posek za postavitve daljnovoda 2013, vetrolom ob trasi, žledolom 2014 in gradacije podlubnikov	Pobuda za spremembo poslana na MKGP 6.2.2018. Sprejem spremembe GGN GGE Notranji Bohinj 23.8.2019.	1 leto in 6 mesecev
Mežakla 2015-2024	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015-2017, vetrolom 2017 in 2018	Pobuda za spremembo poslana na MKGP 28.9.2020. Sprejem spremembe GGN GGE Mežakla 17.9.2021.	1 leto
Unec-Škocjan 2014-2023	žledolom 2014 in gradacije podlubnikov 2015-2017, vetrolom 2017	Pobuda za spremembo poslana na MKGP 1.3.2019. osnutek je bil izdelan 2.9.2019. Revirni gozdar je za korekcijo podatkov (nov obseg gojitvenih, varstvenih del in etata) potreboval okvirno 14 dni. Po korekciji s strani revirnega, je informatik uredil podatke in pripravil nove izpise tabel (časovni okvir tega dela je bil od 16.3.2019 do 27.8.2019)	1 leto in 7 mesecev.

Za razumevanje zahtevnosti in dolžine postopka navajamo podrobnejši prikaze postopke za dve enoti. Sprememba načrta GGE Unec-Škocjan (2014-2023):

- 20. 02. 2019: ZGS na MKGP posredovana pobuda za spremembo načrta;
- 01. 03. 2019: MKGP odobri spremembo načrta s sklepom št. 3400-29/2013/7;
- 02. 09. 2019: Strokovni svet ZGS OE Postojna določi osnutek spremembe načrta;
- 03. 09. 2019: ZGS na Ministrstvo za okolje in prostor (MOPE) pošlje vlogo o nameri priprave plana ali je potrebno pri spremembi GGN GGE Unec-Škocjan izvesti celovito presojo vplivov na okolje (CPVO);
- 14. 04. 2020: MOP izda odločbo, da za spremembo načrta ni potrebno izvesti postopka CPVO;
- MKGP odredi javno razgrnitev osnutka spremembe načrta med 16. in 19. junijem 2020, javna obravnava je bila izvedena 29. junija 2020;
- 21. 07. 2020: Svet ZGS OE Postojna določi predlog spremembe načrta;
- Avgusta 2020: ZGS prejme mnenje ZRSVN OE Ljubljana k predlogu načrta, medtem ko Občini Cerknica in Postojna v 30 dnevem roku niso pripravili;
- 26. 08. 2020: ZGS predlog spremembe načrta Unec-Škocjan z vsemi potrebnimi dokumenti posreduje v sprejem na MKGP;
- 09. 10. 2020: v Uradnem listu RS je bil objavljen Pravilnik o spremembi načrta GGE Unec-Škocjan 2014-2023.

Spremembe načrta GGE Notranji Bohinj (2013-2022):

- 06. 02. 2018: ZGS pošlje na MKGP pobudo za spremembo načrta;
- 13. 02. 2018: MKGP izda sklep za spremembo načrta;

- 20. 06. 2018: ZGS pošlje vlogo za naravovarstvene smernice na ZRSVN;
- 19. 07. 2018: ZGS prejme naravovarstvene smernice ZRSVN;
- 01. 10. 2018: strokovni svet ZGS OE Bled določi osnutek sprememb načrta;
- 02. 10. 2018: ZGS na MOP pošlje vlogo o nameri priprave plana;
- 05. 11. 2018: Ministrstvo za Kulturo pošlje na MOP mnenje s področja varstva kulturne dediščine;
- 13. 11. 2018: Direkcija Republike Slovenije pošlje na MOP mnenje s področja upravljanja z vodami;
- 11. 07. 12.2018: MOP pošlje ZGS Seznanitev z dejstvi in okoliščinami zaradi pomembnih vplivov, ki izhajajo iz mnenja DRSV;
- 12. 12.2018: ZGS pošlje izrekanje o dejstvih in okoliščinah na MOP;
- 12. 3. 2019: odločba MOP, da CPVO ni potrebno izvesti;
- 12. 4. 2019: izvedena javna obravnava spremembe načrta;
- 25. 4. 2019 Svet ZGS OE Bled določi predlog spremembe načrta;
- 19. 8. 2019: v Uradnem listu RS je bil objavljen Pravilnik o spremembi načrta GGE Notranji Bohinj.

Vsebinska sprememba načrta GGE Unec–Škocjan (2014–2023)

Sprememba načrta GGE Unec–Škocjan ohranja osnovne usmeritve glede varstva narave in naravnih vrednot, kot so bile določene v izvirnem načrtu. Na podlagi novih podatkov o razširjenosti kvalifikacijskih vrst se je spremenila notranja conacija, medtem ko območja Natura 2000 ostajajo nespremenjena. Meje teh območij in upravljavskih con, določene v naravovarstvenih smernicah, ostajajo enake, zato priloge s kartami niso posodobljene. V celoti pa je posodobljeno poglavje 5. Ker so bile splošne usmeritve že v osnovnem načrtu prilagojene sanaciji žledoloma, večjih sprememb smernic ni bilo. Gozdovi so bili razdeljeni v tri kategorije glede na stopnjo poškodovanosti, z ustreznimi smernicami za vsako skupino. Te usmeritve ostajajo nespremenjene tudi v tej spremembi.

Glede na stanje gozdov, izvedene ukrepe ter posodobljene cilje in smernice so bile za obdobje 2014–2023 določene nove vrednosti možnega poseka ter prilagojena gojitvena in varstvena dela. Možni posek se je povečal za 87 %: pri iglavcih za 114 %, pri listavcih za 21 %. Predstavlja 43,2 % celotne lesne zaloge (59,3 % pri iglavcih, 20 % pri listavcih) oziroma 186 % letnega prirastka (267 % iglavci, 81 % listavci). Možni posek se je povečal pri iglavcih in listavcih v vseh RGR. Največje spremembe gojitvenih del so v najbolj poškodovanih revirjih. Skupni obseg del se je zmanjšal, razen pri obnovi s sadnjo in zaščiti mladja z ograjo, kjer je bil obseg povečanja največji.

Presoja prednosti in slabosti priprave sprememb gozdnogospodarskih načrtov

Člani skupine so ocenili poglobitve prednosti in slabosti glede priprave sprememb načrtov zaradi ekstremnih (vremenskih) dogodkov (Preglednica 13). Na podlagi analize primerov zaključujemo:

- postopki spremembe načrtov med obdobjem veljavnosti so predolgi in pogosto neučinkoviti zaradi kaskadnega učinka motenj;
- vsebinska sprememba ne doseže pravega namena, če ni vsebinsko ustrezno pripravljena.

Preglednica 13: Poglavitne prednosti in slabosti priprave spremembe gozdnogospodarskih načrtov

Prednosti	Slabosti
<ul style="list-style-type: none"> • Načrt upošteva dejanske razmere in je ustrezna podlaga za gospodarjenje z gozdovi. • Obseg gojitvenih in varstvenih del vključenih v spremembo načrta ima formalno podlago. • Prioritete in obseg ukrepov (npr. sadnja, varstvena dela) so določene na podlagi dejanskih razmer in zato pomembne za prihodnji razvoj gozdov v enoti. • Obseg načrtovanih del se zaradi poškodovanosti spremeni (tudi zmanjša, če dela niso več potrebna). • Omogoči izvedbo redna sečnja v sestojih, ki so ostali nepoškodovani (drogovnjaki, končni poseki v pomlajencih), v katerih je pred spremembo zaradi presežene vrednosti najvišjega možnega poseka na ravni oddelka ali rastišnogojitvenega razreda redna sečnja zaustavljena. 	<ul style="list-style-type: none"> • Velika poraba časa: obseg dela je z izjemo izvedbe meritev na terenu enak redni obnovi GGN. • Odločitve lahko temeljijo na predvidevanjih (npr. razvoj podlubnikov v prihodnjih letih), kar vodi v nezanesljive odločitve. • Postopek sprejemanja spremembe načrta je enak postopku sprejemanja redne obnove načrta, za katerega so značilni dolgotrajni postopki sprejemanja mnenj. Zaradi dolgotrajnosti postopkov so nekatera nujna dela glede sanacije pogosto izvedena pred sprejetjem spremembe načrta. Z upravljaljskega vidika je nujna hitra priprave spremembe načrta, ki je potem podlaga za ustrezno ukrepanje. Nujno je skrajšati postopke.

Sistem obnove načrta, kot ga predvideva Pravilnik, je praktično enak postopku redne obnove načrta ob izteku načrtovalnega obdobja. V primeru ujma ali prenamnožitve bolezni in škodljivih organizmov gre za izredne razmere, kjer je glavni poudarek na sanaciji poškodovanih gozdov in prilagoditvi gospodarjenja v preostalih (nepoškodovanih) gozdnih sestojih. Namen spremembe je zato zagotoviti učinkovito sanacijo poškodovanih gozdov in hitro vsebinsko prilagoditev gospodarjenja na preostali (nepoškodovani) površini. Največja ovira za uresničitev tega namena je dolgotrajen postopek sprejemanja spremembe načrta GGE, ki se zaradi zahtevnega postopka zavleče tudi do dveh let (v primeru zahtevane CPVO se lahko postopek do konca veljavnosti prvotnega načrta), ko je večina sanacijskih del že opravljena. Zaradi kaskadnega učinka motenj, ki jih ni mogoče predvideti, se lahko zgodi, da sprememba načrta, ko je sprejeta, ni več primerna podlaga za gospodarjenje

4.6.4 Predlogi za izboljšanje postopkov pri pripravi spremembe gozdnogospodarskih načrtov

V izogib dolgotrajnemu in neučinkovitemu postopku izredne obnove načrta predlagamo:

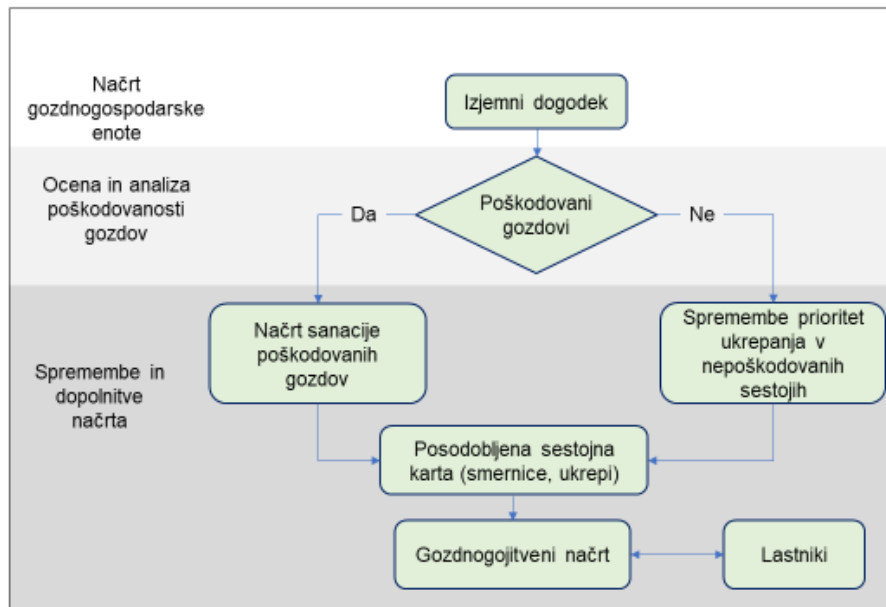
- vsebinsko dopolnitev osnovnega načrta GGE;
- spremembo izredne obnove oz. spremembe načrta GGE.

