

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2020/21



## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra</b>	V4-1614
<b>Naslov</b>	Obvladovanje tveganja pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije
<b>Vodja</b>	11595 Tomislav Levanič
<b>Naziv težišča v okviru CRP</b>	2.3.1 Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije
<b>Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela</b>	903
<b>Cenovna kategorija</b>	C
<b>Obdobje trajanja</b>	10.2016 - 09.2019
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	404 Gozdarski inštitut Slovenije
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	2434 INŠTITUT ZA OKOLJE IN PROSTOR
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	4 BIOTEHNIKA 4.01 Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo 4.01.01 Gozd - gozdarstvo
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	08. Kmetijstvo
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FORD</b>	4 Kmetijske vede in veterina 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

#### 2. Sofinancerji

	Sofinancerji		
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano	
	Naslov	Dunajska cesta 22, 1000 Ljubljana, SLO	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### 3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>1</sup>

SLO

Naraščajoči problemi v smrekovih gozdovih, ki so posledica biotskih in abiotskih motenj, so razlog za vse pogostejše zahteve po drugačnem gospodarjenju z najbolj prizadetimi sestoji. Odgovor na te zahteve je iskanje novih poti in uvajanje koncepta prilagoditvenega gospodarjenja z gozdovi za uspešnejše kljubovanje klimatskim spremembam. Podpora za tak pristop se povečuje tako na operativni kot na politični ravni. Vendar pa uporabo novih konceptov gospodarjenja omejuje pomanjkanje vedenja o plastičnosti in odzivni sposobnosti smreke na različnih rastiščih in v različnih sistemih gospodarjenja. V okviru projekta smo skušali zapolniti vrzel v poznavanju odziva smreke in stanja sestojev, kar bo ključno izhodišče za smernice potrebnih ukrepov po ekstremnih dogodkih, kot tudi za dolgoročne spremembe z zahtevami spremljanja stanja. Projekt se je osredotočil na:

- 1 - gospodarjenje s smreko v prihodnje z identifikacijo občutljivih rastišč na osnovi podnebnih scenarijev, talne preskrbe z vodo, potencialnimi gradacijami podlubnikov, ustrezne genetske strukture smreke ter drugimi dejavniki tveganja in na
- 2 - povezovanje odziva dreves (rast, fiziološki odziv, mortaliteta) na pretekle ekstremne, biotske in abiotske dogodke v različnih klimatskih, rastiščnih in sestojnih razmerah za določitev plastičnosti in odzivne sposobnosti za bodoče prilagoditveno gospodarjenje. Prilagoditveno gospodarjenje mora v proces odločanja vključevati povratne informacije interesnih skupin - neposrednih operativnih uporabnikov, kar bo dodatno zagotovilo za doseg optimalnih rešitev glede izbora drevesnih vrst, proizvodnih dob itd. na rastiščih s povečanim tveganjem.

V okviru projekta smo izvedli tudi opredelitev omejitev na območjih tveganja kar bo imelo neposreden vpliv na gospodarjenje in rastne modele, ki jih pogojujejo klimatski dejavniki in posebnosti rastišč. Preverili in posodobili smo tudi obstoječe modelov razširjenosti smreke v Sloveniji s posodobljenimi odzivi smreke. To bo osnova za odločitve glede snovanja / oblikovanja novih sestojev, pomlajevanja ali ohranjanja obstoječih oblik sestojev z večjim deležem tveganja. Komunikacijo s strokovnjaki, drugimi raziskovalci, lastniki gozdov in nosilci odločanja smo izvedli preko vrste delavnic in zaključne konference.

ANG

Growing problems in spruce forests as a result of biotic and abiotic disturbances are the reason for the increasing demands for different management of the most affected stands. The answer to these demands is to find new ways and to introduce the concept of adaptive forest management in order to resist climate change more successfully. Support for such an approach is increasing both at the operational and political level. However, the application of new management concepts is limited by the lack of knowledge about the plasticity and responsiveness of spruce at different sites and in different management systems. Within the project we have tried to fill the gap in knowledge about spruce response and site conditions, which will be an important starting point for guidelines for necessary measures after extreme events and for long-term changes with monitoring requirements. The project focused on:

- 1 - the future management of spruce by identifying sensitive sites on the basis of climate scenarios, soil water supply, potential beetle gradations, appropriate genetic structure of spruce and other risk factors and
- 2 - linking the response of trees (growth, physiological response, mortality) to past extreme, biotic and abiotic events in different climate, habitat and stand conditions to determine plasticity and responsiveness for future adaptive management. Adaptive management must include feedback from stakeholders - direct operational users - in the decision-making process, further ensuring the achievement of optimal solutions in terms of tree species selection, production periods, etc. in high-risk sites.

As part of the project, we also carried out the definition of limitations in risk areas that will have a direct impact on management and growth models, which are determined by climatic factors and location specifics. We also reviewed and updated the existing models of spruce distribution in Slovenia with updated responses from spruce. This will be the basis for decisions on the formation of new forest stands, regeneration or management of existing stands with a higher share of risk. Communication with experts, other researchers, forest owners and decision-makers took place through a series of workshops and a final conference.

#### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

Delo na projektu je bilo zastavljeno v 7 delovnih sklopih. Prvi štirje delovni sklopi so bili namenjeni obdelavi raziskovalne problematike z različnih vidikov. V DS-1 smo se osredotočili predvsem na stanje sestojev s smreko v Sloveniji in na scenarije prihodnjega razvoja sestojev s smreko v Sloveniji. V DS-2 smo se osredotočili na pomlajevanje in vraščanje smreke, kar je v tem trenutku še posebej aktualno, saj je smreka močno prizadeta zaradi žledoloma, napadov podlubnika in vetrolomov. V DS-3 smo preučili možnosti sanacije ogolelih površin s sadnjo smreke in pri tem upoštevali možnosti in omejitve rastišč in klime, to, zadnje, je še posebej pomembno, saj scenariji klimatskih sprememb predvidevajo dvig temperature ob bolj ali manj nespremenjenem padavinskem režimu. Zadnji sklop DS-4 se je osredotočil na dejavnike, ki vplivajo na mortaliteto smreke in dejavnike, ki omogočajo preživetje smreke, tudi v pogojih spremenjenih klimatskih razmer.

Delovni sklopi 5 do 7 so bili namenjeni sintezi znanj, pripravi gozdnogojitvenih smernic in vodenju projekta (DS-7). V okviru projekta smo izvedli tudi intenzivno diseminacijo. Celotno poročilo s slikami tabelami in obširnejšim tekstom je v prilogi tega poročila.

##### **DS 1: Stanje smrekovih sestojev in scenariji prihodnjega razvoja**

Karto potencialnih rastišč smrekovih združb v Sloveniji smo izdelali na osnovi

Gozdnovegetacijske karte Slovenije (Biro za gozdarsko načrtovanje, GIS, Košir et al., 1974, 2003, 2007). Nekoliko večje površine potencialnih rastišč smrekovih združb (smrekovja) so v Alpah, Karavankah, na Koroškem in Pohorju. Manjše pa najdemo predvsem v mraziščnih legah v Dinarskem gorstvu. Vseh površin, ki pripadajo potencialnim rastiščem smrekovih združb, je na osnovi Gozdnovegetacijske karte Slovenije le nekaj % celotne gozdne površine v Sloveniji.

Karto sedanje razširjenosti smreke smo izdelali na osnovi podatkov Zavoda za gozdove Slovenije. Smreka predstavlja slabo tretjino lesne zaloge vseh slovenskih gozdov. Iz karte je razvidno, da je smreka z največjim deležem zastopana v sestojih na visokih planotah v Alpah, v Karavankah, na Pohorju in na Koroškem. Pogosto se z večjim deležem pojavlja tudi v drugih območjih. Zelo redko pa se pojavlja v gozdnih sestojih v submediteranskem in subpanonskem območju.

Model sedanje in bodoče distribucije smreke smo izdelali na podlagi naslednjih skupin pojasnjevalnih spremenljivk: tla, relief, klima v obdobju 1980-2010, ekološka regionalizacija, fragmentacija gozda.

S pomočjo modela smo izdelali optimistično in pesimistično napoved distribucije smreke za leto 2050 in sicer tako, da smo v model vnesli napovedi klimatskega modela HadGEM2-AO za leto 2050 po scenarijih RCP2.6 in RCP6.0. Glede na model, je bodoča prisotnost smreke v nekaterih sestojih v Sloveniji vprašljiva. Tudi po optimističnem scenariju (rahlo segrevanja ozračja ob rahlem povečanju količine padavin – toplejše in nekoliko vlažnejše podnebje) bo verjetno prišlo do postopne zamenjave primarnih gozdov smreke in drugotnih gozdov smreke z gozdovi listavcev. Ob uresničitvi pesimističnega scenarija (zelo izrazito povišanje temperature ozračja ob zmanjšanju količine padavin – vroče in sušnejše podnebje) bi lesna zaloga smreke lahko še bistveno bolj upadla.

##### **DS 2: Pomlajevanje in vraščanje smreke**

Ugotavljali smo kakšno je stanje naravnega pomlajevanja pomembnejših drevesnih vrst v naslednjih tipih gozdov v Sloveniji (1) primarnih smrekovjih, (2) sekundarnih smrekovjih, (3) zasmrečenih bukovih gozdovih in v (4) zasmrečenih jelovih gozdovih. Stanje naravnega pomlajevanja smo ugotavljali posredno, s pomočjo fitocenoloških popisov, narejenih na območju Slovenije. Popisi so bili narejeni v višinskem razponu med 240 in 1710 m. Glavne ugotovitve:

V Sloveniji imamo opisanih 18 smrekovih združb (primarnih in sekundarnih), kar pomeni, da so smrekovi gozdovi vrstno, rastiščno in nasploh ekološko zelo variabilni.

Smreka se zaradi načina gospodarjenja, njene široke ekološke niše in velike konkurenčnosti v primerjavi z drugimi drevesnimi vrstami pojavlja tudi na rastiščih drugih gozdnih združb.

Na vseh rastiščih z večjim deležem smreke se smreka v odraslih, optimalnih sestojih dobro pomlajuje, kar pomeni, da lahko določen delež naravnega mladja smreke zagotavljamo na vseh rastiščih in na vseh

nadmorskih višinah, kjer se pojavlja. To je zelo pomembno z vidika mešanosti sestojev, ker pomeni večjo odpornost sestojev na pričakovane motnje in kalamitete v prihodnosti.

Poleg pomladka smreke se na vseh teh rastiščih, v zeliščni in grmovni plasti, pojavlja tudi pomladek 24 drugih drevesnih vrst. Razlike se pojavljajo glede na rastišča in nadmorske višine.

Na tipičnih (primarnih) smrekovih rastiščih je manjše število drevesnih vrst, ki se pomlajujejo (do 10) kot na sekundarnih smrekovjih

Največjo pokrovnost in številčnost na vseh rastiščih (primarna in sekundarna smrekovja, zasmrečena bukova in zasmrečena jelova rastišča) imajo bukev, smreka, jelka, gorski javor in jrebika, kar pomeni, da so to vrste, na katere lahko v prihodnosti najbolj računamo pri naravni obnovi gozdov, ki sledi rednemu poseku ali obnovi po naravni motnji.

Glede na rastišče se najboljše pomlajujejo drevesne vrste značilne za potencialno rastišče, kar pomeni, da se npr. na zasmrečenih bukovih rastiščih bolje naravno pomlajujejo drevesne vrste bukovih gozdov, na smrekovih pa drevesne vrste smrekovih gozdov. To nakazuje, da pomladek drevesnih vrst ni toliko odvisen od drevesnih vrst starega sestoja, kot od samega rastišča.

### **DS 3: Sanacija ogolelih površin s sadnjo smreke**

V Slovenji je smreka naravno razširjena do zgornje gozdne meje. Spodnja meja se spusti v dinarskem svetu na okoli 600 m nadmorske višine. 1. januarja 2017 je bilo odobrenih 30 gozdnih semenskih objektov (GSO) smreke v alpskem, pohorskem, predalpskem, preddinarskem in dinarskem provenienčnem območju (PO). GSO se nahajajo v treh višinskih pasovih, v pasu 301-700 m, 701 - 1000 m in > 1000 m.

Za pridobivanje okolju in rastišču prilagojenega gozdnega reprodukcijskega materiala ob hkratnem zagotavljanju genetske pestrosti bodočih gozdov v katere sadimo smreko, je dolgoročni cilj imeti v vsakem PO in višinskem pasu, kjer je smreka naravno razširjena, po 2 GSO. Z vidika pridobivanja kvalitetne hlodovine je smiselno, da bi bili ti GSO kategorije »izbran«.

V okviru projekta smo izvedli tudi zasaditev provenienčnega poskusa na dveh lokacijah, ki bo na dolgi rok (30 in več let) zagotavljal informacije o ustreznosti sadnje posameznih provenienc na različnih lokacijah. V sodelovanju z ZGS sta bili za provenienčni poskus na 800m nadmorske višine izbrani dve ploskvi – Postojna (OE Postojna) in Dovje (OE Bled). Za sadnjo smo izbrali 6 provenienc, ki so izvirale iz alpskega, dinarskega in pohorskega provenienčnega območja: Mežnarsko, Pudgarsko, Gradiško, Tolsti vrh, Hlebovo, Hrušica in Leskova dolina. Jeseni 2017, 2018 in 2019 smo izvedli meritve priraščanja dreves, ugotavljali delež mortalitete in vzroke zanjo ter zaščitili mlade sadike pred objedanjem.

### **DS 4: Mortalitet in vplivni rastiščni dejavniki za preživetje**

Debelinsko priraščanje smreke smo analizirali na 14 lokacijah razporejenih v tri višinske pasove (do 700 m, 700-1200 m in nad 1200 m). Ugotovitve kažejo, da na rastiščih nad 1200 m smreka še relativno nemoteno raste, še več nadpovprečne (ali pa naraščajoče) temperature imajo zaradi visoke nadmorske višine celo pozitiven vpliv na rast. V pasu od 700-1200 m se vpliv temperature na rast spremeni – postane negativne, naraste pa tudi pomen padavin in sicer tako, da več padavin rast spodbuja. To velja še posebej za poletne mesece. V pasu pod 700 m imajo temperature izrazito negativen vpliv, padavine pa izrazito pozitiven vpliv, temu se pridruži še kombinacija s sušo.

Ne glede na rastišče pa smo ugotovili, da je odziv na ekstremne klimatske razmere skladen in viden tudi v mrzistiščih. To pomeni, da nobeno od analiziranih rastišč ni imuno na podnebne spremembe, še več tudi tam kjer mi mislimo, da so razmere za rast smreke trenutno še ugodne, se le-te lahko zelo hitro spremenijo v neugodne.

### **DS 5: Gozdnogojitvene smernice za obnovo in ohranjanje smreke v prihodnje**

V okviru tega delovnega sklopa so bile izdelane smernice za obnovo in ohranjanje smreke v gozdnih sestojih v prihodnje. Ugotavljamo, da je sedanje stanje posledica gozdnogospodarskih odločitev v preteklosti, ko so bili mešani sestoji izpostavljeni kmetijskemu izkoriščanju, stelarjenju, paši in pridobivanju lesa za kurjavo. Velika potreba po lesu zaradi industrializacije je vodila k pospeševanju monokultur hitrorastočega drevja. V zadnjih 200 letih je bila smreka najpogosteje izbrana kot drevesna vrsta za umetno obnovo sestojev zaradi hitre rasti, preprostega snovanja sestojev, majhnih zahtev glede redčenj in manjšega objedanja divjadi. Vnos smreke zunaj njenega naravnega areala je bil (in je še)



povezan s številnimi, največkrat kratkoročnimi koristmi. Vrsta je ekonomsko zanimiva, ima potencial za proizvodnjo visokokakovostnega lesa v kratkih časovnih obdobjih in sekvestracijo ogljika.

V luči podnebnih sprememb smo postavili konceptne okvire gozdnogojitvenih ukrepov in postavili operativne smernice za pomlajevanje smreke ob upoštevanju rastišča, nadmorske višine in debelinskega priraščanja. V raziskavi smo tudi odgovorili na vprašanje kakšno je stanje vitalnosti in trenutnega priraščanja smreke. Dejansko stanje vitalnosti in priraščanja smreke v Sloveniji ni ugodno. Na vseh rastiščih prihaja do zmanjševanja priraščanja po ekstremno vročih in suhih letih (2003, 2006 in 2013). Povečevanje mortalitete sovpada in se povečuje s (oz. po) sušnimi leti, po žledolomu 2014, vetrolomu 2017/2018 ter posledičnimi napadi podlubnikov. Zelo neugodno je, da je sanitarni posek smreke je po letu 2014 skoraj izenačen z rednim letnim posekom, ali ga celo presega.

Za gozdarsko prakso je pomembno, da ima revirni gozdar orodje s katerim si lahko pomaga pri ugotavljanju na katerih rastiščih ima smreka dolgoročno perspektivo in na katerih je tveganje tako veliko, da se je ne splača več saditi (ali spodbujati). Za te potrebe smo zato s pomočjo računalniškega modeliranja izdelali informacijski sloj za geografski informacijski sistem Zavoda za gozdove Slovenije, kjer s tremi barvami označujemo rastišče ustrezno za smreko (zelena barva), pogojno ustrezno (rumena barva) in neprimerno (rdeča barva). Informacijski sloj se bo uporabljal kot orientir za svetovanje lastnikom gozdov za sadnjo smreke oz. nadomestnih drevesnih vrst.

#### **DS 6: Diseminacija**

V okviru diseminacije smo organizirali dve delavnici in zaključno, enodnevno konferenco. Prva delavnica je bila organizirana v Hudičevcu na Razdrtem (15.2.2018) za gojitelje in zainteresirane praktike z ZGS. Delavnico je organiziral GIS v sodelovanju z ZGS. Tema delavnice je bila perspektiva smreke v slovenskem gozdu, izkušnje z gospodarjenjem, prednosti in slabosti smreke. Predavanje je sledila usmerjena diskusija za analizo prednosti in slabosti smreke v gozdu.

Druga delavnica z naslovom »Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije« je bila organizirana 18.9.2019 v sodelovanju s KTRC Radeče, Društvom lastnikov gozdov Slovenije, Strojnimi krožki in ZGS. Delavnica je bila namenjena lastnikom gozdov in tistim, ki se z gozdom neposredno ukvarjajo. Gostili smo preko 40 udeležencev. Najprej smo raziskovalci na kratko predstavili najpomembnejše rezultate in ugotovitve, nato pa smo odprli diskusijo, kjer so lastniki gozdov predstavili svoje poglede na problematiko smreke v gozdu in njen pomen za lesno predelovalno industrijo.

Na koncu smo organizirali še zaključno konferenco, kjer smo zainteresirani javnosti prikazali rezultate projekta. Konferenca je bila organizirana v veliki dvorani Gozdarskega inštituta Slovenije. Udeležilo se je preko 80 udeležencev. Po predavanjih je sledila preko enourna diskusija o aktualnih problemih gospodarjenja s smreko, perspektivi smreke pa tudi o možnih alternativah smreki, npr. duglazija.

### **5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>**

Menimo, da je bil program dela na projektu v celoti realiziran. To so potrdili tudi na ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, ki je raziskavo sofinanciralo. Z njihove strani je bil na začetku projekta imenovan skrbnik, ki je redno, vsake pol leta, zahteval poročila in usklajevalne sestanke. Morebitna odstopanja od programa dela, zamude in podobno so se reševale sproti.

### **6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine<sup>4</sup>**

Ni bilo nobenih ključnih sprememb programa dela ali sestave projektne skupine, en raziskovalec je odšel na novo delovno mesto na ministrstvo, zamenjal ga je drug raziskovalec. Drugih sprememb v raziskovalni skupini (ali programu dela) ni bilo.

### **7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju<sup>5</sup>**

	Dosežek	
1.	COBISS ID	5300902
		Vir: COBISS.SI

Dosežek		
Naslov	SLO	Dendrokronološka analiza debelinskega priraščanja smreke ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.) na območju njene naravne in umetne razširjenosti v Sloveniji
	ANG	Dendrochronological analysis of the radial growth of Norway spruce ( <i>Picea abies</i> (L. Karst) in its natural and secondary stands in Slovenia
Opis	SLO	Z dendrokronološkimi metodami smo analizirali debelinsko priraščanje smreke na osmih lokacijah v Sloveniji. Med njimi je bilo pet naravnih smrekovih združb, v druge je bila smreka umetno vnesena v preteklosti, oziroma je bil povečan njen naravni delež. Na vsaki ploskvi smo s prirastoslovnim svedrom odvzeli izvrtke najmanj 20 dreves. V dendrokronološkem laboratoriju smo jih posušili in zbrusili do visokega sijaja, nato pa skenirali s pomočjo sistema ATRICS ter izmerili širine branik v programih Coorecorder in CDendro. Ugotovili smo, da med naravnimi in antropogenimi rastišči ni značilnih razlik v debelinskem priraščanju. Na lokacijah Sorško polje, Ravnik in Mašun smo opazili spremembe v debelinskem priraščanju, ki kažejo, da se vpliv temperature zraka (toplejša poletja) in padavin (pogostejši pojav suše) na rast povečuje. Analiza značilnih let je pokazala, da so le-ta v zadnjih 30 letih pogostejša in da se pojavljajo na več lokacijah hkrati, predvsem pa se je povečalo število negativnih značilnih let, t.j. nadpovprečno toplih in suhih let.
	ANG	A dendrochronological analysis of the spruce's radial increment at eight different plots was conducted throughout Slovenia. The plots selected were diverse: five of them were natural spruce stands; in others, the spruce was introduced anthropogenically in the past for economic reasons, or its natural share in stands was increased. We took samples of at least 20 trees per plot and examined them in the dendrochronological laboratory using Advanced Tree-Ring Image Capturing System (ATRICS) and specialized dendrochronological software. We compared the growth in natural spruce stands with the secondary (anthropogenic) ones and found no statistical differences in growth patterns between these two groups. However, we found some evidence for climate change effect on radial increment at locations Sorško polje, Ravnik and Mašun, which indicates that air temperature and precipitation now have stronger effect on spruce growth than in the past. Analysis of pointer years suggests that extreme events (exceptionally warm and dry years) are more common and widespread in the last 30 years.
Objavljeno v	Gozdarski inštitut Slovenije, založba Silvae Slovenica; Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo; Acta silvae et ligni; 2018; [Št.] 117; str. 35-46; Avtorji / Authors: Stopar Samo, Jevšenak Jernej, Kobler Andrej, Levanič Tom	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2. COBISS ID	4797094	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Raznolik odziv pomlajevanja bukve, jelke in smreke na povečano svetlobno intenziteto kot posledica naravne katastrofe
	ANG	Divergent response of European beech, silver fir and Norway spruce advance regeneration to increased light levels following natural disturbance
Opis	SLO	Primerjalna študija mladih bukvic, jelk in smreke v mešanih sestojih v Sloveniji je bila opravljena na štirih lokacijah, ki so bile izpostavljene hitremu razpadu nadstreška po hudem žledolomu leta 2014. Količina dušika (N <sub>tot</sub> ), masa listov na površino (LMA), največji asimilacijski odziv na svetlobo (A <sub>max</sub> ) in kvantni izkoristek (%) smo merili v treh kategorijah različnih jakosti svetlobe pod zaprtimi krošnjami z indirektnim »Site factor-jem« (ISF) <15%, na robu gozda (15% <ISF < 25%) in na prostem (ISF > 25%). Odzive dreves smo primerjali med poškodovanimi ploskvami, ki so bile na hitro odprte in izpostavljene svetlobi in nepoškodovanimi rastišči, kjer so se mlada drevesa v obdobju dveh zaporednih let postopoma

Dosežek	
	<p>prilagajala svetlobnemu okolju. Vsebnost dušika v listih vseh treh vrstah je bila v optimalnih mejah, najvišjih na odprtem in najnižjih v krošnjah. Hitro izpostavljanje povečani svetlobi je najbolj neposredno vplivalo na jelko v kategoriji gozdnih robov in pod odprtimi krošnjami. V nasprotju z jelko se je bukev odzvala ugodno, pri smreki pa ni bilo opaziti razlik v odzivu. Učinkovitost asimilacije, kjer sta se jelka in bukev v obeh letih enakovredno pomaknili proti senci.</p>
ANG	<p>A comparative study of young European beech, silver fir and Norway spruce in the Slovenian mixed forest stands was made at four locations, exposed to the rapid canopy disintegration after the severe ice storm in 2014. Nitrogen amount (N<sub>tot</sub>), Leaf mass per area (LMA), maximal Assimilation response to light (A<sub>max</sub>) and Quantum yield (%) were measured in three categories of different light intensities under closed canopy with Indirect Site Factor (ISF) &lt; 15%, at the forest edge (15% &lt; ISF &lt; 25%) and in the open (ISF &gt; 25%). Tree responses were compared between damaged plots % rapidly exposed to light and undamaged sites, where young trees gradually adapted to the light environment during two subsequent years after the disturbance event. Nitrogen content of all three species was within optimal range values, highest in the open and lowest under canopy conditions on every plot. Rapid exposure to increased light levels affected most directly fir in the category of forest edge and under open canopies. Contrary to fir, beech responded in a favourable way, while no differences in response were evident in spruce.</p>
Objavljeno v	Elsevier; Forest Ecology and Management; 2017; Vol. 399; str. 206-212; Impact Factor: 3.169; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.477; A': 1; WoS: KA; Avtorji / Authors: Čater Matjaž, Diaci Jurij
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

### 8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti<sup>6</sup>

Dosežek														
1.	<table border="1"> <tr> <td>COBISS ID</td> <td>5188262</td> <td>Vir: COBISS.SI</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Naslov</td> <td>SLO</td> <td>Dendrokronološka analiza debelinskega priraščanja smreke (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) na območju njene naravne in umetne razširjenosti v Sloveniji</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Dendrochronological analysis of the radial growth of Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L. Karst) in its natural and secondary stands in Slovenia</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Opis</td> <td>SLO</td> <td>Po podatkih iz letnih poročil Zavoda za gozdove Slovenije se delež smreke v naših gozdovih v zadnjem času manjša. Razlog za to so vse pogostejše ujme, domnevno pa tudi klimatske spremembe. Glede na to, da je smreka pomembna gospodarska vrsta, ki je pri nas na robu svojega naravnega areala, smo želeli preveriti njen trend ter razmisliti o njeni perspektivi v prihodnje. Z dendrokronološkimi metodami smo analizirali debelinsko priraščanje smreke na osmih lokacijah v Sloveniji. Med njimi je bilo pet naravnih smrekovih združb, v ostale je bila smreka umetno vnešena v preteklosti oziroma je bil povečan njen naravni delež. Na vsaki ploskvi smo odvzeli vzorce vsaj 20 dreves. V dendrokronološkem laboratoriju smo jih primerno obdelali in analizirali s pomočjo sistema ATRICS ter različnih računalniških programov. Ugotovili smo, da med naravnimi in antropogenimi rastišči ni značilnih razlik v priraščanju. V nekaterih primerih pa smo opazili vplive klimatskih sprememb, ki se odražajo kot povečan vpliv temperature in padavin na rast, kar nakazuje na pojav suše in otoplitve. Analiza značilnih let je pokazala, da so le-ta bolj izrazita v zadnjih 30 letih, kar kaže na pogostejše ekstremne dogodke.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>According to the yearly reports of Slovenia Forest Service, the percentage of Norway spruce in Slovenian forests is declining. This is because of the</td> </tr> </table>	COBISS ID	5188262	Vir: COBISS.SI	Naslov	SLO	Dendrokronološka analiza debelinskega priraščanja smreke ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.) na območju njene naravne in umetne razširjenosti v Sloveniji	ANG	Dendrochronological analysis of the radial growth of Norway spruce ( <i>Picea abies</i> (L. Karst) in its natural and secondary stands in Slovenia	Opis	SLO	Po podatkih iz letnih poročil Zavoda za gozdove Slovenije se delež smreke v naših gozdovih v zadnjem času manjša. Razlog za to so vse pogostejše ujme, domnevno pa tudi klimatske spremembe. Glede na to, da je smreka pomembna gospodarska vrsta, ki je pri nas na robu svojega naravnega areala, smo želeli preveriti njen trend ter razmisliti o njeni perspektivi v prihodnje. Z dendrokronološkimi metodami smo analizirali debelinsko priraščanje smreke na osmih lokacijah v Sloveniji. Med njimi je bilo pet naravnih smrekovih združb, v ostale je bila smreka umetno vnešena v preteklosti oziroma je bil povečan njen naravni delež. Na vsaki ploskvi smo odvzeli vzorce vsaj 20 dreves. V dendrokronološkem laboratoriju smo jih primerno obdelali in analizirali s pomočjo sistema ATRICS ter različnih računalniških programov. Ugotovili smo, da med naravnimi in antropogenimi rastišči ni značilnih razlik v priraščanju. V nekaterih primerih pa smo opazili vplive klimatskih sprememb, ki se odražajo kot povečan vpliv temperature in padavin na rast, kar nakazuje na pojav suše in otoplitve. Analiza značilnih let je pokazala, da so le-ta bolj izrazita v zadnjih 30 letih, kar kaže na pogostejše ekstremne dogodke.		According to the yearly reports of Slovenia Forest Service, the percentage of Norway spruce in Slovenian forests is declining. This is because of the
COBISS ID	5188262	Vir: COBISS.SI												
Naslov	SLO	Dendrokronološka analiza debelinskega priraščanja smreke ( <i>Picea abies</i> (L.) Karst.) na območju njene naravne in umetne razširjenosti v Sloveniji												
	ANG	Dendrochronological analysis of the radial growth of Norway spruce ( <i>Picea abies</i> (L. Karst) in its natural and secondary stands in Slovenia												
Opis	SLO	Po podatkih iz letnih poročil Zavoda za gozdove Slovenije se delež smreke v naših gozdovih v zadnjem času manjša. Razlog za to so vse pogostejše ujme, domnevno pa tudi klimatske spremembe. Glede na to, da je smreka pomembna gospodarska vrsta, ki je pri nas na robu svojega naravnega areala, smo želeli preveriti njen trend ter razmisliti o njeni perspektivi v prihodnje. Z dendrokronološkimi metodami smo analizirali debelinsko priraščanje smreke na osmih lokacijah v Sloveniji. Med njimi je bilo pet naravnih smrekovih združb, v ostale je bila smreka umetno vnešena v preteklosti oziroma je bil povečan njen naravni delež. Na vsaki ploskvi smo odvzeli vzorce vsaj 20 dreves. V dendrokronološkem laboratoriju smo jih primerno obdelali in analizirali s pomočjo sistema ATRICS ter različnih računalniških programov. Ugotovili smo, da med naravnimi in antropogenimi rastišči ni značilnih razlik v priraščanju. V nekaterih primerih pa smo opazili vplive klimatskih sprememb, ki se odražajo kot povečan vpliv temperature in padavin na rast, kar nakazuje na pojav suše in otoplitve. Analiza značilnih let je pokazala, da so le-ta bolj izrazita v zadnjih 30 letih, kar kaže na pogostejše ekstremne dogodke.												
		According to the yearly reports of Slovenia Forest Service, the percentage of Norway spruce in Slovenian forests is declining. This is because of the												

Dosežek		greater frequency of natural disasters and, presumably, climate change. Spruce is even more sensitive in Slovenia as it is at the edge of its natural area. Since spruce is an important economic species, it is vital to research its future trends. We conducted a dendrochronological analysis of the spruce's radial increment at eight different plots throughout Slovenia. The plots selected were diverse: some were natural spruce stands; in some the spruce was introduced anthropologically in the past for economic reasons, or its natural share in stands was increased. We took samples of at least 20 trees per plot and examined them in the dendrochronological laboratory using Advanced Tree-Ring Image Capturing System (ATRICS) and different software. We compared the growth in natural spruce stands with the secondary (anthropogenic) ones and found no statistical differences in growth patterns between those two groups. However, we found some evidence for climate change, affecting growth on some of the selected sites. Analysis of pointer years suggests that extreme events are more common in the last 30 years.
Šifra	D.10	Pedagoško delo
Objavljeno v	[S. Stopar]; 2018; IX f., 64 f.; Avtorji / Authors: Stopar Samo	
Tipologija	2.09	Magistrsko delo

## 9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

V okviru diseminacijskih aktivnosti smo organizirali več delavnic in zaključno konferenco.

1. Delavnica za gojitelje (pretežno Zavod za gozdove Slovenije)
2. Delavnica za lastnike gozdov, gojitelje in lastnike žag
3. Zaključna konferenca za zainteresirano strokovno javnost

LEVANIČ, Tom. Rast smreke v spremenjenih klimatskih razmerah [COBISS.SI-ID 5523110]

LEVANIČ, Tom. Vplivni rastiščni dejavniki za preživetje smreke in dejavniki mortalitete [COBISS.SI-ID 5545638]

LEVANIČ, Tom. Kako se podnebne spremembe kažejo v rasti (drevesnih branikah) izbranih drevesnih vrst? [COBISS.SI-ID 5252262]

MARINŠEK, Aleksander, KUTNAR, Lado. Pomlajevanje in vraščanje smreke [COBISS.SI-ID 5545126]

KUTNAR, Lado, KOBLEK, Andrej. Stanje smrekovih sestojev in scenariji prihodnjega razvoja [COBISS.SI-ID 5544870]

MARINŠEK, Aleksander, KUTNAR, Lado. Smrekova rastišča v Sloveniji [COBISS.SI-ID 5007782]

KUTNAR, Lado, KOBLEK, Andrej. Vpliv podnebnih sprememb na potencialno razširjenost in delež smreke v Sloveniji [COBISS.SI-ID 4995750]

ČATER, Matjaž. Gozdnogojitvene smernice za obnovo in ohranjanje smreke v prihodnje [COBISS.SI-ID 5545894]

ČATER, Matjaž. Rastišča smreke v Sloveniji in pomlajevanje smreke [COBISS.SI-ID 5522598]

BOŽIČ, Gregor, WESTERGREN, Marjana. Izbor ustreznih provenienc smreke [COBISS.SI-ID 5522854]

WESTERGREN, Marjana, BOŽIČ, Gregor. Sanacija ogolelih površin s sadnjo smreke [COBISS.SI-ID 5545382]

## 10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 10.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Čisti in mešani smrekovi so zelo razširjeni v severnih, osrednjih in goratih predelih Evrope. V številnih regijah ima gospodarjenje s smreko ključno gospodarsko vlogo v podeželskem gospodarstvu ter povečevanju družbenega dohodka in blaginje. Smrekovi gozdovi so tudi pomembni varovalni gozdovi in nosilci habitatov rastlinskih in živalskih vrst mnogih evropskih regij. S projektom smo skušali kar se da celovito osvetliti problem smreke v slovenskih

gozdovih – razširjenost, rast, mortaliteta, regeneracija, biotski in abiotski dejavniki rasti in preživetja ter njeno gospodarsko vlogo v sedanjem in bodočem gozdu. Neposredni uporabniki naših spoznanj so strokovnjaki na Zavodu za gozdove Slovenije, ki so bili tudi sodelavci na projektu. Strokovnjaki Zavoda za gozdove so, kot rezultat projekta, dobili smernice, ki jih bodo lahko uporabljali pri (1) gozdno-gojitveni obravnavi smrekovih sestojev in uporabili (2) pri gozdno-gospodarskem načrtovanju oz. za razvoj adaptivnega gospodarjenja z gozdovi, ki bo upošteval scenarije klimatskih sprememb ter plastičnost ter odzivnost drevesnih vrst.

Diseminaciji znanj, vključevanju interesnih skupin in svetovanju pri vodenju politik smo namenili celoten delovni sklop (DS6); z organizacijo delavnic in mini konferenc smo skušali doseči vse ključne akterje vpletene v gospodarjenje s smreko - lastnike gozdov, gozdne praktike oblikovalce gozdarske politike.

ANG

Pure and mixed spruce stands are abundant and naturally distributed in northern, central and montane parts of Europe, where forest management with Norway spruce contributes major part in local economy and wellbeing. At the same time represent spruce stands valuable protection forests and habitats of numerous species in the region. With the project, we tried to shed as much light as possible on the problem of spruce in Slovenian forests – its distribution, growth, biotic and abiotic factors of growth as well as survival and its economic role in the current and future forests.

Proposed project focused on problematic of spruce stands in Slovenia with direct beneficiaries being forest practitioners from Slovenian Forestry Service, also project coworkers. SFS will benefit guidelines based on realistic and locally specific information about spruce responses and its main limiting factors. Guidelines will be used in forest adaptive forest management planning that would mitigate effects of extreme weather events including active and passive adaptation elements, resistance, resilience and response options.

A complete work package (DS6) was designed to the dissemination of results that are targeting forest practitioners, forest owners and policy makers.

