

Podlaga za izdelavo usmeritev pri gospodarjenju z navadno smreko v Sloveniji

Foundation for the Preparation of the Guidelines for the Norway Spruce Management in Slovenia

Luka KRAJNC¹, Mitja SKUDNIK^{2,4}, Tom LEVANIČ², Matjaž ČATER², Aleksander MARINŠEK², Janez ZAFRAN³

Izvleček:

V prispevku predstavimo podlago za izdelavo usmeritev pri gospodarjenju z navadno smreko v Sloveniji. Izvedli smo več ločenih analiz z istim ciljem: pripraviti strokovno utemeljene in s podatki podprte usmeritve za gospodarjenje z navadno smreko v Sloveniji v prihodnjih desetletjih. Tako smo v tem prispevku združili rezultate meritev nacionalne gozdne inventure, analizo priraščanja smreke, analize vrstne pestrosti ter pregled osnutkov načrtov za gozdnogospodarska območja. Namen tega prispevka je predstavitev rezultatov štirih ločenih sklopov analiz podatkov, ki so predstavljali osnovo za izdelavo usmeritev pri gospodarjenju z navadno smreko, objavljenih v naslednjem prispevku.

Ključne besede: navadna smreka, podnebne spremembe, gospodarjenje

Abstract:

In our article, we present the foundation for the preparation of the guidelines for Norway spruce management in Slovenia. We performed several separate analyses following the same goal: to prepare professionally founded and data-supported guidelines for Norway spruce management in Slovenia in the future decades. Thus, in this article, we combined the measurement results of the national forest inventory, spruce increment analysis, species diversity analyses, and overview of the drafts of the forest management regions plans. This article aims to present the results of the four separate data analysis complexes representing the foundation for the preparation of the guidelines in the Norway spruce management, published in the next article.

Key words: Norway spruce, climatic changes, management

1 UVOD

1 INTRODUCTION

V Sloveniji predstavlja smreka (*Picea abies* (L.) Karst.) eno od gospodarsko najpomembnejših drevesnih vrst, predvsem zaradi njenega velikega deleža (Slika 1) v zasmrečenih bukovich in jelovih sestojih (Marinšek in sod., 2019). Po podatkih Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov je smreka v letu 2018 predstavljala 28.6% povprečne lesne zaloge (94,4 m³/ha od skupne ocene 329,6 m³/ha, E=4%) (Skudnik in sod., 2021). Od leta 2000 se je delež smreke v lesni zalogi zmanjšal za približno 4,4% odstotke. Seveda zmanjšanje v povprečni lesni zalogi ni bilo enakomerno po celi Sloveniji zaradi različnih dejavnikov. V zadnjih dveh desetletjih so smreko najbolj prizadeli napadi

podlubnikov v kombinaciji z delovanjem drugih abiotskih dejavnikov kot so žled, suša, veter in sneg.

Podoben upad priraščanja smreke opažajo tudi drugod po Evropi (Pretzsch in Steckel, 2019). V Evropi je danes najmanj 6 do 7 mil. ha čistih smrekovih rastišč, od katerih je 4 do 5 mil. ha osnovanih na rastiščih listnatih ali mešanih sestojev (von Teuffel in sod., 2004). Današnje gospodarjenje s smreko v Evropi je posledično usmerjeno v mešane sestoje z listavci zaradi ugodnejše razporeditve in razpoložljivosti talnih vodnih zalog (Prieto in sod., 2012), drugačnega črpanja in enakomernejše porabe hranil (Rothe in Binkley 2001) ter komplementarnih svetlobnih zahtev različnih drevesnih vrst (Forrester in Albrecht 2014); mešani sestoji smreke in listavcev

¹ Dr., Gozdarski Inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija, luka.krajnc@gozdis.si

² Dr., Gozdarski Inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Mag., Gozdarski Inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

⁴ UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

so tako izpostavljeni veliko manjšemu tveganju kot čisti smrekovi sestoji.

Z vidika človeka predstavljajo drevesa v gozdu, v normalnih situacijah, zelo počasi se spreminjajoč sistem. Drevje, ki ga danes vnašamo s sadnjo bo doseglo vrhunec vrednostnega prirastka šele pri naslednji generaciji lastnikov, zato je nujno premišljeno ukrepanje na tem področju že danes. Država naj bi z ustrezno gozdarsko politiko nudila lastnikom gozdov podrobne informacije, ki bi omogočil ustrezen način gospodarjenja s katerim bi postali ti v prihodnje čim bolj odporni na spreminjajoče se okoljske razmere ob hkratnem optimalnem zagotavljanju ekosistemskih storitev. Za dolgoročno uspešno, načrtno in strokovno gospodarjenje z gozdovi potrebujemo kakovostne in zanesljive podatke o stanju gozdov, njihovem preteklem razvoju in gospodarjenju ter ustrezne modele za napovedovanje njihovega razvoja.

V okviru Javne Gozdarske Službe, ko jo financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano smo v letu 2022 v okviru naloge 4.4 na Gozdarskem inštitutu Slovenije izvedli več ločenih analiz za pripravo strokovno utemeljenih in s podatki podprtih usmeritev za bodoče gospodarjenje s smreko v Sloveniji. S prispevkom želimo predstaviti rezultate štirih ločenih sklopov, ki so osnova za omenjene smernice. Na podoben način želimo v prihodnje pripravi usmeritve tudi za ostale pomembne drevesne vrste ali skupine drevesnih vrst v Sloveniji.

Podatke smo analizirali v štirih ločenih sklopih:

1. Analizirali smo časovni trend deleža smreke v skupni lesni zalogi v Sloveniji za časovno obdobje 2000, 2007, 2012 in 2018 in in spremembe lesne zaloge v času pa višinskih pasovih, velikosti posesti in tipu lastništva gozda;
2. Ovrednotili smo spreminjanje širin branik v odvisnosti od klimatskih dejavnikov in nadmorskih višin;
3. Analizirali smo vrstno pestrost v različnih vrstah smrekovij in ocenili uspešnost pomlajevanja;
4. Opravili smo pregled usmeritev za gospodarjenje s smreko v osnutkih gozdnogospodarskih načrtov za gozdnogospodarska območja 2021-2030 (GGN GGO 2021-2030) ter pripadajočega okoljskega poročila.

2 METODOLOGIJA

2 METHODOLOGY

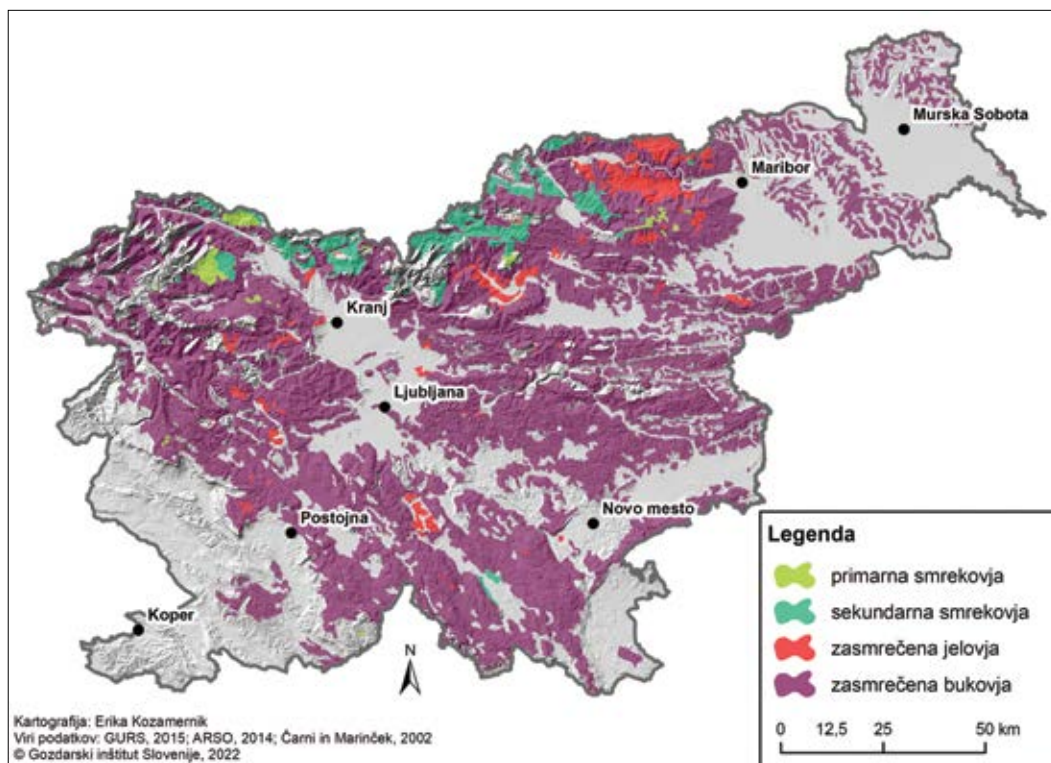
2.1 Analiza lesne zaloge

2.1 Growing stock analysis

V Sloveniji zbiramo podatke o stanju gozdov v dveh ločenih sistemih: v okviru gozdnih inventur za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja in v sklopu velikoprostorske gozdne inventure (Skudnik in sod., 2021a). Gozdna inventura poteka za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja na ravni gozdnogospodarske enote v letu pred posodobitvijo gozdnogospodarskega načrta, velikoprostorski monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov (MGGE), oz. nacionalna gozdna inventura (NGI) pa na vzorčni mreži preko celotne Slovenije, kjer zbiramo podatke o stanju in spremembah gozdov za določeno leto. Za analizo stanja in sprememb lesne zaloge in temeljnice smreke smo uporabili podatke MGGE, ki ima vse značilnosti nacionalne gozdne inventure (NGI) in sicer za leta 2000, 2007, 2012 in 2018. Podrobnosti glede metodologije in osnove izračunov so predstavljene v prispevkih Skudnik in sodelavci (2021a, 2021b). Podatki o lesni zalogi smreke so bili zbrani na sistematični mreži trajnih vzorčnih ploskev, ki so med seboj oddaljene približno 4 km in se nahajajo v gozdu. Upoštevali smo samo merska drevesa, torej tista, ki so imela na višini 1,3 m od tal (prsna višina) premer vsaj 10 cm. Lesna zaloga je bila izračunana z enoparametersko funkcijo in kot vhodni podatek je bil uporabljen samo prsni premer drevesa (Skudnik in sod., 2021b). Podatki o tarifah so bili prevzeti iz ZGS sloja odseki.