Predlog za vsebinsko dopolnitev obstoječega načrta GGE

Pri izredni obnovi načrta ne gre za izdelavo novega načrta, ampak za prilagoditev prioritet zlasti glede i) sanacije poškodovanih (ogroženih) gozdov in ii) prilagoditve ukrepanja v preostalih gozdovih, zato **ponovna presoja in celovit participativni postopek sprejemanja načrta nista potrebna**. Gre za nujne strokovne odločitve glede prilagoditve ukrepov v gozdovih (posek, gojitvena, varstvena in ostala dela v gozdovih), ki morajo biti pripravljene hitro, da so ustrezna podlaga za ravnanje po ekstremnem dogodku v gozdovih.

Za takšno izredno obnovo načrta morajo biti ustrezne podlage v osnovnem načrtu. Zato je treba v osnovni načrt GGE vključiti usmeritve za ravnanje z gozdovi v primeru izrednih dogodkov, in sicer :

- usmeritve za sanacijo gozdov (prioritete ukrepanja, dinamika izvedbe sanitarnega poseka;
- usmeritve za varstvo tal, biotske pestrosti, voda in kulturne dediščine v primeru sanacij;
- usmeritve za spremembo prioritete izvajanje obnove, nege, varstva in drugih ukrepov v nepoškodovanih gozdovih.



Slika 31: Postopek prilagoditve veljavnega načrta GGE v primeru izrednih dogodkov.

Predlog za spremembo postopka izredno obnove načrta GGE

Pri predlogu izhajamo iz prepričanja, da je vsebinsko dopolnjen osnovni načrt GGN GGE, ki je sprejet po predpisanem postopku (Slika 29) povsem zadostna podlaga za morebitne kasnejše prilagoditve oziroma dopolnitve načrta ob izrednih dogodkih (Slika 31)

Ključne faze:

1. Inventura in analiza stanja. Po ekstremnem dogodku je treba izvesti hitro (nekajdnevno) in prilagojeno inventuro gozdov, da z njo ocenimo obseg in stopnjo poškodovanih gozdov. Pri tem je smiselno klasificirati gozdove glede na stopnjo poškodovanosti oziroma ogroženosti. Smiselno je razlikovati kategorije: zelo poškodovani sestoji (nujna sanacija), ii) zmerno poškodovani sestoji in iii) nepoškodovani in malo poškodovani sestoji. Podlaga za oceno stanja poškodovanosti gozdov je obstoječa sestojna karta, ki je tudi podlaga za pripravo sprememb ukrepanja.

2. Dopolnitev/sprememba smernic in ukrepov na ravni sestojev. Glede na analizo poškodovanosti gozdov v GGE je treba na ravni sestojev ob upoštevanju stopnje njihove poškodovanosti dopolniti smernice in ukrepe:

- ukrepanje se zagotovo spremeni v zelo poškodovanih gozdovih (prioritete, obseg poseka, nujna gojitvena in varstvena dela);
- ukrepanje je skoraj zagotovo spremeni v zmerno poškodovanih gozdovih (npr. predčasno obnova, opustitev redčenja)

- načrtovano ukrepanje se lahko spremeni (da ali ne) v nepoškodovanih in malo poškodovanih gozdovih, skoraj zagotovo se spremenijo prioritete ukrepanja, saj so prioritete ukrepanja v poškodovanih gozdovih.

3. Načrt sanacije. Na podlagi ustrezno posodobljene sestojne karte se v poškodovanih gozdovih (posodobitev stanja in ukrepov) se izdelata načrt sanacije kot to zahteva Pravilnik o varstvu gozdov (Uradni list RS, št. 114/09 in nasl.) in katerega za primer večjih ujm sprejme MKGP.

4. Posodobljena sestojna karta (s smernicami in ukrepi) in gozdnogojitveni načrti. Na površini, ki jih načrt sanacije ne zajame, se po potrebi prilagodi ukrepanje na ravni gozdnih sestojev (glej točko 1) na podlagi sprejetih usmeritev za primer izrednih dogodkov zapisanih v veljavnem GGN GGE. Spremembe se preko sestojne karte vgradi v gozdnogojitvene načrte in se jih predstavi lastnikom skladno s Pravilnikom o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo (Uradni list RS, št. 91/10 in nasl.).

4.6.5 Spremembe postopkov in pravnih predpisov, ki urejajo to področje

Postopke priprave sprememb/dopolnitev načrtov GGE je treba poenostaviti in skrajšati. Zato je treba nujno spremeniti Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo (Uradni list RS, št. 91/10 in nasl.), in sicer tako, da se odpravi formalni postopek izredne obnove načrta enote (spremembe načrta), obnova pa se izdelata na način, kot je predlagan v poglavju 4.6.4.

5 Povzetek in zaključki

Ocena ranljivosti (ogroženosti) gozdov v Sloveniji (DS1)

Pripravili in analizirali smo veliko podatkovne zbirke. Veliko pozornosti smo namenili analizi sanitarnega poseka drevja (podatki Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) za 53 milijonov dreves v obdobju 1995-2022) in analizi rasti, vrasti in mortalitete drevja na stalnih vzorčnih ploskvah ZGS (okoli 100 tisoč ploske). Uporabili smo raznovrstne statistične analize. Med rezultati velja opozoriti na naslednje izsledke:

- v obdobju 1995-2022 so tveganja za gospodarjenja naraščala;
- najpomembnejši dejavniki sanitarnega poseka so insekti, sledita veter in žled
- med drevesnimi vrstami so velike razlike v stopnji ranljivosti (ogroženosti); prav tako so med vrstami razlike v pomembnosti, dejavnikov, ki ogrožajo posamezno vrsto
- od najpomembnejših drevesnih vrst je najbolj prizadeta smreka. Prisotnost smreke povečuje tveganja, izrazito na nižjih nadmorskih višinah in na karbonatnih podlagah. V visokogorskih gozdovih je smreka precej manj ogrožena, predvsem zaradi manjšega vpliva insektov;
- veliki jesen je najbolj ranljiva drevesna vrsta;
- med gozdnimi rastiščnimi tipi so znatne razlike v ranljivosti drevesnih vrst in sestojev na dejavnike tveganja, kar je treba upoštevati pri prilagajanju gospodarjenja;
- stopnja ranljivosti iste drevesne vrste se pomembno razlikuje pri drevju različnih debelin. Pri smreki narašča stopnja tveganja z večjo debelino, hkrati pa je očitno, da žled relativno bolj ogroža tanjše drevja, veter in insekti pa debelejša drevja.

Izdelali smo modele priraščanja (debelinskega in temeljničnega) drevja različnih drevesnih vrst v gozdovi, modele vrasti in modele mortalitet. Vsi trije omenjeni procesi (rasti, vrast in mortaliteto) so ključni dejavniki spreminjanja demografske strukture populacije drevesnih vrst (razširjenost, obilje, struktura), zato je poznavanje vpliva pojasnjevalnih spremenljivk, vključno klimatskih, ključno za razumevanje sprememb in možnosti vplivanja na drevesne vrste s prilagojenim gospodarjenjem. Med rezultati velja opozoriti na naslednje izsledke:

- sestojne in drevesne spremenljivke pojasnijo pretežni del variabilnosti rasti drevesnih vrst;
- odziv rast drevesnih vrst na klimo se bistveno razlikuje, pri čemer sta najpomembnejša dejavnika temperatura in količina padavin. Med spremenljivkami ima največji vpliv srednja letna temperatura (BIO1). Najizrazitejši pozitiven učinek se pojavlja pri jelki, kjer visoke vrednosti β in R^2 kažejo na močno odvisnost rasti od temperature;
- klimatsko najbolj občutljive vrste so jelka, črna jelša, črni bor, veliki jesen in gorski javor, pri katerih podnebni dejavniki odločilno oblikujejo rastne vzorce;
- pomemben je nelinearen vpliv srednje letne temperature (BIO1²) na rast nekaterih drevesnih vrst (npr. bukev), saj nakazuje obstoj temperaturnega optimuma. Pri bukvi, jelki, kostanju in črnem gabru se namreč pokaže, da rast ni linearno povezana s temperaturo, do določene meje se povečuje, nato pa ob višjih temperaturah upade;
- podnebje ni glavni dejavnik vrasti; kljub temu minimalna letna temperatura omejuje vrast bukve, medtem ko povprečna letna temperatura omejuje vrast smreke;
- primerjalna analiza mortaliteta drevja v primeru zmanjšanja poletnih padavin ali/in povečanja srednjih letnih temperatur kaže na večjo verjetnost za mortaliteto drevja v enomernih gozdovih v primerjavi z drevjem v raznomernih sestojih;
- ugotovili smo vzorce odzivov rasti krošenj in debelinskega priraščanja dreves različnih drevesnih vrst z različno stopnjo poškodovanosti zaradi ekstremnega žleda v letu 2014.