## 10.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Gozdno-lesna veriga, čeprav krepko v povojih, temelji na domači lesni surovini. Smreka, poleg jelke, bukve in hrasta, spada med gospodarsko najpomembnejše lesne vrste v Sloveniji. Smrekovina je vsestransko uporabna, ima solidno trajnost ter dobre mehanske in fizikalne lastnosti. Velika večina žagarske industrije v Sloveniji temelji na predelavi iglavcev in še posebej na smrekovini. Izginotje smreke v slovenskih gozdovih bi imelo neslutene ekonomske in gospodarske posledice, zato je ohranitev smreke v gozdnih sestojih ključna, strateška odločitev Slovenije.

S projektom smo naredili celovito analizo stanja v smrekovjih, spoznanja pa združili v scenarije razvoja smrekovij s poudarkom na zagotavljanju ustrezne lesne surovine in zagotavljanju vseh ekosistemskih storitev v prihodnje ob vključevanju okoljskih sprememb v gospodarjenje z gozdom. Pomemben cilj projekta je bila tudi priprava smernic za lastnike gozdov (ki so neposredno zainteresirani za ohranjanje smreke v sestojih), gojitelje in praktike (ki imajo moč usmerjanja sestojev v to ali ono smer) ter nosilce odločanja (ki imajo moč, da preko zakonodaje usmerjajo razvoj gozdov in gozdarstva). Smernice pa bodo imele, preko ukrepov, neposreden in dolgoročen vpliv na celotno gozdno-lesno verigo.

ANG

The forest-timber chain in Slovenia, although bold in its infancy, is based on domestic timber. In addition to fir, beech and oak, spruce is one of the most economically important wood species in Slovenia. Spruce is versatile, has solid durability and good mechanical and physical properties. The vast majority of the sawmill industry in Slovenia is based on the processing of conifers and especially spruce. The disappearance of spruce in Slovenian forests would have unforeseen economic and economic consequences, so the preservation of spruce in forest stands is a key, strategic decision of Slovenia.

With the project, we made a comprehensive analysis of the situation in spruce stands in Slovenia, and combined the findings into scenarios of spruce development with an emphasis on providing adequate wood raw material and providing all ecosystem services in the future while integrating environmental changes into forest management. An important goal of the project was also the preparation of guidelines for forest owners (who are directly interested

in keeping spruce in stands), growers and practitioners (who have the power to direct stands in one or another direction) and decision makers (who have the legislative power to guide forest development and forestry). However, the guidelines will, through the measures, have a direct and long-term impact on the entire forest-timber chain.

## 11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

### 11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v domačih znanstvenih krogih  
 pri domačih uporabnikih

**Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?**<sup>11</sup>

Zveza lastnikov gozdov Slovenije  
 Zavod za gozdove Slovenije  
 Zasebniki (lastniki gozdov)

### 11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- v mednarodnih znanstvenih krogih  
 pri mednarodnih uporabnikih

**Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:**<sup>12</sup>

Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Hrvaška  
 Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko, Hrvaška

Neformalno: WSL, Švica

**Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:**<sup>13</sup>

Sodelovanje na projektu "Utjecaj gospodarenja i klimatskih promjena na dinamiku rasta stabala i sastojina jele Dinarskog područja Hrvatske – FirGroDin, Hrvatska zaklada za znanost, 2018-2022", vodja prof.dr. Jura Čavlović, Šumarski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu  
 Sodelovanje na projektu "Vitalitet obične bukve (Fagus sylvatica L.) u izmijenjenim klimatskim uvjetima (VitaClim) - Hrvatska zaklada za znanost, 2018-2022", vodja projekta dr. Nenad Potočić, Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko, Hrvaška

Neformalno: podatki o rasti smrek na slovenskih rastiščih so bili poslani na WSL Švica, za vključitev v model rasti smreke na smrekovih rastiščih v Evropi (rezultati še niso objavljeni)

**12. Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	



	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**


---



---

**13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**


---

**14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi Javnih razpisov za sofinanciranje ciljnih raziskovalnih projektov za leta 2016, 2017, 2018 in 2019<sup>14</sup>**

<a href="http://smreka2016.gozdis.si/home">http://smreka2016.gozdis.si/home</a>
---

**C. IZJAVE**

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

**Podpisi:**

*zastopnik oz. pooblaščenca oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Gozdarski inštitut Slovenije

Tomislav Levanič

---

## ŽIG

Datum:

### Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2020/21

---

<sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Navedite morebitna bistvena odstopanja in spremembe od predvidenega programa dela raziskovalnega projekta, zapisanega v prijavi raziskovalnega projekta. Navedite in utemeljite tudi spremembe sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta. Če sprememb ni bilo, navedite »Ni bilo sprememb«. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite dosežke na raziskovalnem področju, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FORD področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite dosežke na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti, ki so nastali v okviru tega projekta. Dosežke iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FORD področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Dosežek na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti je po svoji strukturi drugačen kot dosežek na raziskovalnem področju. Povzetek dosežka na raziskovalnem področju je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek dosežka na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. v sistemu COBISS rezultat ni evidentiran). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Izvajalec mora za projekte, odobrene na podlagi Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2016« v letu 2016, Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2017« v letu 2017 in Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2019« v letu 2019 ter Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2016 in Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2018, na spletnem mestu svoje RO odpreti posebno spletno stran, ki je namenjena projektu. Obvezne vsebine spletne strani so: vsebinski opis projekta z osnovnimi podatki glede financiranja, sestava projektne skupine s povezavami na SICRIS, faze projekta in njihova realizacija, bibliografske reference, ki izhajajo neposredno iz izvajanja projekta ter logotip ARRS in drugih sofinancerjev. Spletna stran mora ostati aktivna še 5 let po zaključku projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2020 v1.00

77-6B-F3-38-BD-78-41-74-AC-26-EF-B7-9E-0E-10-74-7B-F9-7D-B7

# V4-1614: Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije

- zaključno poročilo (1.10.2016 – 30.9.2019)

---

Vodja CRP projekta: prof.dr. Tomislav LEVANIČ, Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, [tom.levanic@gozdis.si](mailto:tom.levanic@gozdis.si)

## Povzetek projekta

Vse večje zahteve za vzdržno in prilagoditveno gospodarjenje z gozdovi za uspešnejše kljubovanje klimatskim spremembam se povečujejo tako na operativni kot na politični ravni. Negotovost sprememb in ranljivosti drevesnih vrst omejujeta uporabo novih konceptov gospodarjenja. Razvita orodja ocene tveganj se v praksi navadno ne uporabljajo, saj so vhodni podatki velikokrat zapleteni in ocene parametrov tveganja visoke; rezultati zato niso uporabni v praksi, kjer iščemo predvsem tehnične - neposredne rešitve. Kartiranje in opredeljevanje občutljivih območij je zapolnilo vrzel in je ključno izhodišče za smernice potrebnih ukrepov po ekstremnih dogodkih, kot tudi za dolgoročne spremembe z zahtevami spremljanja stanja.

### Projekt se je osredotočil na:

- 1 – Gospodarjenje s smreko v prihodnje z identifikacijo občutljivih rastišč na osnovi podnebnih scenarijev, talne preskrbe z vodo in potencialnimi gradacijami podlubnikov in drugimi dejavniki tveganja.
- 2 – Povezovanje odziva dreves (rast, fiziološki odziv) na pretekle ekstremne dogodke v različnih klimatskih, rastiščnih in sestojnih razmerah za določitev prilagodljivosti in odzivne sposobnosti za bodoče prilagoditveno gospodarjenje.
- 3 – Ozaveščanje lastnikov gozdov o pomenu klimatskih sprememb in izzivih ki jih le-ti prinašajo in na prenos znanja in dobri praks gospodarjenja s smreko v gozdarsko operativo.

Smernice za prilagoditveno gospodarjenje je v procesu oblikovanja vključevalo povratne informacije interesnih skupin - neposrednih operativnih uporabnikov, kar je bilo dodatno zagotovilo za doseg optimalnih rešitev glede izbora drevesnih vrst, proizvodnih dob itd. na rastiščih s povečanim tveganjem. Opredelitev omejitev na območjih tveganja je vplivalo na gospodarjenje in rastne modele, ki jih pogojujejo klimatski dejavniki in posebnosti rastišč. Preverba obstoječih modelov s posodobljenimi odzivi drevja pa je bila osnova za odločitve glede snovanja / oblikovanja novih sestojev, pomlajevanja ali ohranjanja obstoječih oblik sestojev z večjim deležem tveganja. Komunikacija z različnimi deležniki je zagotovila zadostno podlago za podporo odločitev v gozdarski politiki na lokalni in regionalni ravni



Delo na projektu je bilo zastavljeno v 7 delovnih sklopih. Prvi štirje delovni sklopi so bili namenjeni obdelavi raziskovalne problematike z različnih vidikov. V DS-1 smo se osredotočili predvsem na stanje sestojev s smreko v Sloveniji in na scenarije prihodnjega razvoja sestojev s smreko v Sloveniji. V DS-2 smo se osredotočili na pomlajevanje in vraščanje smreke, kar je v tem trenutku še posebej aktualno, saj je smreka močno prizadeta zaradi žledoloma, napadov podlubnika in vetrolomov. V DS-3 smo preučili možnosti sanacije ogolelih površin s sadnjo smreke in pri tem upoštevali možnosti in omejitve rastišč in klime, to, zadnje, je še posebej pomembno, saj scenariji klimatskih sprememb predvidevajo dvig temperature ob bolj ali manj nespremenjenem padavinskem režimu. Zadnji sklop DS-4 se je osredotočil na dejavnike, ki vplivajo na mortaliteto smreke in dejavnike, ki omogočajo preživetje smreke, tudi v pogojih spremenjenih klimatskih razmer.

Delovni sklopi 5 do 7 so bili namenjeni sintezi znanj, pripravi gozdnogojitvenih smernic in vodenju projekta (DS-7). V okviru projekta smo izvedli tudi intenzivno diseminacijo – celoten DS-6 je namenjen diseminaciji in pripravi smernica za gospodarjenje s smreko, saj menimo, da so Zavod za gozdove Slovenije in lastniki gozdov tista skupina, ki lahko največ doprinese k ustreznemu, okolju in okoljskim spremembam prilagojenemu gospodarjenju s smreko.

## DS 1: Stanje smrekovih sestojev in scenariji prihodnjega razvoja

**Vodja:** dr. Lado Kutnar

**Člani:** dr. Andrej Kobler, dr. Nikica Ogris

**Cilj:** Na osnovi obstoječih podatkov ugotoviti razširjenost in deleže smreke v gozdnih sestojih in na osnovi modelov napovedati prihodnji razvoj smrekovih gozdov ter njene deleže.

### Pričakovani rezultati

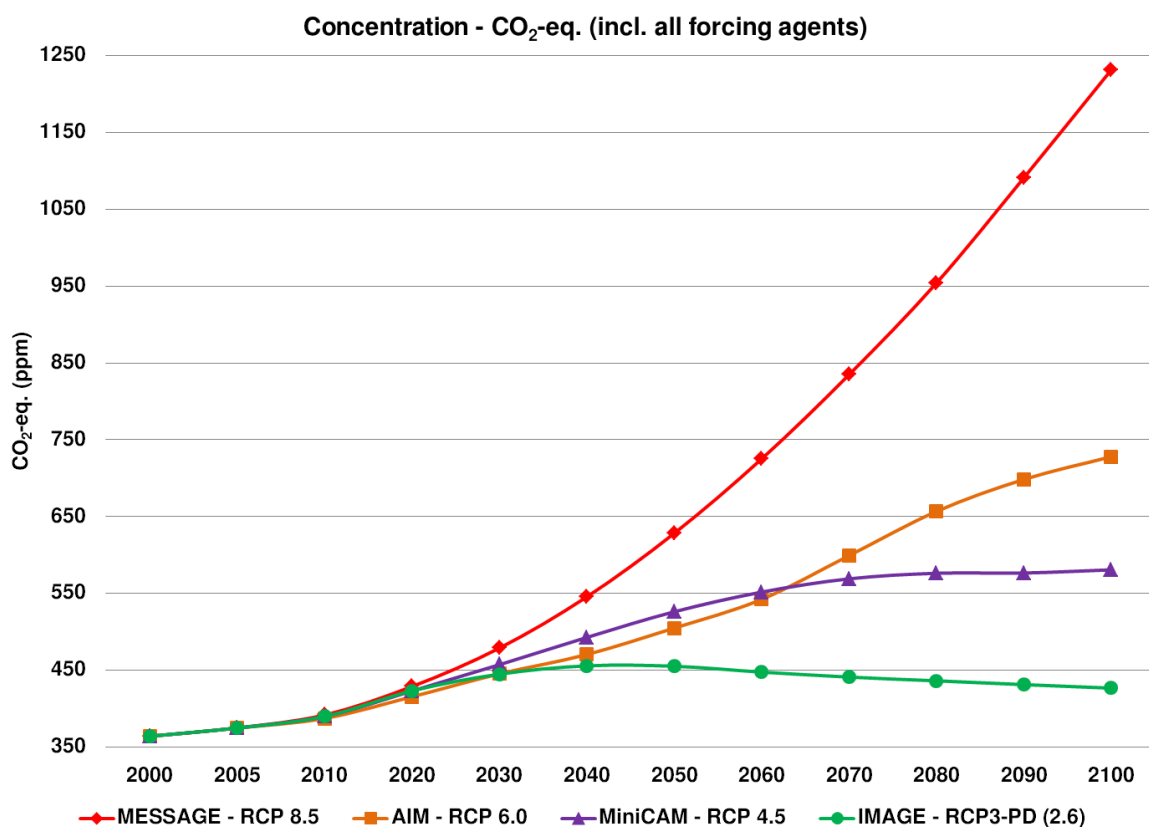
- Karta sedanjih potencialnih rastišč smrekovih združb v Sloveniji
- Karta sedanje razširjenosti smreke z njenim deležem v lesni zalogi gozdnih sestojev
- Model sedanje razširjenosti smreke na osnovi ključnih ekološko-rastiščnih dejavnikov v Sloveniji
- Karte potencialne razširjenosti smreke v prihodnosti ob upoštevanju različnih scenarijev podnebnih sprememb, mortalitete smreke v zadnjem obdobju in gradacij smrekovih podlubnikov
- Priprava izhodiščnih prostorskih podatkov o pojavljanju smreke za ostale delovne sklope in za sintezo na nivoju celotnega CRP projekta

### Karte potencialne razširjenosti smreke v Sloveniji v prihodnje

Izdelali smo model sedanje distribucije smreke na podlagi naslednjih skupin pojasnjevalnih spremenljivk: tla, relief, klima v obdobju 1980-2010, ekološka regionalizacija, fragmentacija gozda. *Random forest* model, sestavljen iz množice podmodelov v obliki regresijskih dreves deluje v rastrskem okolju s horizontalno ločljivostjo 1 x 1 km<sup>2</sup>. Na podlagi tega modela smo izdelali karto sedanje modelne distribucije lesne zaloge smreke v Sloveniji, ki korelira z dejansko distribucijo z  $r = 0,62$  (delež pojasnjene variabilnosti je 38,7%).

S pomočjo modela smo izdelali optimistično in pesimistično napoved distribucije smreke za leto 2050 in sicer tako, da smo v model vnesli 30-sekundne napovedi klimatskega modela HadGEM2-AO (vir: [http://www.worldclim.org/cmip5\\_30s](http://www.worldclim.org/cmip5_30s)) za leto 2050 po scenarijih RCP2.6 in RCP6.0 (Representative CO2 Concentration Pathways) Slika 1.

Bodoča prisotnost smreke, je glede na modelne napovedi, v nekaterih sestojih v Sloveniji vprašljiva. Tudi po optimističnem scenariju (rahlo segrevanja ozračja ob rahlem povečanju količine padavin – toplejše in nekoliko vlažnejše podnebje) bo verjetno prišlo do postopne zamenjave primarnih gozdov smreke (na potencialnih rastiščih smrekovih gozdov) in drugotnih gozdov smreke (smreka raste z večjim deležem na rastiščih drugih, predvsem bukovih in jelovo-bukovih gozdov) z gozdovi listavcev. Ob uresnitvi pesimističnega scenarija (zelo izrazito povišanje temperature ozračja ob zmanjšanju količine padavin – vroče in sušnejše podnebje) bi lesna zaloga smreke smreka lahko še bistveno bolj upadla.



Slika 1: Napovedana dinamika atmosferskih koncentracij CO<sub>2</sub> na podlagi scenarijev RCP2.6, RCP4.5, RCP6, and RCP8.5. Vir:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Representative\\_Concentration\\_Pathways](https://en.wikipedia.org/wiki/Representative_Concentration_Pathways)

#### Preglednica 1: Seznam atributov, uporabljenih v analizi in modeliranju

Atribut	Razlaga	Podatek je izpeljan iz (primarni vir)
FID	ID objekta	
FID_kvadra	ID kvadranta	
REC_NUM	ID zapisa	
CentroidX	Xgk centroida kvadranta	
CentroidY	Ygk centroida kvadranta	
DelezVSlo	Delež kvadranta v Sloveniji (0 ... 1)	GURS
prec8110ar	Povprečne letne padavine v mm med 1981 in 2010 po ARSO	ARSO
temp8110ar	Povprečna letna temperatura [°] med 1981 in 2010 po ARSO	ARSO
prec2650	Napovedane letne padavine v 2050 [mm] po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP2.6	WorldClim
prec4550	Napovedane letne padavine v 2050 [mm] po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP4.5	WorldClim

prec6050	Napovedane letne padavine v 2050 [mm] po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP6	WorldClim
prec8550	Napovedane letne padavine v 2050 [mm] po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP8.5	WorldClim
temp2650	Napovedana povprečna letna temperatura [°] v 2050 po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP2.6	WorldClim
temp4550	Napovedana povprečna letna temperatura [°] v 2050 po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP4.5	WorldClim
temp6050	Napovedana povprečna letna temperatura [°] v 2050 po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP6	WorldClim
temp8550	Napovedana povprečna letna temperatura [°] v 2050 po modelu HadGEM2-A0, scenarij RCP8.5	WorldClim
Gozd	Prisotnost gozda v centroidu kvadranta	ZGS
GozdRobDst	Notranja razdalja od gozdnega roba v centroidu kvadranta [m]	ZGS
GozdZaplat	Velikost največje gozdne zaplate [ha], ki sega v kvadrant	ZGS
GozdRobKmN	Dolžina gozdnega roba v kvadrantu [m]	ZGS
tlafao	Razred tal po FAO klasifikaciji	MKGP
ekoregije	Koda ekoregija po Marušiču	BF
NadmVisPov	Povprečna nadmorska višina terena v kvadrantu	GURS
NaklonStPo	Povprečni naklon [°] terena v kvadrantu	GURS
Ekspozicij	Večinski razred ekspozicije terena v kvadrantu	GURS
delezigl	Delež iglavcev v sestoji	ZGS
LZ11SKUHA	Skupna hektarska lesna zaloga smreke v sestoji [m <sup>3</sup> /ha]	ZGS
PR11SKUHA	Skupni hektarski prirastek lesne zaloge smreke v sestoji [m <sup>3</sup> /ha]	ZGS

Ciljna spremenljivka

Pojasnjevalne spremenljivke

Vhodni podatki (Preglednica 1) so bili pridobljeni iz podatkovnih baz ZGS (sestojna karta, gozdni fondi), ARSO (klimatske karte povprečnih letnih temperatur in padavin 1980-2010), MKGP (pedološka karta), GURS (DMR100) in WorldClim (klimatske napovedi povprečnih letnih temperatur in padavin za 2050). Gozdni rob smo zajeli iz sestojne karte ZGS. Ker je preveč podroben za našo prostorsko raven analize (1 km<sup>2</sup>), smo ga posplošili z metodo morfološkega filtriranja (*morphological closing*) z okroglim strukturnim elementom polmera 15 m. To pomeni, da smo iz gozdne maske izločili preseke npr. zaradi gozdnih cest, ožje od 30 m in majhne jase, premera manj kot 30 m. Pri pedološki karti smo upoštevali atribut FAO TYPE, ker ima 25 razredov (Preglednica 2), kajti PSE ali PKE sta tematsko preveč podrobna (preko 900 razredov) za model ločljivosti 1 km<sup>2</sup>. Relief je bil zajet iz DMR ločljivosti 100 m in sicer povprečna nadmorska višina v kvadrantu, povprečni naklon ter prevladujoči tip ekspozicije reliefa (Preglednica 3).

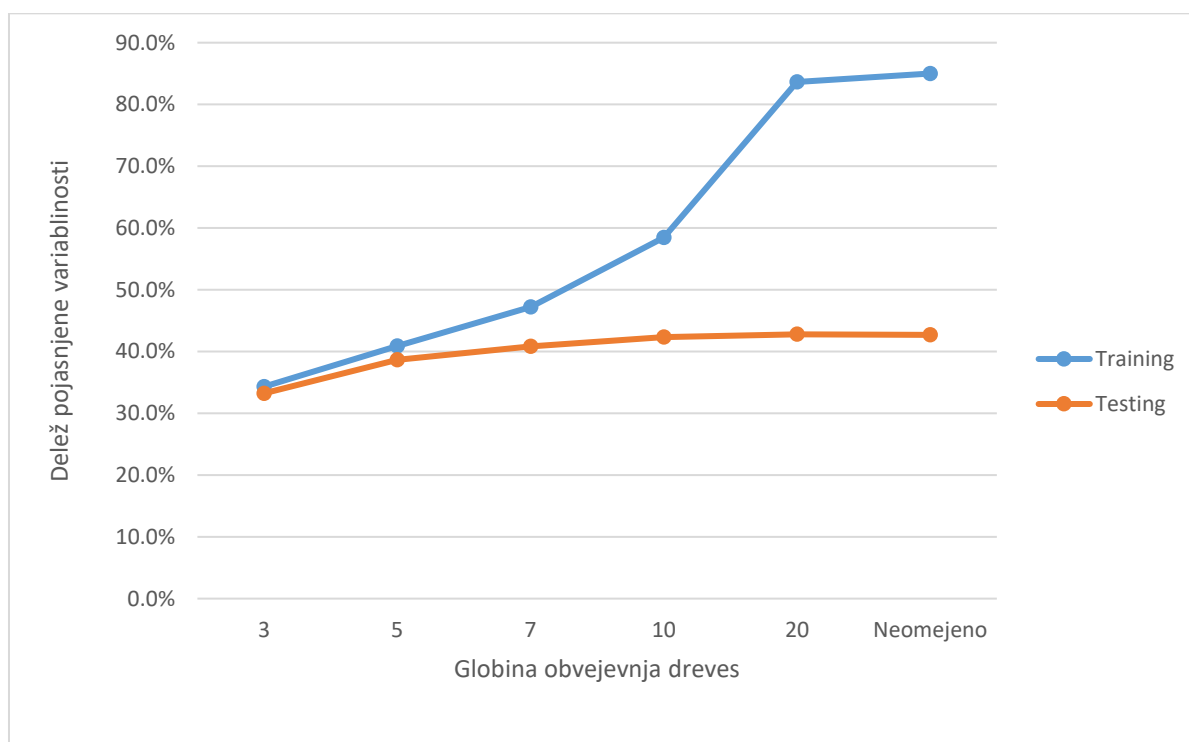
### Preglednica 2: FAO tipi tal

Koda	FAO tip tal
1	ATa
2	ATu
3	CMc
4	CMd
5	CMe
6	CMx
7	FLc
8	FLd
9	FLe
10	GLd
11	GLE
12	GLm
13	HSf
14	HSs
15	LPd
16	LPe
17	LPk
18	LPm
19	LPq
20	LVh
21	PLd
22	PLe
23	PZf
24	RGc
26	RGe

### Preglednica 3: Prevladujoči tip ekspozicije reliefa.

Koda	Ekspozicija
10	Naklon < 10°
21	Severna, Naklon ≤ 19°
22	Severo-vzhodna, Naklon ≤ 19°
23	Vzhodna, Naklon ≤ 19°
24	Jugo-vzhodna, Naklon ≤ 19°
25	Južna, Naklon ≤ 19°
26	Jugozahodna, Naklon ≤ 19°
27	Zahodna, Naklon ≤ 19°
28	Severo-zahodna, Naklon ≤ 19°
31	Severna, Naklon > 19°
32	Severo-vzhodna, Naklon > 19°
33	Vzhodna, Naklon > 19°
34	Jugo-vzhodna, Naklon > 19°
35	Južna, Naklon > 19°
36	Jugozahodna, Naklon > 19°
37	Zahodna, Naklon > 19°
38	Severo-zahodna, Naklon > 19°

Model v obliki *random forest* je bil izdelan z orodjem CLUS (Jan Struyf, Bernard Ženko, Hendrik Blockeel, Celine Vens, Sašo Džeroski, 2010). Model je sestavljen iz 100 regresijskih dreves, končni rezultat za vsak kvadrant je enak povprečju rezultatov 100 modelov. Drevesa so obvejevana na globini 5. Optimalna globina obvejevanja je bila ugotovljena s primerjavo deleža pojasnjene variabilnosti lesne zaloge pri trenažni množici in pri testni množici. Slednja je ocenjena iz 10-kratnega navzkrižnega preverjanja s trenažno množico (10-fold cross-validation on training data), kar kaže Slika 2. Globina obvejevanja, pri kateri se začneta oba deleža razhajati, je 5 in to vrednost smo privzeli pri modelu. Večja globina bi sicer rahlo izboljšala delež pojasnjene variabilnosti, hkrati pa bi povečala prilagajanje modela šumu v podatkih (model overfitting). Podroben opis napake modela je podan v poglavju Napaka modela (PRILOGA – 1).



**Slika 2: Delež pojasnjene variabilnosti lesne zaloge pri trenažni množici in pri testni množici**

Model zajema le tiste kvadrante, kjer se smreka pojavlja v letu 2015. Da bi dobili napovedi porazdelitve lesne zaloge smreke v 2050 smo v naš model vstavili napovedi povprečnih letnih padavin in temperatur klimatskega modela HadGEM2-AO po scenarijih RCP2.6 in RCP6.0. Spremembe klimatskih parametrov na območju, poraščenem s smreko v Sloveniji, kaže Preglednica 4. Ostali parametri, ki vplivajo na modelno porazdelitev smreke (relief, tla, fragmentacija gozda), se v 2050 ne spremenijo. Preglednica 5 in slike od 2 do 5 kažejo sumarne rezultate našega modela na ravni Slovenije.

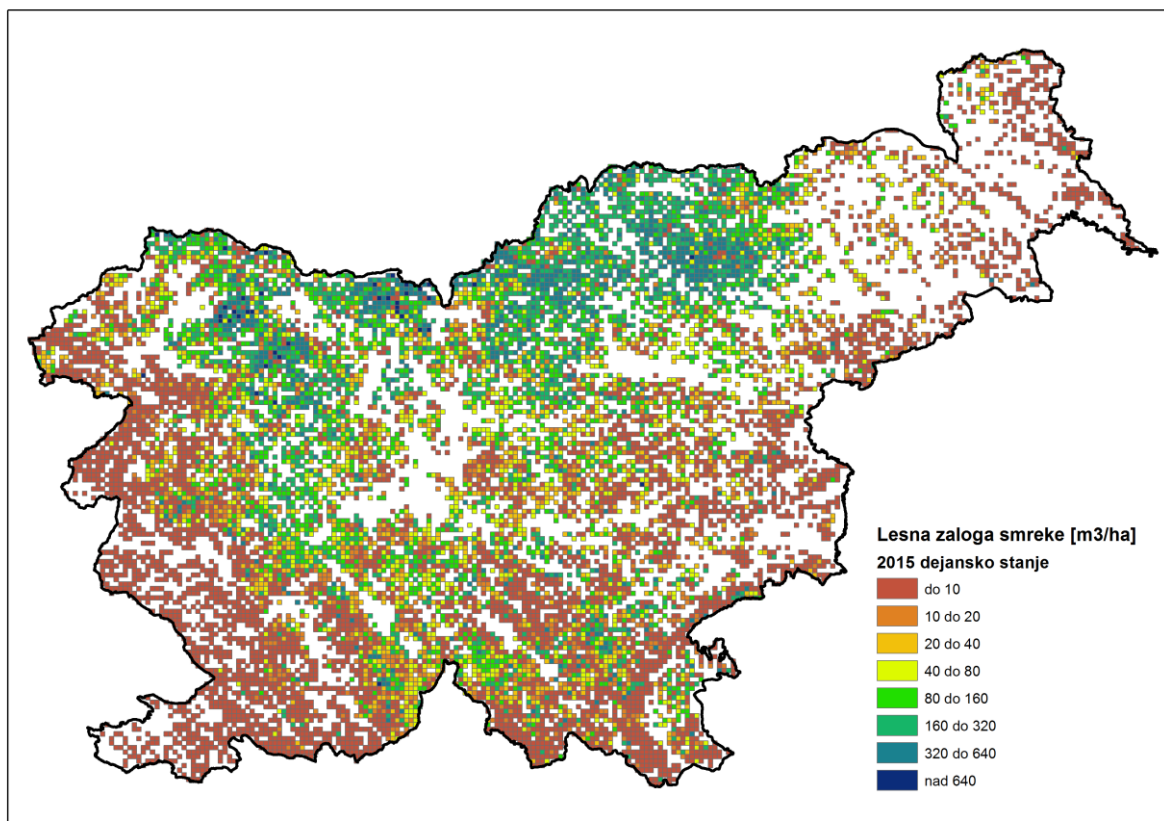
**Preglednica 4: Spremembe klimatskih parametrov na območju, poraščenem s smreko v Sloveniji**

	Povprečna letna temperatura [°]	Povprečne letne padavine [mm]
--	---------------------------------	-------------------------------

Klima 1981-2010	8.7	1600
Napoved 2050 HadGEM2-AO, RCP2.6	12.0	1241
Napoved 2050 HadGEM2-AO, RCP6.0	12.3	1163

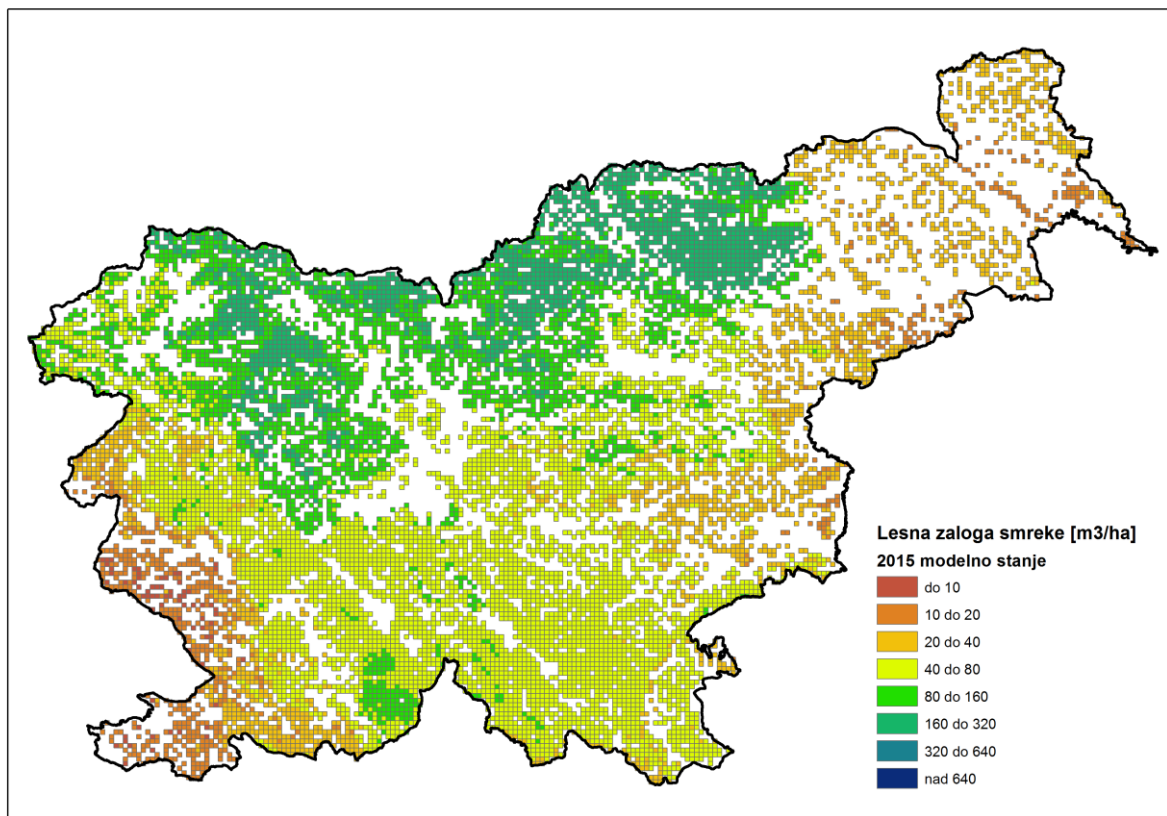
**Preglednica 5: Napoved spreminjanja lesne zaloge smreke v Sloveniji po različnih scenarijih**

	Indeks spremembe glede na leto 2015
Dejansko stanje 2015	100 %
Modelno stanje 2015	100 %
Napoved 2050 HadGEM2-AO, RCP2.6	79 %
Napoved 2050 HadGEM2-AO, RCP6.0	80 %