Iz podatkov popisov smo za vsako ploskev izračunali celotno lesno zalogo za vse drevesne vrste, nato pa še ločeno za vsa drevesa smreke na posamezni trajni vzorčni ploskvi. Deleže lesne zaloge in deleže temeljnic smo izračunali kot delež lesne zaloge smreke znotraj celotne lesne zaloge na ploskvi in delež temeljnice smreke znotraj celotne temeljnice ploskve.

Vsaka NGI ploskev je geolocirana z nadmorsko višino in koordinatami središčem vsake ploskve, kar je omogočilo razporeditev ploskev v štiri višinske razrede: 0-500 m, 500-800 m, 800-1200 m in nad 1200 metrov nadmorske višine. S pomočjo karte rabe tal (MKGP 2018) in digitalnega modela



Slika 1: Razprostranjenost smreke v primarnih in sekundarnih smrekovjih ter v zasmrečenih bukovjih in zasmrečenih jelovjih.

Figure 1: Distribution of the spruce in primary and secondary spruce forests and beech and spruce as well as fir and spruce forests.

višin (DEM 2015) smo izračunali deleže površine gozdov po enakih višinskih razredih (Preglednica 1). Pri karti rabe tal smo kot gozd upoštevali rabo ID 2000. Vse prostorske analize so bile narejene v programu QGIS 3.26.1 (QGIS Development Team 2022).

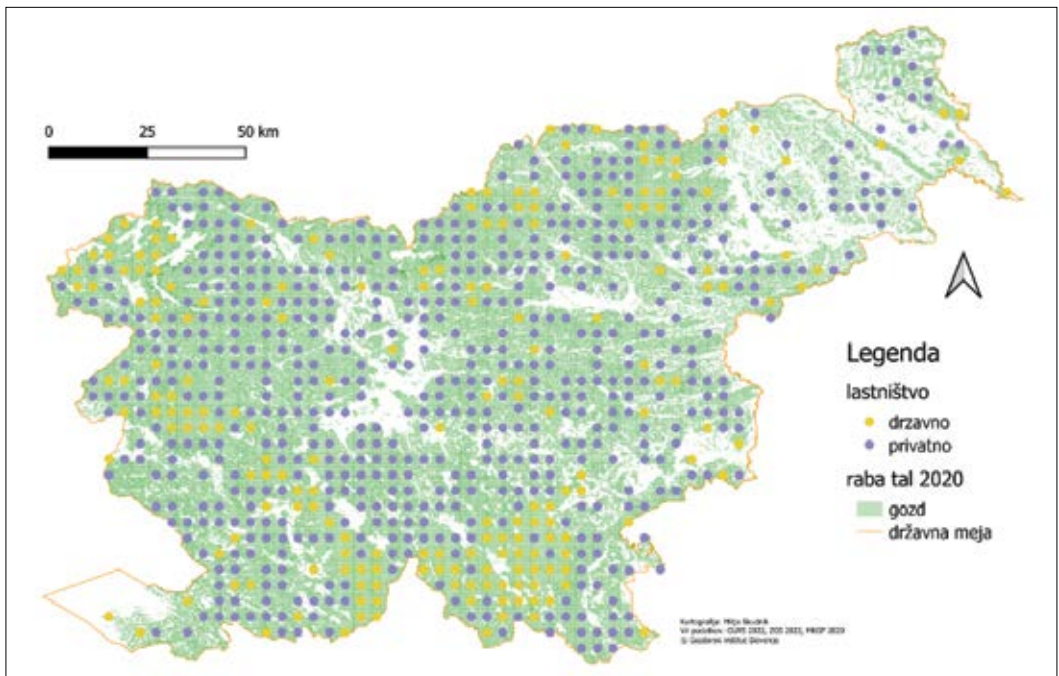
Preglednica 1: Delež površine gozda po višinskih razredih, podatki za leto 2022.

Table 1: Share of the forest area by height classes, data for the year 2022.

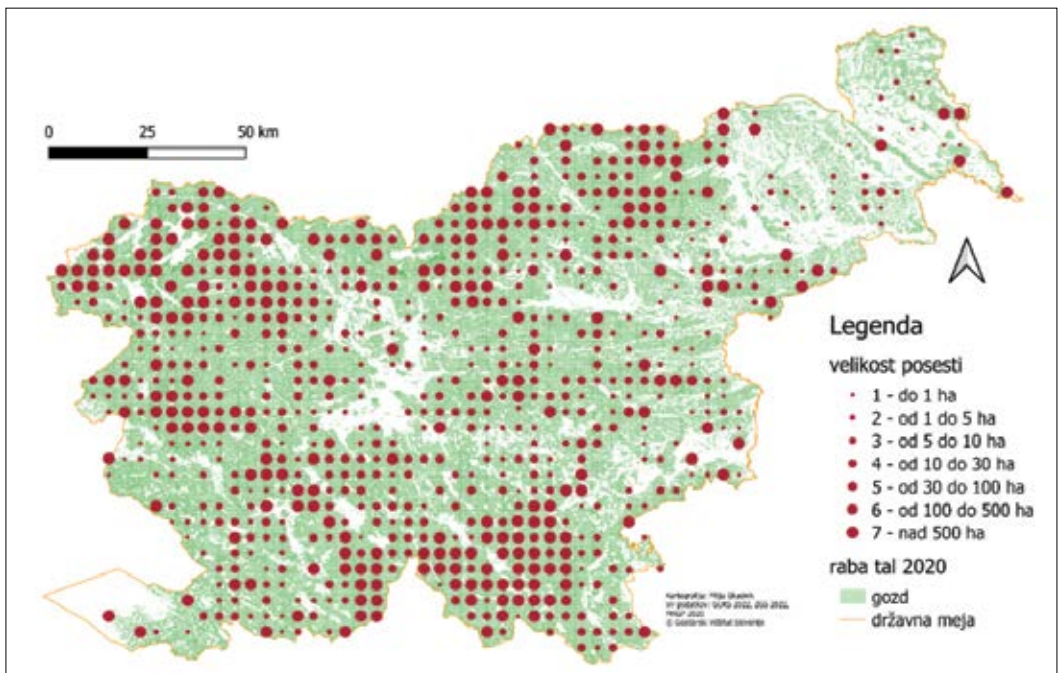
Višinski razred (m)	Delež površine gozda (%)
0-500	40
500-800	33
800-1200	19
1200-	8

S pomočjo podatkov Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) smo za vsako NGI ploskev pridobili podatke o tipu lastništva in o velikosti posesti. Informacija temelji na podatkih parcele, kjer leži središče posamezne ploskve. Ker ima ZGS na podlagi pristojnosti naloge Javne gozdarske službe dostop do zemljiškega katastra in lastnikov, smo lahko za vsakega lastnika določili skupne površine gozdnih parcel. Neposrednega pregleda nad lastništvom avtorji članka nismo imeli. Če je imela parcela več lastnikov, smo pri seštevkup uporabili tistega z največjim deležem. V primeru, da je imelo več lastnikov enak delež, smo upoštevali prvega na seznamu. Za vsa leta smo uporabljali stanje lastništva glede na kataster za leto 2020.

Vse ploskve smo razdelili glede na tipu lastništva (zasebne ali državne) in velikosti (do 1 ha, od 1 do 5 ha, od 5 do 10 ha, od 10 do 30 ha, od 30 do 100 ha, od 100-500 ha in nad 500 ha).



Slika 2: Prostorska razporeditev ploskev NGI po tipu lastništva
Figure 2: Spatial distribution of NGI plots by the ownership type



Slika 3: Prostorska razporeditev ploskev NGI po velikosti posesti.
Figure 3: Spatial distribution of NGI plots by the estate size.

Preglednica 2: Število ploskev po višinskih razredih in tipu lastništva, leto 2018.
Table 2: Number of plots by height classes and ownership type, the year 2018.

Višinski razred	Zasebna posest	Državna posest
0-500 m	240	51
500-800 m	206	64
800-1200 m	97	51
1200+ m	25	25

2.2 Analiza širin branik

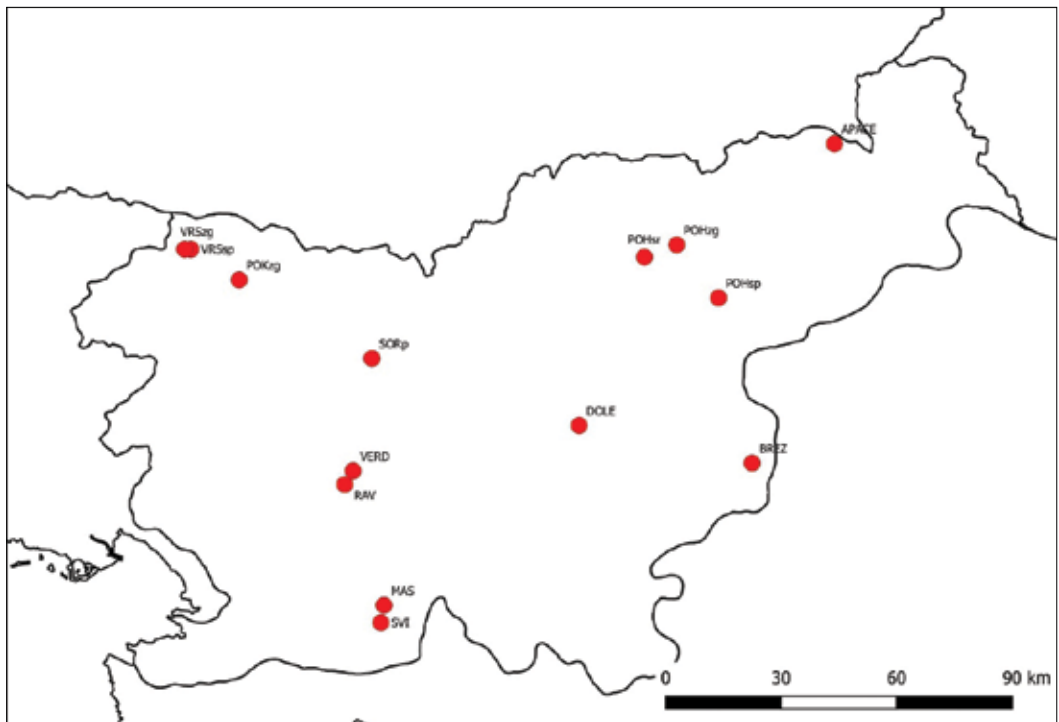
2.2 Annual rings' width analysis

Na osnovi fitocenoloških popisov in poznavanja rastišč smo izbrali večje število tipičnih rastišč s pomembnim deležem primesi smreke (deležem v lesni zalogi nad 50%), neglede na njen izvor. Skupno smo izbrali 14 lokacij v štirih višinskih razredih (Preglednici 2 in 4), kjer smo preučili

vpliv okoljskih dejavnikov, s poudarkom na klimi in na ekstremno toplih in suhih letih, na debelinsko priraščanje smreke. Osnovno bazo so predstavljali zbrani podatki iz projekta CRP Smreka, ki smo jo dodatno dopolnili z vzorčenjem v letu 2022 (Levanič in sod., 2019). Metodologijo odvzema izvrtkov in obdelavo podatkov je podrobno opisal Stopar in sod. (2019).