Ugotovili smo relacijo med deležem vrste in stopnjo poškodovanosti (za smreko); raziskave o vplivu zgradb gozdnih sestojev na stopnjo poškodovanosti sestojev in posameznih drevesnih vrst so zaradi zahtevnosti postopkov še v teku, zato bodo izsledki objavljeni naknadno.

Prilagajanje gozdov in gozdarstva podnebnim spremembam (DS2)

Na podlagi pregleda literature, izpeljanih delavnic in izsledkov DS1 smo pojasnili:

- poglavitne ekološke in upravljavske koncepte prilagajanja gozdov in gozdarstva na podnebne spremembe;
- izdelali postopek za vključevanje koncepta prilagajanja gospodarjenja z gozdovi v celovito upravljanje gozdov;
- pripravili predlog strategij za prilagajanje gozdov in gozdarstva podnebnim spremembam v Sloveniji.

Oblikovali smo tri skupine strategij:

A) Strategije za razvoj upravljanja so nujne, saj spremenjene okoljske razmere zahtevajo prilagajanje konceptov načrtovanja, izpopolnjevanja delovanja ob ekstremnih dogodkih, izboljšanje infrastrukture v gozdovih in izboljšanje monitoringa.

A1. Razvijati koncept upravljanja tveganj

A2. Razvoj monitoringa vplivov na gozd in odzivov gozda

A3. Razvoj delovnih procesov pri sanaciji poškodovanih sestojev

A4. Razvoj infrastrukture v gozdovih (npr. gozdne prometnice, infrastruktura za gašenje požarov)

B) Druga skupina strategij je usmerjena v okvirne pogoje. Sodelovanje z lastniki in deležniki je pomembno v celotnem upravljavskem postopku. Od sodelovanja sta odvisna izvedba ukrepov in nadaljnje prilagajanje glede na presojo uspešnosti izvedenih ukrepov. Z izobraževanjem, informiranjem in sodelovanjem je treba med gozdarji, lastniki in deležniki ustvariti pripravljenost za spremembe dosedanjega gospodarjenja. Hkrati je nujna širša družbena podpora, ki vključuje finančne spodbude za izvajanje ukrepov:

B1. Krepitev zaveznitva med širšo javnostjo

B2. Krepitev finančnih instrumentov za izvajanje prilagoditvenih ukrepov

B3. Posodabljanje pravnih predpisov

C) Tretja skupina strategij obravnava neposredno gospodarjenje z gozdovi:

C1. Ohranjati/krepiti osnovne ekološke funkcije v gozdnih ekosistemih

- C2. Zmanjševati negativen vpliv bioloških povzročiteljev na strukturo in delovanje gozdnih ekosistemov
- C3. Varstvo gozdov pred biotskimi in abiotskimi dejavniki (zmanjševati dovzetnost gozdnih sestojev za poškodbe)
- C4. Ohraniti ali povečati vrstno in strukturno diverziteto gozdnih sestojev
- C5. Zaščita in ohranjanje pragozdov, rezervatov in staroraslih gozdov
- C6. Učinkovito sanirati gozdove, ki so bili prizadeti zaradi ekstremnih dogodkov
- C7. Ohraniti in izboljšati genetsko diverziteto drevja
- C8. Ohranjati in izboljšati krajinsko povezljivost
- C9. Pospeševati prilagodljivost gozdnih združb z vnosom vrst, ki so prilagojene na prihodnje podnebne razmere

Udeleženci delavnic relativno enotno visoko ocenjujejo vpliva podnebnih sprememb na gozdove, v katerih delujejo; srednja ocena vplivov (1, ni nobenih vplivov; 2, vplivi so neznatni; 3, opazam spremembe v razmerah; 4, dogajajo se znatne spremembe; 5, opazam zelo velike spremembe) je bila kar 4,13.

Kot najbolj pomembne za prilagajanje gozdov in gozdarstva izpostavljajo strategije: C4, C3 in B2. Najmanj razumljive se jim zdijo strategije B3, B2 in C8, kar je izhodišče za dopolnitev zapisa in razlage strategij.

Sanacija gozdov po ekstremnih vremenskih dogodkih

Na primeru Jelovice smo analizirali spreminjane habitatnih razmer za divjega petelina (kot primer kvalifikacijske vrste) v obdobju dvajsetih let zaradi ekstremnih dogodkov in sanacij poškodovanih gozdov. Struktura (manj debeljakov, več mladih gozdov) in sestava (stopnja zasmrečenosti) se zmanjšujeta, kar je ugodno za večjo odpornost gozdov, se pa s tem nekatere habitatne razmere poslabšujejo. Vsaj nekaterih sestojnih značilnosti (zasmrečenost) ni smiselno ohranjati na dosednji ravni.

Na podlagi anketnega vprašalnika smo ugotovili, da je bila sanacija na Jelovici delno uspešna; dejavniki, ki so ovirali uspešno sanacijo, so predvsem zamude (nepravočasnost izvedbe), praviloma zaradi zahtevnih administrativnih postopkov in pomanjkljivega sodelovanja med deležniki.

Pri sanaciji so bile opazne naslednje dobre prakse: hiter pristop k sanaciji; uspešna naravna obnova in ukrepi umetne obnove, vključno z varstvom; učinkovita strojna sečnja (tudi ponoči); način odkazila napadenega drevja (primerna jakost poseka); dobro sodelovanje s službami za varstvo narave.

Poglavitni predlogi za izboljšanje sanacij: z rednim gospodarjenjem (redno ukrepanje, jakost, pravočasnost) zmanjševati tveganja; spremeniti pravne predpise glede izvršbe ukrepov; vpeljati »izvajalske skupine«, ki bi pravočasno sanirale poškodovane gozdove; vzpostaviti »začasna skladišča« lesa; skrajšati postopek za pripravo infrastrukture (prometnice).

Eksperti z različnih področij (revirni gozdarji, načrtovalci, gojitelji, izvajalci, lastniki, predstavniki Triglavskega narodnega parka) so analizirali postopke sanacij gozdov v gozdnogospodarskem območju Bled, ki je bilo testno območje za celotno Slovenijo. Z ocenami od 1 do 5 so z oceno, nižjo od 3 (slabo) ocenili naslednje elemente sanacij, ki jih je treba v prihodnosti nujno izboljšati:

- pravni predpisi, ki urejajo področje sanacij gozdov;
- razpoložljivost sadilnega materiala;
- pravočasnost obdelave sortimentov na skladiščih lesa;
- pravočasnost odvoza sortimentov;
- način in hitrost poseka in spravila napadenih/poškodovanih dreves;

- (ne)ustreznost gospodarjenje z gozdovi za krepitev stabilnosti in odpornosti sestojev na morebitne ekstremne dogodke na območju (npr. izvedba redčenj, oblikovanje drevesne sestave, redni posek manj vitalnih dreves, pravočasna in ustrezna pomladitev gozdnih sestojev...).

Prilagoditev gozdnogospodarskih načrtov zaradi pojava ekstremnih vremenskih dogodkov

Podrobneje smo analizirali primere sprememb gozdnogospodarskih načrtov (Notranji Bohinj, Mežakla, Unec-Škocjan) zaradi poškodovanosti gozdov zaradi ekstremnih dogodkov, analizirali pravne predpise, ki urejajo področje priprave in sprejemanja načrtov, ter njihovega spreminjanja v primeru ekstremnih dogodkov. Zahtevnost in dolgotrajnost postopkov sprejema spremembe gozdnogospodarskih načrtov sta poglaviti prepoznani slabosti sedanje ureditve, ki jo ocenjujemo kot kritično. Po izrednih dogodkih morajo biti podlage za ustrezno gospodarjenje (t.j. dopolnjeni načrti) hitro pripravljene, kar sedaj ni primer. Predlagane spremembe obsegajo: 1) dopolnitev osnovnega načrta z vsebinami, ki so podlaga za morebitno dopolnitev v primeru ekstremnega (vremenskega) dogodka, 2) hiter in učinkovit postopek ocene poškodovanosti ter priprave sprememb načrta, ki obsegajo sanacijski načrt za poškodovani del gozdov v enoti in prilagoditev ukrepov v preostalih (nepoškodovanih) gozdnih enot. Pri pripravi sprememb smo ključno vlogo dodelili posodobljeni sestojni karti.

Viri

- Adger, W. N., Arnell, N. W., & Tompkins, E. L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15(2), 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>
- Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). (2019). Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ministrstvo za okolje in prostor. https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf
- Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). (2022). Poročilo o okolju. Agencija Republike Slovenije za okolje, Ministrstvo za okolje in prostor. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MNVP/Dokumenti/porocilo_o_okolju_2022.pdf
- Babst, F., Poulter, B., Trouet, V., Tan, K., Neuwirth, B., Wilson, R., Carrer, M., Grabner, M., Tegel, W., Levanic, T., Panayotov, M., Urbinati, C., Bouriaud, O., Ciais, P., & Frank, D. (2013). Site- and species-specific responses of forest growth to climate across the European continent. *Global Ecology and Biogeography*, 22(6), 706–717. <https://doi.org/10.1111/geb.12023>
- Bernier, P., & Schoene, D. (2009). Adapting forests and their management to climate change: An overview. *Unasylva*, 60(231), 5–11.
- Berrar, D. (2019). Cross-validation. In R. Ranganathan, M. Gribskov, & K. Nakai (Eds.), *Encyclopedia of bioinformatics and computational biology* (Vol. 1, pp. 542–545). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.20349-X>
- Bleiweis, A., Travnikar, T., Kožar, M., Verbič, J., Vrščaj, B., Kolmanič, A., Zagorc, B., Bedrač, M., Bele, S., Pečnik, Ž., Brečko, J., Simončič, P., Zafran, J., Kutnar, L., Marinšek, A., Japelj, A., Poljanec, A., Seifert Barba, A., Krajnc, N., Mali, B., & Oblišar, G. (2023). Izdelava ocene vplivov podnebnih sprememb v kmetijstvu in gozdarstvu na področju trajnostnega razvoja in upravljanja z gozdni in kmetijskimi ekosistemi: Zaključno poročilo. Kmetijski inštitut Slovenije.
- Bolte, A., Ammer, C., Löf, M., Madsen, P., Nabuurs, G. J., Schall, P., Spathelf, P., & Rock, J. (2009). Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24(6), 473–482. <https://doi.org/10.1080/02827580903418224>
- Bončina, A., Rozman, A., Dakskobler, I., Klopčič, M., Babij, V., & Poljanec, A. (2021). Gozdni rastišči tipi Slovenije: Vegetacijske, sestojne in upravljavske značilnosti. Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta UL, & Zavod za gozdove Slovenije.
- Bončina, A. (2008). Adaptivno upravljanje z gozdovi: Aktualni vidiki in perspektive. *Gozdarski vestnik*, 66(7/8), 339–347. <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-GY3EMMOL>
- Bončina, A., Štajner, N., & Ogorevc, J. (2024). Bioznanost in podnebne spremembe. In *BFestival 2024*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. https://www.bf.uni-lj.si/mma/BFestival_2024_zbornik.pdf/2024031810045987
- Bončina, A., Trifković, V., Klopčič, M., & Bončina, Ž. (2025). Growth of European beech across altitudinal and climatic gradients: Experiences from Slovenia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 374, 110806. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2025.110806>
- Bosela, M., Lukac, M., Castagneri, D., et al. (2018). Contrasting effects of environmental change on the radial growth of co-occurring beech and fir trees across Europe. *Science of the Total Environment*, 615, 1460–1469.
- Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J. B., & Bauhus, J. (2014). Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry*, 87(4), 492–503. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpu018>
- Breznikar, A. (2019). Podnebne spremembe postajajo glavni izziv javne gozdarske službe na področju gojenja in varstva gozdov. *Gozdarski vestnik*, 77(9), 332–337. <https://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=10434>