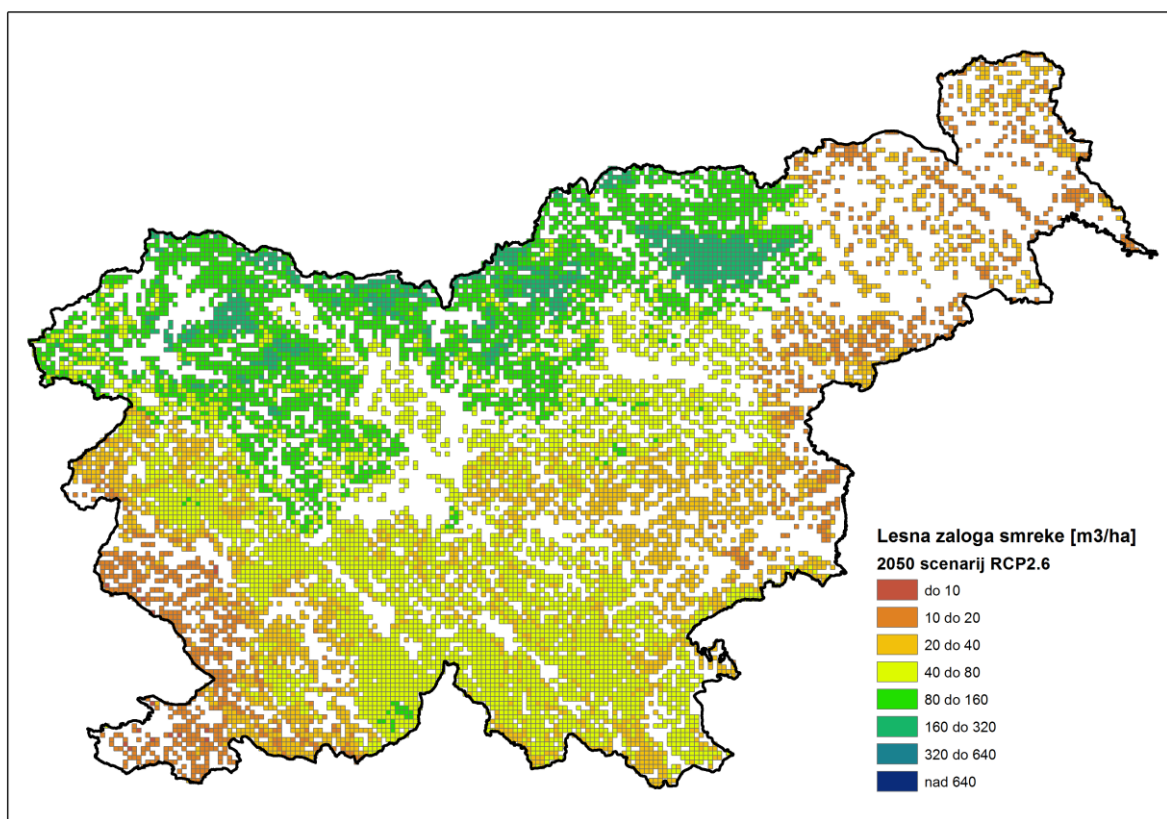


**Slika 3: Dejanska porazdelitev lesne zaloge smreke v letu 2015**

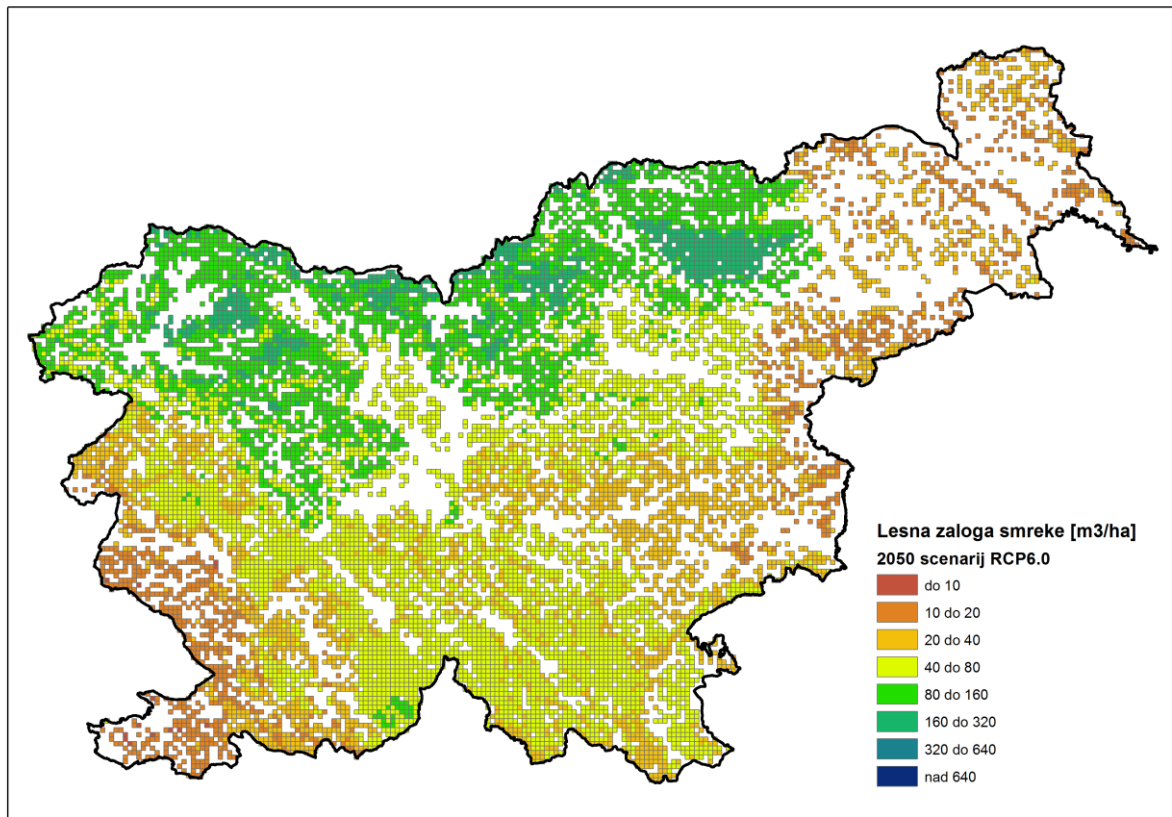




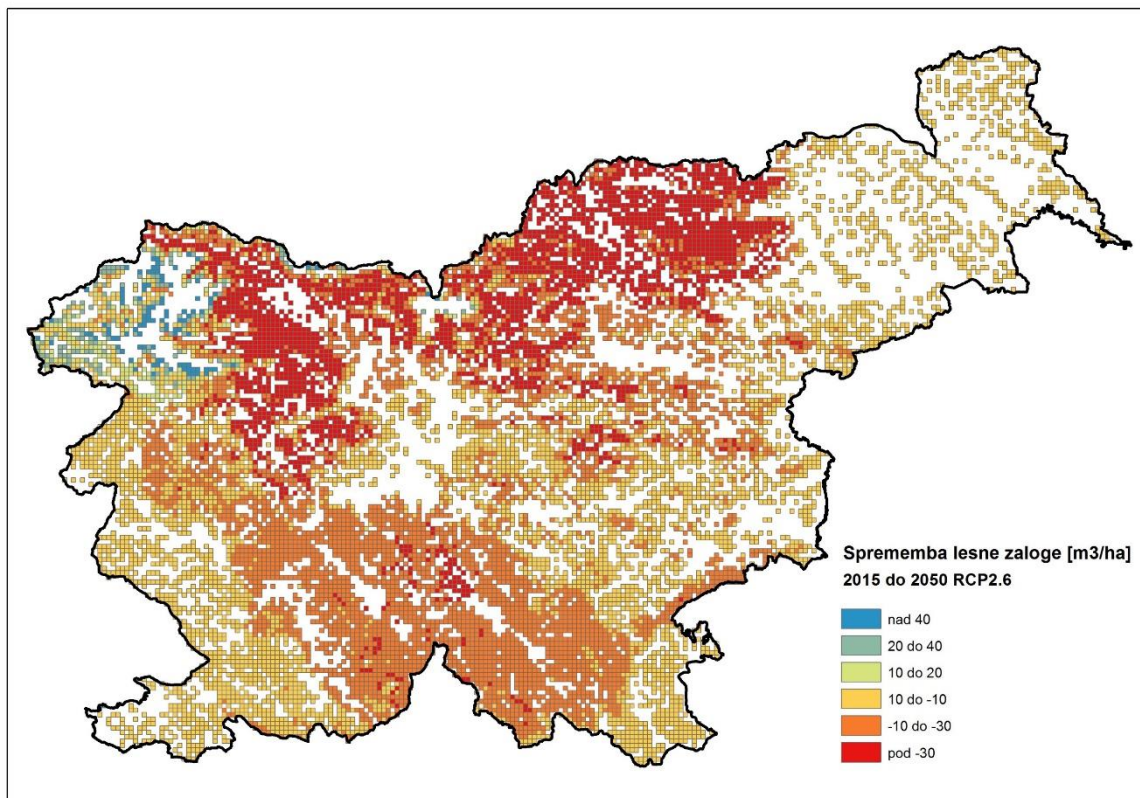
Slika 4: Modelna porazdelitev lesne zaloge smreke v letu 2015



Slika 5: Napovedana porazdelitev lesne zaloge smreke v letu 2050 po RCP 2.6 – optimistični scenarij

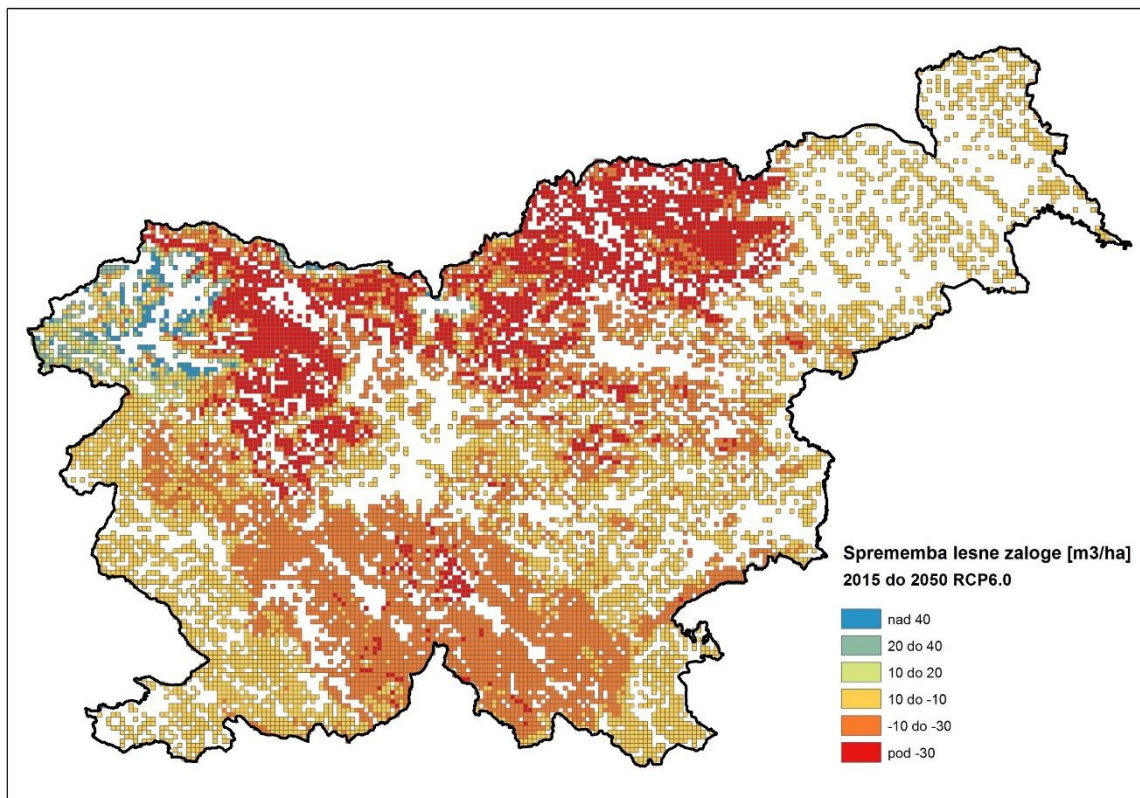


Slika 6: Napovedana porazdelitev lesne zaloge smreke v letu 2050 po RCP 6.0 – pesimistični scenarij



Slika 7: Sprememba lesne zaloge 2015-2050 v m<sup>3</sup>/ha ob upoštevanju optimističnega scenarija





**Slika 8: Sprememba lesne zaloge 2015-2050 v m³/ha ob upoštevanju pesimističnega scenarija**

## Napaka modela

### Training error

-----  
 Number of examples: 11853  
 Mean absolute error (MAE)  
 Default : [96.5871], Avg: 1144846.7843  
 Original : [70.212], Avg: 832223.0042  
 Mean squared error (MSE)  
 Default : [16593.8963]  
 Original : [10263.8786]  
 Root mean squared error (RMSE)  
 Default : [128.8173]  
 Original : [101.3108]  
 Weighted root mean squared error (RMSE)  
 (Weights [0])  
 Default : [1]  
 Original : [0.7865]  
 Pearson correlation coefficient  
 Default : [0], Avg r<sup>2</sup>: 0  
 Original : [0.6395], Avg r<sup>2</sup>: 0.4089

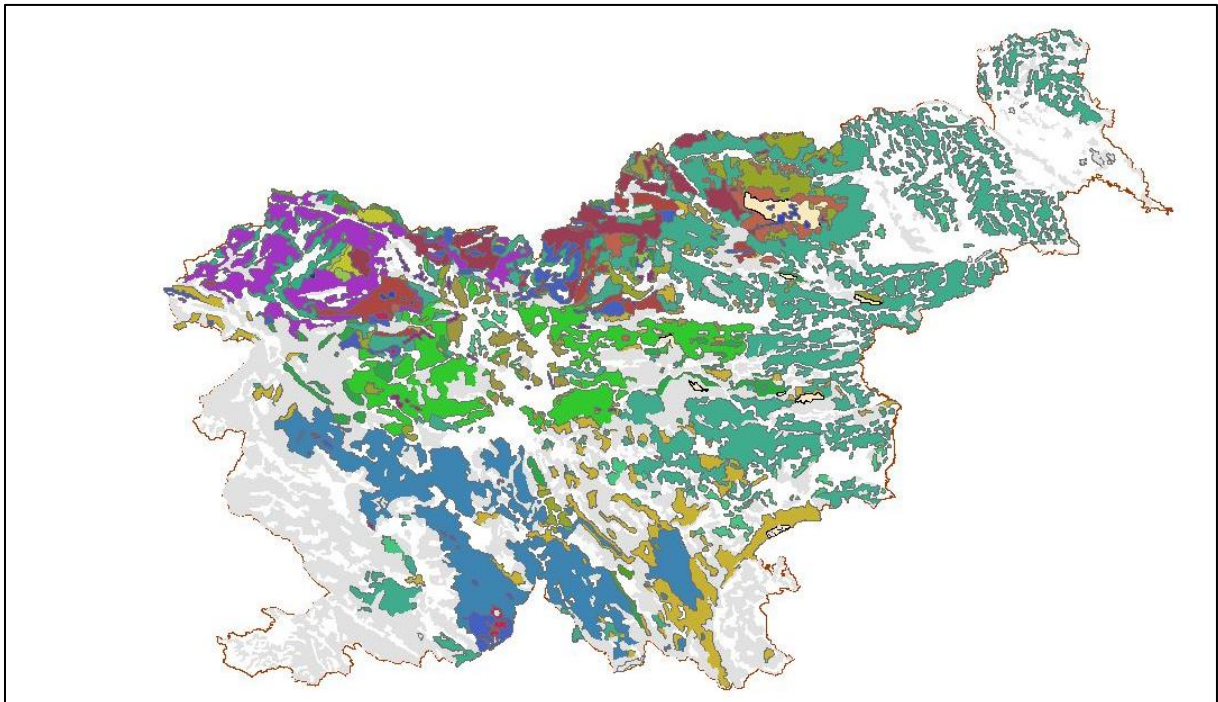
### Testing error

-----  
 Number of examples: 11853  
 Mean absolute error (MAE)  
 Default : [96.6542], Avg: 1145642.6903  
 Original : [70.9165], Avg: 840573.6803  
 Mean squared error (MSE)  
 Default : [16596.4266]  
 Original : [10524.5773]  
 Root mean squared error (RMSE)  
 Default : [128.8271]  
 Original : [102.5894]  
 Weighted root mean squared error (RMSE)  
 (Weights [0])  
 Default : [1.0001]  
 Original : [0.7964]  
 Pearson correlation coefficient  
 Default : [-0.0246], Avg r<sup>2</sup>: 0.0006  
 Original : [0.6217], Avg r<sup>2</sup>: 0.3865

## Karta sedanjih potencialnih rastišč smrekovih združb v Sloveniji

Karto potencialnih rastišč smrekovih združb v Sloveniji smo izdelali na osnovi Gozdnovegetacijske karte Slovenije (Biro za gozdarsko načrtovanje, GIS, Košir et al., 1974, 2003, 2007). Nekoliko večje površine potencialnih rastišč smrekovih združb (smrekovja) so v Alpah, Karavankah, na Koroškem in Pohorju. Manjše površine pa najdemo predvsem v mraziščnih legah v Dinarskem gorstvu. Vseh površin, ki pripadajo potencialnim rastiščem smrekovih združb, je na osnovi Gozdnovegetacijske karte Slovenije (Košir et al., 1974, 2003, 2007) le nekaj % celotne gozdne površine v Sloveniji.

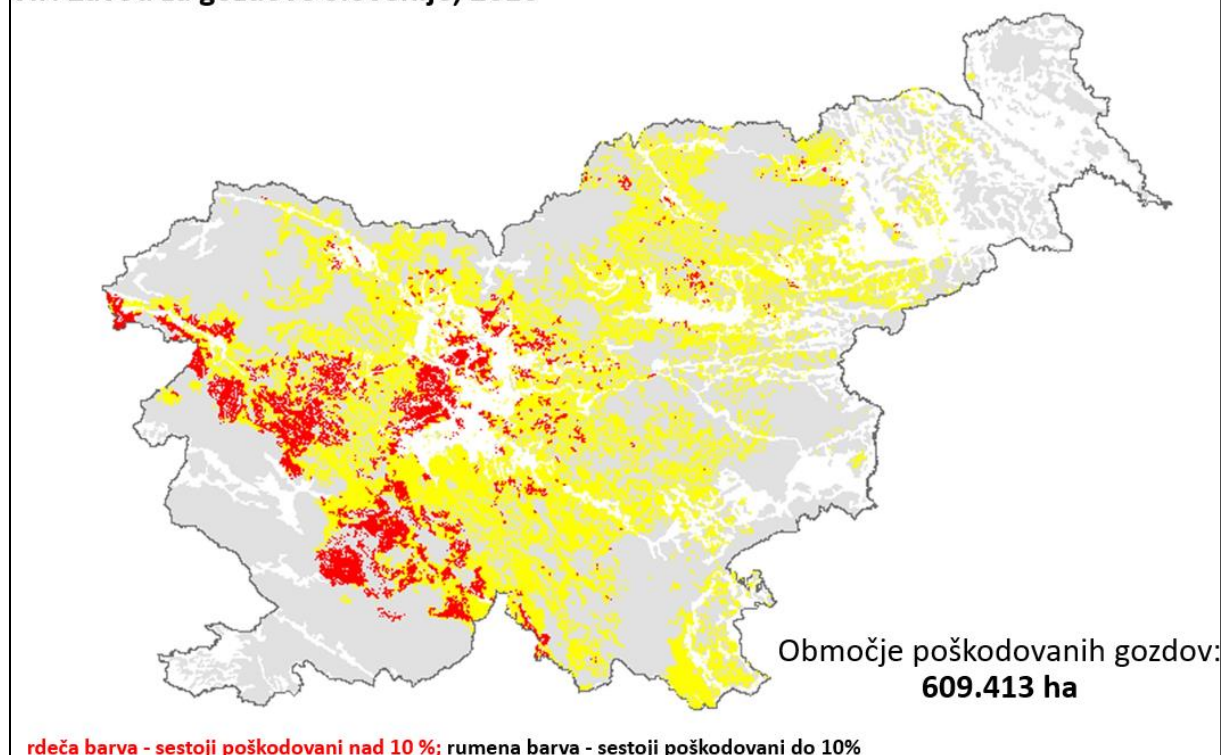
Za izdelavo Karte sedanje razširjenosti smreke smo uporabili obstoječe podatke Zavoda za gozdove Slovenije. Smreka predstavlja slabo tretjino lesne zaloge vseh slovenskih gozdov (trenutno ima večji delež le bukev). Iz te karte je razvidno, da je smreka z največjim deležem zastopana v sestojih na visokih planotah v Alpah, v Karavankah, na Pohorju in na Koroškem. Pogosto se z večjim deležem pojavlja tudi v drugih območjih. Zelo redko pa se pojavlja v gozdnih sestojih v submediteranskem in subpanonskem območju.



**Slika 9: Karta sedanje razširjenosti smreke v Sloveniji – prikazane so gozdne združbe z znatnejšim pojavljanjem smreke v sestojih (Vir: Čarni & Marinček, 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400 000, Biološki inštitut ZRC SAZU).**

Ne glede na potencialno razširjenost smreke v Sloveniji, pa je žled leta 2014 in posledične prenamnožitve podlubnikov prizadele smreko na velik delu področja razširjenosti. Dinarski jelovo-bukovi gozdovi so bili po žledolomu leta 2014 površinsko najbolj zastopani med poškodovanimi gozdovi (13% območja poškodovanosti) (Brus & Kutnar, 2017). Hkrati so bili ti gozdovi med najbolj poškodovanimi gozdovi (Slika 10). V naslednjih letih so žledolomu sledile prenamnožitve podlubnikov (npr. de Groot, 2014; Ogris & Greccs, 2016), ki so močno prizadeli smrekove gozdove.

Vir: Zavod za gozdove Slovenije, 2016



**Slika 10: Poškodovanost gozdov po žledolomu (prirejeno po podatkih ZGS)**

Za delavnico CRP projekta 'Izzivi in perspektive gospodarjenja s smreko', ki je potekala 15. februarja 2018 na Razdrtem pri Postojni (detajlno poročilo je opisano v DS 6), smo pripravili predavanje z naslovom 'Vpliv podnebnih sprememb na potencialno razširjenost in delež smreke v Sloveniji'. Udeležencem srečanja, ki so bili predvsem iz gozdarske operative, smo predstavili dosedanje napovedi za prihodnost smreke. V uvodu smo spregovorili o spremembah podnebja v daljni in bližnji preteklosti in z njimi povezanih ključnih variabel. V drugem delu predavanja smo predstavili različne napovedi sprememb podnebnih variabel do konca 21. stoletja. Sledila je predstavitev metodologij za napovedovanja učinkov podnebnih sprememb na slovenski gozd, ki smo jih razvili in uporabljali v nekaj študijah v zadnjem obdobju. V nadaljevanju smo prikazali napovedi sprememb razporeditve gozdov oz. spremembe rastiščnih razmer za uspevanje gozdov in drevesnih vrst zaradi podnebnih sprememb, ki smo jih razvili na osnovi prostorskih modelov in podnebnih scenarijev. Na koncu smo opozorili na nekatere pomanjkljivosti in nezanesljivosti uporabljenih metodologij in modelov za napovedi spreminjanja gozdov v prihodnosti ter podali nekaj zaključnih misli in priporočil za gospodarjenje z gozdovi na osnovi naših ugotovitev.

Generalni zaključek je bil, da je ne glede na prevladujoče črnoglede napovedi za gozdove, ki se že uresničujejo, smiselno nadaljevati s strategijo sonaravnega gospodarjenja z gozdovi, ki pomeni vzdrževanje naravne biotske pestrosti na čim višji ravni, razgibana in raznomerna struktura gozdov. V skladu s tem je tudi gojenje smreke na njenih optimalnih rastiščih in z manjšim deležem, mozaično na njej bolj primernih rastiščih. Širok nabor razpoložljivih

drevesnih vrst je pomemben predpogoj za razmeroma nemoten razvoj gozdov tudi po morebitnih drugačnih razvojnih poteh, ki bi jih lahko narekovele podnebne spremembe.

## Viri

KUTNAR, Lado, KOBLER, Andrej, BERGANT, Klemen. Vpliv podnebnih sprememb na pričakovano prostorsko prerasporeditev tipov gozdne vegetacije = The impacts of climate change on the expected spatial redistribution of forest vegetation types. *Zbornik gozdarstva in lesarstva : forest and wood science & technology*, ISSN 0351-3114. [Tiskana izd.], 2009, št. 89, str. 33-42

KUTNAR, Lado, KOBLER, Andrej. Vpliv podnebnih sprememb na potencialno razširjenost in delež smreke v Sloveniji : predavanje na delavnici CRP projekta "Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije", Razdrto, 15. 2. 2018

DE GROOT, Maarten. Trendi in napovedi gostote populacij smrekovih podlubnikov po žledolomu 2014 v Sloveniji : stanje pomlad 2014. Napovedi o zdravju gozdov, ISSN 2350-6466, 2014, [http://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=20](http://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=20)

OGRIS, Nikica, GRECS, Zoran. Prenamnožitev osmerozobega in šesterezobega smrekovega lubadarja v Sloveniji v 2016. Napovedi o zdravju gozdov, ISSN 2350-6466, 2016. [http://www.zdravgozd.si/prognoze\\_zapis.aspx?idpor=27](http://www.zdravgozd.si/prognoze_zapis.aspx?idpor=27), <https://doi.org/10.20315/NZG.27>, doi: 10.20315/NZG.27



## DS 2: Pomlajevanje in vraščanje smreke

**Vodja:** dr. Aleksander Marinšek

**Člani:** Kutnar L., Čater M.

**Cilj:** Ugotoviti in pojasniti značilnosti pomlajevanja in vraščanja smreke za poglavitne gozdne rastiščne tipe in sestojne oblike. Analizirati uspešnost pomlajevanja na starejših obnovljenih površinah.

### **Pričakovani rezultati**

- Ugotovljeni vzroki in izdelana ocena potencialne in realne ogroženosti smrekovih gozdov v prostoru in času izdelane na podlagi karte zasmrečenosti slovenskih gozdov (izdelek DS-1)
- Vpogled v zakonitosti naravnega pomlajevanja in morebitnega, za naravno pomlajevanje oteževalnega, zaraščanje s travami in drugimi invazivnimi zelišči.
- Informacija o realnem stanju vraščanja smrekovega pomladka na različnih rastiščih in sestojnih tipih, kjer se pojavlja smreka.
- Analiza stanja umetne obnove na starejših saniranih površinah.
- Smernice za racionalno in sonaravno načrtovanje naravnega in umetnega pomlajevanja smreke glede na rastiščne in sestojne tipe najbolj ogroženih in prizadetih rastiščnih in sestojnih tipov.

V okviru DS 2 smo ugotavljali kakšno je stanje naravnega pomlajevanja pomembnejših drevesnih vrst v naslednjih tipih gozdov v Sloveniji (pripravila: A. Marinšek in L. Kutnar):

- primarnih smrekovjih
- sekundarnih smrekovjih
- zasmrečenih bukovih gozdovih
- zasmrečenih jelovih gozdovih

Smreka je v Sloveniji ena od petih najbolj zastopanih drevesnih vrst v gozdnem prostoru, v lesni zalogi pa je njen delež skoraj tretjinski. Smreka je generalist kar se tiče ekoloških dejavnikov in rastiščnih zahtev, zato se kot primešana drevesna vrsta znatneje pojavlja tudi v večini ostalih gozdnih združbah v Sloveniji (Slika 9). Izjema je subpanonski in submediteranski svet, kjer pa se smreka pojavlja redkeje ali pa sploh ne – v obalno-kraški regiji, v porečju Drave in Mure in v Beli krajini.

Ekološke in rastiščne zahteve smreke so sveža in zračna tla na vseh podlagah, visoka zračna vlaga in skozi leto enakomerno porazdeljene padavine. Vrsta ne prenese suše in vročine, je občutljiva na onesnažen zrak, je odporna proti mrazu, v nižjih in toplejših legah je sencovzdržna, v višjih legah pa ima polsvetloljuben značaj (glej npr. Brus 2012).

Stanje naravnega pomlajevanja smo ugotavljali posredno, s pomočjo objavljenih in neobjavljenih fitocenoloških popisov, narejenih na območju Slovenije. Popisi so bili narejeni v širokem višinskem razponu med 240 in 1710 m.

Popisi, ki smo jih vzeli v analizo so narejeni na osnovi standardne srednjeevropske metode (Braun-Blanquet, 1964). Ocene pokrovnosti posameznih rastlinskih vrst v vertikalnih plasteh sestojaja (zgornja in spodnja drevesna plast, grmovna plast, zeliščna plast, mahovna plast) so sledeče in zaradi boljše predstave podane z ekvivalentnimi vrednostmi zastiranja v % (Preglednica 6). Za potrebe ugotavljanja pomlajevanja drevesnih vrst v teh sestojih smo Braun-Blanquet vrednosti spremenili v % deleže.

**Preglednica 6: Pretvorba ocene pokrovnosti po Braun-Blanquet-ovi lestvici (1964) v odstotne deleže zastiranja površine (razredi in povprečne vrednosti)**

<b>ocena (Braun-Blanquet) zastiranje tal</b>	
r,+	maloštevilne rastline z majhno stopnjo zastiranja (povp. stopnja zastiranja 0,5 %)
1	zastiranje <5 % (povprečna stopnja zastiranja 2,5 %)
2	zastiranje 5 - 25 % (povprečna stopnja zastiranja 15 %)
3	zastiranje 25 - 50 % (povprečna stopnja zastiranja 37,5 %)
4	zastiranje 50 - 75 % (povprečna stopnja zastiranja 62,5 %)
5	zastiranje 75 % - 100 % (povprečna stopnja zastiranja 87,5 %)

V skupno 1237 fitocenoloških popisih je stanje rastlin v posameznih primerih prikazano tudi v 9 plasteh. Zaradi poenostavitve smo združili podatke naslednjih plasti: spodnjo in srednjo drevesno plast v spodnjo drevesno plast, gornjo in spodnjo grmovno plast v grmovno plast, klice, mladice in zelišča v zeliščno plast. S tem smo dobili 4 plasti: zgornjo drevesno plast, spodnjo drevesno plast, grmovno plast in zeliščno plast. V nadaljnjo analizo pomlajevanja smo vzeli le podatke o zastiranju in prisotnosti drevesnih vrst iz zeliščne in grmovne plasti, oceno celotne zastrtosti zgornje drevesne plasti pa smo vzeli kot nadomestek za posredno oceno količine svetlobe v sestoju, ker nas je zanimalo kako količina svetlobe v sestoju vpliva na naravno pomlajevanje v posameznih tipih gozdov. Fitocenološki popisi so narejeni v odraslih, nepoškodovanih sestojih, brez večjih vrzeli v drevesni plasti in na homogenih rastiščih. Ploskve popisov so v večini primerov velike 400 m<sup>2</sup>.

V programu *Turboveg* (Hennekens & Schaminée, 2001), ki je bil leta 1994 sprejet kot standardni računalniški paket za evropske raziskave o vegetaciji, smo uporabili podatkovno bazo objavljenih in neobjavljenih fitocenoloških popisov (Šilc, 2012), ki smo sestavili iz literaturnih virov, elaboratov in osebnih arhivov. Popisi so delo različnih slovenskih fitocenologov in zajemajo obdobje od leta 2005 do 2017. Popise smo glede na zgoraj

omenjene tipe gozdov in lastnosti razvrščali v skupine s pomočjo programa *Juice* (Tichý, 2002). V raziskavo smo vzeli popise, kjer se smreka pojavlja z najmanj oceno 3 glede na Braun Blanquet-ovo skalo zastiranja vegetacije (Braun-Blanquet, 1964). Drugače povedano to pomeni, da smo v obravnavo vzeli vse fitocenološke popise, v katerih smreka v zgornji ali spodnji drevesni plasti zastira od 25-100 % površine. Za oceno kvalitativnega in kvantitativnega obsega naravnega pomlajevanja pa smo vzeli v obravnavo prisotnost in zastiranje posameznih drevesnih vrst v grmovni in zeliščni plasti. Zanimal nas je njihov delež pojavljanja v popisih/sestojih in povprečna vrednost zastiranja posamezne drevesne vrste v teh dveh plasteh. Predvidevamo, da nam oceni prisotnosti in povprečne stopnje zastiranja drevesnih vrst v grmovni in zeliščni plasti lahko podata oceno naravnega pomlajevanja in tudi grobo oceno bodočega razvoja teh gozdov, predvsem iz vidika drevesne sestave.

V obravnavo smo vzeli:

1. popise sestojev primarnih smrekovih gozdnih združb (*Mastigobrio-Piceetum*, *Sphagno-Piceetum*, *Rhytidiadelpho lorei-Piceetum*, *Laburno alpini-Piceetum*, *Lonicero caeruleae-Piceetum*, *Hacquetio-Piceetum*, *Ribeso alpini-Piceetum*, *Stellario montanae-Piceetum*, *Asplenio-Piceetum*, *Luzulo sylvaticae-Piceetum*, *Adenostylo glabrae-Piceetum*),
2. popise sestojev sekundarnih smrekovih gozdnih združb (združbe *Prenantho purpureae-Piceetum*, *Aposerido-Piceetum*, *Rhamno falici-Piceetum*, *Petasiti-Piceetum*, *Seslerio albicantis-Piceetum*, *Avenello flexuose-Piceetum*, *Erico-Piceetum*),
3. popise sestojev jelovih gozdnih združb v katerih je pokrovnost smreke v zgornji drevesni plasti najmanj 25 % (*Bazzanio-Abietetum*, *Galio rotundifolii-Abietetum*, *Luzulo albidae-Abietetum*, *Calamagrostio-Abietetum*, *Neckero-Abietetum*).
4. popise sestojev bukovih gozdnih združb, v katerih je pokrovnost smreke v zgornji drevesni plasti najmanj 25 % (združbe *Hacquetio-Fagetum*, *Vicio oroboidi-Fagetum*, *Lamio orvalae-Fagetum*, *Isopyro-Fagetum*, *Cardamine savensi-Fagetum*, *Omphalodo-Fagetum*, *Anemone-Fagetum*, *Homogyno-Fagetum*, *Ostryo-Fagetum*, *Castaneo-Fagetum*, *Rhododendro hirsuti-Fagetum*, *Luzulo-Fagetum*, *Blechno-Fagetum*)

#### Delitev primarnih smrekovih gozdov glede na matično podlago in višinski pas

V Preglednicah 7 in 8 so prikazani smrekovi rastiščni tipi (primarni smrekovi gozdovi) s pripadajočimi šiframi, ki jih uporabljajo v informacijski bazi Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS). Poleg imena gozdnega rastiščnega tipa je navedeno staro ime sintaksona (gozdne združbe), ki so jih uporabljali (deloma jih še navajajo) v bazi ZGS in pripadajoča novejša oz. veljavna latinska imena sintaksonov (združb). Rastiščni tipi so uvrščeni v ustrezne višinske pasove. Delitev potencialnih smrekovih rastišč je povzeta po Tipologiji gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov (Kutnar in sod. 2012).

Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije - Preglednica 7 in Preglednica 8, se smrekovi rastiščni tipi (potencialna rastišča smrekovih gozdov) pojavljajo na 3387,72 hektarjih, kar predstavlja le 0,3 % od celotne površine gozdov (1.182.278 ha; ZGS, 2017).

Preglednica 7: Gozdni rastiščni tipi smrekovja na karbonatnih in mešanih karbonatno-silikatnih kamninah po višinskih pasovih (povzeto po Kutnar in sod. 2012)

Nova šifra	Stara šifra	Ime gozdnega rastiščnega tipa	Staro latinsko ime sintaksona oz. združbe (po šifrantu ZGS)	Novejše oz. veljavno latinsko ime sintaksona	Površina (v ha) (podatek baza ZGS 2017)
<i>I/4) Gorsko-zgornjegorski gozdovi na karbonatnih in mešanih kamninah</i>					
<i>I/4.5) Gorsko-zgornjegorsko smrekovje na karbonatnem skalovju in grušču</i>					
671	211	Smrekovje na karbonatnem skalovju	<i>Asplenio-Piceetum*</i>	<i>Asplenio viridae-Piceetum</i> Kuoch 1954 geogr. var. <i>Omphalodes verna</i> Accetto 1993, <i>Ribeso alpini-Piceetum</i> Zupančič et Accetto 1994, <i>Campanulo justiniana-Piceetum abietis</i> Accetto 2006	17,24
672	212	Predalpsko smrekovje na morenah in pobočnih gruščih	<i>Carici albae-Piceetum</i>	<i>Laburno alpini-Piceetum</i> Zupančič 1999, <i>Rhamno fallacis-Piceetum</i> Zupančič 1999	62,31
<i>I/5) Zgornjegorsko-podalpinski gozdovi na karbonatnih in mešanih kamninah</i>					
<i>I/5.2) Zgornjegorsko-podalpinsko smrekovje na karbonatnih in mešanih kamninah</i>					
691	221, 222	Planinsko smrekovje** na karbonatni podlagi	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i> , <i>Adenostylo alliariae-Piceetum</i>	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i> M. Wraber ex. Zukrigl 1973 corr. Zupančič 1999 = <i>Homogyno sylvestris-Piceetum</i> Exner ex Poldini et Bressan 2007	860,11
692	223, 224, 225, 226	Dinarsko mraziščno smrekovje	<i>Calamagrostido villosae-Piceetum</i> ,	<i>Lonicero caeruleae-Piceetum</i> Zupančič(1976) corr.1994, <i>Stellario montanae-Piceetum</i> Zupančič (1976) corr.1994,	376,78

			<i>Piceetum subalpinum dinaricum,</i> <i>Luzulo albidae-Piceetum,</i> <i>Piceetum montanum dinaricum</i>	<i>Hacquetio-Piceetum</i> Zupančič (1976) corr. 1994	
--	--	--	--	--	--

\*Opomba: Medtem ko Zupančič (1999) na osnovi predhodnih ugotovitev utemeljuje združbo *Asplenio viridae-Piceetum* le za dinarsko območje, jo Košir (2010) opisuje predvsem kot alpsko združbo s številnimi acidofilnimi florističnimi elementi.

\*\*Opomba: Ime 'Planinsko smrekovje' je predlagano zaradi nedvoumne povezanosti razvoja te združbe s pašo živine v območju zgornjegorskega in podalpskega pasu. Pojem 'planina' pri nas pomeni bolj ali manj obsežne pašnike v planinskem pasu, kamor priženejo živino poleti in kjer planújejo (planšárijó) (Badjura, 1953). Predlagani slovenski termin 'planinsko smrekovje' za združbo *Adenostylo glabrae-Piceetum* je utemeljen, saj je precej bolj verjetno, da gre v tem primeru prej za zooantropogeno pogojeno rastlinsko združbo, kot pa morda za klimaconalno vegetacijsko obliko iz zgornjegorsko-podalpskega pasu. Čeprav zagotovo v ekstremnejših razmerah obstajajo tudi posamezni razmeroma ohranjeni sestoji subalpskega (podalpskega) smrekovja, pa je večina sedaj poznane smrekovja v tem območju bolj ali manj posledica zaraščanje nekdanjih pašnih površin v preteklosti. Kot ugotavlja Zupančič (1999) se je tovrstni smrekov gozd začel pojavljati po obdobju močnejšega človekovega vpliva na bukov gozd. Po ocenah naj bi se ta proces začel že pred okoli 900 leti. Z degradacijo in ogolelostjo rastišča tedanjega bukovega gozda (požigi, poseki, paša) in s spremenjenimi klimatskimi razmerami (nižje temperature in večji ekstremi na ogoleli površini) so nastale neugodne rastiščne razmere, tako, da poteka razvojna pot preko smrekovega gozda. Zaradi nastalih edafskih razmer, predvsem zakisanosti rastišča in določenih mikroklimatskih sprememb, predstavlja ta združba dolgotrajnejšo obliko smrekovega gozda. Vendar pa (sub)spontani recentni razvoj in nemoteno potekanje obnovitvene gozdne sukcesije že nakazujejo zametke mešanih gozdov z izdatnejšo primesjo bukve.