Preglednica 3: Lokacije vzorčenja smreke v Sloveniji
Table 3: Spruce sampling locations in Slovenia

Rastišče	Okrajšava	Lon	Lat	Nmv	Kategorija
Brežice	BRE	16,64	45,95	173	Do 500 m
Apače	APA	15,90	46,68	210	Do 500 m
Loče (Pohorje nižina)	POHsp	15,53	46,33	312	Do 500 m
Sorško polje	SOR	14,38	46,19	369	Do 500 m
Verd (Ljubljanski vrh)	LJUv	14,32	45,93	594	500 – 800 m
Dole pri Litiji	DOLE	15,07	46,03	640	
Ravnik	RAV	14,29	45,90	750	500 – 800 m
Vršič 972	VRSsp	13,76	46,44	972	800 – 1200 m
Vitanje (Pohorje-sredina)	POHsr	15,28	46,42	940	
Mašun	MAS	14,42	45,62	1000	800 – 1200 m
Sviščaki	SVI	14,41	45,58	1150	Nad 1200 m
Pohorje (vrh)	POHzg	15,39	46,45	1262	
Vršič 1244 m	VRS1300	13,76	46,44	1244	
Pokljuka (planota)	POK	13,94	46,37	1340	800 – 1200 m



Slika 4: Karta lokacij ploskev, kjer smo vzorčili prirastke smreke.

Figure 4: Location map of the plots where we performed the sampling of the spruce increments.

2.3 Prisotnost in odzivnost mladja

2.3 Presence and responsiveness of the young growth

Rezultati analize povzemajo ugotovitve ciljnega raziskovalnega projekta »Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije« (V4-1614). Na osnovi 1237 fitocenoloških popisov smo ugotavljali stanje naravnega pomlajevanja pomembnejših drevesnih vrst v primarnih in sekundarnih smrekovjih ter zasmrečenih bukovih in jelovih sestojih (Levanič in sod., 2019) po različnih nadmorskih višinah. V analizo smo vzeli tiste fitocenološke popise z najmanj 25 % pokrovnostjo smreke v zgornji drevesni plasti. Odzivnost smrekovega mladja smo primerjali na lokacijah, ki jih je 2014 prizadel žled (Ljubljana, Unec, Snežnik, trnovski gozd), leta 2017 vetrolom (Ig, Snežnik, Kočevje) in na starejših saniranih površinah (Črničev, Golte).

2.4 Pregled osnutkov GGN GGO 2021-2030

2.4 Overview of the GGN GGO 2021-2030 drafts

Slovenija je za potrebe gospodarjenja z gozdovi razdeljena na 14 gozdnogospodarskih območij (GGO). Število in meje GGO določa Odllok o določitvi gozdnogospodarskih območij v Republiki Sloveniji (2003). Formalno predstavljajo GGO-ji zaokrožene ozemeljske in ekosistemske celote, ki omogočajo zagotavljanje trajnosti gozdov in načrtovanje, usmerjanje in spremljanje razvoja gozdov in gozdnega prostora. Za vsako GGO v okviru javne gozdarske službe Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) izdelava za vsako 10-letno obdobje gozdnogospodarski načrt, ki predstavlja strateški dokument za upravljanje gozdnih ekosistemov.

Z dopolnitvijo Zakona o gozdovih (ZG) se od leta 2010 se GGN GGO pripravlja sočasno z lovsko upravljavskimi načrti območij. Bistveni

elementi vsebine GGN GGO so priprava ciljev, usmeritev in ukrepov za gospodarjenje z gozdom in gozdnim prostorom, ki se opredelijo na podlagi usmeritev nacionalnega gozdnega programa ter ugotovljenega stanja gozdov, analize preteklega gospodarjenja, zakonitosti razvoja gozdov ter vseh pridobljenih spoznanj pri spremljanju razvoja. Pomembna vsebina GGN GGO predstavlja tudi določitev in ovrednotenje funkcij gozdov.

V letu 2021 je ZGS začel postopek sprejemanja vseh 14 GGN GGO, v času analize (junij, julij 2022) so bili načrti v fazi osnutka, za katere je bilo pripravljeno tudi enotno okoljsko poročilo. Okoljsko poročilo je dokument v okviru celovite presoje vplivov na okolje (CPVO), v katerem se opredelijo, opišejo in ovrednotijo pomembni vplivi izvedbe plana na naravne vire, ohranjanje narave, varstvo človekovega zdravja in kulturne dediščine ter možne alternative, ki upoštevajo okoljske cilje in značilnosti območja, na katerega se plan nanaša. Vplivi so v okoljskem poročilu natančneje opredeljeni tako, da jim je določena vrsta in značaj vpliva. Ker ob pripravi plana še

niso znani posegi v okolje, se vplivi plana ugotavljajo glede na predvideno rabo naravnih virov ali predvideno opravljanje dejavnosti.

Opravili smo pregled osnutkov GGN GGO 2021-2030 z namenom evidentirati prihodnje usmeritve pri obravnavi problematike nege, varstva in predvsem obnove smrekovih sestojev ter morebitne usmeritve glede prihodnjega prostorskega razporeda smreke v lesni zalogi slovenskih gozdov.

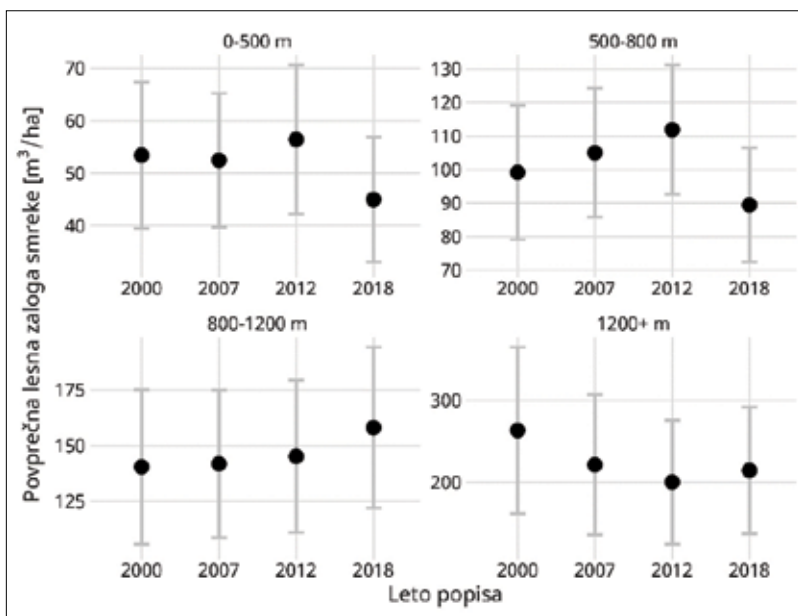
3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Gibanje količine lesne zaloge in temeljnice smreke po višinskih pasovih

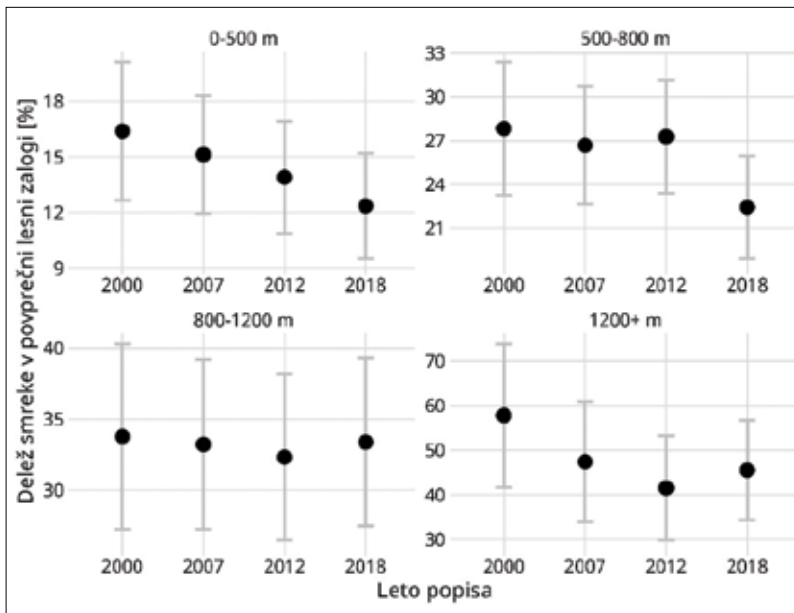
3.1 Movement of the growing stock and spruce basal area by the height zones

Podatke o oceni povprečne lesne zaloge smreke za leta 2000, 2007, 2012 in 2018 po višinskih pasovih prikazuje slika 5. Povprečna zaloga je upadla med letoma 2012 in 2018, a le v višinskih pasovih od 0 - 800 metrov. Nad 800 metri je lesna zaloga smreke



Slika 5: Povprečna lesna zaloga smreke po višinskih pasovih in letu NGI popisa, s sivo barvo je prikazan razpon vzorčne napake pri stopnji zaupanja 95%.

Figure 5: Mean spruce growing stock by the height zones and NGI inventory year; grey color shows the sample error range at the trust level of 95%.



Slika 6: Delež smreke v skupni lesni zalogi po višinskih pasovih in letu NGI popisa, s sivo barvo prikazan razpon vzorčne napake pri stopnji zaupanja 95%.

Figure 6: Spruce share in the total growing stock by height zones and NGI inventory year; the grey color shows the sample error range at the trust level of 95%.