- Cailleret, M., & Davi, H. (2010). Effects of climate on diameter growth of co-occurring *Fagus sylvatica* and *Abies alba* along an altitudinal gradient. *Trees*, 25(2), 265–276. <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0503-0>
- Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt RS – osnutek predloga posodobitve. Vlada Republike Slovenije. (2024). https://commission.europa.eu/document/download/88f140fc-424f-4740-8b6f-6d4d89b2a701_sl
- DEM - Digital Elevation Model. (2017). Ljubljana, Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia. <https://eprstor.gov.si/imps/srv/api/records/4ac9a90e-7694-42eb-870a-c11ef93783c4>
- Dolinar, M. (Ed.). (2019). Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf
- Du, X., Chen, X., Zeng, W., & Meng, J. (2021). A climate-sensitive transition matrix growth model for uneven-aged mixed-species oak forests in North China. *Forestry*, 94(2), 258–277. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpaa035>
- Fang, J., & Lechowicz, M. J. (2006). Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus L.*) species in the world. *Journal of Biogeography*, 33(10), 1804–1819. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01533.x>
- Felton, A. J., Knapp, A. K., & Smith, M. D. (2021). Precipitation–productivity relationships and the duration of precipitation anomalies: An underappreciated dimension of climate change. *Global Change Biology*, 27(5), 1127–1140. <https://doi.org/10.1111/gcb.15480>
- Ficko, A. (Ed.). (2019). Ukrepi za prilagojeno upravljanje gozdov ob izjemnih vremenskih dogodkih. Gospodarjenje z gozdovi in načrtovanje (Vol. 8). Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta UL. <https://repositorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=111167>
- Ficko, A. (2018). Forests and extreme weather events: Solutions for risk resilient management in a changing climate. Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana. <https://repositorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=eng&id=101322>
- Field, C. B., Barros, V., Stocker, T. F., Qin, D., Dokken, D. J., Ebi, K. L., Mastrandrea, M. D., Mach, K. J., Plattner, G., Allen, S., Tignor, M., & Midgley, P. M. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. <https://boris.unibe.ch/71442/>
- FOREST EUROPE. (2020). Adaptation to climate change in sustainable forest management in Europe. Liaison Unit Bratislava, Zvolen 2020.
- Forzieri, G., Girardello, M., Ceccherini, G., Mauri, A., Spinoni, J., Beck, P., Feyen, L., & Cescatti, A. (2020). Vulnerability of European forests to natural disturbances. <https://doi.org/10.2760/736558>
- Geoportal ARSO. (May 20, 2018). Ljubljana, Agencija RS za okolje. <https://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page>
- Glick, P., Stein, B. A., & Edelson, N. A. (2011). Scanning the conservation horizon: A guide to climate change vulnerability assessment. National Wildlife Federation. <https://www.nwf.org/~media/pdfs/global-warming/climate-smart-conservation/nwfscreeningtheconservationhorizonfinal92311.ashx>
- Golobič, M. (Ed.). (2012). Prilagajanje podnebnim spremembam z orodji prostorskega načrtovanja: Končno poročilo CRP V5-1094. Urbanistični inštitut Republike Slovenije.
- Grecs, Z., & Kolšek, M. (2016). Naravne ujme vse bolj krojijo gospodarjenje z gozdovi. *Gozdarski vestnik*, 74(4), 185–202. <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:doc-GJ3IQ0UK>
- Greene, W. H. (2000). *Econometric analysis* (5th ed.). Prentice Hall.
- Gregorčič, T., Rozman, A., & Repe, B. (2023). Predicting the potential ecological niche distribution of Slovenian forests under climate change using MaxEnt modelling. *Acta Geographica Slovenica*, 63(1), 89–109. <https://doi.org/10.3986/AGS.11561>
- Halofsky, J. E., Andrews-Key, S. A., Edwards, J. E., Johnston, M. H., Nelson, H. W., Peterson, D. L., Schmitt, K. M., Swanston, C. W., & Williamson, T. B. (2018). Adapting forest management to climate change: The state of science and applications in Canada and the United States. *Forest Ecology and Management*, 421, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.037>
- Hanewinkel, M., Cullmann, D. A., Schelhaas, M.-J., Nabuurs, G.-J., & Zimmermann, N. E. (2013). Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change*, 3, 203–207. <https://doi.org/10.1038/nclimate1687>
- Hilmers, T., Avdagić, A., Bartkovic, L., et al. (2019). The productivity of mixed mountain forests comprised of *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, and *Abies alba* across Europe. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 92, 512–522. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz035>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Climate change 2007: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, Pachauri, R. K., & Reisinger, A., Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, Pachauri, R. K., & Meyer, L. A., Eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Jandl, R., Spathelf, P., Bolte, A., & Prescott, C. E. (2019). Forest adaptation to climate change—is non-management an option? *Annals of Forest Science*, 76(2). <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0827-x>

- Jereb, B. (2014). Upravljanje tveganj. Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko. <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-NHUHIL7B>
- Jevšnik, A. (2023). Smernice organa upravljanja za krepitev podnebne odpornosti infrastrukture v obdobju 2021–2027. https://evropskasredstva.si/app/uploads/2023/10/Smernice-za-krepitev-podnebne-odpornosti-verzija1_7-9-2023_1.pdf
- Jurc, M. (2022). Živeti s podlubniki: Trajnostno upravljanje gozdov v Evropi. *Gozdarski vestnik*, 78(9), 325–335.
- Jurc, M., Pavlin, R., Kavčič, A., De Groot, M., & Hauptman, T. (2017). Priporočila za uporabo različnih biotehniških metod in kemičnih sredstev za obvladovanje podlubnikov (Curculionidae: Scolytinae). *Gozdarski vestnik*, 75(2), 94–111. <https://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?lang=slv&id=6311>
- Kajfež-Bogataj, L., & Bergant, K. (2005). Podnebne spremembe v Sloveniji in suša = Climate change and drought in Slovenia. *Ujma*, 19, 37–41.
- Klopčič, M., Poljanec, A., & Bončina, A. (2009). Factors related to natural disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Écoscience*, 16(1), 48–57. <https://doi.org/10.2980/16-1-3181>
- Klopčič, M., Mina, M., Bugmann, H., & Bončina, A. (2017). The prospects of silver fir (**Abies alba** Mill.) and Norway spruce (**Picea abies** (L.) Karst) in mixed mountain forests under various management strategies, climate change and high browsing pressure. **European Journal of Forest Research*, 136*(5–9), 1071–1090. <https://doi.org/10.1007/s10342-017-1052-5>
- Klopčič, M., Rozman, A., & Bončina, A. (2018). Is there empirical evidence for a shift in tree species distributions along climatic and topographic gradients in continuous-cover forests: Experiences from Slovenia. In **IUFRO Uneven-aged Silviculture Workshop: Book of Abstracts**. Valdivia, Chile.
- Klopčič, M., & Bončina, A. (2019). Vpliv podnebnih sprememb na razvoj gozdov. *Studia Forestalia Slovenica*, 164, 27–34. http://www.kocevski-les.si/wp-content/uploads/2016/04/kor8_Zbornik-Festival-lesa-2019.pdf
- Klopčič, M., Poljanec, A., Dolinar, M., Kastelec, D., & Bončina, A. (2020). Ice-storm damage to trees in mixed Central European forests: Damage patterns, predictors and susceptibility of tree species. *Forestry*, 93, 430–443. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz068>
- Klopčič, M., Rozman, A., & Bončina, A. (2022). Evidence of a climate-change-induced shift in European beech distribution: An unequal response in the elevation, temperature and precipitation gradients. *Forests*, 13(8), 1311. <https://doi.org/10.3390/f13081311>
- Klopčič, M., Poljanec, A., & Bončina, A. (2012). Modelling natural recruitment of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Forest Ecology and Management*, 284, 142–151. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.049>
- Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46, 33–50. <https://doi.org/10.2307/1913643>
- Kraigher, H., Gričar, J., Torelli, N., & Kranjc, A. (Eds.). (2022). Podnebne spremembe in biogospodarstvo: Izzivi in priložnosti slovenske gozdno-lesne verige. Zbornik povzetkov znanstvenega srečanja. Gozdarski inštitut Slovenije; Založba Silva Slovenica. https://www.sazu.si/uploads/files/Povzetek/Knjiga%20povzetkov%20znanstveno%20sre%C4%8Danje_26012022.pdf
- Kraigher, H., & Humar, M. (Eds.). (2021). Gozd in les 2021: Podnebne spremembe. *Studia Forestalia Slovenica*, 180. Gozdarski inštitut Slovenije. https://www.gozdis.si/f/docs/dogodki/Gozd-in-les-2021_zbornik.pdf
- Kraigher, H., Humar, M., & Gričar, J. (Eds.). (2024). Gozd in les 2024: Podnebne spremembe in biotska raznolikost. *Studia Forestalia Slovenica*, 186. <https://dirros.openscience.si/Dokument.php?id=26087&lang=slv>
- Krajnc, N., & Breznikar, A. (2019). Eno leto po vetrolomu = A year after the windthrow. *Gozdarski vestnik*, 77(2), 84–90. <https://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=9374>
- Küchler, M., Küchler, H., Bedolla, A., & Wohlgemuth, T. (2016). Response of Swiss forests to management and climate change in the last 60 years. *Annals of Forest Science*, 72(3), 311–320. <https://annforsci.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13595-014-0409-x>
- Kuhn, M. (2008). Building predictive models in R using the caret package. *Journal of Statistical Software*, 28(5), 1–26. <https://doi.org/10.18637/jss.v028.i05>
- Kutnar, L. (2011). Prilaganje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam glede na pričakovane spremembe značilnosti in prostorske razporeditve gozdov (Zaključno poročilo CRP V4-0494). <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-FTOPBCNF/67c5ed20-d49f-4c6d-ace8-e9769b676ebc/PDF>
- Kutnar, L., Kobler, A., & Bergant, K. (2009). Vpliv podnebnih sprememb na pričakovano prostorsko prerazporeditev tipov gozdne vegetacije. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 89, 33–42. <http://www.dlib.si/?URN=URN:NBN:SI:DOC-LU9QB18H>
- Larsen, J. B., Angelstam, P., Bauhus, J., Carvalho, J. F., Diaci, J., Dobrowolska, D., Gazda, A., Gustafsson, L., Krumm, F., Knoke, T., Konczal, A., Kuuluvainen, T., Mason, B., Motta, R., Pötzelsberger, E., Rigling, A., & Schuck, A. (2022). Closer-to-nature forest management: From science to policy 12. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs12>
- Lee, W., & Grimm, K. J. (2018). Generalized linear mixed-effects modeling programs in R for binary outcomes. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 25, 824–828. <https://doi.org/10.1080/10705511.2018.1500141>
- Lindner, M., Fitzgerald, J., Zimmermann, N. E., Reyer, C. P. O., Delzon, S., Van Der Maaten, E., Schelhaas, M., Lasch, P., Eggers, J., Van Der Maaten-Theunissen, M., Suckow, F., Psomas, A., Poulter, B., & Hanewinkel, M. (2014). Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management*, 146, 69–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.030>