**Preglednica 8: Gozdni rastiščni tipi smrekovja na silikatnih kamninah po višinskih pasovih (povzeto po Kutnar in sod. 2012)**

Nova šifra	Stara šifra	Ime gozdnega rastiščnega tipa	Staro latinsko ime sintaksona oz. združbe (po šifrantu ZGS)	Novejše oz. veljavno latinsko ime sintaksona	Površina (v ha) (podatek baza ZGS 2017)
------------	-------------	-------------------------------	---	--	---

II/3) Gorsko-zgornjegorski gozdovi na silikatnih kamninah					
II/3.3) Gorsko-zgornjegorsko smrekovje na silikatnih kamninah					
801	232	Smrekovje s trikrpim bičnikom	<i>Bazzanio-Piceetum</i>	<i>Mastigobryo-Piceetum</i> (Schmidt et Gaisb. 1938) Br.-Bl. et Siss. 1939 in Br.-Bl. et al. 1939 corr. Zupančič 1999	716,89
802	234	Smrekovje s smrečnim resnikom	<i>Homogyne (alpinae)-Piceetum</i>	<i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i> (M. Wraber 1953 n. nud.) Zupančič (1976) 1981 emend.	89,25
803	235	Zgornjegorsko smrekovje z gozdno bekico	<i>Luzulo sylvaticae-Piceetum</i>	<i>Luzulo sylvaticae-Piceetum</i> M. Wraber 1963 corr. Zupančič 1999	1221,0

II/4) Zgornjegorsko-podalpinski gozdovi na silikatnih kamninah					
II/4.1) Barjansko smrekovje in ruševje					
811	233	Barjansko smrekovje	<i>Sphagno-Piceetum</i>	<i>Sphagno-Piceetum</i> W. Kuoch 1954 corr. Zupančič 1982 var. <i>geogr. Carex brizoides</i> Zupančič 1982 corr. 1999	44,14

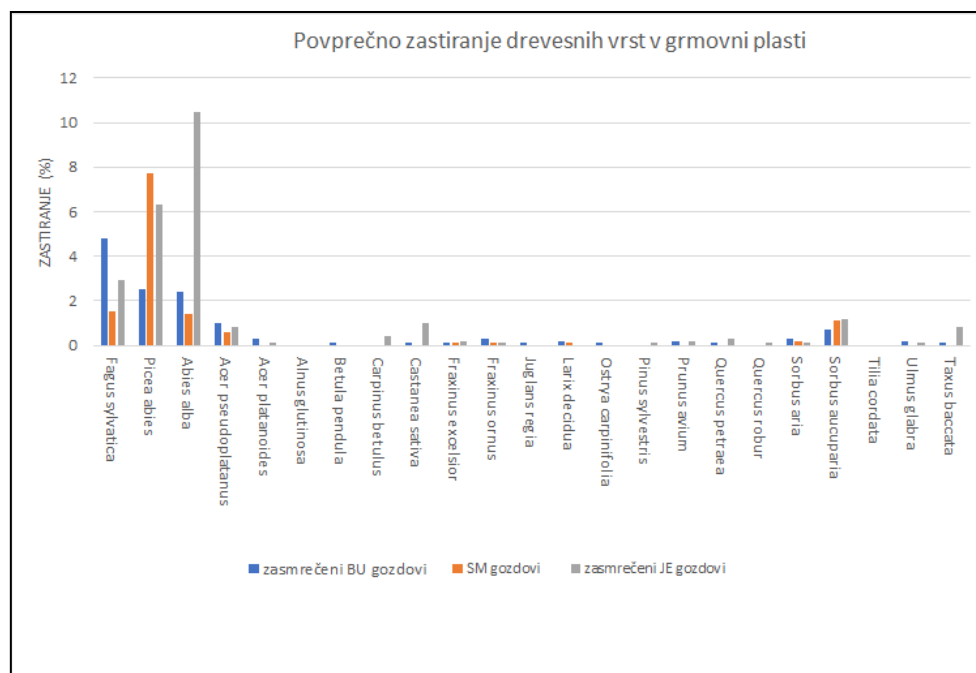
### Primerjava naravnega pomlajevanja med smrekovimi, zasmrečenimi bukovimi in zasmrečenimi jelovimi gozdovi

V bazo fitocenoloških podatkov smo zbrali 1237 fitocenoloških popisov, od tega je bilo glede na naše zahteve ustreznih 886 popisov (zahteva - pokrovnost smreke v spodnji ali zgornji drevesni plasti večja od 25 %). 575 popisov je narejenih v sestojih smrekovih združb (od tega 435 v primarnih smrekovjih, 140 v sekundarnih smrekovjih), 159 iz zasmrečenih sestojev bukovih združb ter 152 popisov iz zasmrečenih sestojev jelovih združb.

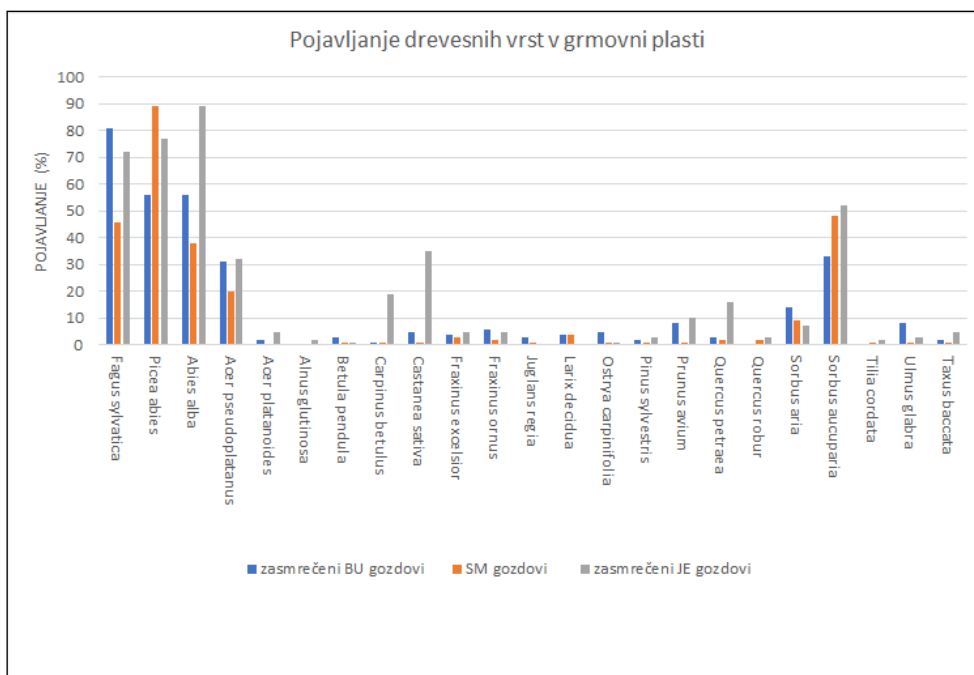
Pomembnejša in prostorsko bolj razširjena rastišča, kamor je človek zaradi različnih razlogov, predvsem ekonomskih, širil in pospeševal smreko kot pomembno gospodarsko drevesno vrsto, so bukova, jelovo-bukova in jelova rastišča. Smreka se v sestojih na teh rastiščih uspešno naravno pomlajuje. Z analizo podatkov smo potrdili, da se poleg smreke v mladju (grmovna in zeliščna plast) pojavljajo tudi druge drevesne vrste: bukev (*Fagus sylvatica*), jelka (*Abies alba*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), ostrolistni javor (*Acer platanoides*), črna jelša (*Alnus glutnosa*), navadna breza (*Betula pendula*), beli gaber (*Carpinus betulus*), domači kostanj (*Castanea sativa*), veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), mali jesen (*Fraxinus ornus*), oreh (*Juglans regia*), macesen (*Larix decidua*), črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), rdeči bor (*Pinus sylvestris*), češnja (*Prunus avium*), graden (*Quercus petraea*), dob (*Quercus robur*), navadni nagroj

(*Laburnum anagyroides*), alpski nagnoj (*Laburnum alpinum*), mokovec (*Sorbus aria*), jerebika (*Sorbus aucuparia*), lipovec (*Tilia cordata*), goli brest (*Ulmus glabra*) in tisa (*Taxus baccata*) (Slike 1-4).

Največjo pokrovnost mladja v grmovni plasti v vseh treh kategorijah smrekovih gozdov (**smrekovi gozdovi, zasmrečeni bukovci gozdovi in zasmrečeni jelovi gozdovi**) imajo naslednje vrste bukev, smreka, jelka, gorski javor in jerebika (Slika 11). Na podlagi 886 popisov smo ugotovili, da ima relativno visoko stopnjo pojavljanja v zasmrečenih jelovih gozdovih tudi beli gaber (v skoraj 20 % primerov), domači kostanj (35 %), češnja (10 %), graden (15 %) in mokovec (cca 8 %) (Slika 12). V vseh treh tipih gozdov je zastopanih od 20 do 21 različnih drevesnih vrst, kar kaže na to, da se skoraj vse drevesne vrste pomlajujejo ne glede na rastišče. Izjema sta črna jelša in ostrolistni javor, ki se na smrekovih rastiščih v grmovni plasti ne pojavljata. Črna jelša, dob in lipovec ne uspevajo v grmovni plasti zasmrečenih bukovih gozdov. V zasmrečenih jelovih gozdovih pa v grmovni plasti ne najdemo le oreha (Slika 12). V zasmrečenih bukovih gozdovih ima najvišjo povprečno vrednost zastiranja bukev (4,4 %), v smrekovih gozdovih smreka (7,8 %) in v zasmrečenih jelovih gozdovih jelka (10,3 %). Vse to kaže na dejstvo, da se navkljub zasmrečenim gozdovom najobilneje pomlajujejo tiste drevesne vrste, ki so značilne za potencialno rastišče (bukove in jelove združbe).

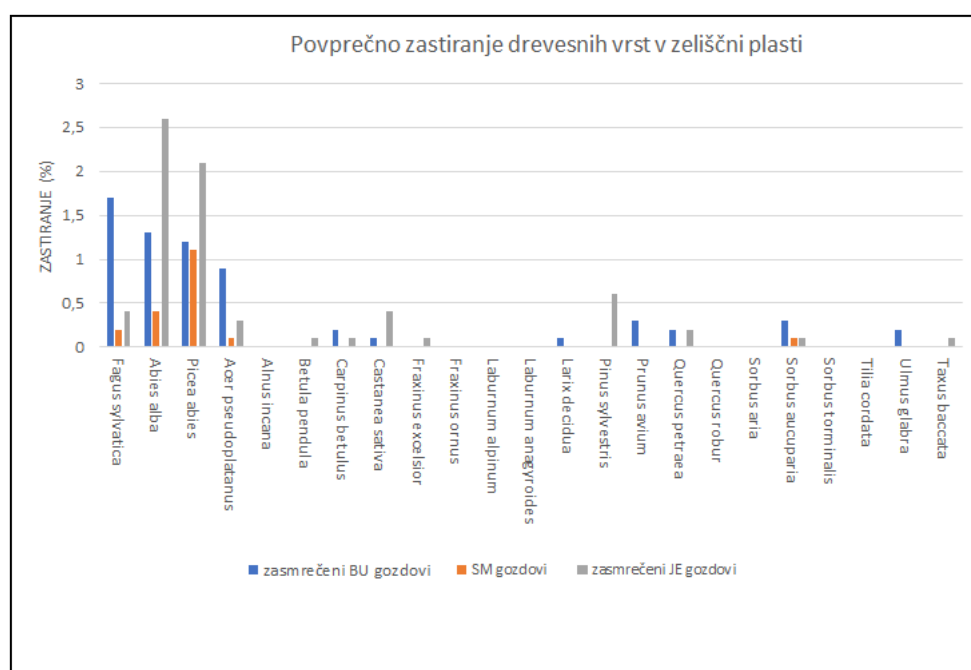


**Slika 11: Povprečno zastiranje posameznih drevesnih vrst v grmovni plasti v zasmrečenih bukovih gozdovih, v smrekovih gozdovih (primarni in sekundarni) in v zasmrečenih jelovih gozdovih.**



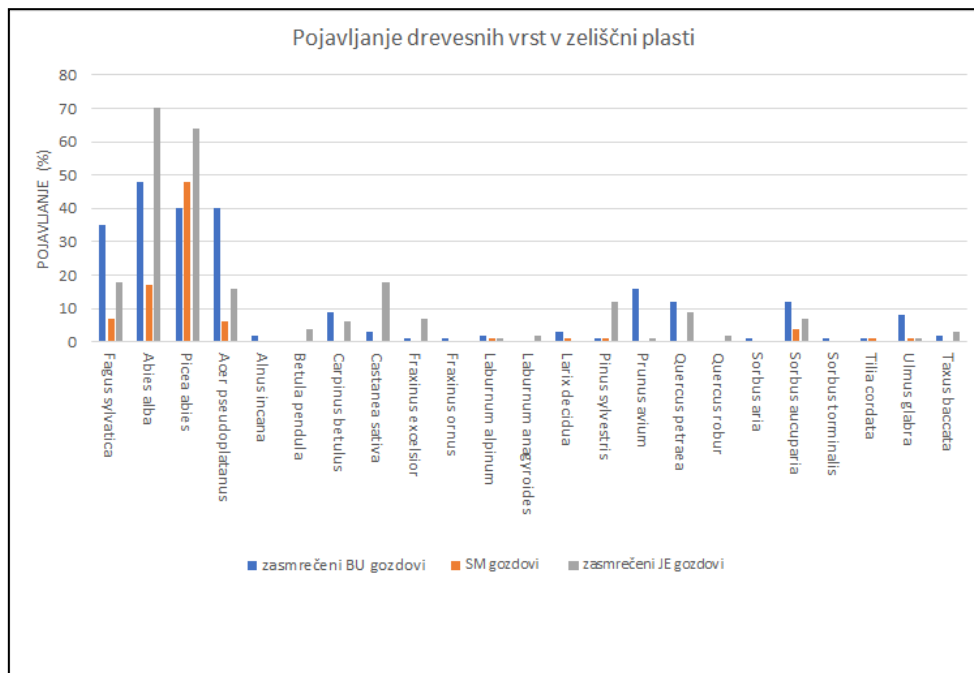
**Slika 12: Pojavljanje posameznih drevesnih vrst v grmovni plasti v zasmrečenih bukovih gozdovih, v smrekovih gozdovih in v zasmrečenih jelovih gozdovih.**

V pomlajevanju drevesnih vrst je v zeliščni plasti večja razlika (Slika 14), saj lahko na sliki vidimo, da se v zasmrečenih bukovih in jelovih gozdovih v zeliščni plasti pojavlja od 17 (zasmrečeni jelovi gozdovi) do 20 (zasmrečeni bukov gozdovi) vrst, medtem, ko najdemo na smrekovih rastiščih le 10 različnih drevesnih vrst v zeliščni plasti. Poleg bukve, smreke, jelke in gorskega javorja uspeva v tej plasti le alpski nagnoj, macesen, rdeči bor, jerebika, lipovec in goli brest. Vrste pa niso pogoste, saj se pojavljajo v manj kot 5 % popisov (Slika 14), njihova povprečna stopnja zastiranja pa je zanemarljiva (Slika 13).





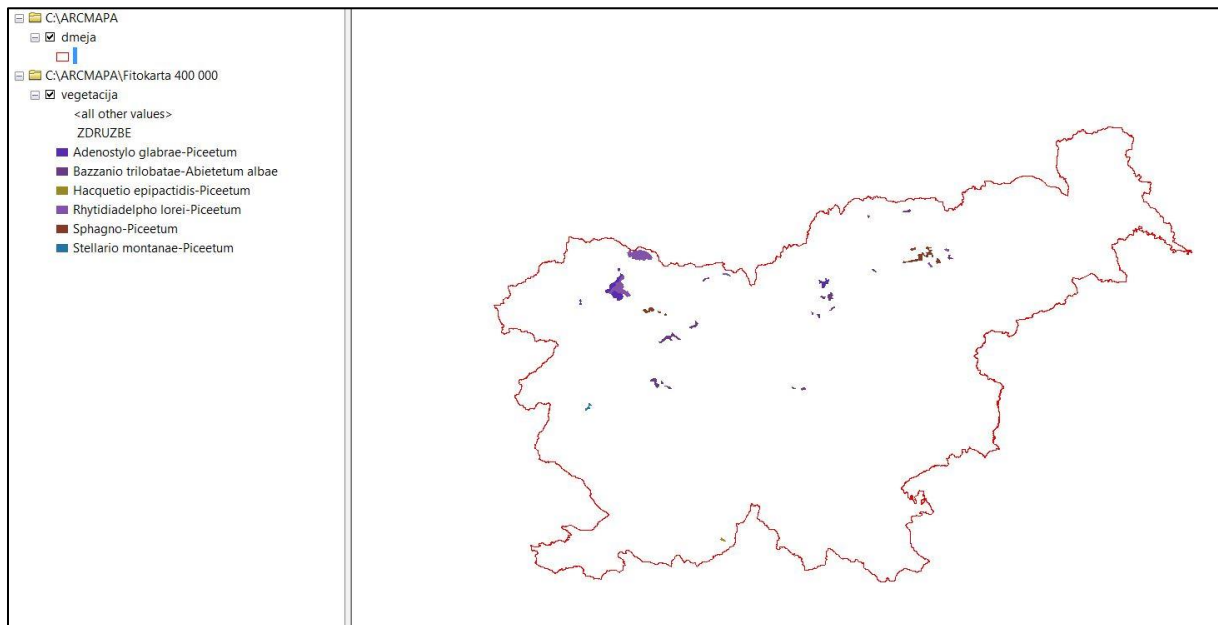
**Slika 13: Povprečno zastiranje posameznih drevesnih vrst v zeliščni plasti v zasmrečenih bukovih gozdovih, v smrekovih gozdovih in v zasmrečenih jelovih gozdovih.**



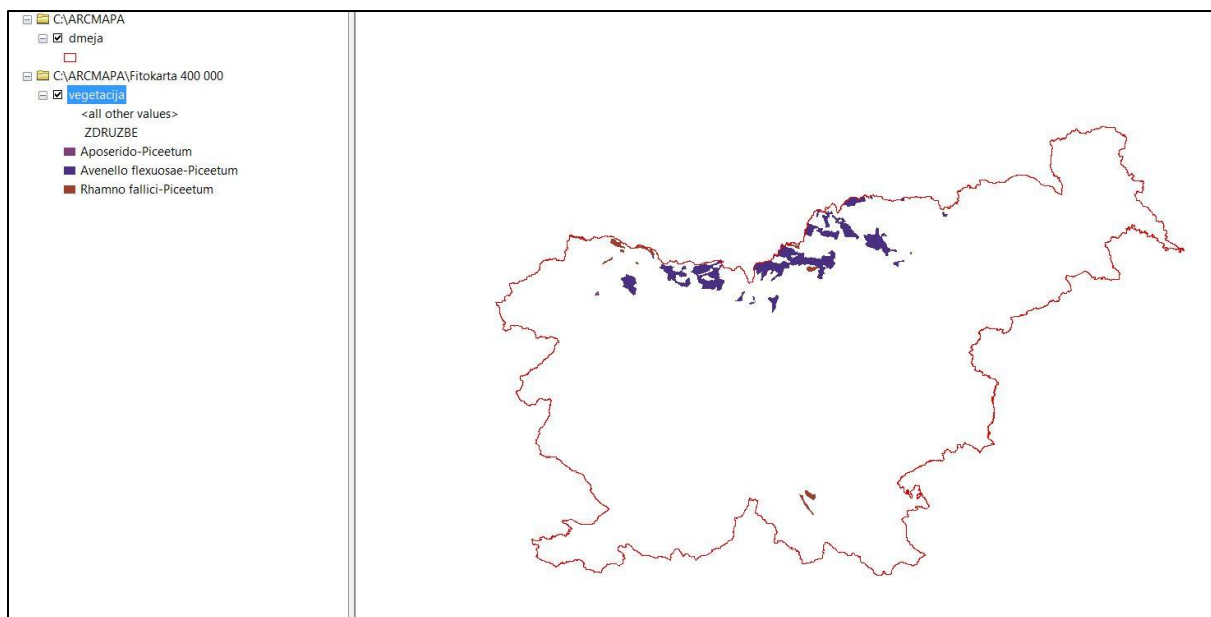
**Slika 14: Pojavlanje posameznih drevesnih vrst v zeliščni plasti v zasmrečenih bukovih gozdovih, v smrekovih gozdovih in v zasmrečenih jelovih gozdovih.**

Trenutno poznamo v Sloveniji 18 smrekovih združb (Zupančič, 1999): 11 potencialno naravnih (Slika 15,

Preglednica 9) ter 7 sekundarnih, predvsem na rastiščih bukovih gozdov (Slika 16, Preglednica 10). Sestoji teh združb se med seboj razlikujejo v ekoloških dejavnikih, fitogeografski poziciji, floristični sestavi in (preteklem) načinu gospodarjenja. Nastanek sestojev sekundarnih smrekovih združb je posledica sadnje, izsekovanja bukve ali zaraščanja zaradi opustitve paše v preteklosti. Tako primarne kot tudi sekundarne smrekove združbe imajo svojo ekološko nišo v višjih nadmorskih višinah v alpskem in predalpskem fitogeografskem območju Slovenije



**Slika 15: Razširjenost sestojev primarnih smrekovih združb na območju Slovenije. Zaradi velikega merila je prikazanih le 6 prostorsko najbolj razširjenih primarnih smrekovij. (Vir: Čarni & Marinček, 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400 000, Biološki inštitut ZRC SAZU)**



**Slika 16: Razširjenost sestojev sekundarnih smrekovih združb na območju Slovenije. Zaradi velikega merila so prikazane le 3 prostorsko najbolj razširjene združbe sekundarnih smrekovij. (Vir: Čarni & Marinček, 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400 000, Biološki inštitut ZRC SAZU).**

Preglednica 9: Rastiščne razmere posameznih primarnih smrekovih gozdnih združb (po Zupančiču, 1999).

PRIMARNE SMREKOVE ZDRUŽBE				
ZDRUŽBA	NADMORSKA VIŠINA (m)	RASTIŠČE geološka podlaga, tla	RASTIŠČE - reakcija tal	OBMOČJE (*alpsko, dinarsko, drugo?) po Wrabru 1969
<i>Mastigobrio-Piceetum</i> (gozd smreke s trokrpim mahom)	1000 - 1300	nekarbonatne kamnine distrična rjava tla, rankerji	kislo	alpsko (Karavanke, Jelovica, Pohorje)
<i>Sphagno-Piceetum</i> (gozd smreke s šotnim mahom)	1200-1300	nekarbonatne ali mešane karbonatno-nekarbonatne kamnine, šotna tla	kislo	alpsko Pohorje, Pokljuka, Jelovica (tudi višjih predeli Zgornje Savinjske doline, Koroške in Karavanke)
<i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i> (gozd smreke s smrečnim resnikom)	1300 – 1500	nekarbonatne ali mešane karbonatno-nekarbonatne kamnine, distrična rjava tla, podzol, sprana rjava pokarbonatna tla, rendzine	kislo	predalpsko in alpsko (Pohorje, Pokljuka, Karavanke in Jelovica)
<i>Lonicero caeruleae-Piceetum</i> (gozd smreke z modrim kosteničevjem)	1100 – 1300	mrazišča Apnenec, dolomit Rjava pokarbonatna tla in kamnišča	kisla (surov humus)	dinarsko (Trnovski gozd, Snežnik)
<i>Hacquetio-Piceetum</i> (gozd smreke z navadnim tevjem)	1050 – 1250	Mrazišča, ledeniške morene Apnenec, Plitva/sprana rjava pokarbonatna tla	kisla – zmerno kisla	dinarsko (južni del Snežnika – Gomance, Okroglina, Črni dol)
<i>Stellario montanae-Piceetum</i> (dinarski gozd smreke s kljukastosemensko zvezdico)	1000 – 1100	Mrazišča ponvaste oblike, apnenci in roženci Kisla podzoljena tla	zmerno kisla	dinarsko (Trnovski gozd)
<i>Luzulo sylvaticae-Piceetum</i> (gozd smreke z gozdno bekico)	Nad 1300	Ekstremna rastišča, silikat (granodiorit), v alpski geogr. var, apnenec in dolomit. Ranker, distrična rjava tla, podzoli	kisla	alpsko (Pohorje, zahodne Alpe)
<i>Laburno alpini-Piceetum</i> (gozd smreke z alpskim negojem)	1000 –	morene, pobočni gruščiči, aluvij, prhlinasta rendzina	kisla do nevtralna	predalpsko in alpsko (Pohorje, Pokljuka, Karavanke in Jelovica, Logarska dolina)
<i>Ribeso alpini-Piceetum</i> (gozd smreke z alpskim grozdičjem)	800 – 1280	Karbonatno skalovje Kamnišča (litosoli) in rendzine	zmerno kisla	dinarsko (Snežnik, Kočevsko in Trnovski gozd)
<i>Asplenio viridae-Piceetum</i> (gozd smreke s sršajem)	Okoli 1100	koliševke, vrtače, mraziščne značilnosti, apnenci in dolomiti, Kamnišča, rendzine, rjava pokarbonatna tla	zmerno kisla	dinarsko (Kočevska)

Preglednica 10: Rastiščne razmere posameznih sekundarnih smrekovih gozdnih združb (po Zupančiču, 1999).

SEKUNDARNE SMREKOVE ZDRUŽBE				
ZDRUŽBA	NADMORSKA VIŠINA (m)	RASTIŠČE geološka podlaga, tla	RASTIŠČE - reakcija tal	OBMOČJE (*alpsko, dinarsko, drugo?) po Wrabru 1969
<b><i>Prenanthero purpureae-Piceetum</i></b> (sek. gozd smreke s škrlatnordečo zajčico)	600 – 900 m	silikat (skrilavci, peščenjaki, konglomerati)  različno globoka distrična rjava tla	kisla	Alpsko (Pohorje, Kamniško-Savinjske Alpe, Karavanke) Na rastiščih kisloljubnih bukovih gozdov ( <i>Luzulo-Fagetum</i> )
<b><i>Aposerido-Piceetum</i></b> (sek. gozd smreke s svinjsko laknico)	900 - 1500 m	karbonatne kamnine  rendzine, rjava pokarbonatna tla, distrična, zmerno izprana tla	zmerno kisla do nevtralna	Alpsko (Julijske Alpe, Karavanke, Koroška, Štajerska) Na rastiščih alpskih bukovih gozdov ( <i>Anemone trifoliae-Fagetum</i> )
<b><i>Avenello flexuose-Piceetum</i></b> (sek. gozd smreke z vijugasto masnico)	1100 - 1400 m	silikat  distrična rjava tla	kisla	Alpsko (vzhodni del predalpskega območja) Na golosekih in traviščih na bukovih rastiščih
<b><i>Rhamno falici-Piceetum</i></b> (sek. gozd smreke s kranjsko krhliko)	700 – 1200 m	karbonatne kamnine  rendzine, rjava pokarbonatna tla	zmerno kisla do nevtralna	Povsod po Sloveniji (izjema subpan. in submed. območje) Rastišča različnih bukovih gozdov
<b><i>Petasiti-Piceetum</i></b> (sek. gozd smreke z lapuhi)	nad 700 m	aluvij	zmerno kisla	Alpsko (edino opisano rastišče je v Spodnjem delu Logarske doline)  Rastišča bukovih in javorovo-jesenovih gozdovih
<b><i>Seslerio albicantis-Piceetum</i></b> (sek. gozd smreke s pisano vilovino)	1650 m	apnenec plitve rendzine	zmerno kisla	Alpsko (topla, strma, težko prehodna pobočja Olševe) Na rastiščih altimontanskega bukovega gozda – <i>Ranunculo platentifolii-Fagetum</i>
<b><i>Erico-Piceetum</i></b> (sek. gozd smreke s spomladansko reso)	1100 m	apnenčev grušč, ponekod dolomitiziran, sprijet v brečo  rendzina	rahlo kisla do nevtralna	Alpsko (vzhodni del Karavank pod Olševo – primarna rastišča altimontanskega bukovega gozda – <i>Ranunculo plat.-Fagetum</i> Dinarsko (Kočevska)

Poleg zasmrečenih nižinskih gozdov, imamo tudi smrekove gozdove, ki imajo svojo ekološko nišo v višjih nadmorskih višinah v alpskem in predalpskem fitogeografskem območju Slovenije.

Nujen je premislek, kje smrekovja pospeševati, oz. ohranjati glede na različne dejavnike, ki ogrožajo njihov razvoj (suša, podlubniki, visoka frekventnost motenj na istem območju, ipd).

### Povzetek rezultatov

- V Sloveniji imamo opisanih 18 smrekovih združb (primarnih in sekundarnih), kar pomeni, da so smrekovi gozdovi v Sloveniji vrstno, rastiščno in nasploh ekološko zelo variabilni.
- Smreka se zaradi načina gospodarjenja, njene široke ekološke niše in velike konkurenčnosti v primerjavi z drugimi drevesnimi vrstami pojavlja tudi na rastiščih drugih gozdnih združb (prvotno so se na njih pojavljali gozdovi drugih iglavcev in predvsem listavcev).
- Na vseh rastiščih z večjim deležem smreke (vključen so primarna, sekundarna smrekova rastišča, zasmrečena bukova in zasmrečena jelova rastišča) se smreka v odraslih, optimalnih sestojih dobro pomlajuje, kar pomeni, da lahko določen delež naravnega mladja smreke zagotavljamo na vseh rastiščih in na vseh nadmorskih višinah, kjer se pojavlja. To je zelo pomembno z vidika mešanosti sestojev, ker pomeni večjo odpornost sestojev na pričakovane motnje in kalamitete v prihodnosti.
- Poleg pomladka smreke se na vseh teh rastiščih, v zeliščni in grmovni plasti, pojavlja tudi pomladek 24 drugih drevesnih vrst. Razlike se pojavljajo glede na rastišča in nadmorske višine (Preglednici A in B).
- Na tipičnih (primarnih) smrekovih rastiščih je manjše število drevesnih vrst, ki se pomlajujejo (do 10) kot na sekundarnih smrekovjih
- Največjo pokrovnost in številčnost na vseh rastiščih (primarna in sekundarna smrekovja, zasmrečena bukova in zasmrečena jelova rastišča) imajo bukev, smreka, jelka, gorski javor in jerebika, kar pomeni, da so to vrste, na katere lahko v prihodnosti najbolj računamo pri naravni obnovi gozdov, ki sledi rednemu poseku ali obnovi po naravni motnji.
- Ugotavljamo, da se glede na rastišče, najbolje pomlajujejo drevesne vrste značilne za potencialno rastišče, kar pomeni, da se npr. na zasmrečenih bukovih rastiščih bolje naravno pomlajujejo drevesne vrste bukovih gozdov, na smrekovih pa drevesne vrste smrekovih gozdov. To nakazuje, da pomladek drevesnih vrst ni toliko odvisen od drevesnih vrst starega sestoja, kot od samega rastišča.

Preglednica A: Pomladek drevesnih vrst v grmovni plasti glede na rastišča in višinske pasove v smrekovih in zasmrečenih gozdovih Slovenije.

DREVESNE VRSTE MLADJA V GRMOVNI PLASTI				
NADMORSKA VIŠINA (m)	primarna smrekovja	sekundarna smrekovja	zasmrečena bukova rastišča	zasmrečena jelova rastišča
0-700	jelka, g. javor, bukev, v. jesen, m. jesen, č. gaber, smreka, mokovec, jerebika	jelka, maklen, g. javor, breza, beli gaber, domači kostanj, m. jesen, v. jesen, oreh, bukev, macesen, črni gaber, smreka, rdeči bor, češnja, hrast, mokovec, jerebika	bukev, smreka, jelka, g. javor, ostrolistni javor, breza, b. gaber, domači kostanj, m. jesen, v. jesen, oreh, negnoj, č. gaber, rdeči bor, češnja, dob, jerebika, mokovec, brest, tisa	bukev, smreka, jelka, g. javor, ostrolistni javor, b. gaber, domači kostanj, m. jesen, v. jesen, č. gaber, rdeči bor, češnja, dob, jerebika, mokovec, lipa, brest, tisa
700-1200	jelka, g. javor, bukev, v. jesen, m. jesen, macesen, smreka, ruševje, mokovec, jerebika	jelka, maklen, g. javor, siva jelša, beli gaber, domači kostanj, m. jesen, v. jesen, oreh, bukev, macesen, črni gaber, smreka, rdeči bor, češnja, hrast, mokovec, jerebika	bukev, smreka, jelka, g. javor, breza, v. jesen, m. jesen, negnoj, č. gaber, ruševje, češnja, gradenj, mokovec, jerebika, brest	bukev, smreka, jelka, g. javor, domači kostanj, m. jesen, v. jesen, rdeči bor, češnja, dob, jerebika, mokovec, tisa
1200 +	jelka, g. javor, bukev, macesen, smreka, ruševje, mokovec, jerebika	jelka, g. javor, siva jelša, bukev, macesen, smreka, mokovec, jerebika	bukev, smreka, jelka, g. javor, macesen, ruševje, mokovec, jerebika, brest	bukev, smreka, jelka, g. javor, jerebika

Preglednica B: Pomladek drevesnih vrst v zeliščni plasti glede na rastišča in višinske pasove v smrekovih in zasmrečenih gozdovih Slovenije.

DREVESNE VRSTE MLADJA V ZELIŠČNI PLASTI				
NADMORSKA VIŠINA (m)	primarna smrekovja	sekundarna smrekovja	zasmrečena bukova rastišča	zasmrečena jelova rastišča
0-700	jelka, smreka, lipovec	jelka, smreka, rdeči bor	bukev, smreka, jelka, g. javor, b. gaber, domači kostanj, m. jesen, v. jesen, rdeči bor, češnja, dob, brest, tisa	bukev, smreka, jelka, g. javor, b. gaber, domači kostanj, v. jesen, rdeči bor, češnja, dob, jerebika, tisa
700-1200	jelka, g. javor, bukev, macesen, smreka, jerebika	jelka, g. javor, bukev, smreka, rdeči bor	bukev, smreka, jelka, g. javor, jerebika, brest	bukev, smreka, jelka, g. javor, domači kostanj, v. jesen, rdeči bor, brest
1200 +	jelka, g. javor, bukev, alpski negnoj, macesen, smreka, jerebika	jelka, g. javor, bukev, smreka, jerebika	bukev, smreka, jelka, g. javor, macesen, jerebika	bukev, smreka, jelka, g. javor

## Uspešnost pomlajevanja s smreko na starejših saniranih površinah

V okviru projekta smo izvedli meritve tipičnih fizioloških parametrov smreke na dveh lokacijah, kjer je bila izvedena sadnja po večjih ujmah – Črnivec in Golte (v nadaljevanju »starejše sanirane površine«) in jih primerjali z odzivom naravno pomlajenih smrek iste starosti na istih površinah. Dodatno smo odzive določili tudi na lokacijah provenienčnega poskusa (Postojna in Dovje-Mojstrana) in na lokacijah, kjer so bili smrekovi sestoji močno prizadeti po žledu.

Meritve odziva smo opravili v treh časovnih obdobjih: junija, julija ter avgusta 2017 in 2018, kjer smo merili odziv mladih, sajenih in naravno vzniklih smrek na starejših saniranih površinah na Črnivcu in Golteh) in na provenienčnem poskusu (Dovje-Mojstrana in Postojna Javorniki). Meritve na lokacijah Ljubljana, Unec, Snežnik in Trnovo, kjer so bili sestoji močno poškodovani po žledu, smo izvedli poleti leta 2016 in 2017. Za primerjavo smo vključili podatke prejšnjih meritvenih obdobj.

Opravili smo meritve jutranjega vodnega potenciala ( $\Psi$ ), ki kažejo stanje talne preskrbe z vodo predvsem v poletnem, sušnem obdobju. Bolj negativne vrednosti nakazujejo slabšo moč kljubovanja suši in potencialno (ne)primernost posameznih mikrorastišč za nadaljnje uspevanje smreke, predvsem v ekstremnih vremenskih razmerah. Opravili smo meritve asimilacijske učinkovitosti ( $\Phi$ ) smrekovega mladja. Vrednosti, ki opredelijo odzivnost mladja na izkoriščanje svetlobne intenzitete, so v neposredni zvezi s prirastkom in konkurenčno sposobnostjo preraščanja (Čater et al., 2014, Čater in Diaci, 2017).

Na merjenih osebkih smo določali tudi vsebnosti makrohranil, vendar le na lokacijah ki so bile prizadeta zaradi žleda zato, da smo izločili vpliv makrohranil na odziv glede intenzitete svetlobe.