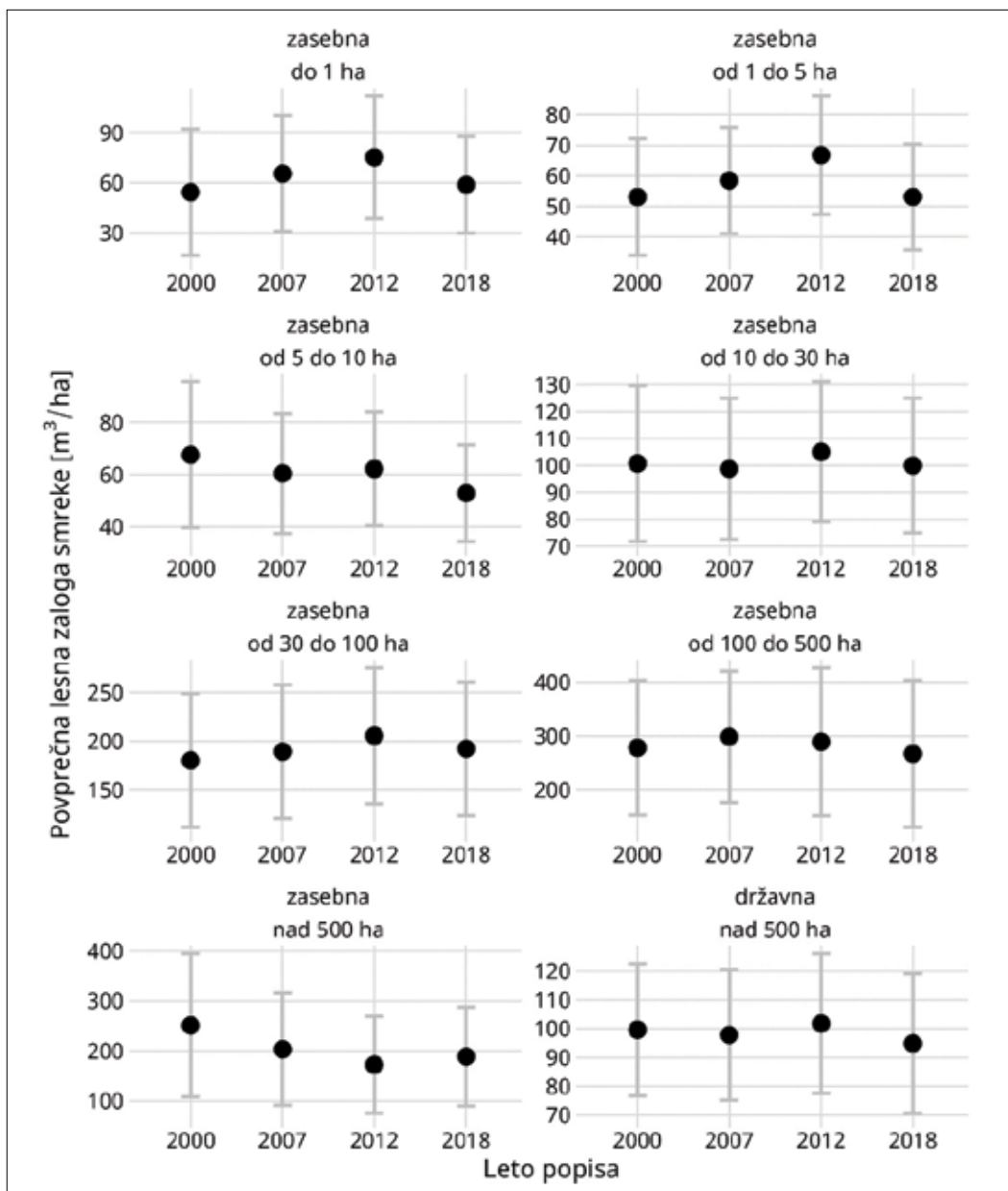
ostala nespremenjena oz. se povečuje, vendar so spremembe znotraj vzorčne napake. Opazne so razlike v absolutnih vrednostih; z nadmorsko višino narašča tudi lesna zaloga smreke.

Ker je v Evropi potrjen splošni trend povečevanja lesne zaloge v gozdovih (Forest Europe 2020) prikazujemo ločeno podatek o spremembah deleža lesne zaloge smreke v celotni lesni zalogi za Slovenijo (Slika 6). V najnižjem višinskem pasu delež smreke konstantno upada vzdolž celotnega analiziranega obdobja, v pasu med 500-800m je opazno izrazito zmanjšanje deleža med leti 2012 in 2018. V zgornjih dveh višinskih pasovih delež smreke ostaja nespremenjen ali pa se celo povečuje, vendar znotraj intervalov zaupanja. Delež smreke je največji v višinskem pasu nad 1200 m; opazimo lahko tudi trend, da se delež smreke v lesni zalogi veča z naraščajočo nadmorsko višino.

3.1.1 Dinamika lesne zaloge smreke glede na velikosti posesti in tip lastništva

3.1.1 Spruce growing stock dynamics regarding the estate size and ownership type

Gibanje lesne zaloge med letoma 2000 in 2018 po velikosti posesti in tipu lastništva prikazuje slika 7. Višina lesne zaloge se veča z velikostjo posesti. Zgodovinsko gledano so lastniki večjih površin ostajali v višje ležečih gozdovih, kjer je bil način dedovanja drugačen; ohranili so se številni celki oz. družinske kmetije, ki se niso delile. V prvih treh velikostnih razredih (do 1 ha, med 1 - 5 ha in med 5 - 10 ha) je smreke približno enako (približno 55 m³, E= ~35%), potem pa se lesna zaloga začne povečevati. Največji delež smreke v lesni zalogi se nahaja v posestih velikosti med 100 - 500 ha. V največjem posestnem razredu (velikost nad 500 ha) prikazujemo rezultate tudi za državno posest (Slika 7). Izpostaviti velja, da je v tem velikostnem razredu lesna zaloga smreke v zasebni posesti približno dvakrat večja kot v državni posesti.

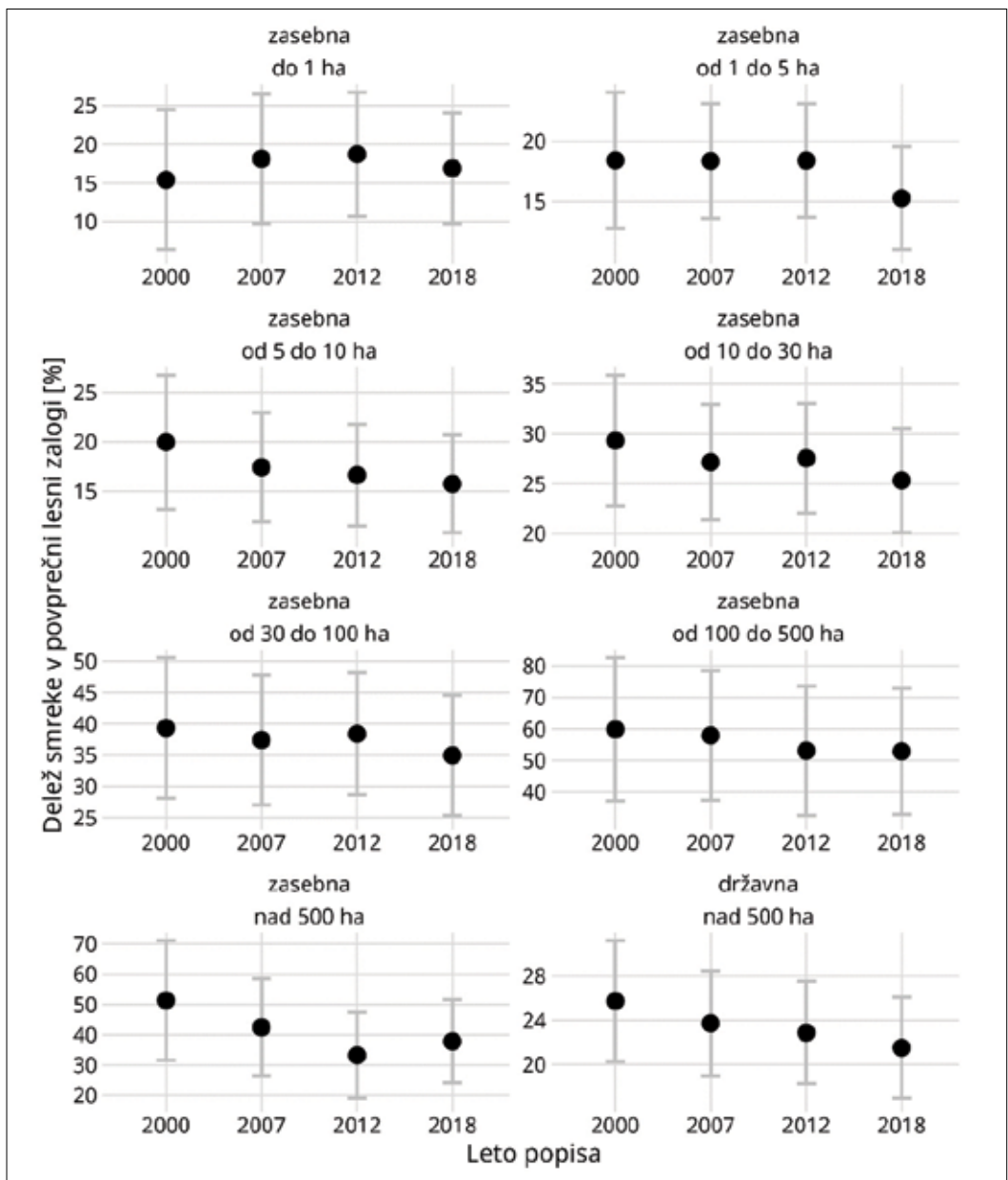


Slika 7: Gibanje lesne zaloge smreke po velikosti in tipu posesti, s sivo barvo prikazan razpon vzorčne napake pri stopnji zaupanja 95%.

Figure 7: Spruce growing stock movement by the estate size and type; the grey color shows the sample error range at the trust level of 95%.

Delež lesne zaloge smreke glede na skupno lesno zalogo prikazuje slika 8. V obdobju 2012-2018 se je z izjemo v največjih zasebnih posestvih delež smreke v lesni zalogi zmanjšal. V celotnem

analiziranem obdobju se delež smreke v skupni lesni zalogi zmanjšuje v državni posesti ter pri srednje velikih posestvih (od 5 - 10 ha in od 10 - 30 ha).



Slika 8: Gibanje deleža lesne zaloge smreke v povprečni lesni zalogi po velikosti in tipu posesti, s sivo barvo prikazan razpon vzorčne napake pri stopnji zaupanja 95%.

Figure 8: Movement of the Spruce growing stock share in the mean growing stock by the estate size and type; the grey color shows the sample error range at the trust level of 95%.