- Lindner, M., Schwarz, M., Spathelf, P., de Koning, J., Jandl, R., Viszlai, I., & Vančo, M. (2020). Adaptation to climate change in sustainable forest management in Europe. [https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/Adaptation to Climate Change in SFM in Europe compressed.pdf](https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/Adaptation%20to%20Climate%20Change%20in%20SFM%20in%20Europe%20compressed.pdf)
- Locatelli, L., Brockhaus, M., Buck, A., & Thompson, I. (2010). Forests and adaptation to climate change: Challenges and opportunities. In G. Mery, P. Katila, G. Galloway, R. I. Alfaro, M. Kanninen, M. Lobovikov, & J. Varjo (Eds.), *Forests and society: Responding to global drivers of change* (pp. 21–42). IUFRO World Series, Vol. 25.
- Loranger, H., Zotz, G., & Bader, M. Y. (2016). Early establishment of trees at the alpine treeline: Idiosyncratic species responses to temperature-moisture interactions. *AoB Plants*, 8, plw053. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plw053>
- Manso, R., Morneau, F., Ningre, F., & Fortin, M. (2015). Effect of climate and intra- and inter-specific competition on diameter increment in beech and oak stands. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 88, 540–551. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpv020>
- Martinez del Castillo, E., Zang, C. S., Buras, A., et al. (2022). Climate-change-driven growth decline of European beech forests. *Communications Biology*, 5, 163. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03107-3>
- Massad, T. J., & Castigo, T. (2016). Investigating possible effects of climate change on tree recruitment: Responses of abundant species to water stress in Gorongosa National Park. *South African Journal of Botany*, 106, 96–100. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.06.002>
- Mazza, G., Gallucci, V., Manetti, M. C., & Urbinati, C. (2014). Climate–growth relationships of silver fir (*Abies alba* Mill.) in marginal populations of Central Italy. *Dendrochronologia*, 32, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2014.04.004>
- Millar, C. I., Stephenson, N. L., & Stephens, S. L. (2007). Climate change and forests of the future: Managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*, 17(8), 2145–2151. <https://doi.org/10.1890/06-1715.1>
- Mohar, J. (n.d.). Odziv poškodovanih dreves z rastjo krošnje [Unpublished manuscript].
- Monserud, R. A. (1976). Simulation of forest tree mortality. *Forest Science*, 22, 438–444. <https://doi.org/10.1093/forestscience/22.4.438>
- Munier, A., Hermanutz, L., Jacobs, J. D., & Lewis, K. (2010). The interacting effects of temperature, ground disturbance, and herbivory on seedling establishment: Implications for treeline advance with climate warming. *Plant Ecology*, 210, 19–30. <https://doi.org/10.1007/s11258-010-9724-y>
- Nagel, T. A., Firm, D., Roženbergar, D., & Kobal, M. (2016). Patterns and drivers of ice storm damage in temperate forests of Central Europe. *European Journal of Forest Research*, 135*(3), 519–530. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0950-2>
- Nemani, R. R., et al. (2003). Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. *Science*, 300*, 1560–1563.
- O'Donnell, M. S., & Ignizio, D. A. (2012). Bioclimatic predictors for supporting ecological applications in the conterminous United States (Data Series 691). U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/ds/691/ds691.pdf>
- Perperoglou, A., Sauerbrei, W., Abrahamowicz, M., & Schmid, M. (2019). A review of spline function procedures in R. *BMC Medical Research Methodology*, 19, 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0666-3>
- Poljanec, A., Guček, M., Simončič, T., Stergar, M., Marenče, M., & Pišek, R. (2023). Območni gozdnogospodarski in lovsko upravljavski načrti za obdobje 2021–2030: Kompendij. Zavod za gozdove Slovenije.
- Poljanec, A., Guček, M., Stergar, M., Gregorič, A., Simončič, T., Marenče, M., Baloh, T., & Rantaša, B. (2022). Hibridno sodelovanje zainteresirane javnosti v procesu obnove območnih gozdnogospodarskih in lovskoupravljaljskih načrtov za obdobje 2021–2030. *Gozdarski vestnik*, 80(8/9), 395–308. <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-7GWYSCCY>
- Pretzsch, H., Rötzer, T., Matyssek, R., et al. (2014). Mixed Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) and European beech (*Fagus sylvatica* [L.] stands under drought: From reaction pattern to mechanism. *Trees*, 28, 1305–1321. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1035-9>
- Pretzsch, H. (2010). *Forest dynamics, growth and yield: From measurement to model*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-88307-4>
- R Core Team. (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Reineke, L. H. (1933). Perfecting a stand–density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research*, 46, 627–638. <https://research.fs.usda.gov/treesearch/60134>
- Resolucija o dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050. Republika Slovenija. (2021). Uradni list RS, 119/21 in 44/22 – ZVO-2.
- Reyer, C., Lasch-Born, P., Suckow, F., Gutsch, M., Murawski, A., & Pilz, T. (2014). Projections of regional changes in forest net primary productivity for different tree species in Europe driven by climate change and carbon dioxide. *Annals of Forest Science*, 71*, 211–225. <https://annforsci.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13595-013-0306-8>
- Reyer, C. P. O., Bathgate, S., Blennow, K., et al. (2017). Are forest disturbances amplifying or canceling out climate change-induced productivity changes in European forests? *Environmental Research Letters*, 12*, 034027. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa5ef1>
- Salas-Eljatib, C., & Weiskittel, A. R. (2020). On studying the patterns of individual-based tree mortality in natural forests: A modelling analysis. *Forest Ecology and Management*, 475, 118369. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118369>