## Odziv sajene smreke v provenienčnem poskusu

Vrednosti asimilacijske učinkovitosti  $\Phi$  so bile v povprečju večje v Postojni kot na lokaciji Dovje. Vrednosti znotraj posameznih provenienc so bile bolj razpršene na lokaciji Dovje. Vrednosti jutranjega vodnega potenciala izmerjene v času poletnega sušnega stresa (avgust 2017) so bile bolj negativne (interval med -1,5 - -1,8 MPa) na spodnji mikrolokaciji (Dovje-spodaj) kot na tisti, ki leži nekoliko višje (Dovje-zgoraj) (-1,4 - -1,7 MPa), kar kaže na ugodnejšo preskrbo z vodo na zgornji lokaciji.

### Preglednica 11: Vrednosti jutranjega vodnega potenciala ( $\Psi$ ) na lokacijah poskusa s sadnjo

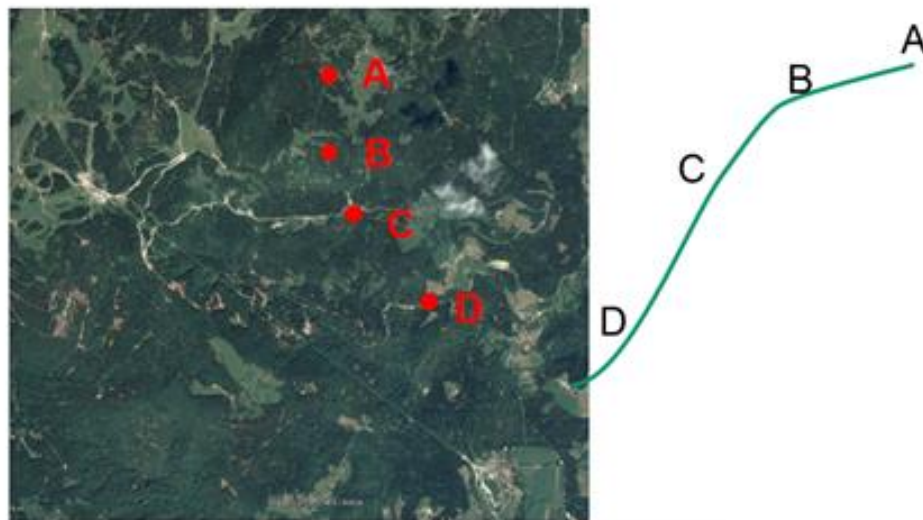
Lokacija	min - max <sub>2017</sub> [MPa]	povprečje <sub>2017</sub> [MPa] $\pm$ SE	min - max <sub>2018</sub> [MPa]	povprečje <sub>2018</sub> [MPa] $\pm$ SE
Dovje sp.	-1,48 - -1,82	-1,67 $\pm$ 0,35	-0,89 - -1,12	-0,92 $\pm$ 0,19
Dovje zg.	-1,41 - -1,69	-1,48 $\pm$ 0,17	-0,85 - -1,23	-0,95 $\pm$ 0,21
Postojna	-1,33 - -1,52	-1,44 $\pm$ 0,22	-0,87 - -1,26	-0,94 $\pm$ 0,32



Zaradi vremensko bolj ugodnih rasti razmer (predvsem več padavin) v letu 2018 so bile vrednosti jutranjega vodnega potenciala manj negativne, kar je kazalo na manjši stres rastlin. Med obema lokacijama nismo potrdili značilnih razlik pri preskrbi z vodo, kar potrjuje občutljivost smrek na pomanjkanje padavin predvsem v času poletnih ekstremov.

### Meritve odziva mladih smrek na starejših saniranih površinah

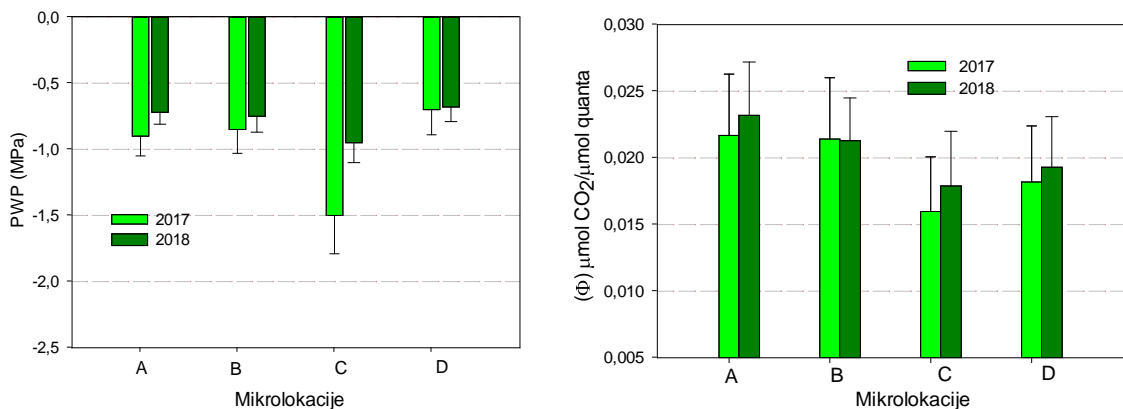
Na lokaciji Golte smo na transektu S-J opravili meritve asimilacijske učinkovitosti in jutranjega vodnega potenciala (PWP) na enako starih naravnih smrekovih osebkih v času poletnega sušnega stresa.



Preglednica: Mikrolokacije - Golte		
	Nadmorska višina (m)	Ekspozicija
A	1450	J
B	1270	J
C	1060	J
D	750	J-JV

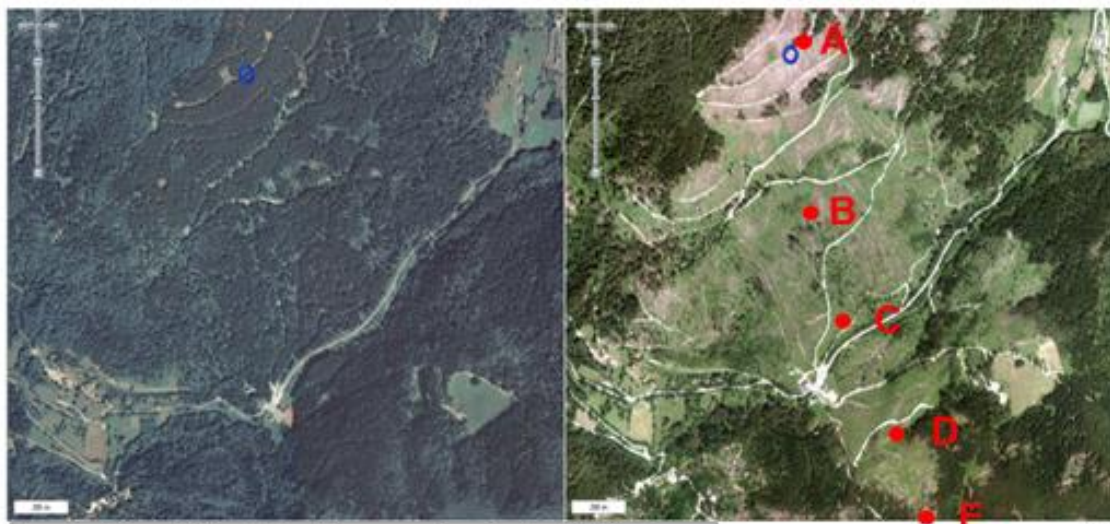
**Slika 17: Lokacije, nadmorska višina in ekspozicija mikrolokacij - Golte**

Vrednosti opazovanih parametrov so bile najugodnejše na najvišji lokaciji (A) in najslabše na lokaciji C, kjer naklon terena takšen, da maksimizira učinek sončevega sevanja ob hkratnem učinku razmeroma plitkih tal glede na ostale mikrolokacije (Slika 17). Slabšo asimilacijsko učinkovitost mladja lahko neposredno povežemo z intenziteto sušnega stresa, predvsem na plitkih tleh.



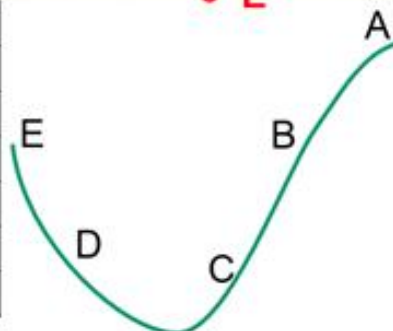
**Slika 18:** Vrednosti asimilacijske učinkovitosti na transektu Golte v času poletnega sušnega stresa (desno) in vrednosti jutranjega vodnega potenciala (levo) v letih 2017 in 2018. Oznake lokacij so razložene v tekstu zgoraj.

Na transektu Črnivec (S-J), kjer se je vetrolom zgodil 13.7.2008, smo z enako metodologijo kot na lokaciji Golte primerjali odziv sajenega in naravnega mladja smreke po vetrolomu v letu 2008 . Primerjava sajenega in naravnega smrekovega mladja je potrdila večjo učinkovitost naravnega mladja (Slika 20). Variabilnost jutranjega vodnega potenciala je bila veliko večja in neznačilno različna med lokacijami A-B-C, vendar še vedno bolj negativna od vrednosti na lokacijah D in E. Plitka in z vodo neenakomerno oskrbljena tla preskrbujejo manjše območje okrog odtokov, zadrževalna sposobnost tal za vodo je za celotno mikrolokacijo premajhna.



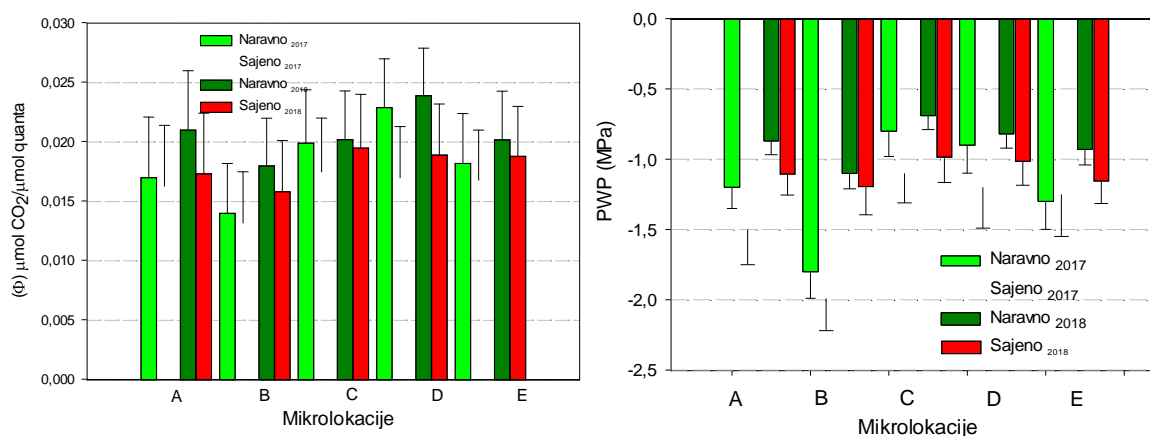
**Preglednica: Mikrolokacije na sanirani ploskvi Črnivec**

	Nadmorska višina (m)	Ekspozicija
A	1230	J-JV
B	1020	J-JV
C	890	J-JV
D	950	S-SZ
E	1000	S-SZ



### Slika 19: Lokacije, nadmorska višina in ekspozicija mikrolokacij - Črnivec

Primerjani odzivi naravnega in sajenega mladja so pokazali značilne razlike predvsem na mikrolokaciji B, kjer so bile temperaturne razmere najbolj ekstremne. Za razliko od rezultatov na transektu Golte smo na transektu Črnivec potrdili najugodnejše odzive mladja na dnu strmega pobočja, najverjetneje zaradi večje akumulacije razpoložljive vode v tleh in večje zadrževalne sposobnosti talne vlage. Podobno kot na lokaciji Golte, izmerjene vrednosti jutranjega vodnega potenciala, ki so neposredni kazalnik razpoložljive vode v tleh, kažejo na enak vzorec prizadetosti mladja, predvsem na južnih pobočjih z največjim naklonom. Meritve so bile opravljene v enakem poletnem obdobju v letih 2017 in 2018.



Slika 20: Vrednosti asimilacijske učinkovitosti na transektu Črnivec v istem času poletnega sušnega stresa (levo) in vrednosti jutranjega vodnega potenciala (desno) v letih 2017 in 2018. Oznake lokacij so razložene v tekstu zgoraj.

Najmanjša učinkovitost tako sajenih kakor tudi naravno vzniklih smrek je bila opazna na lokaciji B z največjim naklonom terena (Slika 20, levo); vidno je skladno ujemanje z vrednostmi vodnega potenciala (Slika 20, desno). Opazno je značilno izboljšanje stanja v letu 2018 zaradi ugodnejšega padavinskega režima. Kljub temu je naravno mladje v vseh primerih učinkovitejše in v manjšem vodnem stresu (Slika 20, desno).

Sajene smreke so bile večje od naravno vzniklega mladja, kljub temu pa je bila asimilacijska učinkovitost naravnega mladja na vseh mikrolokacijah večja. Na robnih/ ekstremnih rastiščnih razmerah z večjo ekspozicijo se je odziv sajenega in naravnega mladja izenačil (ni bilo potrjenih značilnih razlik med obema skupinama - mikrolokaciji A, B), prav tako na mestih, kjer je prisotno zaraščanje in večji delež trav (B), vendar je bila številčnost sajenega mladja manjša kot na mikrolokacijah C, D in E. Vseeno je bila v času sušnih razmer učinkovitost naravnega mladja večja, kar posledično omogoča boljše preživetje.

Izrazite razlike med severno in južno ekspozicijo pripisujemo izpostavljenosti temperaturnim ekstremom, posledično večjemu izhlapevanju (ET) na južnih ekspozicijah. Učinkovitost zasenčenih površin (D, E) je dosegala vrednosti sajenega, stresu izpostavljenega mladja (A, B). Gostota mladja se je zmanjševala v smeri C-B-A v smeri večje nadmorske višine.

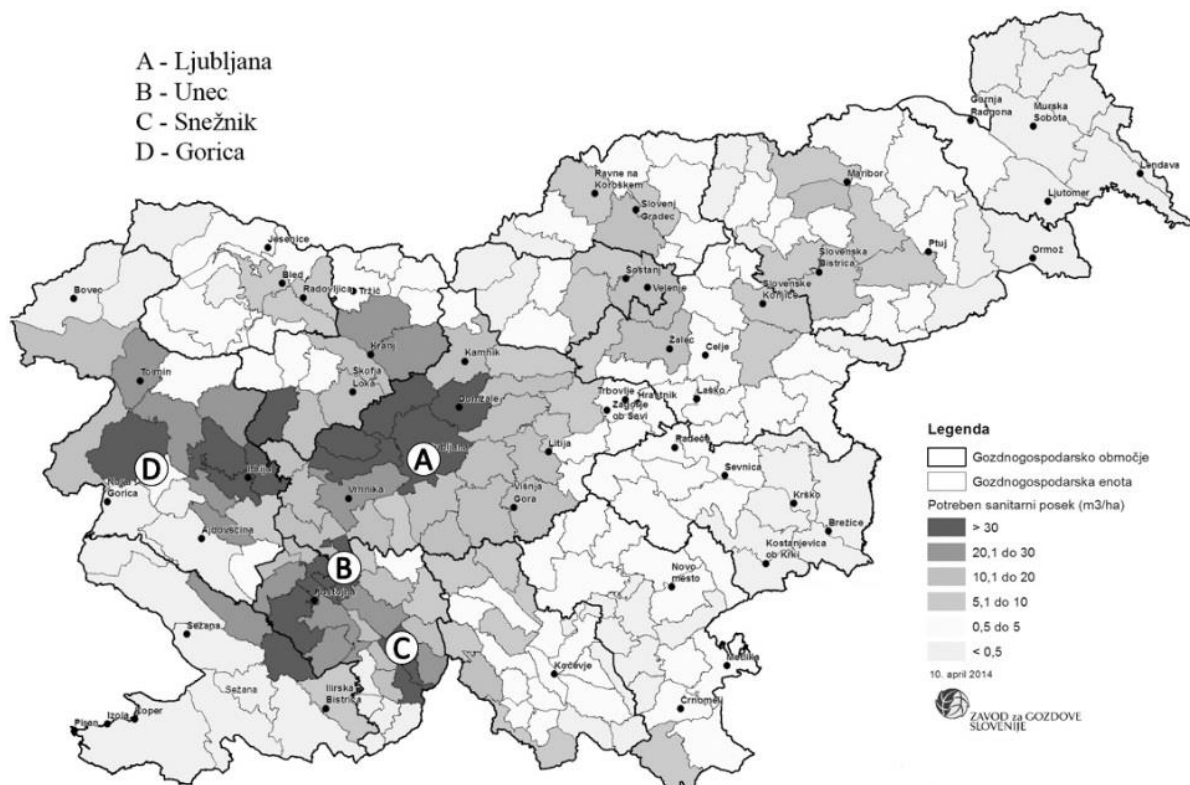
## Zaključki:

- Na vodno preskrbo (in preživetje) mladih smrek ključno vplivajo padavine in naklon terena. Južne ekspozicije s plitkimi tlemi predstavljajo večje tveganje za preživetje zaradi večje izpostavljenosti ekstremnim mikrorastiščnim razmeram in manjše mehanske stabilnosti.
- Na mikrolokacijah z nagibom večjim od 40° je brez zastora vprašljivo preživetje sajenih smrek.
- V enakih okoljskih, temperaturnih in padavinskih razmerah je učinkovitejše naravno mladje, kar govori v prid spodbujanju naravne obnove.

## Meritve odziva naravnega smrekovega mladja po žledu (vir: Čater, Diaci 2017)

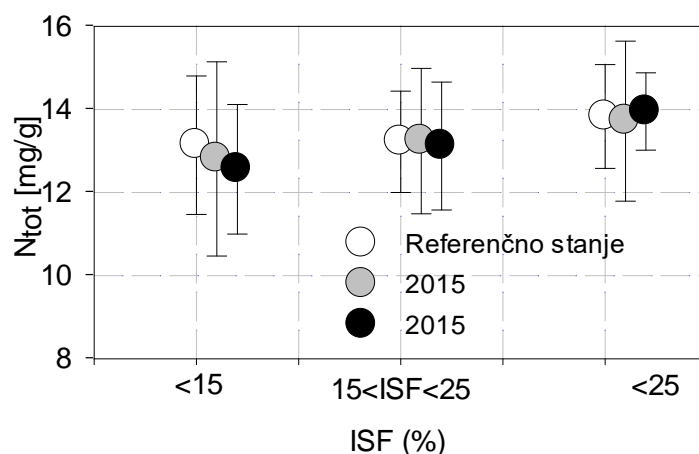
Določali smo odziv smreke na hitro presvetljevanje po nastali ujmi in ga primerjali z odzivom iste vrste na primerljivih rastiščih nepoškodovanih sestojev v enakih svetlobnih razmerah. Izbrane ploskve so bile ravne, z minimalnim nagibom in manj ekstremne od mikrolokacij na Črnicu ali Golteh.

Na osnovi izkušenj z drugimi drevesnimi vrstami in njihovimi odzivi na intenziteto svetlobe smo opredelili tri kategorije, ki se nanašajo na delež difuzne svetlobe. Primerjali smo kategorije »pod zastorom«, na gozdnem robu in na odprtem, brez zastiranja matičnega sestoja. Relativni deleži difuznega sevanja so se pokazali kot najbolj pojasnjujoči parametri (npr. z debelinskim prirastkom), zato smo izmed množice parametrov, ki so na voljo po analizi hemisferičnih posnetkov izbrali prav te. Razmerje med deležem difuzne svetlobe na mestu merjenja in razmerami na odprtem pojasnjuje parameter ISF, ki ga izražamo v procentih. Na osnovi analize sferičnih posnetkov pod zastorom matičnega sestoja  $ISF < 15\%$ , na gozdnem robu ( $15\% < ISF < 25\%$ ) in na odprtem  $ISF > 25\%$  smo opravili meritve na 4 najmočnejše prizadetih lokacijah po žledu. Asimilacijski odziv smo merili na 4-9 letnih smrekovih mladica. V vsaki od izbranih kategorij smo izmerili odziv najmanj 8 osebkov.

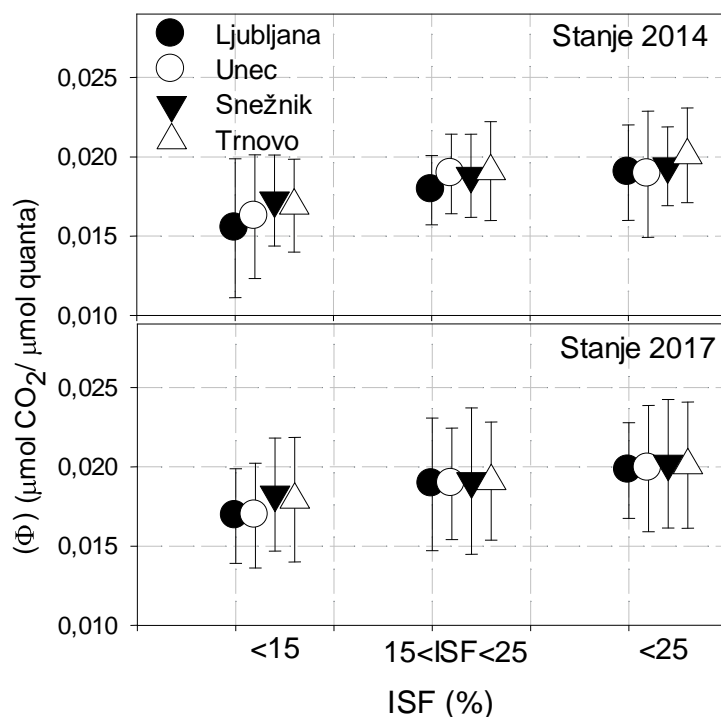


**Slika 21: Lokacije izbranih ploskev z največjim deležem poškodovanosti odraslega drevja in potrebnim sanitarnim posekom (označeno temno, vir: ZGS)**

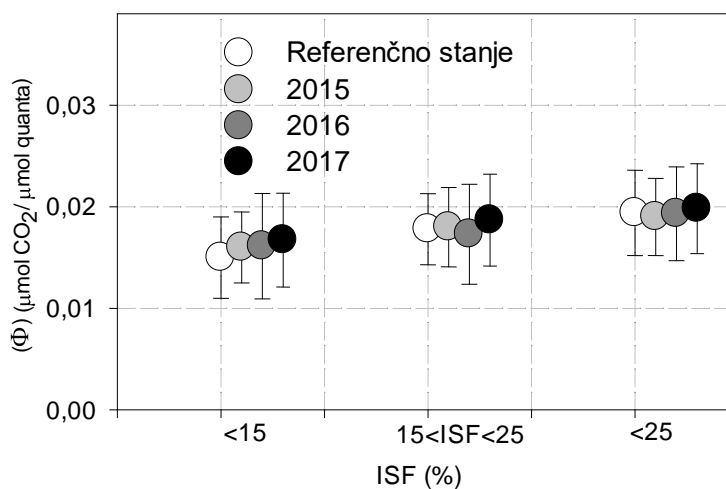
Vsebnost hranil se med lokacijami ni značilno razlikovala in se je nahajala znotraj optimalno določenih vrednosti, ki jih navajajo drugi avtorji (Čater, Diaci 2017). Prikazane so povprečne vrednosti za posamezne svetlobne skupine v letih opazovanj. Primerjane lokacije in odzivi vrst so bili tako primerljivi, na večji odziv ni vplivala boljša preskrba s hranili. Na nobeni od lokacij nismo potrdili sušnega stresa v poletnem obdobju.



**Slika 22: Foliarni dušik (N<sub>tot</sub>), združeni vzorec vseh ploskev**



Slika 23: Asimilacijska učinkovitost na posameznih ploskvah v letih 2014 in 2017



Slika 24: Povprečni odzivi v letih 2015, 2016 in 2017 glede na referenčno stanje 2014

V celotnem obdobju opazovanja se je učinkovitost pri smreki neznačilno povečevala z osvetljenostjo, kar kaže na ugoden odziv kljub motnji (žledu). Opazen je neznačilen upad v letu 2016 in povečevanje variabilnosti odziva predvsem v kategoriji gozdnega roba. V letu 2017 so bile vrednosti vseh kategorij večje (čeprav neznačilno) od referenčnih, kar kaže na stabilizacijo razmer in enovitejši odziv mladih smrek na hitro presvetljevanje. Glede na odzive jelke in bukve je bilo pri smreki manj nihanja v odzivu med leti 2014-2017.

#### Zaključki:

- Smrekovo mladje je bil po žledu v primerjavi z jelko in bukvijo veliko manj prizadeto in občutljivo na hitro presvetljevanje. Odziv smreke na spremenjene svetlobne razmere je bil



zadržan, z manjšimi oscilacijami in brez značilnih razlik med referenčnim in kasnejšim stanjem.

- Odziv smreke na vseh štirih proučevanih lokacijah, ki jih je prizadel žled je bil enoznačen. Bolj raznoliki so bili odzivi na ploskvah, kjer prišlo do poškodb zaradi ujm pred daljšim časovnim obdobjem, kjer poteka zaraščanje, vendar so tudi rastiščne razmere ekstremnejše.
- Smreka je v izrazitem sušnem stresu na strmih pobočjih s plitkimi tlemi, kar je odvisno tudi od velikosti površine v sanaciji.
- Gostote naravnega mladja na starejših prizadetih ploskvah in lokacijah, kjer smo opravljali študije učinka žleda so bile primerljive.

## Viri

- Accetto, M. 1993. Mraziščna smrečja (*Asplenio-Piceetum* R. Kuoch 1954 var. geogr. *Omphalodes verna* var. geogr. nova) v koliševkah Kočevske. *Gozdarski vestnik*, 51, 10: 426-445.
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziole. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage. Springer, Wien – New York, 865 str.
- Čarni, A., Marinček, L., 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije v merilu 1 : 400 000, Biološki inštitut ZRC SAZU, 79 str.
- Čater, M., Diaci, J., Roženberger, D., 2014. Gap size and position influence variable response of *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill. *Forest Ecology and Management*, 2014, vol. 325, str. 128-135. 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*, vol. 399, str. 206-212,
- Hennekens, S. M. & Schaminée, J. H. J. 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12 (4): 589–591.
- Kutnar, L., Veselič, Ž., Dakskobler, I., Robič, D. 2012. Tipologija gozdnih rastišč Slovenije na podlagi ekoloških in vegetacijskih razmer za potrebe usmerjanja razvoja gozdov. *Gozdarski vestnik* 70 (2012), 4: 195-214.
- Marinšek, A., Kutnar, L.. 2018. Smrekova rastišča v Sloveniji: predavanje na delavnici CRP projekta "Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije", Razdrto, 15. 2. 2018. [COBISS.SI-ID 5007782] Tichý, L. 2002: JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13: 451-453.
- Šilc U. (2012). Vegetation Database of Slovenia, short database report. V: Dengler J., Chytrý, M., Ewald J., Finckh M., Jansen F., Lopez-Gonzalez G., Oldeland J., Peet RK, Schaminée JHJ (ur.): Vegetation databases for the 21st century. *Biodivers. Ecol.* 4:428
- Urbančič, M., Simončič, P., Prus, T., Kutnar, L. 2005. Atlas gozdnih tal. Zveza gozdarskih društev Slovenije, *Gozdarski vestnik* in *Gozdarski inštitut Slovenije*, Ljubljana: 100 str.

- ZGS, 2017. Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2016, Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana, junij 2017, 128 str.
- Zorn, M., 1975. Gozdnovegetacijska karta Slovenije. Opis gozdnih združb. Ljubljana, Biro za gozdarsko načrtovanje: 150 str.
- Zupančič, M., 1980. Smrekovi gozdovi v mraziščih dinarskega gorstva Slovenije. SAZU, Ljubljana, 262 s. Zupančič, M., 1999. Smrekovi gozdovi Slovenije. SAZU Razred za naravoslovne vede, Ljubljana: 222 str.
- BRUS, Robert (avtor, fotograf). *Drevesne vrste na Slovenskem*. 2. dopolnjena izd. Ljubljana: samozal., 2012. 406 str., ilustr. ISBN 978-961-276-395-4.



## DS 3: Sanacija ogolelih površin s sadnjo smreke

**Vodja:** dr. Marjana Westergren

**Člani:** Božič G., Veselič Ž., Breznikar A., Kutnar L., Marinšek S., de Groot M.

**Cilj:** Analizirati možnosti sanacije ogolelih gozdnih površin (žled, podlubniki) s sadnjo smreke. Izvesti poskus s sadnjo 6 provenienc v Dinarskem (žledolom in podlubniki) in Alpskem svetu (podlubniki). Ugotoviti katere proveniencije smreke bodo dobro uspevale na območjih, kjer je bila zdesetkana po žledolomu in / ali napadu podlubnikov. Analizirati ranljivosti za uspevanje sadik. Identifikacija genetskih linij v Sloveniji in sosednjih državah za potencialne prenose sadik med provenienčnimi območji in za uvoz sadik

### **Pričakovani rezultati**

#### *DS3.1 Genetska struktura smreke*

- Identificirane genetske linije provenienc smreke v Sloveniji
- Validacija porazdelitve provenienčnih območij
- Seznam območij v srednji Evropi in SZ balkanskem polotoku, kjer so genetske linije smreke identične tistim v Sloveniji.

#### *DS3.2 Smreka v semenarstvu in drevesničarstvu*

- Identificirane vrzeli v mreži gozdnih semenskih objektov za smreko in predlog za odobritev dodatnih semenskih objektov na področju vrzeli
- Pregled tehnik sadnje in manipulacije klasičnih sadik smreke in sadik vzgojenih v posodah ter njihove uspešnosti vključno s stroškovno analizo (na podlagi agregata domačih in tujih izkušenj)
- Identifikacija pomembnosti umetne obnove s sadnjo smreke na ogolelih gozdnih površinah v Sloveniji

#### *DS3.3. Poskus s saditvijo različnih provenienc smreke*

- Analiza preživetja, fenologije in priraščanja sadik najmanj šestih provenienc smreke dveh rastiščih, vključno z območjem, kjer je smreka bila zelo prizadeta zaradi naravnih ujm
- Popis škodljivcev in časovnice njihovega pojavljanja, ki predstavljajo grožnjo sadikam smreke
- Priporočila za gospodarjenje z ogolelimi površinami sajenimi s smreko

#### *DS3.4. Ocena ranljivosti za uspevanje sadik smreke*

- Izdelan seznam dejavnikov tveganja za uspevanje sadik smreke
- Izdelana ocena ranljivosti uspevanja sadik smreke za lokaciji poskusa s saditvijo različnih provenienc smreke

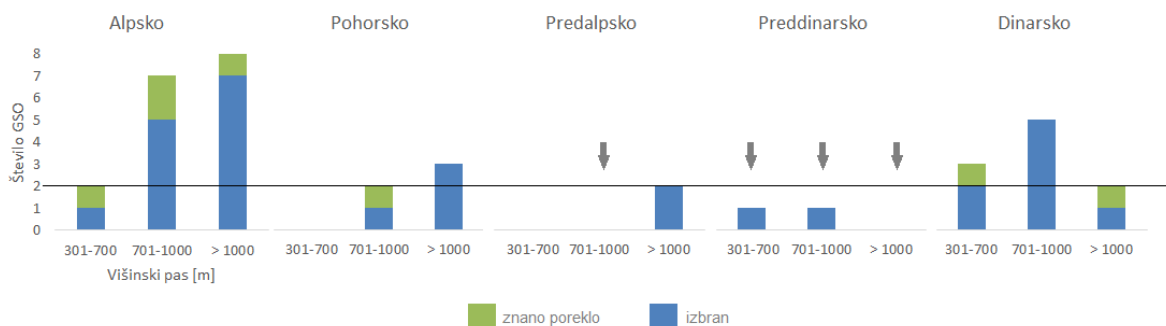
## Ugotovitve

V Slovenji je smreka naravno razširjena do zgornje gozdne meje. Spodnja meja se spusti v dinarskem svetu na okoli 600 m nadmorske višine (Kotar in Brus 1999).

1. januarja 2017 je bilo odobrenih 30 gozdnih semenskih objektov (GSO) smreke in sicer v alpskem, pohorskem, predalpskem, preddinarskem in dinarskem provenienčnem območju (PO). Ti GSO se nahajajo v treh višinskih pasovih, in sicer v pasu 301-700 m, 701 – 1000 m in > 1000 m nadmorske višine. Šest GSO se hkrati nahaja v dveh višinskih pasovih. GSO v višinskem pasu 301-700 m so tako avtohtoni kot neznanega izvora. Pet GSO je kategorije »znano poreklo«, 25 kategorije »izbran«<sup>1</sup>.

Za pridobivanje določenemu okolju in rastišču prilagojenega gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) ob hkratnem zagotavljanju genetske pestrosti bodočih gozdov v katere sadimo smreko, je dolgoročni cilj imeti v vsakem PO in višinskem pasu, kjer je smreka naravno razširjena, po 2 GSO. Z vidika pridobivanja kvalitetne hlodovine je smiselno, da bi bili ti GSO kategorije »izbran«.

Ob upoštevanju veljavne porazdelitve PO in višinskih pasov ter obeh kategorij GSO, potrebujemo odobriti še vsaj 6 GSO smreke, 2 v predalpskem PO v višinskem pasu 701-1000 m, po 1 GSO v preddinarskem PO v višinskih pasovih 301-700 m in 701-1000 m ter 2 GSO v preddinarskem PO v višinskem pasu > 1000 m (Slika 25). GSO, ki se nahajajo v dveh višinskih pasovih so upoštevanji kot 1 GSO v vsakem od obeh višinskih pasov, v katerih se nahajajo.



<sup>1</sup> Zakon o gozdnem reprodukcijskem material v 8a. členu pravi: Reprodukcijski material se razvršča v kategorije "znano poreklo", "izbran", "kvalificiran" in "testiran".

Kot reprodukcijski material "znanega porekla" je označen reprodukcijski material, pridobljen iz semenskega objekta, ki se nahaja znotraj enega samega provenienčnega območja in je odobren v skladu s 33. ali 42. členom tega zakona.

Kot "izbran" reprodukcijski material je označen reprodukcijski material, pridobljen iz semenskega objekta, ki se nahaja znotraj enega samega provenienčnega območja, in ki je bil fenotipsko izbran na nivoju populacije, in ki je odobren v skladu s 34. členom tega zakona. Pri fenotipskem izboru se gleda 9 znakov, ki kažejo na to, da je sestoj "boljši" z vidika fenotipskih lastnosti kot so polnolesnost, ravnost, višina krošnje... pa tudi z vidika vitalnosti.

Kot "kvalificiran" reprodukcijski material je označen reprodukcijski material, pridobljen iz semenskega objekta, katerega sestavni deli so bili pridobljeni iz posamično izbranih dreves na podlagi njihovega fenotipa, in ki je odobren v skladu s 35. členom tega zakona. V kategoriji "kvalificiran" testiranje lastnosti reprodukcijskega materiala ni obvezno.

Kot "testiran" reprodukcijski material je označen reprodukcijski material, pridobljen iz semenskega objekta, katerega nadpovprečne lastnosti so dokazane s primerjalnim testiranjem ali ocenjene z genetskim ovrednotenjem sestavin semenskega objekta, in ki je odobren v skladu s 36. členom tega zakona.

## Slika 25: Porazdelitev GSO po provenienčnih območjih in višinskih pasovih z nakazanim željenim številom GSO.

### DS 3.3 Poskus s saditvijo različnih provenienc smreke (dr. G. Božič)

V sodelovanju z ZGS smo opravili terenske ogleda lokacij in izbrali lokaciji na nadmorskih višinah (>800 m), kjer stroka pričakuje, da bo imela smreka dolgoročni razvojni potencial in je bila poškodovana po žledu in lubadarju (ZGS OE Postojna) in lubadarju (ZGS OE Bled). Izbrani sta bili dve ploskvi za osnovanje poskusa s saditvijo sadik smreke. Prva ploskev se nahaja pri Postojni, lastnik je SiDG. Druga ploskev se nahaja v Dovju pri Mojstrani, lastnik zemljišča je agrarna skupnost. Obe ploskvi se nahajata na nadmorski višini 800 m. Na terenu smo izvedli rekognosciranje potencialnih površin in odvzeli GPS koordinate za osnovanje poskusnih blokov na objektu. Na ploskvah je bil po sečnji narejen gozdni red, zato je bilo pred sadnjo potrebno odstraniti kupe vej in narediti pripravo tal.