3.2 Splošni trendi debelinskega priraščanja smreke v Sloveniji in po višinskih razredih

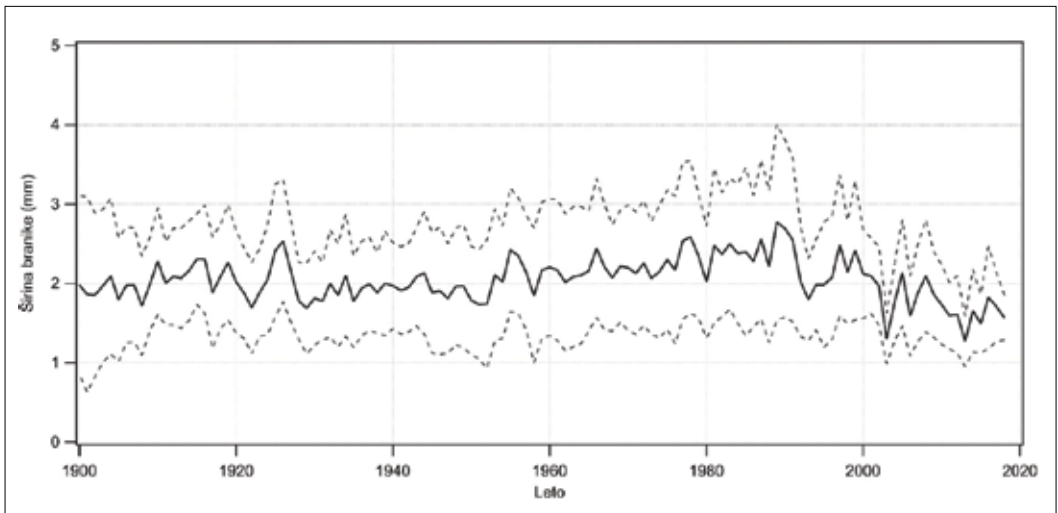
3.2 General trends of spruce diameter increment in Slovenia and by height classes

Rast smreke se razlikuje glede na rastišča, glede na okoljske in klimatske razmere pa se smreka odziva dokaj podobno. Glede na porazdelitev širin branik smo lokacije smrekovih gozdov uvrstili v 4 skupine – skupina 1 (Ravnik, Mašun in Verd pri Ljubljani) s približno centralno porazdeljenimi širinami branik okoli razreda 2-3 mm, to so rastišča v Dinarskem območju, skupina 2 (Pohorje in Pokljuka), visokogorski rastišči smreke, tradicionalno smrekovi sestoji. Skupina 3 (Brežice, Apače, Dole pri Litiji in Sorško polje) so nižinska do hribovita rastišča na tradicionalnih rastiščih listavcev. Skupina 4 (pobočje in vzožje Pohorja – Vitanje in Loče) na južni strani Pohorja predstavlja rastišča listavcev, kjer je smreka primestna v večjem deležu. Od vseh skupin odstopata Vršič 800 in Vršič 1300, kjer gre za visokogorska rastišča v Triglavskem narodnem parku v katerih

ne gospodarimo. Lokacijo Vršič 1300 predstavlja zaraščajoč travnik.

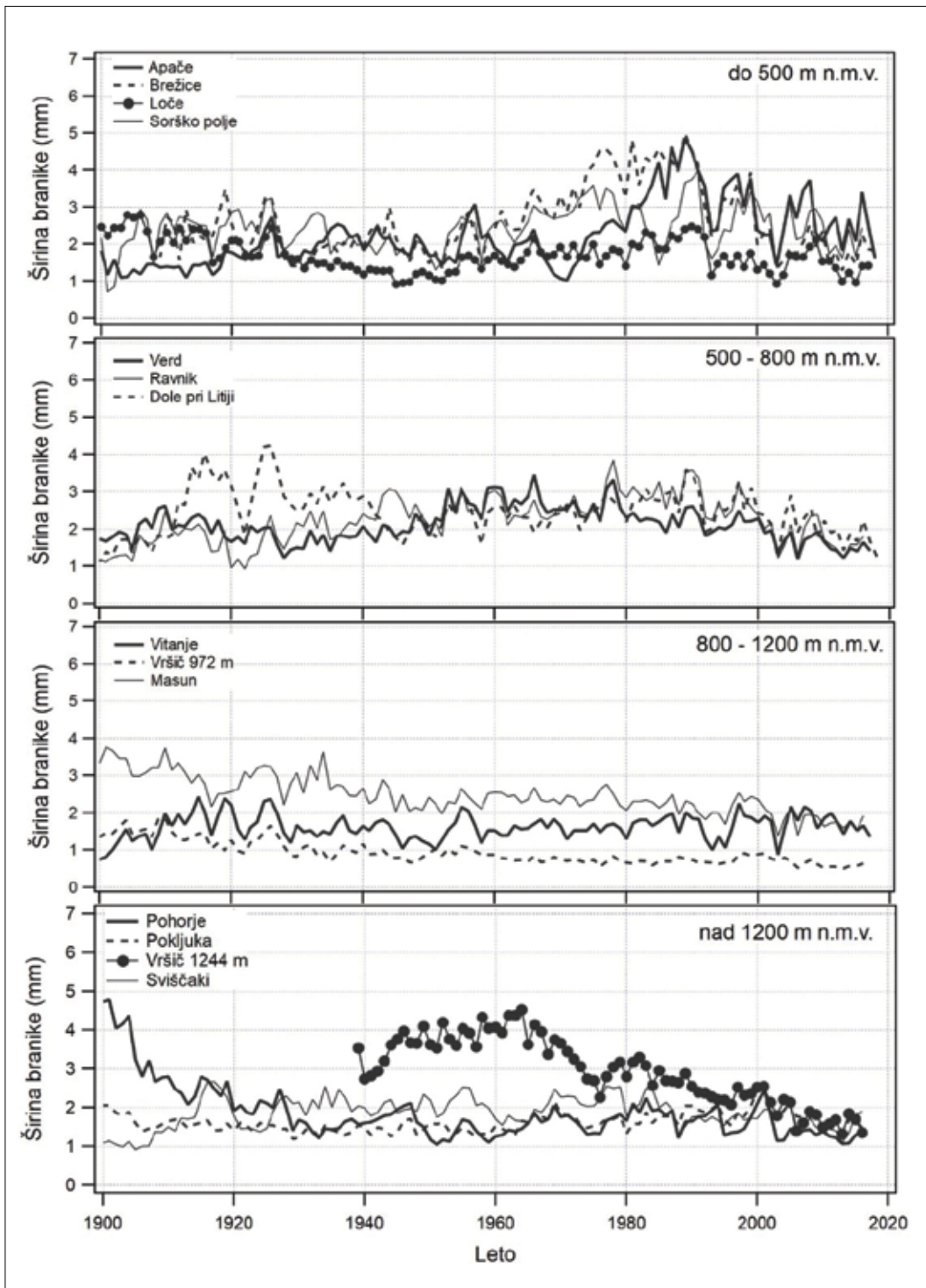
Trend debelinskega priraščanja smreke v Slovenije kaže neglede na nadmorsko višino (Slika 11), da je bilo priraščanje do približno leta 1993 enakomerno z rahlim naraščajočim trendom. V letu 1993 je prišlo do prvega večjega upada debelinskega prirastka, sledil mu je drugi leta 2003 in tretji leta 2013. Leta 1993 pa do leta 2002 je bil upad prirastka v primerjavi z referenčnim obdobjem 1940-1992 le 3%, Leta 2003 do 2012 je bil že 19%, po letu 2013 pa je debelinski prirastek upadel za 27% v primerjavi z referenčnim obdobjem 1940-1992.

Po vsakem upadu debelinskega prirastka je prišlo do okrevanja, vendar nikoli takega, ki bi povrnil vrednosti na raven pred upadom. Povratak na stanje pred upadom je bil najbolj izrazit po sušnem letu 1993, ko se je debelinski prirastek skoraj vrnil na nivo izpred leta 1993. Upadi debelinskega prirastka v letih 2003 in 2013 so bili tako veliki, da se debelinski prirastek ni več povrnil na stanje pred kolapsom (Slika 11).



Slika 9: Trend debelinskega priraščanja smreke od leta 1900 do 2020 – polna črna črta predstavlja aritmetično sredino za vse vrednosti izmerjenih širin branik v določenem letu, črtkani črti predstavljata standardni odklon od aritmetične sredine.

Figure 9: Trend of the spruce diameter increment from 1900 to 2020 – unbroken line represents the arithmetic mean for all values of the measured annual rings' widths in an individual year, and hatched lines represent the standard deviation from the arithmetic mean.



Slika 10: Debelinsko priraščanje smreke v obdobju od 1900 – 2020 po višinskih razredih.

Figure 10: Spruce diameter increment in the period 1900 – 2020 by the height classes.

Smrekove branike na lokacijah rastišč z nadmorsko višino med 0 -800 m so in se izraziteje odzivajo na spreminjanje okoljskih dejavnikov. Odziv v ekstremno suhih in vročih letih se kaže v precejšnjem zmanjšanju prirastka na nižinskih rastiščih, manj izrazito pa na rastiščih nad 800 m. Rastišča nad 800 m, kažejo manjše debelinske prirastke, na ekstremne razmere pa se odzivajo z manjšimi upadi kot smreke pod 800 m. Razlika med najožjo in najširšo braniko kot eden izmed pokazateljev enakomernosti priraščanja je bila največja na rastiščih pod 500 m, sledijo rastišča med 500 -800 m, med 800 - 1200 in nad 1200 m (Slika 12).

3.2.1 Debelinski prirastek smreke v ekstremnih letih

3.2.1 Spruce diameter increment in the extreme years

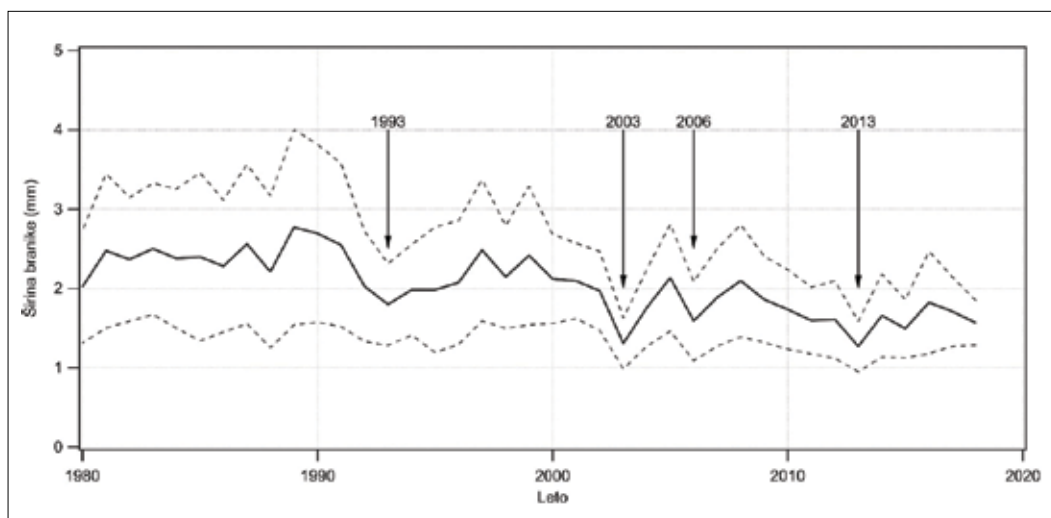
Vsa drevesa se na klimatske razmere odzivajo podobno. V vročih in suhih letih je debelinski prirastek manjši, v ugodnih letih pa večji. Odziv posamezne drevesne vrste v ekstremnih letih pokaže kaj lahko pričakujemo v prihodnje, če se bodo podnebni scenariji uresničili in bodo poletja bolj vroča in sušnejša. Smreka ni najprimernejša drevesna vrsta za toplejša okolja z manjšo količino

padavin. Ima plitev koreninski sistem, zato je še posebej občutljiva na pomanjkanje vlage v tleh in posledično na bolj vroča in suha poletja.