- Schelhaas, M.-J., Nabuurs, G.-J., & Schuck, A. (2003). Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology*, 9(11), 1620–1633. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00684.x>
- Schelhaas, M. J., Nabuurs, G. J., Hengeveld, G., Reyer, C., Hanewinkel, M., Zimmermann, N. E., & Cullmann, D. (2015). Alternative forest management strategies to account for climate change-induced productivity and species suitability changes in Europe. *Regional Environmental Change*, 15, 1581–1594. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-015-0788-z>
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, M. J., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, T. A., & Reyer, C. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7, 395–402. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- Simončič, P., Kobler, A., Krajnc, N., Medved, M., Torelli, N., & Robek, R. (2001). Podnebne spremembe in slovenski gozdovi. *Gozdarski vestnik*, 59(4), 184–202. <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-QRMD88NT>
- Spittlehouse, D. L., & Stewart, R. B. (2004). Adaptation to climate change in forest management. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 4(1), 1–11. <https://doi.org/10.22230/jem.2004v4n1a254>
- Stalne vzorčne ploskve (2014). Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije. [Unpublished report].
- Strategija prilagajanja slovenskega kmetijstva in gozdarstva podnebnim spremembam, 2011. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Ljubljana. <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/DOKUMENTI/GOZDARSTVO/Varstvo-gozdov/fce9c629e9/STRATEGIJA-prilagajanja.pdf>
- Strateški okvir prilagajanja podnebnim spremembam, 2016. Ministrstvo za okolje in prostor. 2016. <https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOPE/Okolje/Podnebne-spremembe/SOzP.pdf>
- Swanston, C. W., Janowiak, M. K., Brandt, L. A., Butler, P. R., Handler, S. D., Shannon, P. D., Derby Lewis, A., Hall, K., Fahey, R. T., Scott, L., Kerber, A., Miesbauer, J. W., & Darling, L. (2016). *Forest adaptation resources: Climate change tools and approaches for land managers* (2nd ed.). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-87-2>
- Swanston, C., & Janowiak, M. (Eds.). (2012). *Forest adaptation resources: Climate change tools and approaches for land managers*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. <https://research.fs.usda.gov/treesearch/40543>
- Škrk, N., Serrano–Notivoli, R., Čufar, K., Merela, M., Črepinšek, Z., Bogataj, K. L., & De Luis, M. (2021). SLOCLIM: A high–resolution daily gridded precipitation and temperature dataset for Slovenia. *Earth System Science Data*, 13(7), 3577–3592. <https://doi.org/10.5194/essd-13-3577-2021>
- Štraus, H., & Bončina, A. (2025). The vulnerability of four main tree species in European forests to seven natural disturbance agents: Lessons from Slovenia. *European Journal of Forest Research*, 144(2), 267–282. <https://doi.org/10.1007/s10342-024-01754-1>
- Thiele, J. C., Nuske, R. S., Ahrends, B., et al. (2017). Climate change impact assessment: A simulation experiment with Norway spruce for a forest district in Central Europe. *Ecological Modelling*, 346*, 30–47.
- Timber. 2022. Podatkovna zbirka o poseku gozdnega drevja. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije. (1995–2022).
- Tobin, J. (1958). Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica*, 31, 24–36. <https://doi.org/10.2307/1907382>
- Tognetti, R., Smith, M., & Panzacchi, P. (2021). Climate-smart forestry in mountain regions. In *Managing forest ecosystems*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80767-2>
- Trifković, V., Bončina, A., & Ficko, A. (2022). Analyzing asymmetries in the response of European beech to precipitation anomalies in various stand and site conditions using decadal diameter censuses. *Agricultural and Forest Meteorology*, 327, 109195. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109195>
- Trifković, V., Bončina, A., & Ficko, A. (2023a). Recruitment of European beech, Norway spruce and silver fir in uneven–aged forests: Optimal and critical stand, site and climatic conditions. *Forest Ecology and Management*, 529, 120679. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120679>
- Trifković, V., Bončina, A., & Ficko, A. (2023b). Density–dependent mortality models for mono– and multi–species uneven–aged stands: The role of species mixture. *Forest Ecology and Management*, 545, 121260. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121260>
- Trifković, V., & Ficko, A. (2025). Background mortality in even- and uneven-aged stands under climate change: Insights from 1.4 million trees in Slovenia. *Forest Ecology and Management*, 594, 122955. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.122955>
- Trifković, V. (2024). *Diameter growth, ingrowth and mortality models for uneven-aged forests in Slovenia* (Doctoral dissertation). University of Ljubljana. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=156088>
- Zurbriggen, N., Hättenschwiler, S., Frei, E. S., Hagedorn, F., & Bebi, P. (2013). Performance of germinating tree seedlings below and above treeline in the Swiss Alps. *Plant Ecology*, 214, 385–396. <https://doi.org/10.1007/s11258-013-0176-z>

Priloge

Priloga 1: Značilnost razlik v povprečjih (ANOVA oz. Brown-Forsythe test) med skupinami deležnikov in rezultati post-hoc testov (Games-Howell)

Vprašanje	p-vrednost	Značilna razlika
A1_Pomen	0,132	
A2_Pomen	0,722	
A3_Pomen	0,049	3-5
A4_Pomen	0,198	
B1_Pomen	0,700	
B2_Pomen	0,053	
B3_Pomen	0,035	
C1_Pomen	0,516	
C2_Pomen	0,955	
C3_Pomen	0,269	
C4_Pomen	0,278	
C5_Pomen	0,586	
C6_Pomen	0,785	
C7_Pomen	0,026	5-7
C8_Pomen	0,400	
C9_Pomen	0,218	
A1_Razumljivost	0,177	
A2_Razumljivost	0,083	
A3_Razumljivost	0,157	
A4_Razumljivost	0,599	
B1_Razumljivost	0,600	
B2_Razumljivost	0,322	
B3_Razumljivost	0,714	
C1_Razumljivost	0,377	
C2_Razumljivost	0,801	
C3_Razumljivost	0,629	
C4_Razumljivost	0,653	
C5_Razumljivost	0,128	
C6_Razumljivost	0,890	
C7_Razumljivost	0,701	
C8_Razumljivost	0,109	
C9_Razumljivost	0,497	
Mnenje o podnebnih spremembah	0,068	

Priloga 2: Površina sestojnih tipov na območju GGE Jelovica v letih 2002, 2012 in 2022.

Sestojni tip	2002	2012	2022
Mladovje	515,2	656,4	1187,5
Drogovnjak	1329,3	1311,9	1123,6
Debeljak	1410,5	1540,2	1100,2
Sestoj v obnovi	461,5	636,1	759,2
Raznomerni sestoj	600,5	633,4	605,1
Grmičav gozd	18,3	0	0
Skupaj	4335,7	4778,1	4775,74

Priloga 3: Ekspertna mnenja glede sanacije gozdov v GGE Jelovica

Kaj bi po vašem mnenju lahko izboljšali pri prihodnjih sanacijah?
Izobraževanja za lastnike gozdov.
Nezainteresiranost lastnikov za delo v gozdu
V primeru da ni dovolj izvajalskih podjetij in kamijonov za odvoz lesa, naj dela izvede "urgentni izvajalec" - SIDG? Po ujmah naj se umetna obnova izvaja izključno z vrstami, ki se ne pomlajujejo same in so prilagojene na prihajajoče podnebne spremembe. Puščanje posameznih "zamujenih lubadark" debelejših od 50cm.
Povečanje etata in spodbujanje lastnikov, da posekajo zrele sestoje smreke, ko so še zelene, ne pa zaviranje sečnje in naknadno odkazovanje sušic v predelih, kjer so bili sestoji močneje poškodovani.
Dosledna pravočasnost izvedbe aktivnih lubadarskih jeder, večji nabor izvedenih preventivnih ukrepov, teoretično zamišljen birokratski postopek prisilivne (izvršbe) povsem neprimeren in neučinkovit v praksi - nujne bi bile zakonodajne spremembe!
-za sproten odvoz lesa izven gozda zakonodajno predvideti lokacije (tudi na kmetijskih površinah, ker so gradbene dražje, kot je vrednost lesa) za začasno skladiščenje, zakonodajno omogočiti pogoj za mokra skladišča- dostop do vode za namakanje lesa - ker gre za izredno okoliščino; aktiviranje večje ekipe javne gozdarske službe, ki bi sprotno zagotavljala osnovno nalogo ZGS, to je nadzor in usmerjanje razvoja gozdov, se pravi pravočasno odkazilo napadenega drevja in tako v kali zatreti kalamiteto
da bi z obnovo pričeli takoj, preden ogolele površine zatravijo
Hitrejša in sistematično odkazilo, povečanje poseka in intenzitet v drugih redčenjih
Različne sadike mešani gozd
Posodobitev zakonodaje. Predolgo se čaka na razna soglasja, potrebna za gradnjo, pripravo gozdne infrastrukture. Zagotoviti pogoje za usposodobitev delovnih skupin, ki bi suvereno obvladovala gojitvena dela.
Popravilo in sanacija nastale škode na cesti. Poškodovani dražniki ležijo pod cesto!
Odzivni čas.
Odločnost in sledenje cilju sanacije ne glede na pritiske vseh deležnikov. Dobro bi bilo, da se naredi poskus s kakšno drugo drevesno vrsto, ki bi nadomestila smreko oziroma jelko (duglazija).
manj vpletanja določenih služb v sanacijo
Imate še kakšen komentar, predlog ali opažanje v zvezi s sanacijo na Jelovici?
Po 5-10 letih po najboljšežnejših sečnjah poškodovanih gozdov od podlubnikov se lepo vidi uspeh naravne obnove v primerjavi z drago in težavno umetno obnovo.
Potrebno bi bilo odpiranje sestojev z vlakami še preden pride do kalamitete, da se omogoči hitrejša ukrepanje, da se ne izgublja prepotrebnega časa s pripravo dokumentacije in iskanjem izvajalcev takrat, ko lastnikom že teče voda v grlo. Predvsem tam, kjer je več solastnikov, saj se tam izgubi še več časa, da se zmenijo med sabo, kdo bo zadevo urejal.
Odličan primer za analiziranje, kritično presojo in priložnost za odpravo sistemskih pomanjklivosti, ki so pripeljale do trenutno zatečenega stanja.
1. napad lubadarja je sekundaren pojav po žledolomu, zato je v takih primerih potrebno ukrepat tudi v varovalnih gozdovih brez ali z minimalnim etatom, ne pa pustiti, da se je preko takih gozdov (v Soteski) podlubnik vzpel na plato Jelovice, kjer žleda skoraj ni bilo- tukaj mora ZGS spremeniti svoje ravnanje in pričeti življenjsko, nebirokratsko odločanje! 2. lubadar je ujma za močno spremenjene gozdove, podobno kot požar in zato je v takih primerih tudi potrebno tako ukrepat- z intervencijo, podporo države zaustaviti propadanja gozdov, takojšnji odpravi birokratskih postopkov,...
Preveč upoštevanja s stroji.
Problem nastane pri odvozu velikih količin lesa. Nujno bi bilo potrebno razmišljati o začnih deponijah izven gozda, da se izognemo širjenju patogenih organizmov in podlubnikov. Izkoristiti naravno pomladitvene potenciale in ne slepo pritiskati z umetno obnovo.
Cesta ne ne vzdržuje redno!
Jelovica se večinoma lepo pomlajuje sama, s sanacijo je potrebno pohiteti, saj v nasprotnem primeru hitro nastopi lubadar. Dejanski rezultati se bodo zares pokazali šele nekaj let po umiritvi situacije z ujmani, sedaj na prvi pogled izgleda še precej upoštevano.
Pri sanacijah je pri umetni obnovi gozdov potrebno biti rigorozen s sadnjo in nego. Potrebna bi bila večja številčnost sadnje na ha. Pri naravni obnovi gozdov bi bilo potrebno gledati na prihajajoče sestoje oziroma, da se pravilni trenutek odstranjuje odrasla drevesa oziroma kapnikov, ki s sečnjo in spravilom poškodujejo sestoje mlajših razvojnih faz.
ne

Priloga 4: Rezultati delavnice v Bohinju: ocena posameznih strategij prilagajanja gozdov

A3 Razvoj infrastrukture v gozdovih (npr. gozdne prometnice, infrastruktura za gašenje požarov), ki je pomembno za hitro in uspešno interveniranje v primeru ujma (moderator: Zala Žnidaršič)