Sočasno z iskanjem ustreznih lokacij je teklo tudi pridobivanje informacij o zalogah ustreznih provenienc smreke. Do konca marca 2017 smo pridobili informacije o zalogi sadik smreke v slovenskih drevesnicah in izvedli javni razpis za nabavo sadik. Uspešno smo pridobili ponudbe in sklenili dogovor o nakupu sadik šestih provenienc vzgojne oblike 2+2(3) in provenienc za robno vrsto. Provenienc smrek so izvirale iz alpskega, dinarskega in pohorskega provenienčnega območja. Sadike smo sortirali po proveniencah in do osnovanja poskusa so bile shranjene v hladilnicah dobaviteljev. Prezem sadik je bil na objektu. Z dobavitelji je bil sklenjen tudi dogovor za prevoz sadik na objekt. Za potrebe sadnje smo na predhodno izbranih terenskih objektih pridobili dovoljenja upraviteljev zemljišč za osnovanje provenienčnih poskusov s smreko na lokaciji Postojna / Javorniki (SiDG) in Dovje pri Mojstrani (Agrarna skupnost) – glej slike. Izdelali smo operativne načrte za osnovanje provenienčnih poskusov. Zasnovo poskusov smo določili glede na naravne možnosti in stanja na izbranih objektih. Namen paralelnih provenienčnih poskusov je testiranje prilagoditvene sposobnosti ter rasti in razvoja 6 provenienc smreke, in sicer: Mežnarsko (1.202), Pudgarsko (1.0251), Gradiško (1.0281), Tolsti vrh (2.0154), Hlebovo (2.0348), Hrušica (6.0137) in Leskova dolina (6.0132).

Za pomoč pri izvedbi sadnje na lokaciji Postojna / Javorniki smo zaprosili vodstvo Srednje gozdarske in lesarske šole v Postojni. Organizirali smo sestanek z vodstvom in predstavili problematiko pomena provenienčnih poskusov za sanacijo ogolelih površin s smreko. Rezultat dogovora je bila aktivna pomoč SGLŠ s skupino dijakov, ki so izvedli čiščenje terena, pripravo tal in sadnjo smreke. Čiščenje terena, pripravo tal in sadnjo na lokaciji Dovje Mojstrana pa smo opravili s pomočjo študentov gozdarstva z Biotehniške fakultete.

Pripravili smo tudi informacijo o projektu in osnovanju poskusov s smreko ter jo objavili na spletni strani projekta.

V septembru 2017 smo vodjem projektnih sklopov predstavili trenutno stanje na provenienčnih poskusih in izdelali usmeritve za izvedbo meritev rasti in razvoja, oceno preživetja in vitalnosti smreke in usmeritve za zaščito dreves smreke pred objedanjem divjadi

po zaključku letne vegetacijske dobe. Izvedli smo vsa potrebna pripravljalna dela in nabavili premazno snov za zaščito terminalnih odganjkov dreves smreke pred objedanjem divjadi.

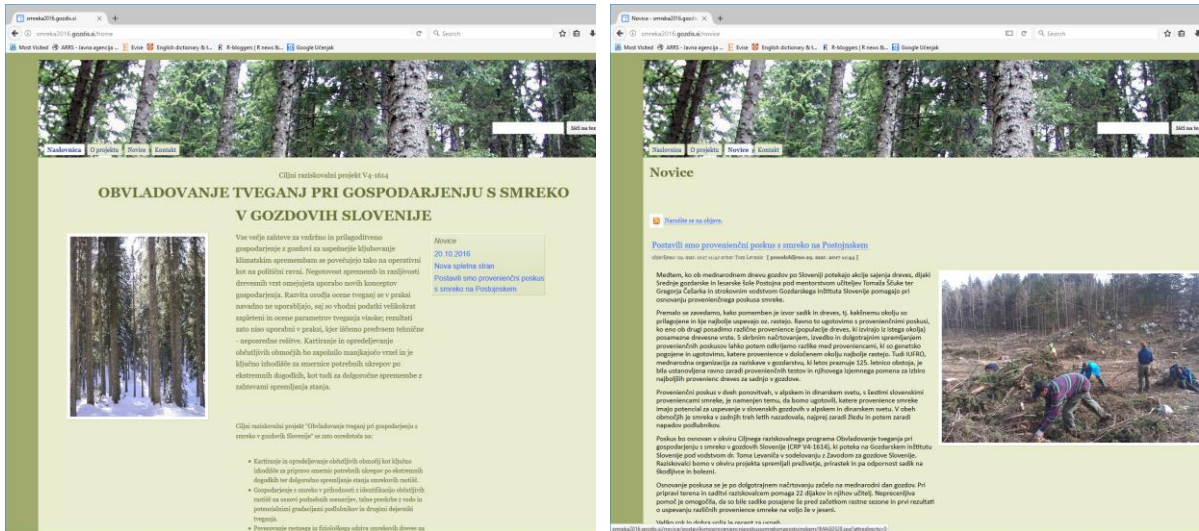


**Slika 26: Drevesa smreke v prvem letu rasti v provenienčnem poskusu Dovje - Mojstrana (Foto: G. Božič)**

V oktobru 2017 smo v sodelovanju s SGLŠ Postojna organizirali in vodili praktično delo na poskusnem objektu provenienčnega poskusa s smreko Postojna - Javorniki. Delo je zajemalo izvedbo meritev sadik na terenu, popis preživetja, vitalnosti sadik in popis poškodovanosti sadik po divjadi. Popisali in izmerili smo vse sadike v poskusu in tudi sadike posajene v robnih vrstah. Poleg tega smo v sodelovanju s SGLŠ izvedli tudi vsa nujna negovalna dela in sadike zaščitili s premazi. Meritve in zaščito sadik smo izvedli tudi na drugem poskusnem objektu s smreko v Dovjah. Terenske meritve in ukrepe zaščite sadik smo izvedli v prvi polovici meseca oktobra 2017.

Februarja 2018 smo aktivno sodelovali na mednarodni znanstveni konferenci z »Šumarska znanost: sjećanje na prošlost, pogled u budućnost«, ki je potekala v kraju Jastrebarsko na Hrvaškem. S plakatom smo sodelovali tudi na projektni delavnici z naslovom »Izzivi in perspektive gospodarjenja s smreko« dne 15. februarja 2018. Za gojitelje ZGS smo pripravili predstavitev rezultatov genetskih raziskav smreke v Evropi s ciljem uvrstitve in predstavitve našega dela v širšem kontekstu ogroženosti smreke na robnih arealnih njene naravne razširjenosti v Evropi.





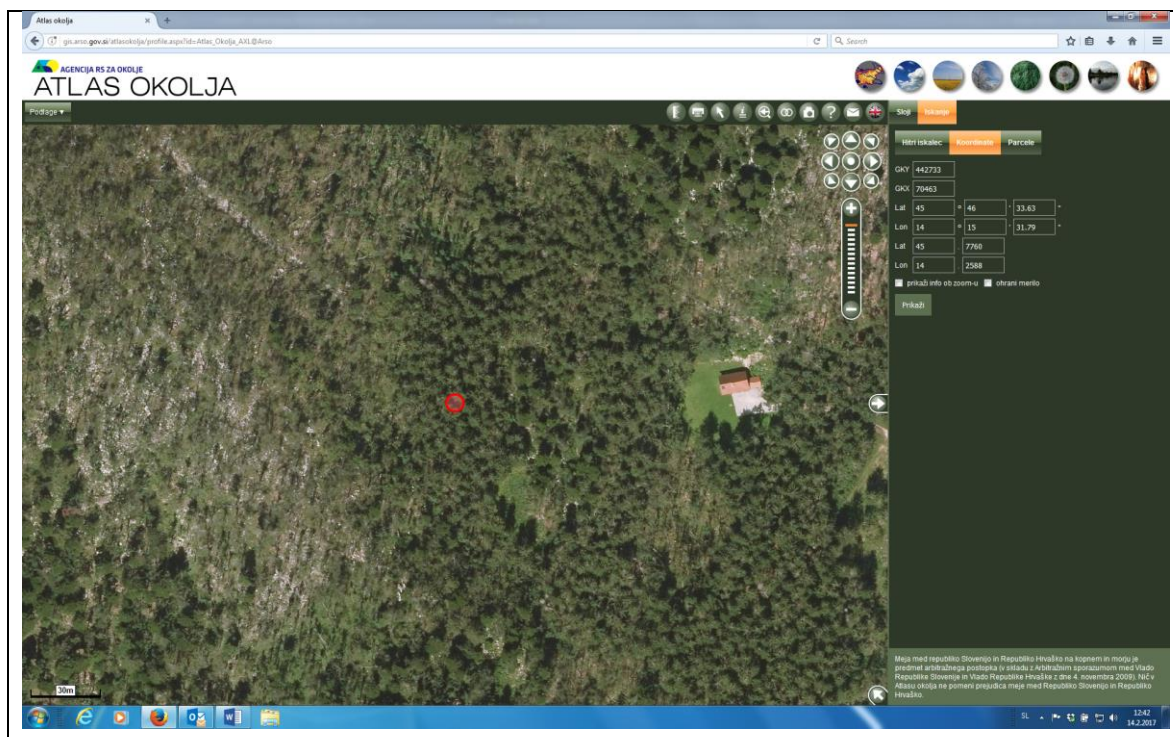
Slika 27: Izseki s spletne strani smreka2016.gozdis.si

## Provenienčni poskus (dr. G. Božič)

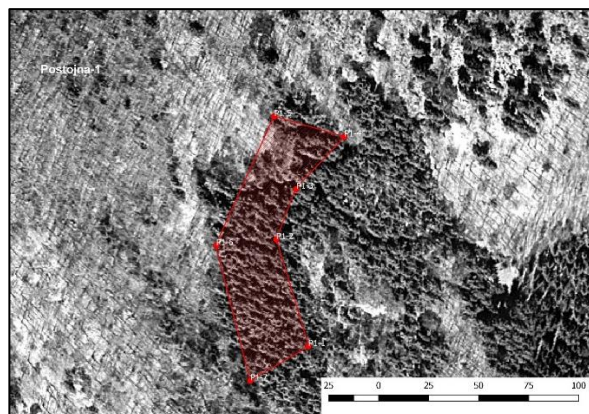
### Preglednica 12: Podatki o testnih proveniencah smreke

Št.	Provenienca	Tip	Kategorija	OE ZGS	KE ZGS	Drevesnica	Vzg. obl.	N sadik
1	Hrušica, 6.0137, SI/04-014	DIN	Izbran	PO	Bukovje	Štivan	2+2	300
2	Mežnarsko, Črna, 1.202, SI/09-037	ALP	Izbran	SG	Črna na Koroškem	Omorika	2+2	300
3	Pudgarsko, Črna, 1.0251, SI/09-038	ALP	Znano poreklo	SG	Črna na Koroškem	Omorika	2+2	300
4	Gradiško, 1.0281, SI/12-012	ALP	Izbran	Nazarje	Luče	Omorika	2+2	300
5	Tolsti vrh - macesnovje, 2.0154, SI / 12-013	POH	Izbran	SG	Mislinja	Omorika	2+2	300
6	Hlebovo, Smolnik, Ruše, 2.0348	POH	Znano poreklo	MB	Ruše	Omorika	2+2	300
<b>ROBNA VRSTA</b>								
7	Leskova dolina, 6.0132, SI/ 05-008	DIN	Izbran	PO	Ilirska Bistrica	Štivan	2+3	300
							SKUPAJ	2100

V drugem poročevalnem obdobju smo za izbrana terenska objekta v dinarskem in alpskem provenienčnem območju pridobili dovoljenja upraviteljev zemljišč za osnovanje provenienčnih poskusov s smreko, in sicer na lokaciji Postojna / Javorniki (SIDG) in Dovje pri Mojstrani (Agrarna skupnost).

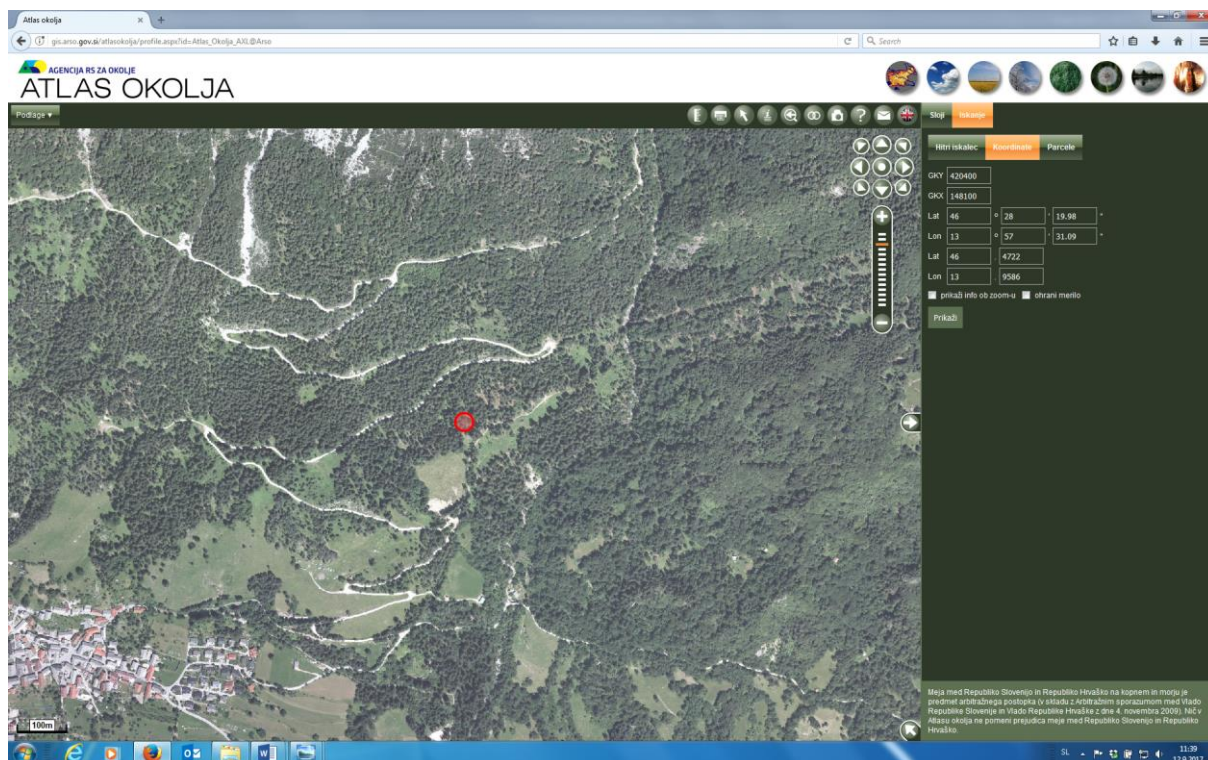


Slika 28: Poskusni objekt s smreko Postojna / Javorniki smo osnovali na lokaciji, ki jo je prizadel žled (lat. 45.7760, lon: 14.2588, 850 m n.m.v). Koordinate poskusnega objekta so lat: 45.7760, lon: 14.2588, nmv 850 m) – posnetek je bil narejen pred žledolomom februarja 2014.

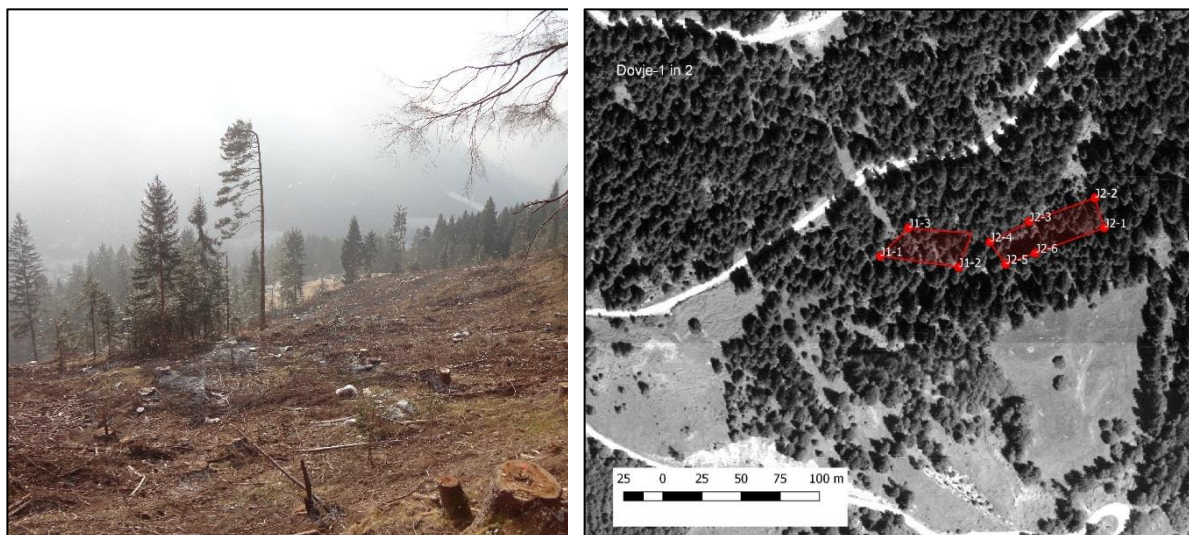


Slika 29a in b: (a) Stanje na objektu Postojna / Javorniki po poseku sestoja in (b) ocena največje možne površina za osnovanje provenienčnega poskusnega poskusa s smreko.





Slika 30: Poskusni objekt s smreko Dovje - Mojstrana smo osnovali na površini goloseka smrekovega sestoja, ki ga je v letu 2016 močno prizadel lubadar. Koordinate poskusnega objekta so lat: 46.4722, lon: 13.9586, 880 m n.m.v.) – posnetek je bil narejen pred posekom žarišča podlubnikov v letu 2016.



Slika 31a in b: (a) Stanje na objektu Dovje-Mojstrana po poseku sestoja in (b) ocena največje možne površine za osnovevanje provenienčnega poskusnega poskusa s smreko.







V sodelovanju s Srednjo gozdarsko in lesarsko šolo v Postojni smo izvedli pripravo tal na testnem objektu pri Postojni, v sodelovanju s študenti gozdarstva pa pripravo tal na objektu Dovje. Na terenu smo izvedli trasiranje poskusnih blokov in poskusnih ploskev (odmera, zakoličba, označitev) ter označili mesta sadnje.



Slika 34: Priprava tal na objektu Postojna / Javorniki



Slika 35: Priprava tal na objektu Dovje - Mojstrana

Z dobavitelji smo uskladili prevoz sadik s prevzemom na objektih. Sadike smo označili in jih do sadnje hranili v zakupu. Posadili smo 6 provenienc smreke z vzgojno obliko (2+2) s po 40 sadik/provenienco v 3 ponovitvah (poskus z bloki) na 2 lokacijah. Robno vrsto smo osnovali s sadikami vzgojne oblike (2+3), in sicer s provenienco Leskova dolina. Drevesa so sajena v medsebojni razdalji 2 x 1 m. Na poskusnem objektu Postojna Javorniki smo posadili 1006 sadik,



na poskusnem objektu Dovje 943 sadik. Skupaj smo posadili 1949 sadik smreke. Vse ostale vitalne sadike smo posadili na poskusne gredice GIS. Osnovanje dveh poskusov s sadnjo smo zaključili v mesecu aprilu 2017.



**Slika 36: Zasaditev testnih provenienc smreke na poskusne ploskve – lokacija Dovje Mojstrana.**

#### Rezultati analiz priraščanja, fenologije, vitalnosti, preživetja ter poškodovanosti provenienc smreke po prvi vegetacijski dobi rasti na poskusnih objektih Dovje in Postojna-Javorniki

Na posameznem testnem polju smo izmerili višine debelc za vse primerke posamezne provenience. Meritve smo izvajali jeseni, po zaključku vegetacijske sezone leta 2017, in ugotavljali višino sadik ob sadnji (H2016), to je v starosti štirih let, in po prvem letu rasti 2017 (H2017), to je v starosti pet let.

Pri meritvah višinske rasti smo upoštevali vse provenience smreke z vzgojno obliko 2+2. Provenienca smreke Leskova dolina smo posadili z vzgojno obliko 2+3 v robno vrsto in zato ni primerljiva z drugimi proveniencami (npr. za analizo rasti). Višino dreves smo merili z merilno letvijo na 1 cm natančno. Z obdelavo merilnih podatkov na začetku in koncu rasti v letu 2017 smo izračunali povprečne višine za posamezne provenience smreke. Za testiranje rasti v višino in fenologijo iglic smo uporabili test po Tukey-u. Rezultate analize vitalnosti sadik ter rezultate analize poškodovanosti sadik zaradi objedanja po divjadi prikazujemo z deleži (v %). Pri obravnavi rezultatov analiz je treba opozoriti, da so testne sadike smreke vzgojili v dveh gozdnih drevesnicah, in sicer provenience, ki izvirajo iz Alpskega in Pohorskega provenienčnega območja v gozdni drevesnici Omorika – Muta, medtem ko so provenience Hrušica in Leskova dolina, ki izvirajo iz Dinarskega provenienčnega območja, vzgojili v gozdni drevesnici Štivan pri Postojni.

## Priraščanje provenienc smreke v višino

### Provenienčni poskus s smreko Dovje

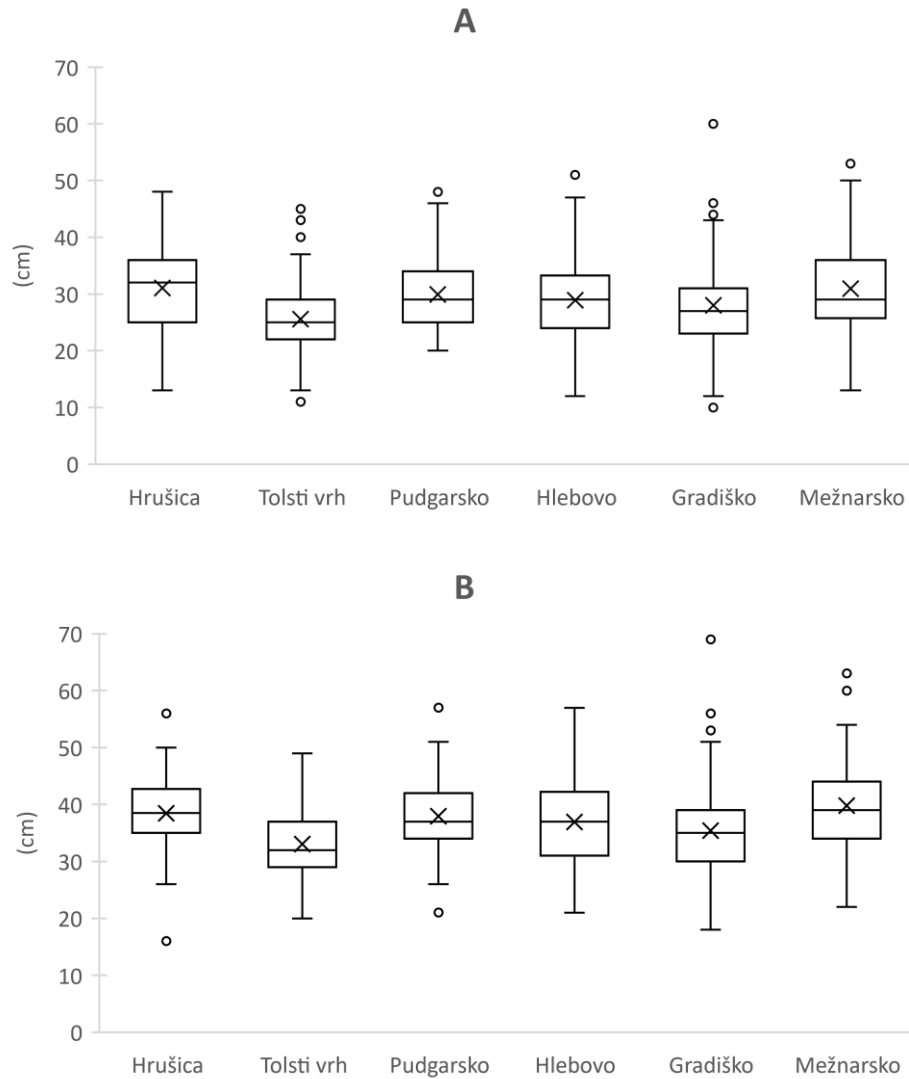
**Preglednica 13: Opisna statistika za višino dreves testnih provenienc smreke za sadnjo spomladi 2017 (H2016) in po prvem letu rasti v nasadu 2017 (H2017), za vzorec dreves (N) na poskusnem objektu Dovje**

Provenienca	Višina drevesa	N	Min. (cm)	Max. (cm)	Aritmetična sredina (cm)	Standardni odklon (cm)	Standardna napaka	KV (%)
Gradiško	H2016	120	10	60	28,00	7,84	0,72	28,00
	H2017	107	18	69	35,42	8,77	0,85	24,76
Hlebovo	H2016	120	12	51	28,93	7,22	0,66	24,95
	H2017	106	21	57	36,91	7,73	0,75	20,94
Hrušica	H2016	120	13	48	31,07	7,48	0,68	24,09
	H2017	92	16	56	38,46	6,07	0,63	15,79
Mežnarsko	H2016	120	13	53	30,96	7,15	0,65	23,08
	H2017	92	22	63	39,80	7,63	0,80	19,17
Pudgarsko	H2016	120	20	48	29,93	6,10	0,56	20,38
	H2017	111	21	58	37,94	6,52	0,62	17,17
Tolsti vrh	H2016	120	11	45	25,55	6,01	0,55	23,50
	H2017	96	20	49	33,05	5,85	0,60	17,71

Ob sadnji so sadike v višino merile od 25,55 cm (Tolsti vrh) do 31,07 cm (Hrušica), kar ustreza deklarirani povprečni višini sadik smreke v starosti 2+2 let po odpremi iz drevesnic, ki je sicer od 25 cm do 50 cm. Kljub v povprečju ustrezni višini sadik, so bile pri vseh proveniencah tudi sadike z neustrezno višino, in sicer od 10 cm do 20 cm, medtem ko je bila zgornja deklarirana višina sadik 50 cm le posamično presežena.

Po prvem letu rasti v poskusu so sadike v višino v povprečju prirastle od 7,42 cm (Gradiško) do 8,85 cm (Mežnarsko) in so dosegle povprečno višino od 33,05 cm (Tolsti vrh) do 39,08 cm (Mežnarsko).

Relativna variabilnost podatkov za H2016 je v razponu od 20,38 % (Pudgarsko) do 28,00 % (Gradiško), za H2017 pa v razponu od 15,79 % (Hrušica) do 24,67 % (Gradiško). Porazdelitev višin provenienc je po prvem letu rasti sadik smreke v poskusu manj variabilna kot ob sadnji.



**Slika 37: Porazdelitev vrednosti višine dreves šestih provenienc smreke v letu 2016 (A) in 2017 (B) na poskusnem objektu Dovje s prikazom kvartilov**

Med dvema zaporednima letoma je prišlo do majhne spremembe razvrstitve provenienc smreke glede rasti v višino. Provenienca Hrušica in Mežnarsko sta po prvem letu rasti v poskusu zamenjali mesti v vrstnem redu najbolj rastočih provenienc na objektu Dovje. Rezultati analize variance so pokazali visoko statistično značilen provenienčni učinek ( $F = 12, 22$ ;  $p < 0, 0001$  in  $F = 10, 77$ ;  $p < 0, 0,001$ , za H2016 in H2017), kar nakazuje, da med testnimi proveniencami smreke obstajajo genetsko pogojene razlike pri rasti v višino.

**Preglednica 14: Prikaz razvrščanja provenienc v skupine po višini dreves, testirano po Tukey-u na poskusnem objektu Dovje ob sadnji spomladi 2017 (H2016) in po prvem letu rasti v nasadu 2017 (H2017)**

Provenienca H2016				Provenienca H2017			
Hrušica	A			Mežnarsko	A		
Mežnarsko	A			Hrušica	A		
Pudgarsko	A	B		Pudgarsko	A	B	
Hlebovo	A	B		Hlebovo	A	B	
Gradiško		B		Gradiško		B	C
Tolsti vrh			C	Tolsti vrh			C

\* Provenience se po enakih znakih združujejo v skupine po uspešnosti rasti

#### Provenienčni poskus s smreko Postojna Javorniki

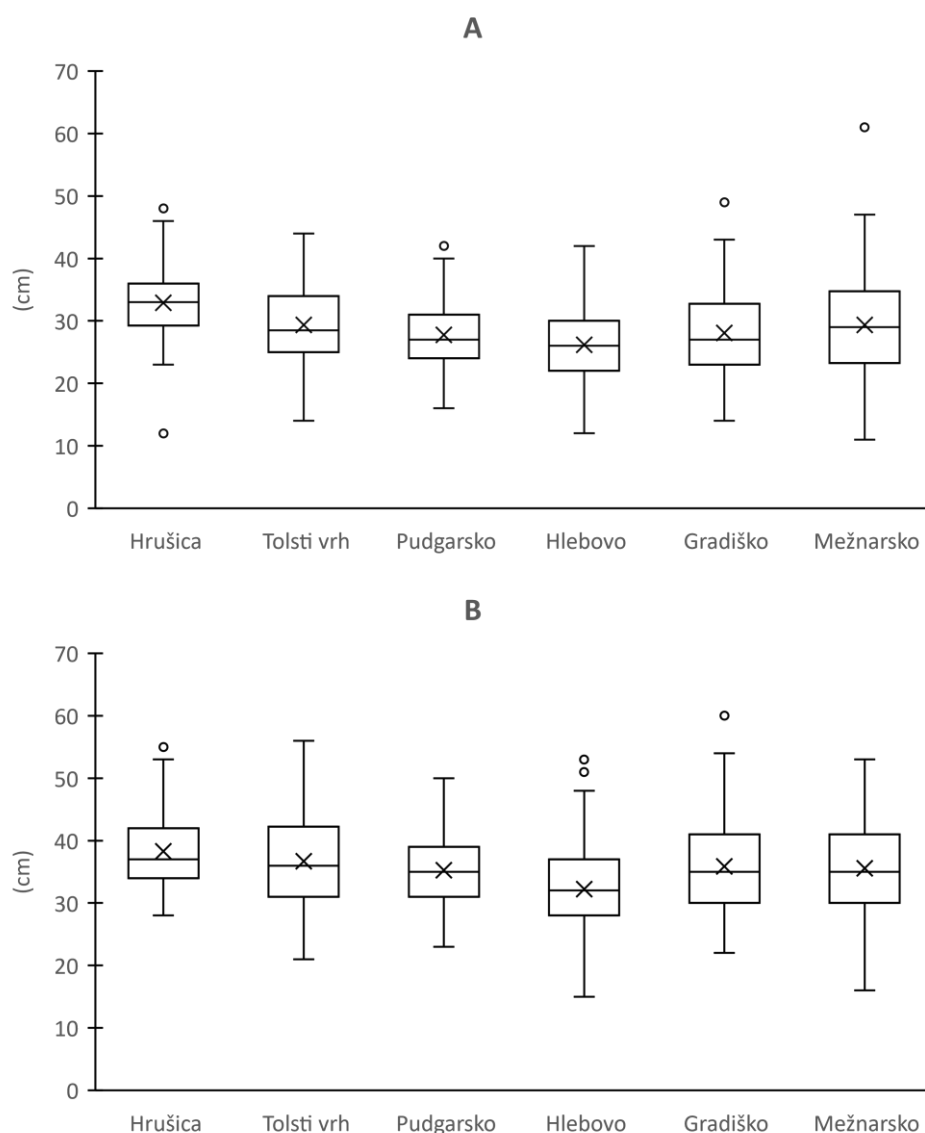
**Preglednica 15: Opisna statistika za višino dreves testnih provenienc smreke za sadnjo spomladi 2017 (H2016) in po prvem letu rasti v nasadu 2017 (H2017), za vzorec dreves (N) na poskusnem objektu Postojna Javorniki**

Provenienca	Višina	N	Min. (cm)	Max. (cm)	Aritmetična sredina (cm)	Standardni odklon (cm)	Standardna napaka	KV (%)
Gradiško	H2016	120	14	50	28,08	7,09	0,65	25,24
	H2017	116	22	60	35,85	7,22	0,67	20,13
Hlebovo	H2016	120	12	43	26,19	6,31	0,58	24,09
	H2017	117	15	53	32,21	6,69	0,62	20,75
Hrušica	H2016	120	12	48	32,88	5,70	0,52	17,32
	H2017	85	28	56	38,29	6,41	0,70	16,74
Mežnarsko	H2016	120	11	61	29,37	7,68	0,70	26,17
	H2017	119	16	59	35,58	7,63	0,70	21,44
Pudgarsko	H2016	120	16	43	27,74	5,87	0,54	21,14
	H2017	112	23	50	35,25	6,31	0,60	17,90
Tolsti vrh	H2016	120	14	44	29,36	6,48	0,59	22,07
	H2017	118	21	56	36,72	7,23	0,67	19,69

Pri sadnji so proveniencije smreke v povprečju merile v višino od 26,19 cm (Hlebovo) do 32,88 cm (Hrušica), kar ustreza deklaraciji povprečne višine sadik smreke v starosti 2+2 let po odpremi iz drevesnic (25 cm – 50 cm). Kljub v povprečju ustrezni višini sadik, so bile pri vseh proveniencah tudi manjše sadike z višino od 11 cm do 16 cm, medtem ko je bila zgornja deklarirana višina sadik 50 cm posamično presežena le pri provenienci Mežnarsko.

Po prvem letu rasti v nasadu so sadike v višino v povprečju prirastle od 5,41 cm (Hrušica) do 7,78 cm (Gradiško) in so dosegale višino od 32,21 cm (Hlebovo) do 38,29 cm (Hrušica).

Relativna variabilnost podatkov za H2016 je v razponu od 17,32 (Hrušica) do 26,17 % (Mežnarsko), za H2017 pa v razponu od 17,90 % (Pudgarsko) do 21,44 % (Mežnarsko) in je po prvem letu rasti sadik v poskusu manj variabilna kot ob sadnji.



**Slika 38: Porazdelitev vrednosti višine dreves šestih provenienc smreke v letu 2016 (A) in 2017 (B) na poskusnem objektu Postojna Javorniki s prikazom kvartilov**



Rezultati analize variance so pokazali visoko statistično značilen provenienčni učinek, kar nakazuje, da med testnimi proveniencami smreke obstajajo genetsko pogojene razlike pri rasti v višino ( $F=15,44$ ;  $p<0,0001$  and  $F=9,20$ ;  $p<0,0001$ , za H2016 in H2017).

**Preglednica 16: Prikaz razvrščanja provenienc v skupine po višini dreves, ugotovljeni s testom po Tukey-u na poskusnem objektu Postojna Javorniki, ob sadnji spomladi 2017 (H2016) in po prvem letu rasti v nasadu 2017 (H2017)**

Provenienca H2016				Provenienca H2017			
Hrušica	A			Hrušica	A		
Mežnarsko		B		Tolsti vrh	A	B	
Tolsti vrh		B		Gradiško	A	B	
Gradiško		B	C	Mežnarsko	A	B	
Pudgarsko		B	C	Pudgarsko		B	
Hlebovo			C	Hlebovo			C

\* Provenience se po enakih znakih združujejo v skupine glede na uspešnost rasti

### Spomladanska fenologija sedmih provenienc smreke na testnih objektih

Spomladi 2018 smo na obeh testnih objektih (Dovje in Postojna Javorniki) opravili osem popisov fenologije olistanja provenienc smreke po standardizirani 5 stopenjski mednarodni metodi, in sicer: 1 - Speči zimski popek; 2 - Začetek olistanja – opazna inicialna zelena barva na konici popka; 3 - Opazne prve svetlo zelene iglice; 4 – Novo formirani odganjki z dolžino 3 cm; 5 – Novo formirani odganjki z dolžino večjo kot 4 cm.

V popis smo zajeli vse testne osebkke provenienc Hrušica, Tolsti vrh, Pudgarsko, Hlebovo, Gradiško, Mežnarsko, v treh poskusnih blokih, ter osebkke provenience Leskova dolina, ki uspeva v robni vrsti. Fenološke popise na poskusu Dovje smo izvedli v dneh 2. 5., 7. 5., 21. 5. in 4. 6. 2018, na poskusu Postojna Javorniki pa v dneh 3. 5. 8. 5. 21. 5. in 4. 6. 2018.