Preučili smo odziv smreke v štirih letih, ki so po svojih značilnosti bila bodisi nadpovprečno topla ali nadpovprečno suha ali pa kombinacija obojega. To so bila leta 1993, 2003, 2006 in 2013 .

Leti 1993 in 2006 sta bili zelo suhi, medtem ko sta bili glede povprečnih mesečnih temperatur povprečni. Leto 2006 je bilo za razliko od leta 1993, ko je pomanjkanje padavin trajalo do jeseni, suho samo v juniju. Zaradi tega se leto 2006 v širinah branik ne kaže na vseh lokacijah kot izrazito neugodno leto, medtem ko se leto 1993 kaže z majhnimi debelinskimi prirastki na vseh rastiščih, celo v mraziščih. Podobno kot leto 1993 se leti 2003 in 2013 kažeta v zelo ozkih branikah na vseh rastiščih; še več, okrevanje debelinskega prirastka je bilo majhno in se ni povrnilo na raven pred nastopom vročega in suhega leta. Zato sta ravno leti 2003 in 2013 glavna krivca za upadanje debelinskega prirastka pri smreki na večini preiskovanih rastišč.

Preglednica 3 prikazuje predznak korelacijske analize med širino branike smreke in klimatskimi podatki za časovno obdobje od leta 1950 do 2017. Preglednica prikazuje le statistično značilne korelacije. Iz preglednice je razvidno, da imajo



Slika 11: Odziv smreke v ekstremno toplih in suhih letih 1993, 2003, 2006 in 2013.

Figure 11: Spruce response in the extremely warm and dry years 1993, 2003, 2006, and 2013.

padavine pozitivni vpliv na rast na praktično vseh rastiščih do nadmorske višine 1200 m pri čemer je treba poudariti, da so na nižinskih rastiščih, do 500 m, za rast ključne padavine v obdobju od maja do julija, na nekoliko višjih legah pa se odvisnost premakne v junij in julij, ponekod tudi v junij, julij, avgust. Na nadmorskih višinah nad 1200 m padavine niso več tako zelo pomembne, oziroma imajo lahko celo negativen vpliv, kot npr. padavine v maju, ki na višjih nadmorskih višinah pogostokrat pomenijo sneg in zakasnitev začetka debelinske rasti.

Temperature imajo nad 1200 m izrazito pozitiven vpliv, še posebno tiste v aprilu, maju in juniju, saj nadpovprečne temperature pomenijo tudi ugodnejše razmere za začetke kambijeve aktivnosti in s tem rasti. Na nižjih nadmorskih višinah pa imajo nadpovprečne temperature negativen vpliv na debelinsko rast. Še posebej tiste med majem in avgustom. Nadpovprečne temperature v teh mesecih namreč pomenijo, da je zelo verjetno tudi padavin manj in, da so meseci ključni za rast, slabo oskrbljeni s padavinami in drevesa v najbolj pomembnem trenutku ne dobijo zadostnih količin vode za uspešno rast.

Preglednica 4: Predznak korelacijske povezanosti med širino branike na posameznih lokacijah in povprečnimi mesečnimi temperaturami in mesečno količino padavin – predznak v posameznem polju tabele kaže kakšen vpliv ima izbran klimatski parameter. Prikazane so samo statistično značilne korelacije. S črkami J, F, M, ..., A, S, O so označeni meseci od januarja do oktobra.

Table 4: Sign of the correlational connection between the annual ring width in individual locations and mean monthly temperatures and monthly quantity of precipitations – the sign in the individual table field shows what impact the selected climatic parameter has. Only statistically significant correlations are shown. Letters J, F, M, ..., A, S, O denote months from January to October.

	Višinski	Padavine										Temperature									
	razred	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Pokljuka	nad 1200 m					-									+	+					
Sviščaki																					
Pohorje																					
Vršič 1244 m						-									+	+					
Mašun	800 - 1200 m						+	+													
Vitanje							+	+	+	+							-	-	-		
Vršič 972 m						+	+	+							-	-					
Ravnik	500 - 800 m					+	+	+													
Verd							+	+									-	-	-		
Dole pri Litiji							+	+	+												-
Sorško polje	do 500 m						+	+				+	+	+			-	-			
Loče						+	+	+								-	-				
Brežice						+	+	+								-	-	-			
Apače						+	+	+								-					

3.3 Pomlajevanje

3.3 Regeneration

Na vseh analiziranih rastiščih je znašala pokrovnost smreke nad 25% v drevesni plasti. Zastopanost naravnega smrekovega mladja je na vseh rastiščih z večjim deležem smreke (pokrovnost smreke v zgornji drevesni plast več kot 25 %) in vseh višinskih kategorijah zadostna. Rezultati potrjujejo, da se v **primarnih smrekovjih** vrstna pestrost drevesnih vrst z nadmorsko višino povečuje, tako v zeliščni in grmovni plasti; pestrost vrst v grmovni plasti je v vseh treh višinskih pasovih večja, kot v zeliščni plasti. V **sekundarnih smrekovjih** je v zeliščni plasti sprememba manj izrazita, medtem ko je v grmovni plasti največ vrst v najnižjem in srednjem višinskem pasu.

Povsem nasprotno je stanje v zeliščni in grmovni plasti **zasmrečenih bukovih** in **zasmrečenih jelovih rastišč**, kjer je največ drevesnih vrst zastopanih v najnižjem višinskem pasu, najmanj pa v pasu nad 1200m. Južne ekspozicije s plitvimi tlemi predstavljajo večje tveganje za preživetje zaradi večje izpostavljenosti ekstremnim mikrorastiščnim razmeram in manjše mehanske stabilnosti. Na mikrolokacijah z velikim nagibom terena brez zastora je preživetje sajenih smrek zato vprašljivo. Naravno mladje je v enakih okoljskih, temperaturnih in padavinskih razmerah učinkovitejše, kar govori v prid spodbujanju naravne obnove (Čater 2021). Na prizadetih površinah zaradi velikopovršinskih motenj hitro presvetljevanje ne upočasnjuje odziva smrekovega mladja tako, kot ostalih drevesnih vrst (jelke, bukve, g. javorja...) (Čater in Diaci 2017, Čater 2021).

3.4 Pregled predlogov GGN

3.4 Overview of the GGN suggestions

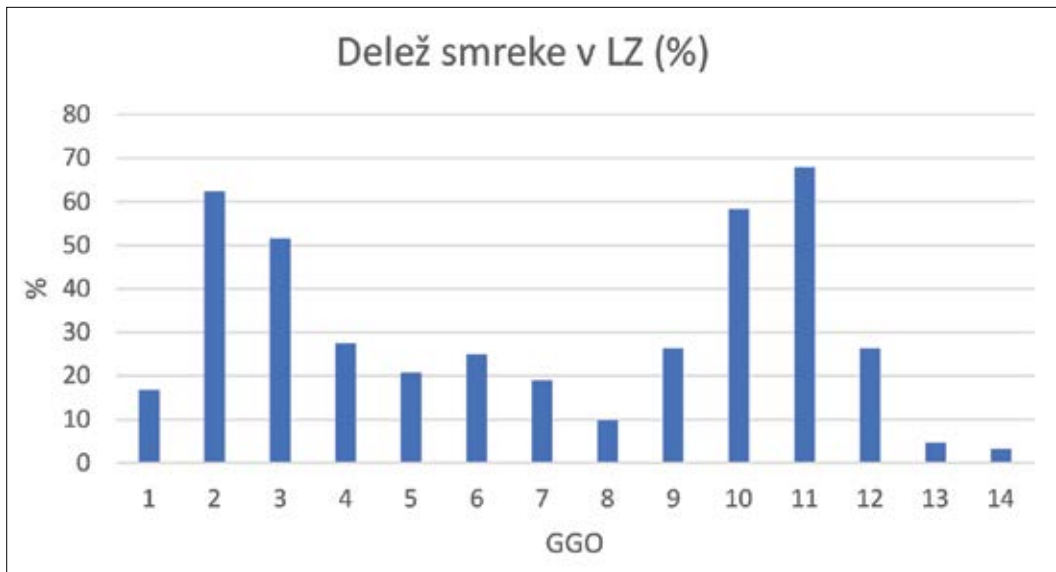
Glede na analizo stanja in razvoja gozdov, ki je bila opravljena za potrebe priprave osnutkov GGN GGO 2021-2030, se delež smreke v lesni zalogi od leta 2011 ni bistveno spremenil. Kljub obsežnejšim ujmam in sanacijskim sečnjam se je delež smreke v lesni zalogi med letoma 2011 in 2020 zmanjšal z 31,7% na 30,1%. Čeprav imamo v Sloveniji le manjši delež tipičnih smrekovih rastišč, je smreka v pomembnem deležu prisotna skoraj v vseh gozdovih, z izjemo kraškega gozdnogospodarskega območja in GGO Murska Sobota. V štirih GGO je delež smreke v lesni zalogi več kot 50% - GGO Bled, GGO Kranj, GGO Nazarje in GGO Slovenj Gradec.

Strategija obravnave smreke v prihodnjem desetletju je v osnutkih GGN GGO 2021-2030 vključena v posamezne vsebinske sklope pri temeljnih strategijah in usmeritvah, poudarek pa je odvisen od pomena in stopnje tveganja, ki ga večji delež smreke prinaša v gospodarjenje z gozdovi na posameznem GGO. Zlasti je izpostavljena problematika posledičnega večjega obsega potrebne sanitarne sečnje ali na splošno kot problem dosežana višje stopnje ohranjenosti gozdnih sestojev.