1. Katere so pozitivne izkušnje pri razvoju infrastrukture v gozdovih?

- Hitrejša sanacija, infrastruktura kot osnova za ukrepanje
- Orientacija v prostoru
- Ciljno usmerjen promet
- Lažje gospodarjenje, manjše poškodbe asortimentov
- Različni viri financiranja
- Sistemsko urejeno financiranje vzdrževanja cest
- Zavod za gozdove kot usmeritev financiranja v pravilne smeri
- Gospodarjenje z novejšo in bolj varno mehanizacijo
- Evidenca katastra vlak in infrastrukture

- Dosledno upoštevanje naravovarstvenih omejitev, kulturne dediščine
- Komunikacija med institucijami in deležniki v prostoru
- Upoštevanje lokalnih skupnosti

2. Katere so ključne slabosti (tudi nesoglasja) pri razvoju infrastrukture v gozdovih?

- Pomanjkanje finančnih sredstev
- Lastništva
- Zastarelost infrastrukture in potrebe po rekonstrukciji
- Stalno vzdrževanje
- Ni celovitega načrtovanja, parcialno reševanje problemov
- Vzdrževanje vlak sloni na lastniku, ni sistemskega vira financiranja
- Poseg v prostor in negativen vpliv na druge funkcije ekosistemov
- Druga raba (npr. 4 kolesniki).
- Soglasja drugih deležnikov
- Pomanjkanje interventnega postopka
- Karta ogroženosti – ni verificirana, zastarela
- Evalvacija, ki je novejša. To predstavlja omejitev za lastnike gozdov
- Negativne izkušnje sodelovanja z lokalnimi skupnostmi
- Povečevanje vdora obiskovalcev (TNP), območje Natura brez strožjega nadzora upoštevanja modrih con
- Poškodbe tal, degradacija tal in neupoštevanje občutljivosti
- Postopek
- Ni jasno določenih območij, kjer gradnja infrastrukture ni možna

3. Katere postopke, pravne predpise, sisteme financiranja je treba dopolniti ali spremeniti, ki bi omogočil hitrejši razvoj potrebne infrastrukture v gozdovih?

Vlake:

- Financiranje, sistemska ureditev za sanacije
- Pridobivanje soglasij, prevlada javne koristi nad zasebno
- Ureditev dokumentacije – sistemski zakon, ne le interventni
- Medprostorsko usklajevanje!
- Določitev območij, kjer je ustavitve infrastrukture brez omejitev, upoštevanje natančnosti kart

B1. Krepitev zaveznitva med širšo javnostjo (moderator: Domen Arnič)

Razlaga: za uspešno prilagajanje gospodarstva podnebnih spremembah je nujna širša podpora družbe, ki mora biti seznanjena s problematiko in hkrati podpirati prizadevanje za prilagajanje sektorja podnebnim spremembam. Zato je pomembno sodelovanje z raznovrstnimi deležniki, ki so posredno ali neposredno povezani z gozdom in gozdnim prostorom in pa ustrezne pravne podlage in finančni mehanizmi, ki podpirajo prilagajanje.

1. Katere pozitivne izkušnje imate pri sodelovanju z javnostjo v kontekstu podnebnih sprememb?

- Razumevanje podnebnih sprememb
- Ozaveščenost
- Povratna informacija
- Odziv javnosti na akcije
- Načelna pripravljenost na prilagajanje podnebnim spremembam

2. Katere so ključne slabosti sedanjih pravnih predpisov in finančnih instrumentov za prilagajanje sektorja podnebnim spremembam?

- Togost naravovarstvenih predpisov (Natura 2000)
- »Pretakanje« sredstev v kmetijstvo
- Neenakost izplačil (natura VS ne-natura)
- Strošek dela ni realen
- Zastarelost zakonodaje
 - preseganje etatov
 - obnove načrtov

- Pomanjkanje sistemskih pristopov
3. Katere aktivnosti na področju krepitve zavezništva s širšo javnostjo predlagate?
- Ozaveščanje javnosti o strokovnih zadevah na poljuben način
 - Medsebojno sodelovanje
 - Usklajeno delovanje
 - Osrednji strokovni medij o gozdarstvu (revija/oddaja)
4. Katere pravne predpise, sisteme financiranja je treba dopolniti ali spremeniti za izboljšanje stanja na tem področju?
- Pravilnik o financiranju in sofinanciranju vlaganj
 - Pravilnik o gozdnih prometnicah
 - Predpisi o divjadi – ugotavljanje škod
 - Zakon o gozdarstvu
 - Pravilnik o načrtih

C3. Varstvo gozdov pred biotskimi in abiotskimi dejavniki (zmanjševati dovzetnost gozdnih sestojev za poškodbe) (moderator: Kristina Sever)

Razlaga: Obseg in stopnja poškodb gozdov zaradi biotskih dejavnikov (npr. žled, veter, sneg) sta odvisna od sestave in zgradbe gozdnih sestojev. Zato z oblikovanjem sestave in zgradbe gozdnih sestojev (vključno z gostoto sestojev) zmanjšamo stopnjo poškodovanosti gozdov zaradi abiotskih motenj (npr. veter, žled, suše). S podaljšanjem ali skrajševanjem proizvodnih dob vplivamo na dovzetnost sestojev za poškodbe (npr. vetrolom, namnožitve insektov). V požarno ogroženih gozdovih nakopičene količine odmrlega drevja in grmovja povečujejo tveganja za razvoj velikih požarov. Nevarnost je mogoče omejevati s kontrolnim požigom nakopičene odmrle fitomase ali z njenim odstranjevanjem. Namnožitev škodljivcev je odvisna od vremenskih in sestojnih razmer; nevarnost namnožitve zmanjšujemo z ukrepi integralnega varstva (npr. upoštevanje zdravstvenega stanja pri rednem označevanju dreves za posek, pravočasen posek manj vitalnih dreves, gozdni red, pravočasen odvoz sortimentov).

1. Katere so pozitivne izkušnje pri povečevanju odpornosti gozdov na različne nevarnosti (veter, ogenj, insekti)?
- Veter:
 - malopovršinska struktura
 - skrb za gozdni rob
 - mešanost drevesnih vrst
 - vitalnost
 - ustrezno umeščena infrastruktura
 - Ogenj
 - vrste z debelim lubjem
 - velikopovršinski enomerni sestoji
 - oster gozdni rob
 - čim manj odmrle biomase
 - ustrezno umeščena, vzdrževana infrastruktura
 - vzdrževana krajina
 - Insekti
 - vrstna struktura prilagojena rastišču
 - pravočasno uvajanje sestojev v obnovo
 - odstranjevanje oslabelega drevja (kritičnih vrst)
 - hitra sanacija kritičnih vrst
 - gozdni red, način dela
2. Katere so ključne slabosti, omejitve pri povečevanju odpornosti gozdov na nevarnosti?
- težavnost ukrepanja v drobni lastniški strukturi
 - pomanjkanje izvajalcev
 - tržna nihanja
 - slabo izhodiščno stanje gozdnih sestojev
 - posledice kaskadnih in vzajemnih dogodkov
 - pomanjkanje nege gozdov (za stabilnost in odpornost v vseh fazah)

- nizka stopnja financiranja in sofinanciranja
- pomanjkljiva infrastruktura
- stalež divjadi! zmanjšuje pestrost vrst

3. Katere prakse, delovne postopke, pravne predpise je treba nujno dopolniti, spremeniti, da bi bili pri povečevanju odpornosti gozdov bolj učinkoviti?

- Dopolnitev pravilnika o sofinanciranju (enotno izplačilo (NATURA), dvig dnine)
- Predpisi s področja gozd – divjad
- Predpisi s področja gozdnih prometnic (protipožarne preseke), pridobivanje soglasij (lastniki, ministrstvo,...)
- Ovrednotenje in boljša opredelitev stroškov dela situacijske nege
- Večje plače v gozdarstvu (motivacija)

C4. Ohraniti ali povečati vrstno in strukturno diverziteto gozdnih sestojev (moderator: Lucija Odar)

Razlaga: Več drevesnih vrst v gozdnih sestojih pomeni razpršitev tveganja. Mešani sestoji se prožneje odzivajo na vplive biotskih in abiotskih dejavnikov. V mešanih sestojih je praviloma večja ravnost posameznih drevesnih vrst. Raznomeni sestoji so praviloma odpornejši na vplive abiotskih dejavnikov (veter, žled, sneg). V primeru velike poškodovanosti zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov je obnova raznomenih gozdov zaradi prisotnosti podmladka praviloma uspešnejša, hitrejša in cenejša v primerjavi z enomenimi gozdovi.

1. Katere so vaše pozitivne izkušnje pri povečevanju vrste in strukturne diverzitete (pestrosti) gozdov?

- Večja odpornost sestojev
- V primeru ujm »vsaj nekaj ostane«
- Večji potencial za odzivnost
- Pripravljeni na nepričakovano
- Prispevek k biotski pestrosti (raznoverni sestoji → raznovernost na drugih nivojih)
- Trajnost donosov

2. V katerih gozdovih je smiselno povečati vrstno in strukturno diverziteto gozdnih sestojev? V vseh enako?

- Bolj v bolj ranljivih, spremenjenih
- Upoštevati poudarjenost funkcij → ekoloških, socialnih
- Bolj na produktivnejših rastiščih
- V požarno ogroženih je boljše enomerna
- V protivetrnih pasovih

3. Katere so ključne omejitve pri povečevanju vrstne in strukturne diverzitete gozdnih sestojev?

- Nezainteresiranost lastnikov
- Pravne podlage (tujerodne s pozitivnimi učinki)
- Birokracija
- Razpoložljivost GRM (seme) + semenski sestoji
- Težave z drevesnicami
- Višina sofinanciranja nege
- Rastišče

4. Katere prakse, delovne postopke, pravne predpise je treba dopolniti / spremeniti, da bi bili pri povečevanju vrstne in strukturne diverzitete gozdnih sestojev bolj uspešni?