**Preglednica 17: Opisna statistika razvoja fenofaz iglic provenienc smreke na poskusnem objektu Dovje in združevanje provenienc smreke v skupine s testom po Tukey-u na dan 2. 5. 2018**

Provenienca	N	Min.	Max.	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Standardna napaka	K.V.	Tukey test Skupin		
Hrušica	56	1	3	2,36	0,70	0,07	29,52	A		
Tolsti vrh	84	1	4	2,60	0,76	0,08	29,07		B	
Gradiško	88	1	3	1,77	0,63	0,08	35,76		B	
Mežnarsko	87	1	4	2,49	0,70	0,08	27,93		B	
Hlebovo	98	1	4	2,81	0,61	0,06	21,57		B	C
Pudgarsko	105	1	4	2,36	0,74	0,08	31,34			C
Leskova dolina	154	1	3	1,44	0,65					

**Preglednica 18: Opisna statistika razvoja fenofaz iglic provenienc smreke na poskusnem objektu Dovje in združevanje provenienc smreke v skupine s testom po Tukey-u na dan 21. 5. 2018**

Provenienca	N	Min.	Max.	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Standardna napaka	K.V.	Tukey test Skupin		
Hrušica	56	2	5	4.12	0.81	0.09	19.53	A		
Tolsti vrh	84	2	5	4.24	0.77	0.08	18.20			B
Gradiško	90	1	5	3.36	0.90	0.12	26.90			B
Mežnarsko	87	2	5	4.21	0.82	0.09	19.57			B
Hlebovo	98	3	5	4.36	0.67	0.07	15.29			B
Pudgarsko	105	2	5	4.10	0.85	0.09	20.63			B
Leskova dolina	154	1	5	3.09	0.85					

Rezultati analize variance (ANOVA) nakazujejo statistično visoko značilen provenienčni učinek ( $F=17,32$ ;  $p<0,0001$ ;  $F=11,88$ ;  $p<0,0001$ ) za fenofazo smrekovih iglic na dan 2. 5. in na dan 21. 5. 2018. Obe provenienci, ki izvirata iz Dinarskega območja razširjenosti smreke v Sloveniji (Hrušica in Leskova dolina) se lahko obravnava kot pozno odganjajoči provenienci.

Provenienčni poskus s smreko Postojna Javorniki

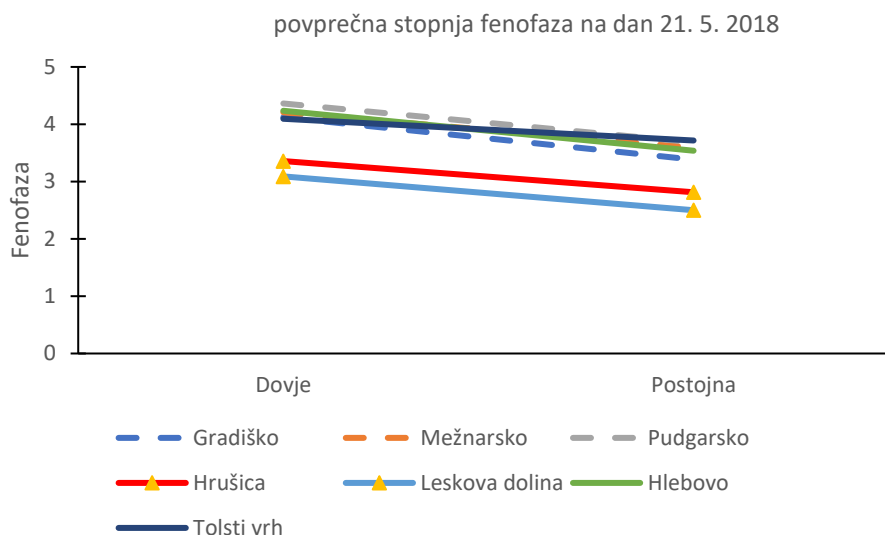
**Preglednica 19: Opisna statistika razvoja fenofaz iglic provenienc smreke na poskusnem objektu Postojna Javorniki in združevanje provenienc smreke v skupine s testom po Tukey-u na dan 3. 5. 2018**

Provenienca	N	Min.	Max.	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Standardna napaka	K.V.	Tukey test skupin	
Pudgarsko	107	1	4	2,47	0,73	0,07	29,63	A	
Tolsti vrh	95	1	4	2,34	0,83	0,09	35,65	A	
Hlebovo	91	1	3	2,22	0,74	0,08	33,45	A	
Mežnarsko	98	1	4	2,21	0,82	0,08	36,83	A	
Gradiško	107	1	4	2,19	0,79	0,08	36,15	A	
Hrušica	75	1	3	1,49	0,67	0,08	44,55		B
Leskova dolina	154	1	3	1,44	0,65				

**Preglednica 20: Opisna statistika olistanosti provenienc smreke na poskusnem objektu Postojna Javorniki in združevanje provenienc smreke v skupine s testom po Tukey-u za dan 21. 5. 2018**

Provenienca	N	Min.	Max.	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Standardna napaka	K.V.	Tukey test skupin	
Tolsti vrh	95	1	5	3,72	0,90	0,09	24,09	A	
Pudgarsko	108	2	5	3,69	0,77	0,07	20,87	A	
Mežnarsko	98	2	5	3,59	0,84	0,08	23,25	A	
Hlebovo	91	1	5	3,54	0,74	0,08	20,77	A	
Gradiško	107	1	5	3,38	0,77	0,08	22,84	A	
Hrušica	75	1	5	2,81	0,87	0,10	30,75		B
Leskova dolina	154	1	5	3,09	0,85				

Analiza variance (ANOVA) nakazuje na visoko značilen provenienčni učinek ( $F=17,03$ ;  $p<0,0001$ ;  $F=15,71$ ;  $p<0,0001$ ) za fenofazo smrekovih iglic na dan 3. 5. in 21. 5. 2018 na poskusnem objektu Dovje. Dinarska provenienca Hrušica je značilno različna od vseh ostalih petih testnih provenienc in nakazuje na značilnost pozno odganjajoče provenience. Tudi dinarska provenienca iz Leskove doline nakazuje tendenco pozno odganjajoče provenience in jo lahko z veliko verjetnostjo uvrstimo v skupino skupaj s provenienco iz Hrušice.



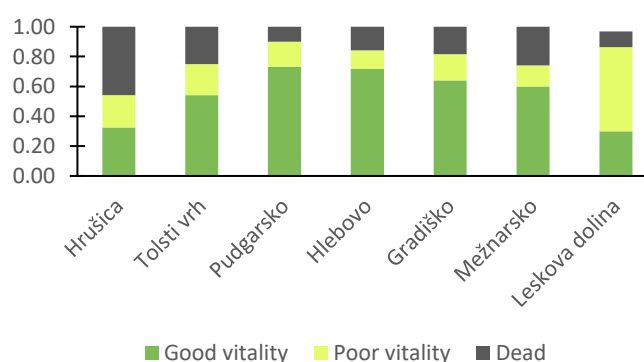
**Slika 39: Prikaz povprečnih fenofaz iglic na dan 21. 5. 2018 na poskusnih objektih Dovje in Postojna Javorniki**

Rezultati primerjalne analize spomladanskega olistanja iglic nakazujejo, da testne provenience smreke pozneje odganjajo na objektu Postojna Javorniki kot na objektu Dovje.

#### Vitalnosti in mortaliteta sedmih provenienc smreke na testnih objektih

Prvi rezultati analize testnih provenienc smreke nakazujejo različno stopnjo vitalnosti in mortalitete v odvisnosti od provenience že po prvem letu rasti v poskusih.

#### Provenienčni poskus s smreko na poskusnem objektu Dovje



**Slika 40: Deleži testnih dreves smreke glede na stopnjo vitalnosti in mortaliteto ob zaključku prve vegetacijske dobe jeseni 2017 na objektu Dovje, s prikazom po proveniencah**

Provenience smreke Pudgarsko in Hlebovo sta imeli največji delež dobro vitalnih rastlin in najnižjo stopnjo mortalitete, prav tako sta imeli najmanjše število slabo vitalnih dreves.

Provenienca Hrušica je imela ob največji stopnji mortalitete tudi večje število slabo vitalnih dreves, provenienca Leskova dolina pa je izkazovala največji delež slabo vitalni dreves.

#### Preglednica 21: Preživetje provenience smreke na poskusnem objektu Dovje

Provenienca	Preživetje smrek jeseni 2017 (%)	Preživetje smrek po zimskem obdobju 2017 / 2018 (%)
Hrušica	54,17	42,50
Tolsti vrh	75,00	70,00
Pudgarsko	90,00	86,67
Hlebovo	84,17	81,67
Gradiško	81,58	72,81
Mežnarsko	74,17	73,33
Leskova dolina	89,61	86,36

Na poskusnem objektu Dovje v alpskem območju imajo največjo stopnjo preživetja po zimi 2017 / 2018 provenience Pudgarsko (86,7%), Leskova dolina (86,4 %) in Hlebovo (81,7 %), sledijo provenience Mežnarsko, Gradiško in Tolsti vrh (od 70% do 73,3%). Provenienca Hrušica je imela najnižjo stopnjo preživetja (42,5%). Pri vseh proveniencah se je stopnja preživetja znižala že po prvi zimi, in sicer za 0,8% (Mežnarsko), 2,5 % (Hlebovo), 3,3 % (Leskova dolina in Podgarsko), 8,8 % (Gradiško) in 11,7 % (Hrušica).

#### Provenienčni poskus s smreko Postojna Javorniki

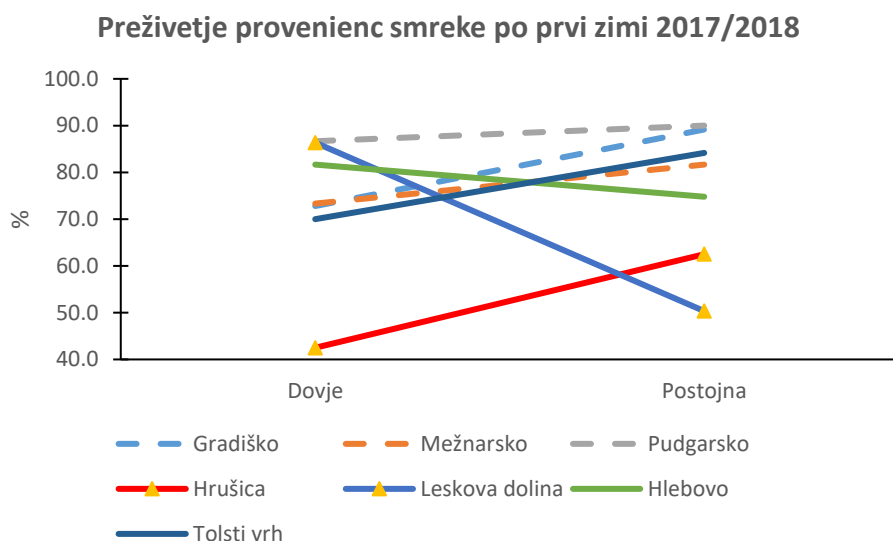
Provenienca Gradiško in Pudgarsko sta imeli največji delež dobro vitalnih smrek in najnižjo stopnjo mortalitete, imeli sta tudi najmanjše število slabo vitalnih dreves. Obe dinarski provenienca Hrušica in Leskova dolina nakazujeta največjo stopnjo mortalitete že po zaključku prve vegetacijske dobe.

#### Preglednica 22: Preživetje provenience smreke na poskusnem objektu Postojna Javorniki

Provenienca	Preživetje smrek jeseni 2017 (%)	Preživetje smrek po zimskem obdobju 2017 / 2018 (%)
Hrušica	70,00	62,50
Tolsti vrh	91,67	84,17
Pudgarsko	93,33	90,00
Hlebovo	82,35	74,79

Gradiško	95,00	89,17
Mežnarsko	85,83	81,67
Leskova dolina	54,36	50,34

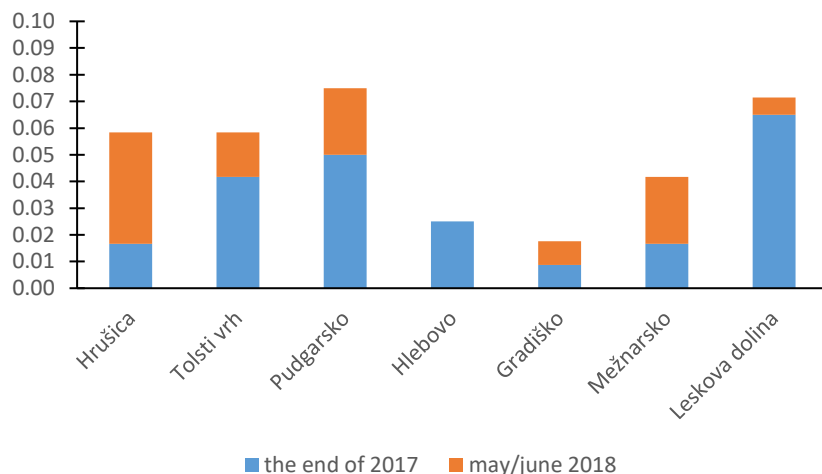
Pri vseh proveniencah se je stopnja preživetja znižala že po prvi zimi, in sicer za 3,3% (Pudgarsko), 4 % (Leskova dolina), 4,2 % (Mežnarsko), 5,8 % (Gradiško), 7,5 % (Hrušica, Tolsti vrh) in 7,6 % (Hlebovo).



**Slika 41: Preživetje provenienc smreke po prvi zimi v poskusnih objektih Dovje in Postojna Javorniki**

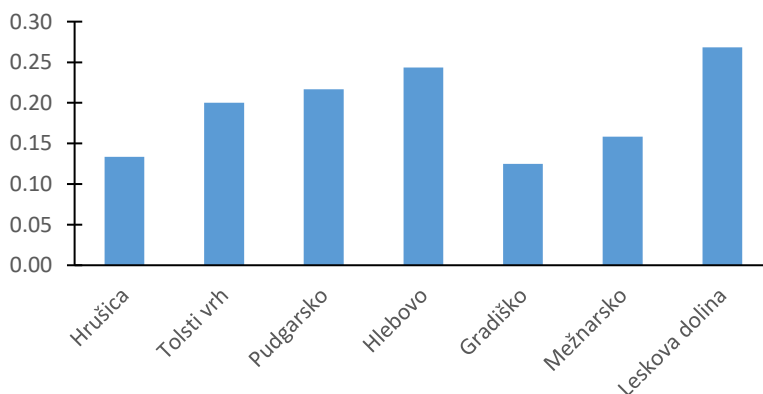
### Analiza objedenost smreke po divjadi na poskusnih objektih

Narejene so bile prve analize objedenosti sadik po divjadi po prvem letu rasti na provenienčnih poskusih, in sicer ločeno za obdobje po zaključku rasti jeseni 2017 in spomladi 2018. V analizo smo zajeli šest različnih provenienc smreke, ki jih testiramo v treh blokih, in provenienca smreke iz Leskove doline v robni vrsti.



**Slika 42: Delež objedenosti (%) različnih provenience smreke po divjadi po prvem letu rasti v poskusu Dovje**

Na splošno so imele provenience smreke Leskova dolina, Pudgarsko, Tolsti vrh in Hrušica večji delež sadik, poškodovanih zaradi objedanja divjadi, tovrstna škoda pa je razmeroma nizka na poskusnem objektu Dovje (največji delež poškodovanih rastlin je bil 8 % pri provenienci Pudgarsko).



**Slika 43: Delež objedenosti (%) različnih provenience smreke po divjadi po prvem letu rasti v poskusu Postojna Javorniki**

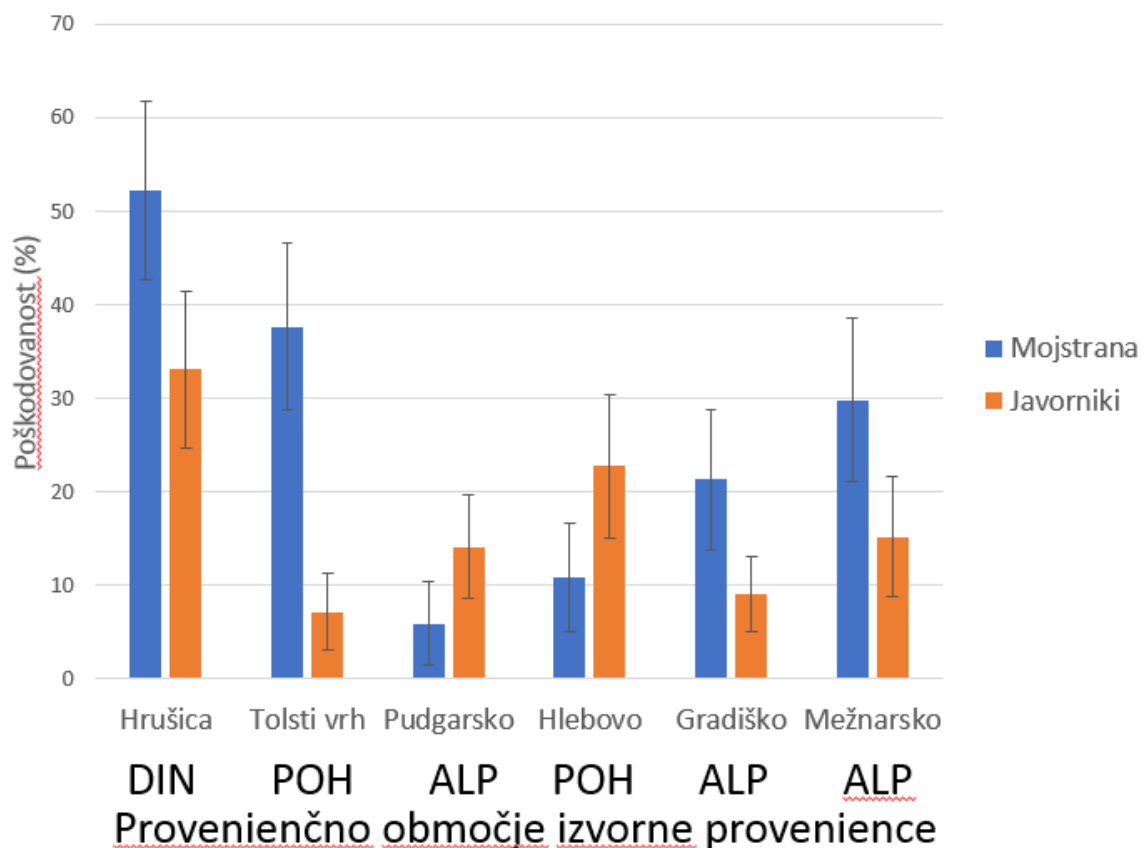
Na splošno je bil delež objedanja smreke po divjadi večji na testnem objektu Postojna Javorniki, kot na objektu Dovje. Najmočneje so bile poškodovane provenience Leskova dolina, Hlebovo, Pudgarsko in Tolsti vrh.

V mesecu avgustu 2019 in septembru 2019 smo izvedli meritve višine testnih provenienc smreke za oceno višinske rasti po zaključku vegetacijske dobe 2018, hkrati je bil narejen tudi popis vitalnosti in popis poškodovanosti testnih dreves, izvedli pa smo tudi obžetev.



### Analize popisa škodljivcev, ki predstavljajo grožnjo sadikam smreke (De Groot)

Jeseni 2017 so bile narejene prve analize podrobnega popisa škodljivcev, ki predstavljajo grožnjo sadikam smreke. Popis zajema stopnjo poškodovanosti sadik, definira tip in vzrok poškodbe. Velikost vzorca je 290 sadik na posamezno testno lokacijo v alpskem (Dovje / Mojstrana) in dinarskem območju (Postojna / Javorniki). Razlike v poškodovanosti sadik so značilne tako med proveniencami kot tudi med poskusnimi objekti. Najmanjšo poškodovanost na obeh območjih nakazujejo proveniencence P3 (Pudgarsko), medtem ko je razlika med provenienčnima območjema največja pri provenienci P2 (Tolsti vrh), ki ima po prvi vegetacijski dobi tudi najnižjo stopnjo poškodovanosti v Dinarskem provenienčnem območju.



Slika 44: Delež poškodovanosti različnih provenienc sajenih smrek v provenienčnem poskusu Dovje-Mojstrana (= Mojstrana) in Postojna Javorniki (= Javorniki)

Poleti 2019 smo na poskusnih objektih evidentirali nove poškodbe na testnih dreves smreke zaradi škodljivcev.



Slika 45: Poškodovanost testnih dreves smreke zaradi škodljivcev (Foto: R. Krajnc, 2019).

### Prenos znanja

Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

BOŽIČ, Gregor, WESTERGREN, Marjana, BAJC, Marko, BALLIAN, Dalibor, IVANKOVIĆ, Mladen, KONNERT, Monika, KRAIGHER, Hojka. Genetska struktura smreke na SZ Balkana : preliminarni rezultati = Genetic structure of Norway spruce on the NW Balkan : preliminary results. V: *Šumarska znanost : sjećanje na prošlost, pogled u budućnost : knjiga sažetaka = Forestry science : reflecting on the past, anticipating the future : book of abstracts*. [Jastrebarsko]: Hrvatski šumarski institut. 2018, str. 114. [COBISS.SI-ID [5014438](#)]

## DS 4: Mortalitet in vplivni rastiščni dejavniki za preživetje

**Vodja:** Čater M.

**Člani:** Ferlan M., de Groot M., Levanič T., Jernej Jevšenak

**Cilj:** Analizirati mortaliteto smreke in njene preživetvene možnosti glede na poglobitne abiotske in biotske vplivne dejavnike (rastišče, zmes, starost, sestojna struktura).

### Pričakovani rezultati

- Podatkovne baze nacionalnih inventur o naravnih virih gozdov in reprezentativnih podatkih za gospodarjenje z gozdovi
- Baza podatkov o sanitarnem poseku zadnjih 20 let in oceni umrljivosti drevesnih vrst za različne lokacije in okoljske razmere
- Identifikacija gozdnih območji izpostavljenih suši in preteklim sušnim dogodkom za predispozicijo napada podlubnikov
- Vrednotenje ocene izgube prirastka in drugih storitev zaradi večanja motenj s pomočjo študije primerov

### Analiza rasti smreke na rastiščih z večjim deležem smreke

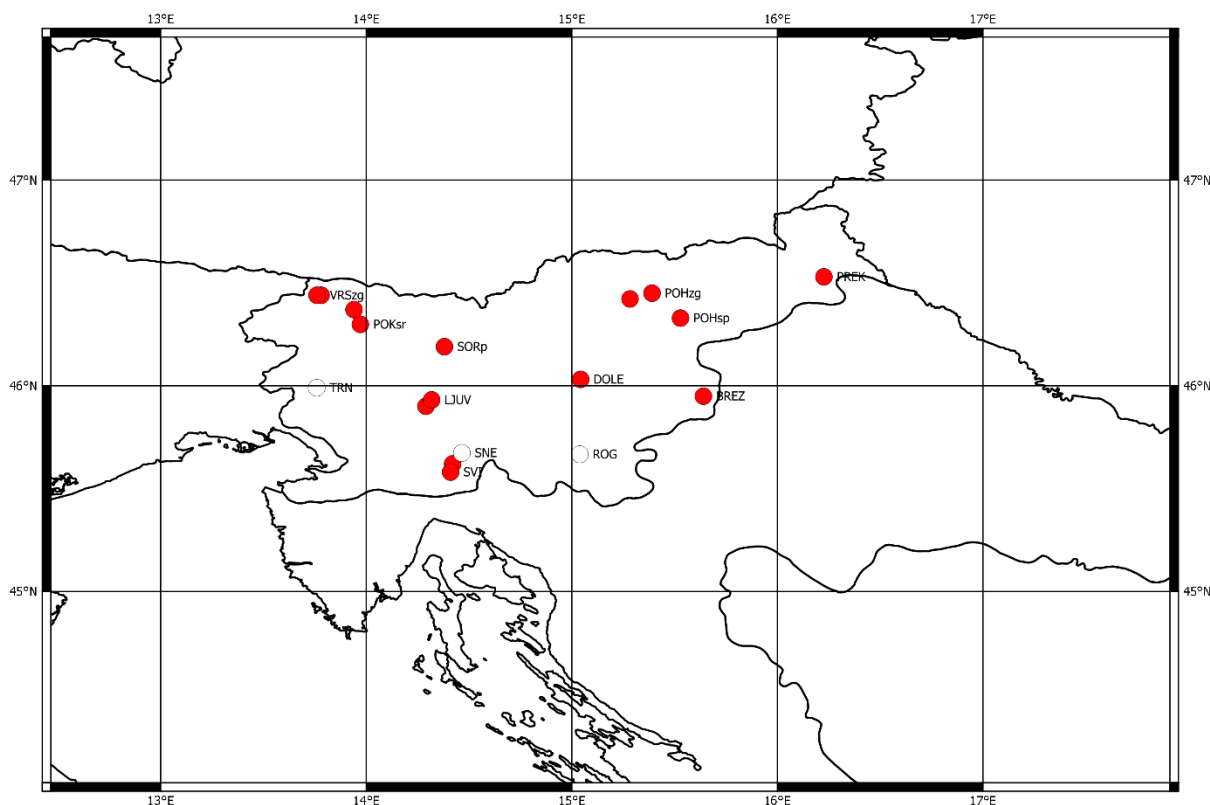
Ključno vprašanje, ki ga zasledujemo pri analizi rasti na različnih rastiščih je, ali je rast smreke na avtohtonih in neavtohtonih rastiščih povezana s klimo in kako klima vpliva na rast in preživetje smreke. Odgovor na to vprašanje je ključen za razumevanje rasti smreke, izkoriščenost rastiščnega potenciala in dolgoročno spodobnost preživetja smreke na različnih rastiščih.

Na osnovi fitocenoloških popisov in poznavanja rastišč smo izbrali večje število tipičnih rastiščih kjer je smreka pomembno primešana in je bodisi naravnega ali antropogenega izvora. Ključno pri analizah v tem sklopu je odgovoriti na vprašanje kako se smreka odziva na ekstremne dogodke in kako se prilagaja na spreminjanje klime na različnih rastiščih v razponu od svežih do suhih, na različnih nadmorskih višinah in na različnih matičnih podlagah. V analizo smo izbrali naslednje lokacije (debelo označene so že vzorčene lokacije).

### Preglednica 23: Lokacije vzorčenja smreke v Sloveniji

Rastišče	Okrajšava	Lon	Lat	Nmv	Kategorija
Brežice	BRE	16,64	45,95	173	Do 700 m
Apače	APA	15,90	46,68	210	
Loče (Pohorje nižina)	POHsp	15,53	46,33	312	
Sorško polje	SOR	14,38	46,19	369	
Verd (Ljubljanski vrh)	LJUv	14,32	45,93	594	
Dole pri Litiji	DOLE	15,07	46,03	640	
Ravnik	RAV	14,29	45,90	750	700 – 1200 m
Vršič 800	VRSsp	13,76	46,44	800	

Vitanje (Pohorje-sredina)	POHsr	15,28	46,42	940	
Mašun	MAS	14,42	45,62	1000	
Sviščaki	SVI	14,41	45,58	1150	Nad 1200 m
Pohorje (vrh)	POHzg	15,39	46,45	1262	
Vršič 1300m	VRS1300	13,76	46,44	1300	
Pokljuka (planota)	POK	13,94	46,37	1340	

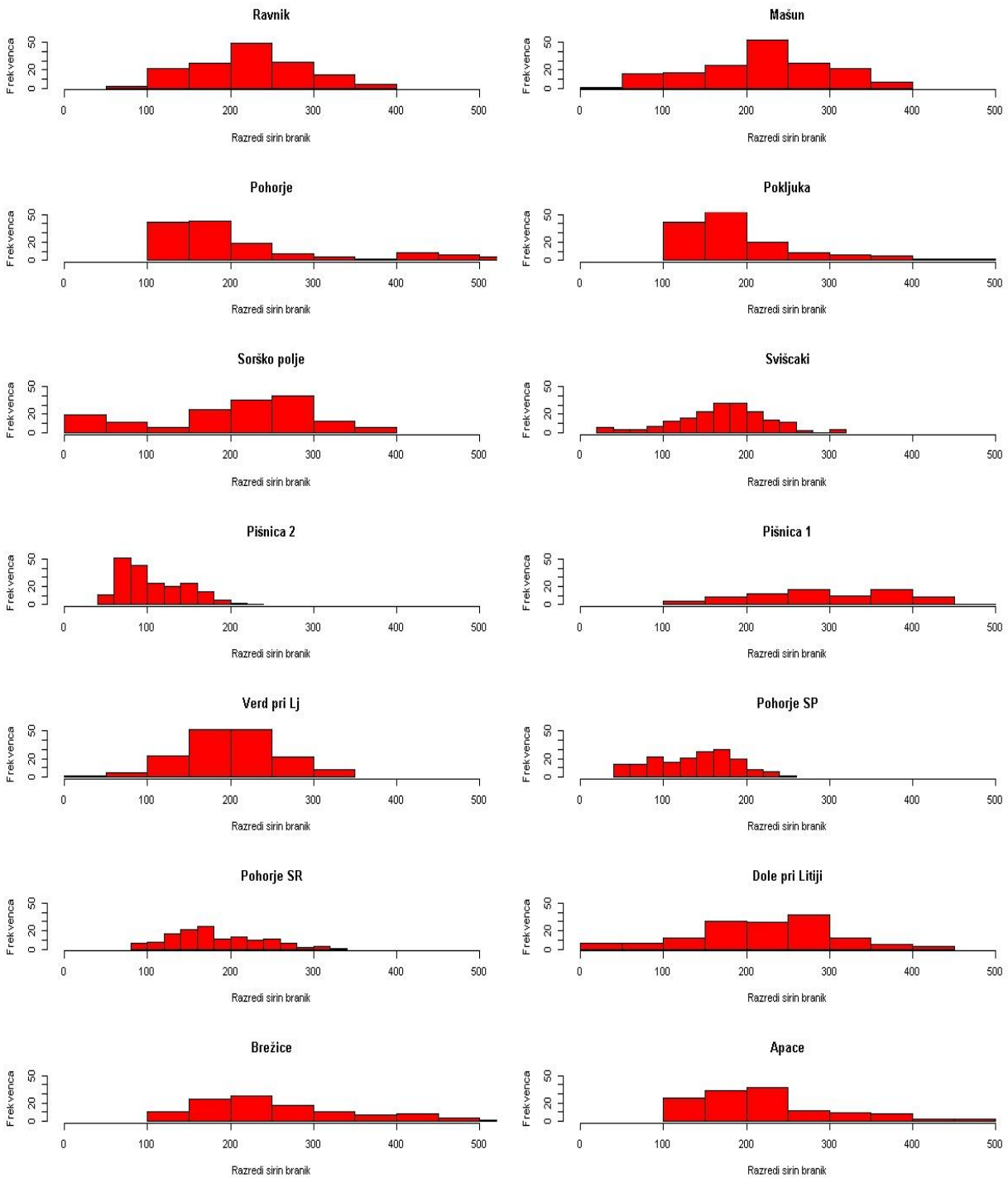


**Slika 46: Karta lokacij ploskev, kjer smo vzorčili smreko v letih 2017 in 2018. Z rdečo so označene ploskve kjer je vzorčenje opravljeno v okviru tega CRP-a, z belo pa so označene lokacije kjer smo vzorčili v že zaključenih projektih in katerih smrekove kronologije so vključene v rezultate tega CRP-a.**

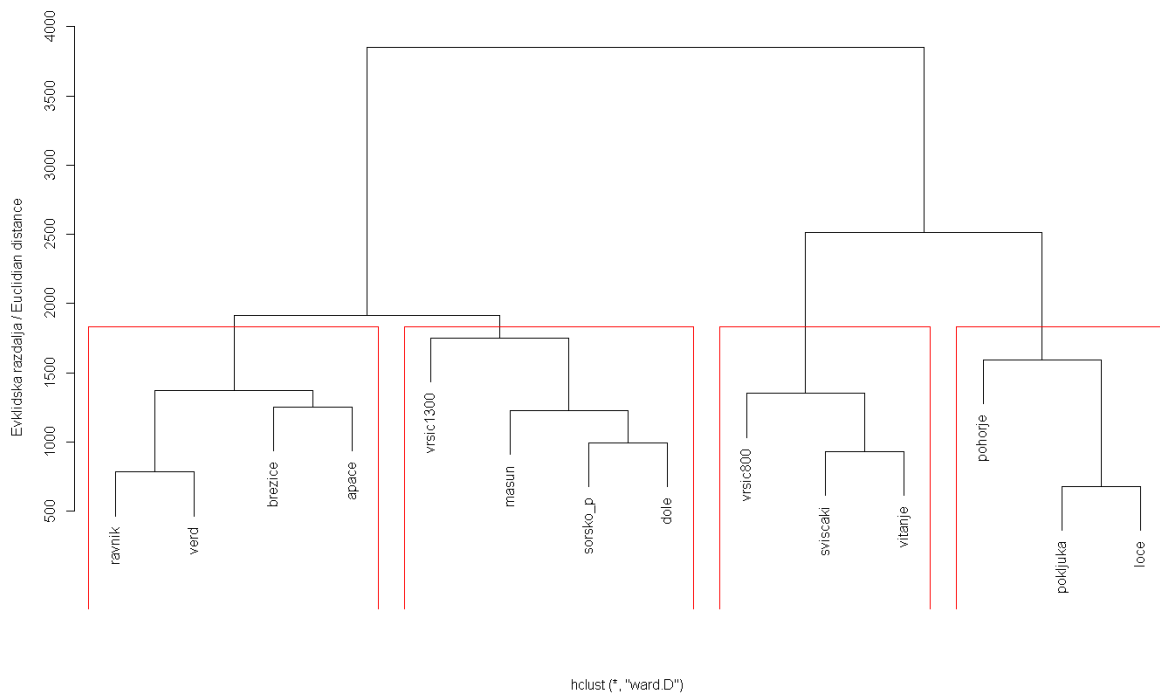
Na vsaki ploskvi smo odvzeli po dva izvrtka iz 20 dreves. Skupno smo analize opravili na 14 lokacijah na različnih matičnih podlagah, nadmorskih višinah in rastlinskih združbah. Izvrtke smo v dendrokronološkem laboratoriju GIS posušili, vlepili v nosilce in zbrusili. Izvrtki so bili digitalizirani s sistemom ATRICS, širine branik pa izmerjene v programu Coorecorder, navzkrižna preverba pa v programu CDendro. Nastale kronologije so bile prenešene v centralno zbirko podatkov v programu PAST-5.

Rast smreke na različnih rastišč je sicer različna glede na absolutne vrednosti, ni pa tako zelo različna glede odziva na okoljske in klimatske razmere. Glede na porazdelitev širin branik imajo najbolj primerljive porazdelitve – skupina 1 (Ravniki, 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), nižinska do hribska rastišča na tradicionalno rastiščih listavcev. Skupina 4 (pobočje in vnožje Pohorja – Vitanje in Loče) na južni strani Pohorja, načeloma gre za rastišča listavcev, vendar je smreka primešana v večjem deležu. Od vseh skupin pa odstopata Vršič 800 in Vršič 1300, gre sicer za visokogorska rastišča, ki se nahajajo v Triglavskem narodnem parku in niso gospodarjena. Lokacija Vršič1300 je v bistvu zaraščajoč travnik



**Slika 47: Porazdelitev širin branik po posameznih ploskvah, širine na x-osi so prikazane v stotinkah milimetra (1 mm = 100 stotink mm), na y-osi pa je prikazan števec pojavljanja posamezne širine branike (= frekvenca).**



**Slika 48: Analize kopičenja na osnovi podobnosti širin branik med vsemi vzorčenimi lokacijami in kopičenje ploskev v skupine glede na največjo podobnost širine branik.**

Na osnovi priraščanja smreke na različnih rastiščih in nadmorskih višinah v Sloveniji smo z analizo kopičenja identificirali 4 skupine podobnosti debelinskega priraščanja. V pogledu debelinskih prirastkov so si tako po širinah branik, kakor tudi po prirastnih vzorcih najbolj podobne: skupina 1 (Ravnik, Verd pri Ljubljani, Brežice in Apače), skupina 2 (Vršič (1300 m nmv, Mašun, Sorško polje, Dole pri Litiji), skupina 3 (Vršič 800 m nmv, Sviščaki, Vitanje) in skupina 4 (Pohorje, Pokljuka, Loče). Podobno kot pri porazdelitvi širin branik, tudi tu izstopata lokaciji Vršič 1300 in Vršič 800, ki se, vsaka svoji, gruči priključita šele v zadnji iteraciji.



**Slika 49: Na osnovi analize kopičenja grupirane ploskve in prikaze v obliki kronologij. Skupine so tvorjene na osnovi podobnosti dolgoročnih trendov priraščanja in na osnovi širine branike. Ploskev »Pohorje-zgoraj« po prirastki najbolj odstopa od vseh ploskev.**

### Odziv smreke na klimo in temporalne spremembe v odzivu na mesečni in obdobjni ravni

Preučevanje dolgoročnega odziva smreke je pomembno z vidika prepoznavanja sprememb v odzivu smreke na okoljske dejavnike. Klima kot najpomembnejši dejavnik debelinskega priraščanja smreke v Sloveniji (pa tudi v širšem prostoru) ima pomemben, če ne celo ključen, vpliv na debelinski prirastek.