Osnovna usmeritev načrtov glede prihodnje drevesne sestave, ki bo nedvomno precej vplivala tudi na gozdnogojitveno obravnavo smreke, je doseči drevesno sestavo, prilagojeno rastiščnim razmeram ob upoštevanju pričakovanih podnebni sprememb. Konkretno glede deleža smreke so izpostavljeni predeli, kjer je delež smreke na neustreznih rastiščih velik (zasmrečenost) ter glavne strategije pri zmanjšanju le tega oziroma povečanja deleža rastiščem primernih drevesnih vrst. Glede intenzivnosti zmanjševanja deleža smreke in nadomeščanja z ustrežnejšimi drevesnimi vrstami se posamezne strategije ločujejo glede na nadmorsko višino. V osnutkih GGN GGO 2021-2030 prepoznamo ločnico praviloma na 900 m. V zasmrečenih ali gozdovih z večjim deležem smreke pod 900 m naj bi se delež smreke zmanjševal hitreje, prednost pri gospodarjenju ima hitra sanacija morebitnih ujmm ali prenamnožitve podlubnikov, proizvodne dobe so krajše, praviloma 100-120 let, prav tako se določajo manjše ciljne in končne lesne zaloge ter ciljni premeri za smreko.

Smrekovi sestoji na večjih površinah, ki se pojavljajo predvsem na bukovih in jelovo-bukovih rastiščih po Sloveniji, so najbolj izpostavljeni ujmam in prenamožitvam podlubnikov. Te sestoje ob prisotnosti naravnega pomlajevanja pospešeno obnavljamo. Po potrebi izvedemo v vrzelih obnovo s sadnjo rastišču primernih listavcev, v posameznih primerih tudi z vnosom pionirskih drevesnih vrst.

Glede na zbrane podatke o drevesni sestavi mladovij (preglednica 5) je razvidno, da smreka



Slika 12: Delež smreke v lesni zalogi – podatki iz predlogov GGN (ZGS)
Figure 12: Share of spruce in the growing stock, data from the GGN suggestions (ZGS)

Preglednica 5: Drevesna sestava mladovij in vrasti po oblikah lastništva
Table 5: Young growth and ingrowth tree composition by the ownership forms

	Zasebni gozdovi	Državni gozdovi	Gozdovi lokalnih skupnosti	Skupaj
Drevesna vrsta	Mladovje	Mladovje	Mladovje	Mladovje
	(%)	(%)	(%)	(%)
Smreka	33,5	27,2	16,4	30,9
Jelka	2,2	3	1,3	2,4
Bor	1,4	0,7	4,6	1,2
Macesen	0,9	0,9	1,9	0,9
Drugi iglavci	0,1	0,2	0,4	0,2
Bukev	31,7	46	30,6	36,5
Hrast	1,9	1,2	1,2	1,7
Plemeniti listavci	9,8	11,3	6,5	10,2
Drugi trdi listavci	13,4	6,5	32,3	11,6
Mehki listavci	5,1	3	4,8	4,4
Iglavci	38,1	32	24,6	35,6
Listavci	61,9	68	75,4	64,4
Skupaj	100	100	100	100

še vedno ohranja pomemben delež tudi v najmlajših razvojnih fazah. Trenutni deleži smreke v mladovju še vedno nakazujejo na njen velik potencial v prihodnje. Pri načrtovanju prihodnje sadnje je nujno določiti rastišča, kjer bomo smreko pospeševali ali samo ohranjali in katera rastišča v prihodnosti ne bodo več primerna zanjo (termofilna rastišča, plitva tla ipd.).

4 RAZPRAVA 4 DISCUSSION

Obstoj smreke v Sloveniji kratkoročno in srednjeročno zaenkrat ni ogrožen, posebno na rastiščih nad 800 m. V nižinah se bo verjetno v naslednjem desetletju nadaljeval dolgoletni trend zmanjševanja deleža kot tudi absolutne vrednosti lesne zaloge smreke. Na mestu je razmislek o (ne)smiselnosti sadnje pod 500 metri v kratkoročnem obdobju in pod 800 m v srednjeročnem obdobju. Pri negi naravnega mladovja s prisotnostjo smreke dajemo prednost listavcem, smreko ohranjamo le v posamični zmesi. Glede na zgoraj prikazane deleže površin gozdov po višinskih razredih (preglednica 1) velja, da je dobrih 70 % površine gozdov srednjeročno neprimernih ali manj primernih za sadnjo smreke.

Dolgoročno bodo zaradi podnebnih sprememb in visokega deleža smreke povečanemu tveganju najbolj izpostavljeni predvsem večji zasebni lastniki in lastniki, ki imajo svoje posesti v nižinah (< 800 m) in so v zadnjih letih še vedno sadili smreko. Državna posest je, vsaj glede na prikazane podatke, v ugodnejšem stanju glede deleža smreke v lesni zalogi. Zanimiva bi bila analiza velikosti posesti po višinskih razredih, a imamo na ravni Slovenije trenutno še premalo ploskev MGGE za takšno stratifikacijo. Ker je bil sistem MGGE leta 2020 metodološko dopolnjen in nadgrajen v NGI, se sedaj snemanje izvaja na gostejši vzorčni mreži 2 x 2 km in s tem na večjemu številu trajnih vzorčnih ploskev. Tako bomo lahko po zaključku prvega cikla snemanja podatkov NGI (t.j. konec leta 2023) analizo stanja gibanja lesne zaloge smreke ponovili in podatke z oceno vzorčne napake prikazali tudi glede na velikost posesti po višinskih razredih.

Smreka je drevesna vrsta, ki je zaradi plitvih korenin zelo občutljiva na pomanjkanje vode.

V kombinaciji z nadpovprečnimi poletnimi temperaturami pomeni pomanjkanje vode velik fiziološki (velikokrat ireverzibilni) stres za smreko, zato se v zadnjem času njen debelinski prirastek na nižinskih rastiščih v Sloveniji zmanjšuje. Na višje ležečih rastiščih je debelinski prirastek smreke nekoliko manj pod vplivom podnebnih sprememb, ker so temperature nekoliko nižje in je letna razporeditev padavin za rast ugodnejša. Glede na močan upad debelinskega prirastka na ploskvah pod 500 m in glede na vse pogostejša zelo vroča in suha poletja, kjer so najbolj prizadeti ravno nižinski sestoji, se nam kakršnakoli pospeševanje smreke ne zdi smiselno in je tudi z vidika priraščanja ne bi spodbujali.

Trendi v Sloveniji in Evropi nakazujejo, da se rastni pogoji za smreko slabšajo; ocene napovedujejo, da se bodo zaradi vse pogostejših ujm tudi v prihodnje slabšale (Seidl in Thom, 2017), predvsem zaradi številčnejših gradacij podlubnikov (de Groot in Ogris, 2018). Najbolj prizadeti so zasmrečeni bukovi gozdovi, z velikim deležem smreke. V prihodnosti bo smreka verjetno ostala ena izmed bolj prizadetih drevesnih vrst zaradi izjemne razširjenosti izven svojega naravnega areala. Podnebne spremembe bodo verjetno zaradi spremenjenega padavinskega režima in večjih temperatur ter drugih izrednih vremenskih dejavnikov negativno vplivale na rast in zdravstveno stanje gozdov v Sloveniji. Večanje temperatur zraka se bo v Sloveniji v 21. stoletju nadaljevalo, raven sprememb pa je odvisna tudi od scenarija izpustov toplogrednih plinov. Verjetno se bo temperatura najbolj povečala pozimi, nekoliko manj poleti in jeseni in najmanj pa spomladi. V vseh scenarijih izpustov se bo povečalo število in trajanje vročinskih valov. Logična posledica višanja temperatur zraka se kaže tudi v spremembi vodne bilance in v obdobju 1971–2012, ko se je evapotranspiracija (izhlapevanje) povečalo za približno 20 %, najmočnejše na račun spomladanskega in poletnega dela leta (Dolinar in sod., 2018).

Kljub čedalje večji stopnji zavedanja o ogroženosti smreke, ostaja ta najbolj sajena drevesna vrsta v zadnjem desetletju. Delež sadik v večini let zadnjega desetletja presega 40 % (ZGS, 2021). Glavne razloge, da se kljub slabšanju njene vitalnosti večinsko odločamo za njeno sadnjo morda

najdemo v povpraševanju po smrekovini, ki je še vedno večje od povpraševanja po lesu listavcev tako glede kvalitetnih sortimentov, kakor tudi celuloznega lesa (Ščap, 2021). V preteklosti se je les iglavcev večinsko uporabljal za nadaljnjo predelavo, medtem ko se je les listavcev dodatno uporabljal tudi kot kurivo. Z povečanjem števila kotlov na pelete in na sekance pa se je še dodatno povečal interes po celuloznem lesu iglavcev predvsem smreke in jelke. Zaradi svojih tehničnih lastnosti se les iglavcev pogosto uporablja tudi kot osnova oz. polnilo izdelkov, ki so jih v preteklosti sestavljali zgolj listavci npr. parket, vezane plošče itd.

V osnutkih GGN GGO 2021-2030 so postavljane osnovne usmeritve za gospodarjenje z gozdovi s večjim ali prevladujočim deležem smreke. Usmeritve so, skladno z nameni teh načrtov, strateške narave in gozdarskim strokovnjakom in lastnikom gozdov podajajo glavne smeri prihodnjega ukrepanja. Seveda bo potrebno omenjene usmeritve ustrezno prenesti na nižje ravni načrtovanja in glede na specifične razmere neposredno v izvajanje. Pri izvedbi ustreznih ukrepov pa bo potrebno doseči ustrezno ravnovesje med še vedno velikim gospodarskim pomenom smreke, njenemu deležu v najmlajših razvojnih fazah in intenzivnosti vraščanja ter pričakovanim večjim tveganjem v prihodnje, ki ga prinašajo spremenjene podnebne razmere.

5 ZAHVALA

5 ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujemo se Zavodu za gozdove Slovenije (mag. Rok Pisek) za posredovane podatke o lastništvu. Meritve prirastkov so bile delno opravljene v okviru ciljnega raziskovalnega projekta V4-1614 Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije, analiza pomlajevanja pa delno v okviru projekta V4-2025 Naravna obnova in nega gozdov obolelih po veliko površinskih ujmah: usklajevanje ekoloških, ekonomskih in gozdarsko-političnih vidikov. Zahvaljujemo se financerju naloge JGS4, Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, za finančno podporo pri izvajanju nacionalne gozdne inventure naloge 4.2 in za financiranje naloge 4.4.