- Omogočiti uvoz sadik
- ZON – NATURA 2000 – tujerodne vrste
- Izobraževanje lastnikov in splošne javnosti o prilagajanju na podnebne spremembe

C6. Učinkovito sanirati gozdove, ki so bili prizadeti zaradi ekstremnih dogodkov

Razlaga: Pričakovana je večja pogostnost ekstremnih vremenskih dogodkov (ekstremne suše, orkanski vetrovi, veliki gozdni požari, izjemne padavine). Obnovitev gozdov je odvisna od ukrepanja po motnjah. Z ustreznim ravnanjem (npr. odločitve o odstranjevanju poškodovanega drevja, pripravi tal, načinu obnove, varstvenih ukrepov, prometnicah, spravi in transportu) lahko pospešimo sanacijo, zmanjšamo njene stroške, pospešimo vzpostavitev prožnih in odpornih gozdov, ki bodo zagotavljali zelene učinke gozda. Tako vplivamo na možnost sekundarnih motenj (namnožitvev insektov), negativnih vplivov na gozdni ekosistem (npr. erozija) in funkcij gozdov (npr. varovalna funkcija).

1. Katere so pozitivne izkušnje pri izvedbi dosedanjih sanacij gozdov?
 - Združevanje manjših lastnikov (npr. Notranjska)
 - Večji lastniki – zavedanje problema, odgovornosti
 - Povezanost institucij (ZGS, ZRSVN, TNP, lokalne skupnosti,...)
 - Komuniciranje z javnostjo
 - Izkušnja o odločitvi prioritete izvedbe (nujnost...)
 - Zavedanje pravočasnosti sanacije pri lastnikih gozdov
 - Izboljšanje odprtosti gozdov
2. V katerih gozdnih tipov so bile najboljše sanacije
 - Spremenjeni gozdovi glede na rastišče (smreka v ravninskih predelih)
 - Smreka na karbonatu
 - Borovi sestoji na apnencu
 - Termofilni gozdovi na krasu
 - Izjema: motnje velikega obsega (žled)
3. Katere so ključne slabosti (tudi nesoglasja) pri izvedbi teh sanacij?
 - Infrastruktura
 - Problem ustreznega sadilnega materiala
 - Lastniške razmere (manjši in neodvisni od gozda)
 - Neurejene lastniške razmere – upravni postopek
 - Problem izvajalcev (kvaliteta del, čas izvedbe)
 - Slaba realizacija načrtovanih ukrepov
 - Nepravočasna sanacija
 - Težavna izpeljave postopka v problematičnih primerih
4. Katere postopke in pravne predpise je treba nujno dopolniti ali spremeniti za boljšo izvedbo sanacij?
 - Zakonodaja – lastništvo – javni interes
 - Izgradnja prometnic - poenostavitev
 - Problem zapiranja prometnic
 - Dodatne finančne vzpodbude (višje subvencije)
 - Interventne skupine za sanacije
 - Jasne pristojnosti (ZGS)

C9. Pospeševati prilagodljivost gozdnih združb z vnosom vrst, ki so prilagojene na prihodnje podnebne razmere (moderator: Marija Mihelič)

Razlaga: Spremembe podnebnih razmer so lahko tako hitre, da jim drevesne (in druge) vrste po naravni poti (sprememba arealov) ne morejo slediti. V takšnih primerih je smiselno nadomeščanje drevesnih vrst z drugimi, ki trenutno niso prisotne, so pa prilagojene na prihodnje podnebne razmere na danem območju.

1. Katere so vaše pozitivne izkušnje pri vnosu drevesnih vrst?
 - *Quercus ilex*, požar
 - *Pinus halepensis*, požar
 - Toploljubni listavci, požar
 - Robinija, stabilizacija zemljine
 - Duglazija, rdeči hrast, črni oreh
2. V katerih primerih bi zagovarjali vnos drugih drevesnih vrst (alohtonih vrst oz. vrst, ki niso naravni sestavni del gozdnih združb)?
 - Nemogoče pomlajevanje – pokritost tal (zaščita), ko ni alternative v avtohtonih vrstah
 - Ne oblikovati monokulture
3. Kaj so po vaše pglavitne prednosti in nevarnosti vnosa takšnih vrst?
 - Prednosti: vrstna pestrost, genetska pestrost, odpornost na ujme
 - Slabosti: škodljivci, invazivnost, bolezni, nejasnost vpliva na ekosistem
4. Katere drevesne vrste so po vašem mnenju primerne?
 - Tiste, s katerimi so že izkušnje
 - Prilagojene na rastiščne razmere (duglazija, rdeči hrast, črni oreh)
 - Premalo raziskav → osnovanje poizkusov z izbranimi vrstami

Priloga 5: Opisi analiziranih gozdnogospodarskih enot, za katere je bila pripravljena sprememba načrta

GGE Notranji Bohinj (2013-2022)

Enota meri 10.018 ha, od tega je 5.210 ha gozda. Sestavljajo jo trije ločeni kompleksi: Volčje jame na zahodnem delu Jelovice, Mokri log na južnem robu Pokljuke in Notranji Bohinj na skrajnem jugozahodnem delu blejskega območja. Glede na gospodarske kategorije je 44,2 % varovalnih gozdov, gozdov s posebnim namenom, kjer so ukrepi dovoljeni je 24,9 %, večnamenskih gozdov 21,9 % in gozdov s posebnim namenom, kjer ukrepi niso dovoljeni, 9,1 %. V zasebni lasti je 92,0 % gozdov, državnih gozdov je 7,7 %, v lasti lokalnih skupnosti pa 0,3 % gozdov. Povprečna lesna zaloga v enoti znaša 236 m³/ha. V lesni zalogi je nekoliko več listavcev (53,2 %), iglavcev je 46,8 %. Povprečna lesna zaloga gospodarskih gozdov je 235 m³/ha. Tekoči letni prirastek znaša 4,2 m³/ha in je nizek zaradi velikega deleža varovalnih gozdov. Letni prirastek gospodarskih gozdov znaša 5,7 m³/ha. V GGE se prepletajo številne funkcije in interesi, ki jih je potrebno upoštevati pri gospodarjenju z gozdovi. Med ekološkimi funkcijami s prvo stopnjo poudarjenosti je najpomembnejša funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev (55,5 % gozdnega prostora), funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti (29,1 %) in hidrološka funkcija (3,9 %). Med socialnimi funkcijami je najpomembnejša funkcija varovanja naravnih vrednot (48,0 %), pomembne so tudi estetska, raziskovalna, turistična, rekreacijska in zaščitna. Lesnoproizvodna funkcija je na prvi stopnji določena na 46,0 % gozdnega prostora.

Opis GGE Mežakla (povzeto po ZGS, 2024)

GGE Mežakla obsega 5.564 ha, od tega je 4.070 ha gozda. Skoraj celotna površina GGE spada v Triglavski narodni park. Gozdovi, v katerih se gospodari in so v območju TNP, spadajo pod kategorijo gozdovi s posebnim namenom z dovoljenimi ukrep (59,8 % vseh gozdov). Varovalnih gozdov je 39,9 %, večnamenskih gozdov pa 0,3 %. Skoraj vsi gozdovi so v zasebni lasti, državnih in gozdov lokalnih skupnosti je skupaj za 0,1 %. Povprečna lesna zaloga v enoti znaša 317 m³/ha. V lesni zalogi s 66 % prevladujejo iglavci. Povprečna lesna zaloga gospodarskih gozdov je 360 m³/ha. Razmerje med iglavci in listavci je tu še bolj v prid iglavcev (72 %). Tekoči letni prirastek znaša 5,96 m³/ha in je nizek zaradi velikega deleža varovalnih gozdov. Letni prirastek gospodarskih gozdov znaša 8,19 m³/ha. Prirastek iglavcev je v teh gozdovih 5,37 m³/ha, listavcev pa 2,82 m³/ha. V GGE se prepletajo številne funkcije in interesi, ki jih je potrebno upoštevati pri gospodarjenju z gozdovi. Med ekološkimi funkcijami s 1. stopnjo poudarjenosti je najpomembnejša funkcija varovanja gozdnih zemljišč in sestojev (43 % gozdnega prostora), sledi ji funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti (13 %). Med socialnimi sta najpomembnejši funkcija varovanja naravnih vrednot (33 %) in zaščitna funkcija s 1. stopnjo poudarjenosti na 10 % gozdnega prostora. Lesnoproizvodna funkcija s prvo stopnjo poudarjenosti je določena na 45 % gozdnega prostora

Opis GGE Unec-Škocjan (povzeto po ZGS, 2024)

GGE Unec-Škocjan leži na severu GGO Postojna. Na severu sega na planotast svet Menišije, na vzhodu do obrobja Cerkniskega polja, na jugu do grebenov Javornika, na zahodu pa do Planinskega polja. Gozdovi GGE Unec-Škocjan pokrivajo nizko kraško planoto za vasema Rakek in Ivanje selo in večjo kraško uvalo na prehodu med Cerkniskim in Planinskim poljem. Lesna zaloga GGE Unec-Škocjan znaša 573.249 m³, ali 248,8 m³/ha. Od tega je 51,7% listavcev. Tekoči letni prirastek je 12.677 m³, ali 5,50 m³/ha. V prirastku nekoliko prevladujejo iglavci (50,8%). V GGE Unec-Škocjan prevladuje lesnoproizvodna funkcija prve stopnje, ker je v večini gozdov, razen v ekocelicah, dolgoročno možno letno sekati nad 5 m³ bruto lesne mase na hektar. Ekocelice nimajo lesnoproizvodne funkcije. Na večjem delu površine GGE je poudarjena hidrološka funkcija druge stopnje zaradi karbonatne podlage. V vseh gozdovih je poudarjena funkcija ohranjanja biotske raznovrstnosti (biotopska funkcija) na drugi stopnji zaradi Ekološko pomembnih območij (EPO). Na strmih ali zelo skalnatih terenih imajo gozdovi funkcijo varovanja gozdnih zemljišč in sestojev (varovalna funkcija). Med socialnimi funkcijami so poudarjene rekreacijska, turistična in poučna funkcija ter funkcija varovanja naravnih vrednot in funkcija varovanja kulturne dediščine. Poleg lesnoproizvodne funkcije sta pri proizvodnih funkcijah prisotni še funkcija pridobivanja drugih gozdnih dobrin (ob čebelnjakih) ter lovnogospodarsko funkcija (na lazih, grmiščih in krmiščih).