6 VIRI

6 REFERENCES

- Braun S., Schindler C. Rihm B. 2017. Growth trends of beech and Norway spruce in Switzerland: the role of nitrogen deposition, ozone, mineral nutrition and climate. *Science of The Total Environment*, 599-600: 637-646. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.230>
- Bunn A.G. 2008. A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 26, 2: 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2008.01.002>
- Čater M., Kutnar L., Marinšek A., Kobal A., Westergren M., Levanič T., Jevšenak J., Breznikar A. 2020. Gozdnogojitvene smernice za obnovo in ohranjanje smreke v prihodnje. V: Levanič, T., Kutnar, L., Kobler, A., Marinšek, A., Čater, M., Božič, G., Westergren, M., De Groot, M., Jevšenak, J., Stopar, S. 2020. Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije: zaključno poročilo projekta V4-1614. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije. <http://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=11972>
- Čater M. 2021. Response and mortality of beech, fir, spruce and sycamore to rapid light exposure after large-scale disturbance. *Forest Ecology and Management*, 498: 119554. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119554>
- Čater M., Diaci J. 2017. Divergent response of European beech, silver fir and Norway spruce advance regeneration to increased light levels following natural disturbance. *Forest Ecology and Management*, 399: 206-212. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.042>
- de Groot M., Ogris N., Kobler, A. 2018. The effects of a large-scale ice storm event on the drivers of bark beetle outbreaks and associated management practices. *Forest Ecology and Management* 408: 195-201. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.035>
- DEM (2015). Digital elevation model DMR1 (1 m x 1 m). Ljubljana, GIS. (neobjavljeno).
- Dolar M., Gregorič G., Honzak L., Sušnik A., Vlahovič Ž., Žust Ana. 2018. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: sintezno poročilo: prvi del. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO: 81 str.
- Forest Europe. 2020. State of Europe's Forest: 392 str. https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf
- Forrester D.I., Albrecht A.T. 2014. Light absorption and light-use efficiency in mixtures of *Abies alba* and *Picea abies* along a productivity gradient. *Forest Ecology and Management*, 328: 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.026>
- Kindermann G.E., Kristofel F., Neumann M., Rossler G., Ledermann T., Schueler S. 2018. 109 years of

- forest growth measurements from individual Norway spruce trees. *Scientific Data*, 5, 180077. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.77>
- Kohler M., Sohn J., Nägele G., Bauhus J. 2010. Can drought tolerance of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) be increased through thinning? *European Journal of Forest Research*, 129, 6: 1109-1118. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0397-9>
- Levanič T. 2007. ATRICS - a new system for image acquisition in dendrochronology. *Tree-Ring Research*, 63,2: 117-122. <https://doi.org/10.3959/1536-1098-63.2.117>
- Levanič T., Kutnar L., Kohler A., Marinšek A., Čater M., Božič G., Westergren M., de groot M., Jevšenak J., Stopar S. 2019. Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije: zaključno poročilo projekta V4-1614. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije. <https://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?id=11972>
- Marinšek A., Kutnar L., Čater M. 2019. Pomlajevanje in vraščanje smreke. V: Levanič T., Kutnar L., Kohler A., Marinšek A., Čater M., Božič G., Westergre M., de groot M., Jevšenak J., Stopar S Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije: zaključno poročilo projekta V4-1614. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 16-39. <https://dirros.opensciencesi/IzpisGradiva.php?id=11972>
- MKGP. 2018. Karta rabe tal = Slovenian land use map. Ljubljana, Ministry of Agriculture, Forestry and Food.
- Nadezhdina N., Urban J., Čermák J., Nadezhdin V., Kantor P. 2014. Comparative study of long-term water uptake of Norway spruce and Douglas-fir in Moravian upland. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 62, 1: 1-6. <https://doi.org/10.2478/johh-2014-0001>
- Odlok o določitvi gozdnogospodarskih območij v Republiki Sloveniji. 2003. Uradni list RS, 31/03, 44/03 – popr. in 25/19. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ODLO1263>
- Pretzsch H., Rötzer T., Matyssek R., Grams T.E.E., Häberle K. H., Pritsch K., Kerner R., Munch J.C. 2014. Mixed Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) and European beech (*Fagus sylvatica* [L.] stands under drought: from reaction pattern to mechanism. *Trees*, 28, 5: 1305-1321. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-1035-9>
- Prieto I., Armas C., Pugnaire F. I. 2012. Water release through plant roots: new insights into its consequences at the plant and ecosystem level. *New Phytologist*, 193, 4: 830-841. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.04039.x>
- QGIS Development Team (2022). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>
- Rothe A., Binkley D. 2001. Nutritional interactions in mixed species forests: a synthesis. *Canadian Journal of Forest Research*, 31, 11: 1855-1870. <https://doi.org/10.1139/x01-120>
- Savva Y., Oleksyn J., Reich P.B., Tjoelker M. , Vaganov E.A., Modrzynski J. 2006. Interannual growth response of Norway spruce to climate along an altitudinal gradient in the Tatra Mountains, Poland. *Trees*, 20, 6: 735-746. <https://doi.org/10.1007/s00468-006-0088-9>
- 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.P.O. 2017. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change*, 7: 395. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- Skudnik M., Grah A., Guček M., Hladnik D., Jevšenak J., Kovač M., Kušar G., Mali B., Pintar A.M., Pisek R., Planinšek Š., Poljanec A., Simončič P. 2021a. Stanje in spremembe Slovenskih gozdov med letoma 2000 in 2018: rezultati velikoprostorskega monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov. (Studia Forestalia Slovenica, 181). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, založba Silva Slovenica. <http://dx.doi.org/10.20315/SFS.181>
- Skudnik M., Jevšenak J., Poljanec A., Kušar G. 2021b. Condition and changes of Slovenian forests in the last two decades - results of the State and changes large-scale spatial forest monitoring. *Gozdarski vestnik*, 79, 4: 151-170.
- Ščap Š. 2021. Analiza trga z okroglim lesom v Sloveniji. V: Trajnostna raba lesa : priročnik. Vilfand J. (ur.). Celje, Fit media: 23-27.
- Stopar S., Jevšenak J., Kohler A., Levanič T. 2018. Dendrokronološka analiza debelinskega priraščanja smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na območju njene naravne in umetne razširjenosti v Sloveniji. *Acta Silvae et Ligni*, 117. <https://doi.org/10.20315/ASetL.117.3>
- Vitali V., Büntgen U., Bauhus J. 2017. Silver fir and Douglas-fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in south-western Germany. *Global Change Biology*, 23, 12: 5108-5119. <https://doi.org/10.1111/gcb.13774>
- von Teuffel K., Heinrich B., Baumgarten M. 2004. Present distribution of secondary Norway spruce in Europe. V: Norway Spruce Conversion. Spiecker H. in sod. (ur.). (European Forest Institute Research Reports, 18). Brill: 63-96. https://doi.org/10.1163/9789047412908_007
- Zang C., Biondi F. 2015. treeclim: an R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships. *Ecography*, 38, 4: 431-436. <https://doi.org/10.1111/ecog.01335>
- ZGS. 2022. Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2021. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije. http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2021_Porocilo_o_gozdovih_ZGS.pdf

Usmeritve pri gozdnogojitveni obravnavi navadne smreke z namenom zmanjšanja tveganj pri gospodarjenju zaradi podnebnih sprememb

Luka KRAJNC, Mitja SKUDNIK, Tom LEVANIČ, Matjaž ČATER, Aleksander MARINŠEK, Janez ZAFRAN

Pri usmerjanju drevesne sestave gozdov je ključna izbira drevesnih vrst, pa tudi provenienc in genotipov, ki so prilagojeni na določene rastiščne pogoje in pričakovane podnebne spremembe. Gospodarjenje z navadno smreko, ki še vedno dosega skoraj tretjino skupne lesne zaloge slovenskih gozdov, mora slediti spremenjenim okoljskim razmeram.

Obravnava navadne smreke v višinskem pasu do 500 m n.v.

- Ohranjamo le posamično primes v sestojih izjemoma v manjših skupinah na severnih pobočjih in globljih tleh.
- V sestojih z večjim deležem smreke pospešujemo listavce, izvajamo pospešene obnove (tudi predčasne) ali posredne premene.
- Pri obnovi pospešujemo tudi pionirske drevesne vrste.
- **Sadnje smreke ne izvajamo.**
- Pri negi naravnega mladovja s prisotnostjo smreke dajemo prednost listavcem, smreko ohranjamo le v posamični zmesi.

Obravnava navadne smreke v višinskem pasu od 500 m n.v. do 800 m n.v.

- Sestoje s pretežnim deležem navadne smreke usmerjamo v mešano drevesno sestavo. Navadna smreka naj ne predstavlja nosilne drevesne vrste v večjih gozdnih sestojih.
- Proizvodnje dobe so krajše, praviloma naj ne presejajo 100 let.
- Starejše oziroma zrele sestoje (starost nad 100 let) intenzivno uvajamo v obnovo, intenzivnost je večja v sestojih s prisotnostjo naravnega mladovja, rastiščem najbolj prilagojenih drevesnih vrst.
- Ohranjamo skupinsko ali gnezdasto zmes, v obliki sestojev le na izrazito vlažnejših in globljih tleh.

- Obnovo gozdov s sadnjo smreke izvajamo le izjemoma, praviloma le kot dopolnilno sadnjo na severnih in senčnih legah in globokih tleh.
- Pri negi mlajših razvojnih faz dajemo prednost listavcem ter rastišču primernejših iglavcev (jelki v jelovo bukovih gozdovih, rdečemu boru na kisloljubnih bukovih rastiščih).

Obravnava navadne smreke v višinskem pasu nad 800 m n.v.

- Sestoje s pretežnim deležem navadne smreke usmerjamo v mešano drevesno sestavo, izjema so lahko sestoji nad 1200 m n.v.
- Intenzivnost obnove prilagajamo primernosti posameznih rastišč navadni smreki.
- Z obnovo oblikujemo bolj razgibane strukture sestojev glede na drevesno sestavo in razvojno fazo.
- Sadnjo smreke izvajamo na način, da zagotavljamo mešano drevesno sestavo prihodnjih gozdnih sestojev.
- Proizvodnje dobe povečujemo le v večjih nadmorskih višinah in navadni smreki bolj prilagojenih rastiščih (mrzišča, globlja tla, severne lege).