Vpliv klime na debelinski prirastek se v času spreminja. Manjše spremembe v vplivu so normalne in so del normalnih spreminjanj klime, zaskrbljujoče pa je, če se trendi pomembnosti klime na debelinsko priraščanje začinjajo spreminjati. Spremembe v odnosu med klimo in debelinskim priraščanjem smo zaznali na praktično vseh analiziranih rastiščih (optimalna rastišča, mrazišča, tople lege, nižinske lege...), razen na Pohorskem platoju.

Na optimalnih rastiščih, kjer ima smreka relativno dober debelinski prirastek, to so Mašun, Ravnik in Verd pri Ljubljani smo po letu 1980 opazili močno povečevanje vpliva padavin in neizrazito povečevanja vpliva temperatur na debelinsko rast. Ta vpliv se kaže v višjih



korelacijskih vrednostih (pozitivnih in negativnih) tako za temperaturo kakor za padavine – glej sliko spodaj.

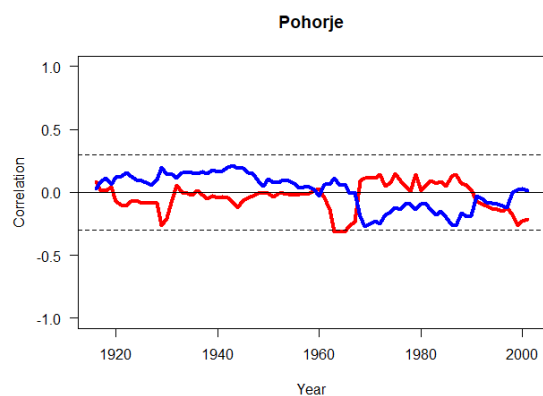
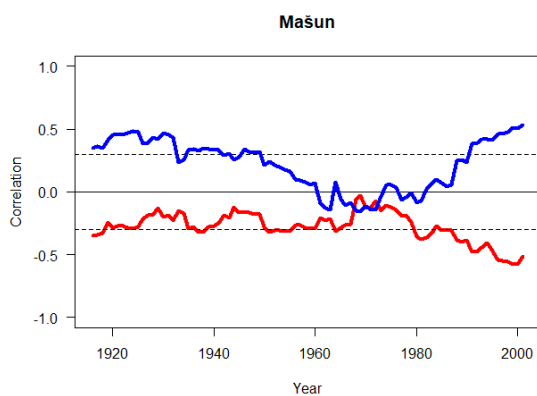
Zanimivo je, da smo podoben vzorec odziva opazili na vseh Dinarskih lokacijah – Mašun, Ravnik in Verd pri Ljubljani, razen na lokaciji Sviščaki, kar pa je razumljivo, saj je lokacija Sviščaki mrazišče z zelo specifično mikroklimo. Naraščajoč pomen padavin in delno temperatur treh Dinarskih lokacijah pomeni, da postajata oba klimatska dejavnika pomembna oz. odločilna za debelinsko rast. To pomeni, da se okoljske razmere na Dinarskih rastiščih spreminjajo v smeri sušnejših in nekoliko toplejših. Težko je napovedati razvoj klima na mikro nivoju, vendar če bodo šle klimatske spremembe v smeri toplejše in sušnejše klime, potem bomo imeli na Dinarskih rastiščih jelke, bukve in smreke resne težave s preživetjem iglavcev, se pravi tudi smreke.

V Alpah smo analizirali rast na treh lokacijah – na Pokljuki, v dolini reke Pišnice in na Vršiču. Za Alpske lokacije velja, da je smreka tam naravno prisotna z različnimi deleži v drevesni sestavi, pogosti so tudi čisti smrekovi sestoji. Odziv smreke na temperature in padavine na Pokljuki je nekoliko specifičen. Pokljuka ima nekoliko mraziščni značaj, zato so višje temperature vedno pozitivno vplivale na debelinsko priraščanje smreke. V zadnji 30 letih pa so začele temperature počasi izgubljati na pomenu, kar pomeni, da niso več dejavnik minimuma, in da se mraziščni značaj Pokljuke počasi izgublja – klimatske razmere se spreminjajo v smeri toplejše klime. Če se bo ta trend nadaljeval, bodo temperature začele negativno, padavine pa pozitivno vplivati na debelinski prirastek in s tem na produktivnost sestojev. Na lokacijah Pišnica (Vršič 800) in Vršič (Vršič 1300) smo vzorce odvzeli v negospodarjenih (ali malo gospodarjenih sestojih) na območju Triglavskega narodnega parka. Značilnost odziva smreke na teh dveh lokacijah je, da je odziv šibek do neobstoječ, domnevamo, da meteorološki podatki iz mreže niso dovolj reprezentativni za ti dve lokaciji.

Na Sorškem polju so analize priraščanja pokazale, da se v zadnjem času povečuje pomen padavin, ne pa toliko temperatur. Sorško polje sicer velja za dobro rastišče z globokimi tlemi, vendar pa je zaradi nižinske lege velik problem suše. Ta problem postaja z leti samo še bolj poudarjen in dolgoročno bi znala suša postati resen problem za preživetje smreke v nižinah. Podoben odziv smo opazili tudi na drugih dveh nižinskih rastiščih v Brežicah in Apačah. Za razliko od Sorškega polja, je smreka na teh dveh rastiščih bolj ogrožena, ker smreka raste na rastiščih, kjer je bila umetno vnesena in zanjo sploh niso primerna. Na lokaciji Apače je smreka močno podvržena sušnemu stresu, kar se kaže tudi iz analize drsečih korelacij.

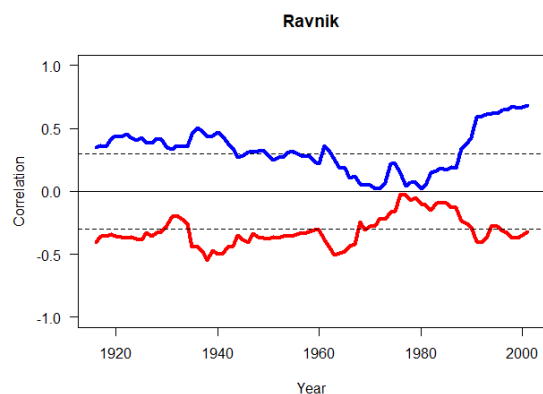
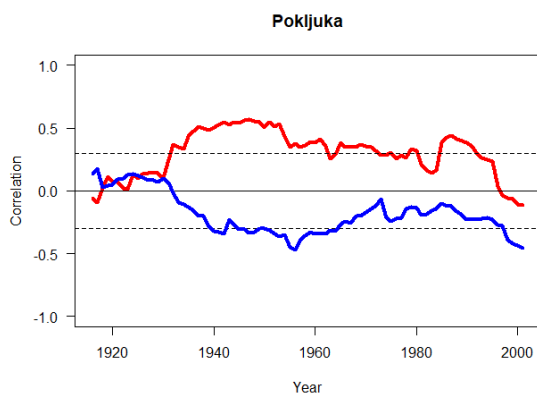
Pohorje je bila edina lokacija, kjer klima ni imela ključne vloge v debelinski rasti smreke. Matična podlaga na Pohorju je nekarbonatna in težko prepustna za vodo, kar pomeni da se voda zadržuje v tleh in ne pronica v podtalje, zato ostaja na razpolago za drevesa. Ne temperature, ne padavine na Pohorju niso imel statistično značilnega vpliva na debelinski prirastek in zdi se, da ga v bližnji prihodnosti tudi ne bodo imele, kar kažejo tudi modelni scenariji. Nekoliko drugačna je situacija v smrekovih sestojih na južnih pobočjih Pohorja v Vitanjah in v Ločah. Raziskovalna ploskev Vitanje se nahaja na višini cca 950 m nmv, temperaturni signal v branikah je nekoliko bolj poudarjen kot na najvišjih nadmorskih višinah

na Pohorju, padavinskih signal pa postaja bolj izrazit s približevanjem sedanosti – kažejo se prvi kazalci potencialnega sušnega stresa. Podoben klimatski signal v branikah smo našli tudi na lokaciji Dole pri Litiji, na nadmorski višini dobrih 850 m, kjer je delež smreke umetno povečan v sestojih, kjer bi sicer morala prevladovati bukev, s primesjo hrastov in deloma tudi iglavcev. Na lokaciji Dole pri Litiji je opazen povečan pozitiven vpliv padavin v obdobju junij-avgust in negativen vpliv visokih temperatur v avgustu na rast smreke. Vpliv padavin dosega višje korelacije kot temperature, kar pomeni, da je njihov pomen večji in bolj poudarjen. Še posebej v zadnjih dekadah se pomen padavin strmo povečuje, kar nakazuje na problem suše v teh sestojih in na neprilagojenost smreke na takšne razmere.



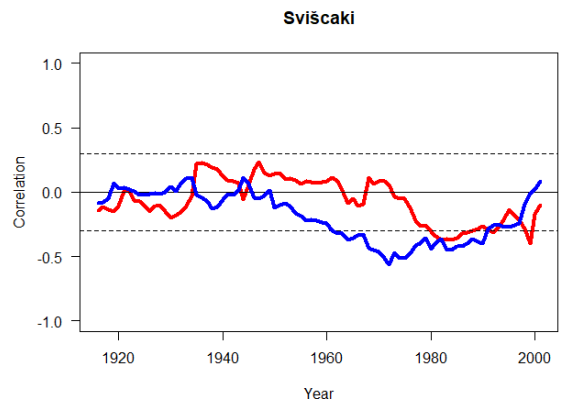
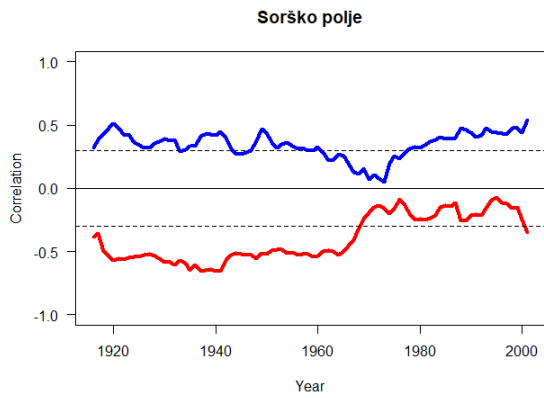
Povečuje se odvisnost od junijskih in julijskih padavin (modra črta) in julijskih temperatur (rdeča črta), smreka postaja ogrožena.

Klima še ne igra ključne vloge – ne padavine, ne temperature niso dejavnik minimuma. Smreka ni ogrožena



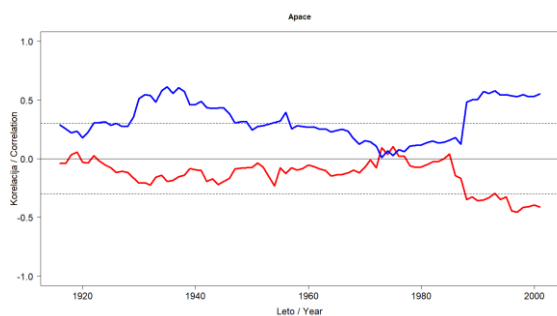
Vpliv temperatur se zmanjšuje – Pokljuka izgublja mraziščni značaj, povečuje se vpliv padavin v aprilu in maju, smreka še ni ogrožena

Močno se povečuje odvisnost od padavin v obdobju maj – julij, istočasno se povečuje negativen vpliv temperatur – rastišča smreke so močno ogrožena

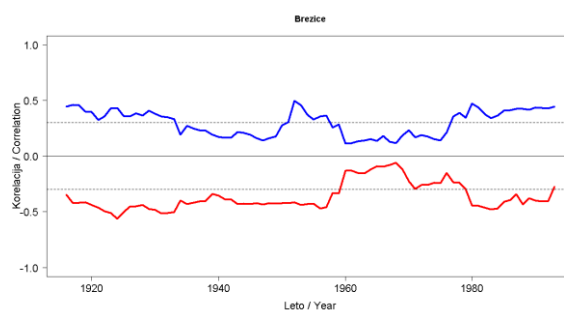


Povečuje se odvisnost od padavin v juniju in juliju, temperature še niso dejavnik minimuma, smreka še ni ogrožena

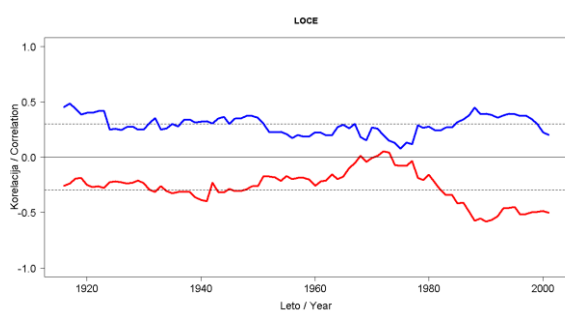
Signal nejasen, rastišče ima močan mraziščni značaj, zato smreka ni ogrožena.



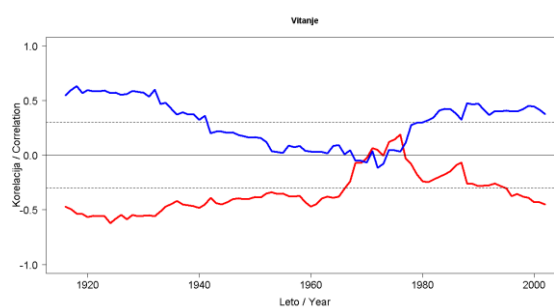
Rast je močno odvisna od padavin v obdobju maj-julij (modro), in od majskih temperatur (rdeče). Odvisnost se povečuje, smreka na tej lokaciji je ogrožena.



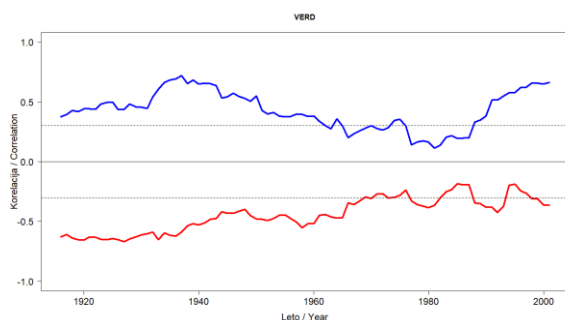
Rast je odvisna od padavin v obdobju maj-avgust (modro) in od temperatur v obdobju junij-julij (rdeče). Odvisnost se povečuje, smreka je na tej lokaciji ogrožena.



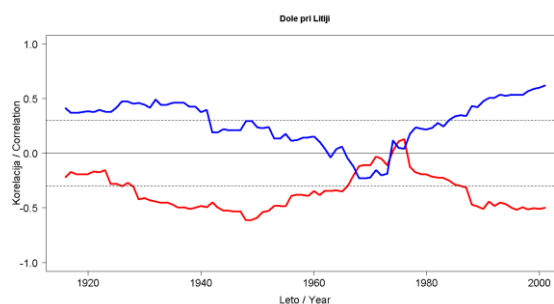
Padavine v maju in juniju (še) ne vplivajo kritično na rast, vendar se vpliv po letu 1980 povečuje (modro). Vpliv junijskih temperatur se prav tako povečuje po letu 1980 (rdeča). Temperature postajajo pomemben dejavnik, smreka je potencialno ogrožena.



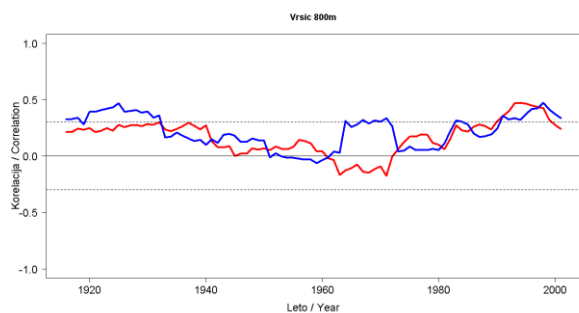
Nadpovprečne padavine v juniju in juliju ključno vplivajo na rast smreke, vpliv postaja pomembnejši od leta 1980 dalje. Povišane temperature v juliju in avgustu sicer negativno vplivajo na rast, vendar vpliv ni izrazit. Smreka na tej lokaciji še ni ogrožena.



Nadpovprečne padavine v juniju in juliju imajo pomemben vpliv na rast, temperature v juniju-avgustu pa nekoliko manj. Na tej lokaciji je zaradi sušnega stresa smreka ogrožena.



Padavine v juniju-avgustu pomembno vplivajo na debelinski prirastek, enako temperature v avgustu. Na tej lokaciji je smreka ogrožena zaradi sušnega stresa.



Na lokaciji Vršič 1300 ni odziva na klimo.

Nadpovprečne padavine v obdobju junij – julij imajo pozitiven vpliv na rast, vendar je signal šibek. Pogobno velja za vpliv temperature, kjer ima pozitiven vpliv temperatura v januarju in februarju, kar je fiziološko teže razložiti.

**Slika 50: Drseče korelacije med letnim debelinskim prirastkom in klimatskima spremenljivkama temperatura (rdeča črta) in padavine (modra črta). Med obema črtkanima črtama so korelacijski koeficienti neznačilni.**

## Dnevni odziv smreke na izbranih rastiščih (dr. J. Jevšenak)

Poleg odziva na mesečnem nivoju smo analizo opravili tudi s pomočjo variabilne širine okna, kjer iščemo optimalni odziv smreke na izbranem rastišču. V tej analizi smo analizirali odziv na klimo z uporabo dnevni klimatskih podatkov in funkcije *daily\_response()* iz R paketa dendroTools. Za vsako lokacijo smo uporabili svojo optimalno funkcijo, seznam je prikazan v preglednici 14.

Analiza odzivov z uporabo dnevni meteoroloških vrednosti v drsečem oknu, je pokazala, da nadpovprečne temperature, predvsem v poletnem času, negativno vplivajo na prirastek, medtem ko imajo padavine, v splošnem, pozitiven vpliv na rast smreke. Glede na scenarije razvoja podnebja, ki napoveduje višje povprečne temperature, sklepamo, da se bo priraščanje smreke v Sloveniji močno zmanjšalo.

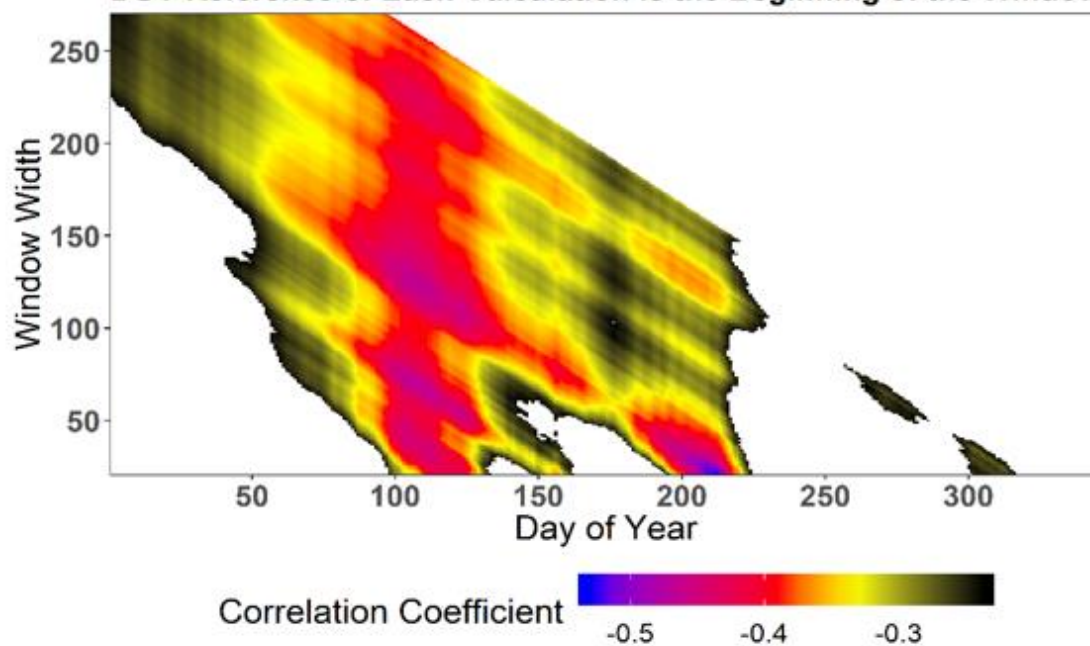
**Preglednica 24: Osnovni rastiščni podatki za izbrana rastišča smreke: geografska širina (Lat) in dolžina (Lon), nadmorska višina (nmv), datum vzorčenja, izbrana metoda standardizacije in tip kronologije. Za vsako rastišče smo izluščili prevladujoč temperaturni (T) in padavinski (P) signal, ki je lahko pozitiven ali pa negativen.**

Rastišče	Okrajšava	Metoda standardizacije	Tip kronologije	Signal	
				T	P
Apače	APA	ModNegExp	residual	-	+
Brežice	BRE	ModNegExp	residual	-	+
Dole pri Litiji	DOL	ModNegExp	standardised	-	+
Loče	LOC	ModNegExp	residual	-	+
Mašun	MAS	ModNegExp	standardised	-	+
Pišnica spodaj	PIS	ModNegExp	standardised	+	+
Ravnik	RAV	ModNegExp	standardised	-	+
Sorško polje	SOR	ModNegExp	residual	-	+
Vitanje	VIT	Spline05	residual	-	+
Pohorje	POH	Dnevni podatki niso bili na voljo			
Pokljuka	POK				
Sviščaki	SVI				
Verd	VERD				
Vršič 1300m	VRS1300				

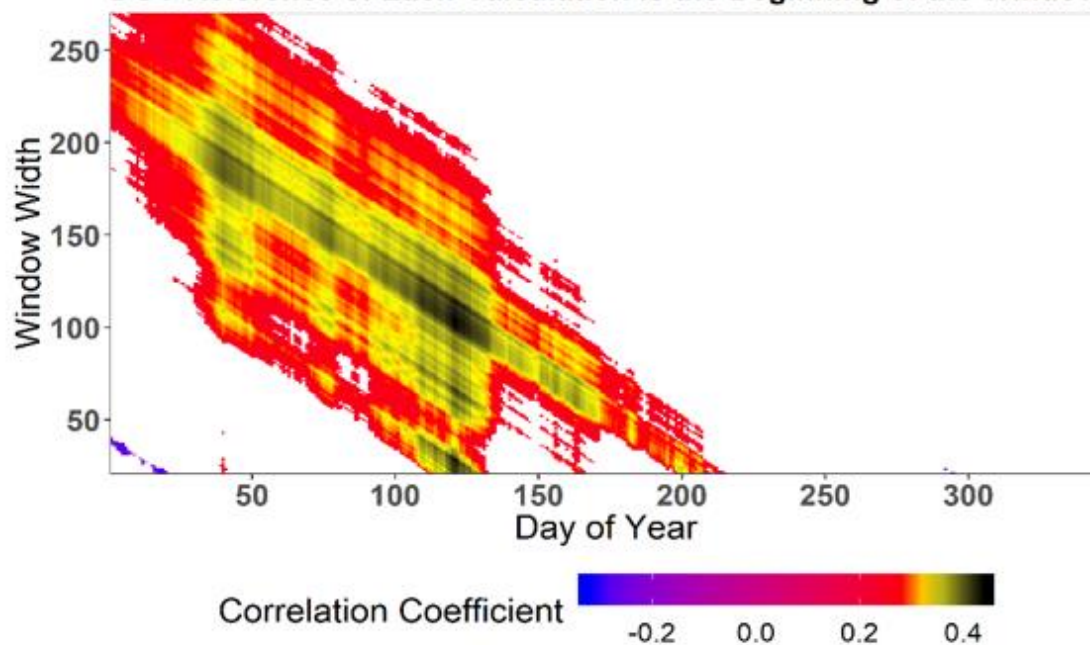


A

**Analysed Period: 1950 - 2018**  
**Method: Correlation Coefficient (pearson)**  
**DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window**



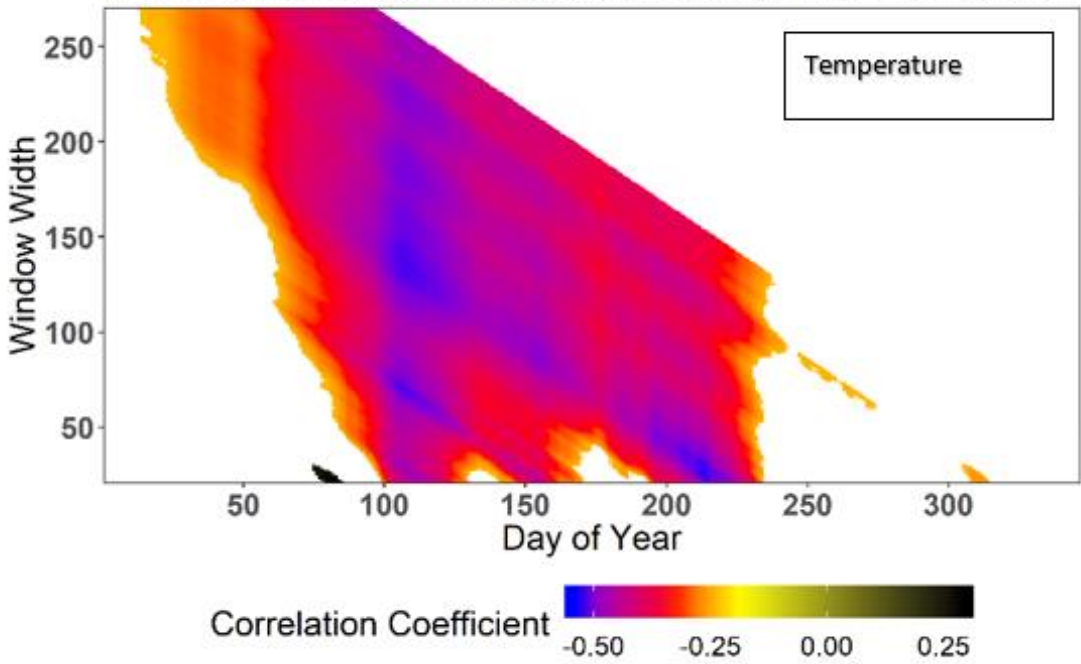
**Analysed Period: 1950 - 2018**  
**Method: Correlation Coefficient (pearson)**  
**DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window**



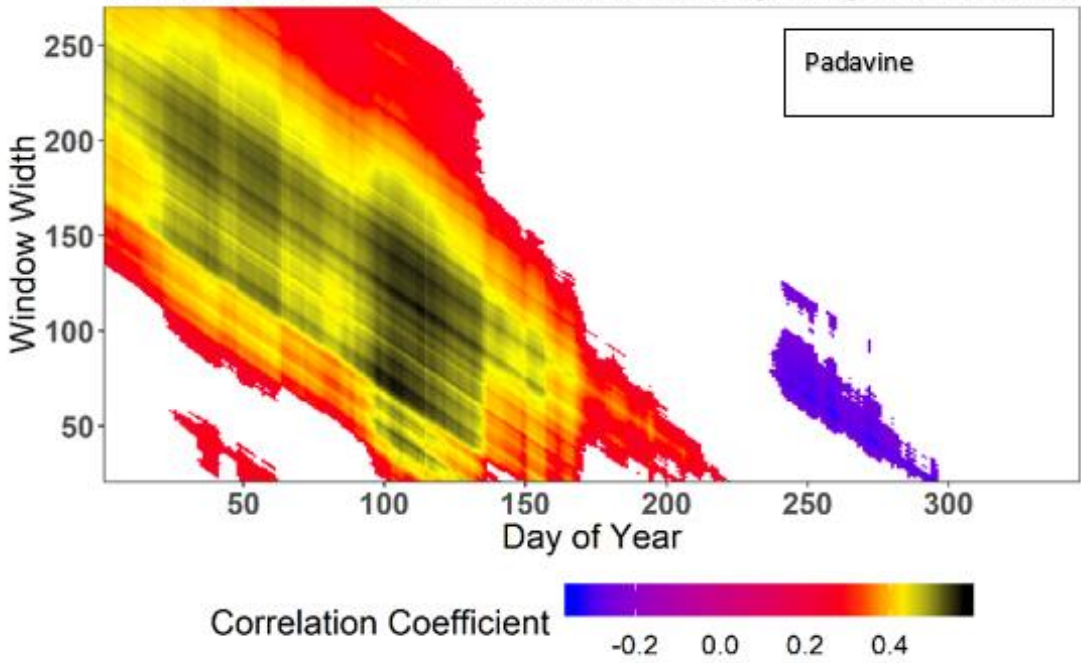
Slika 51: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevniklimateških podatkov za rastišče Apače.

B

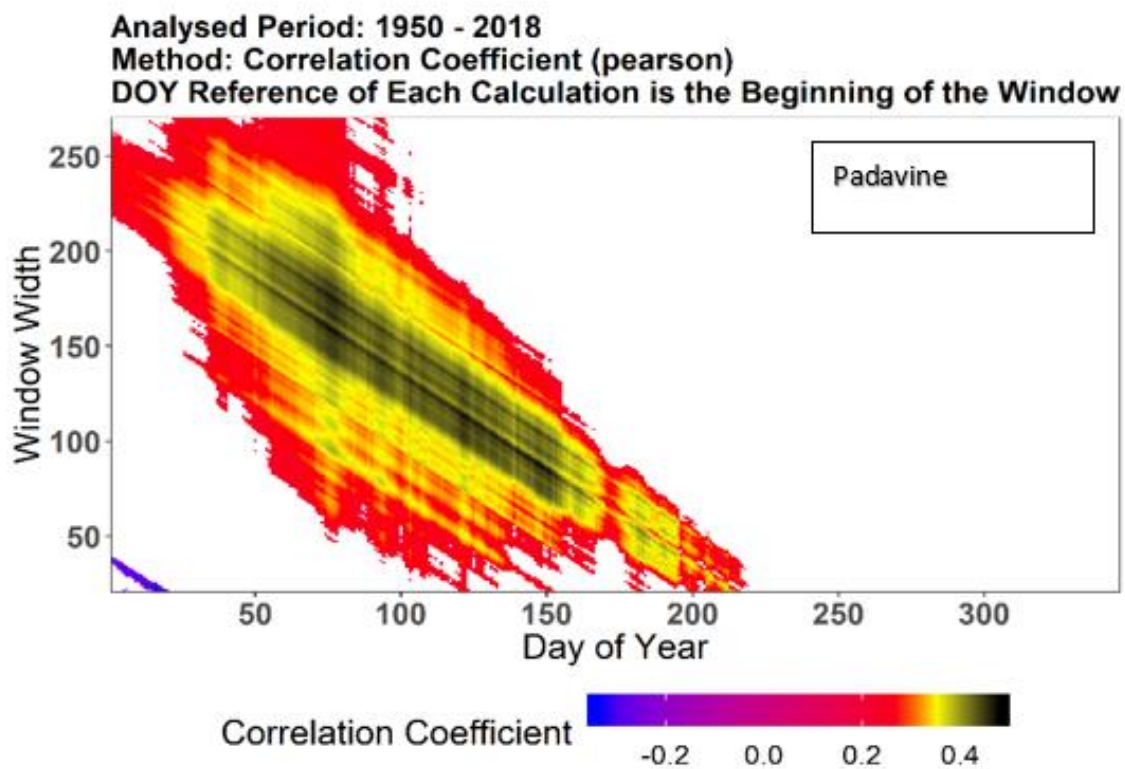
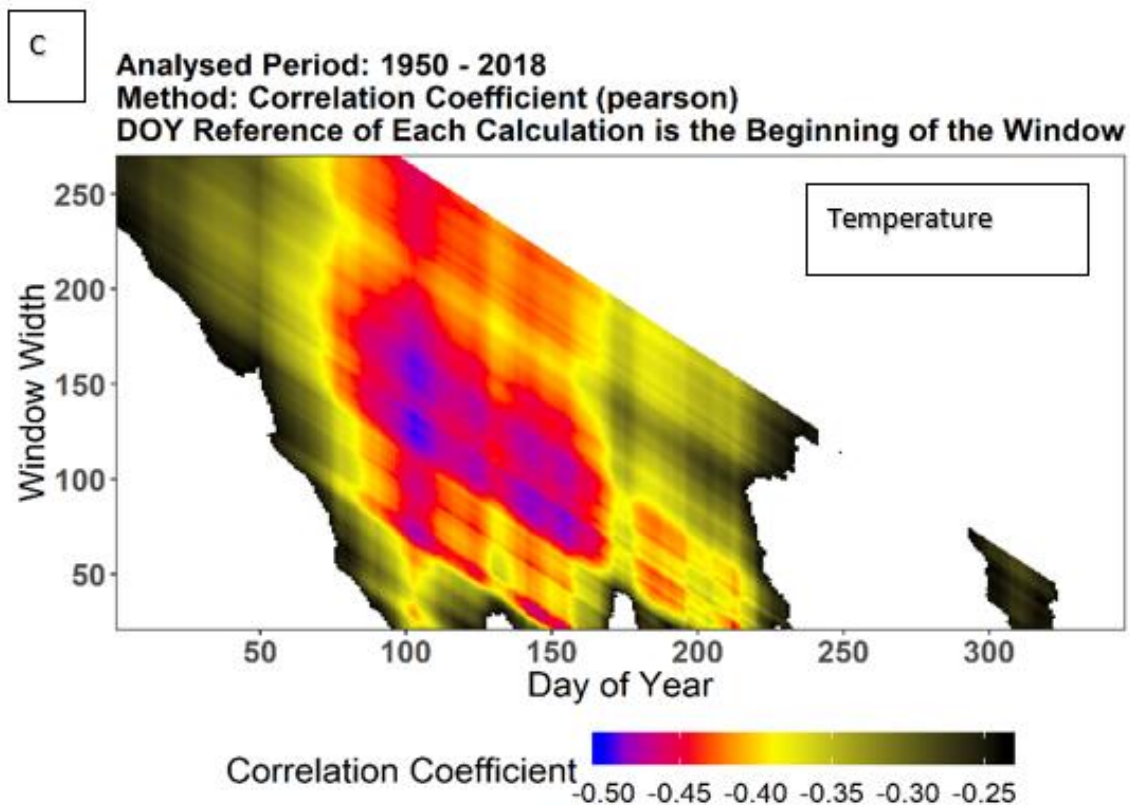
Analysed Period: 1950 - 2017  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



Analysed Period: 1950 - 2017  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



Slika 52: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevnik klimatskih podatkov za rastišče Brežice.

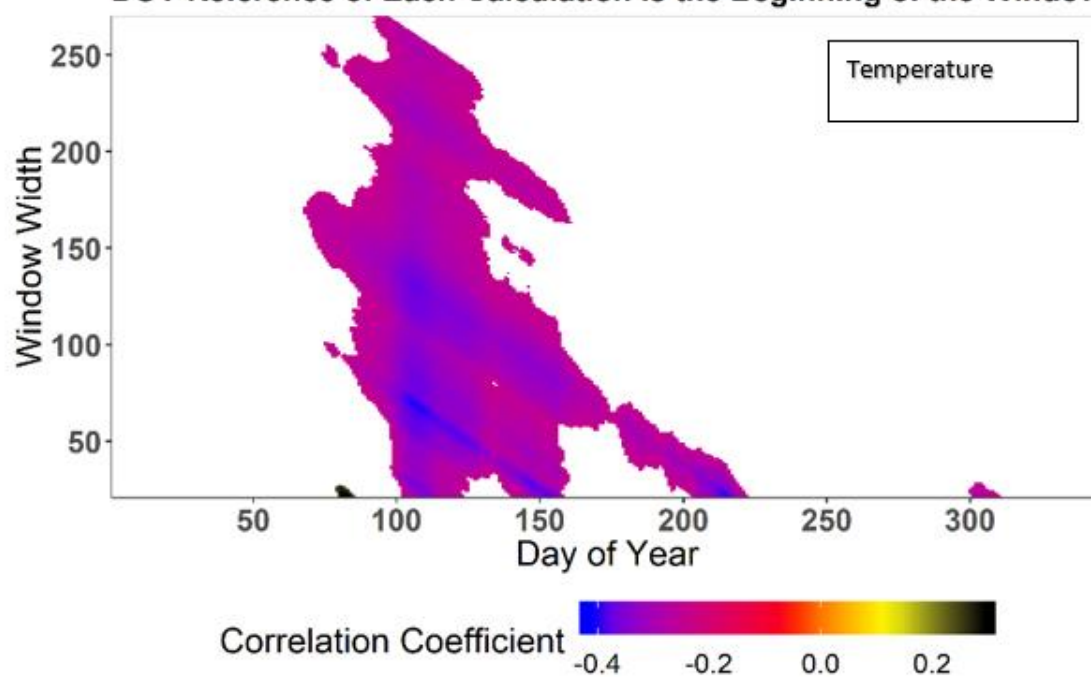


Slika 53: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevni klimatskih podatkov za rastišče Dole.

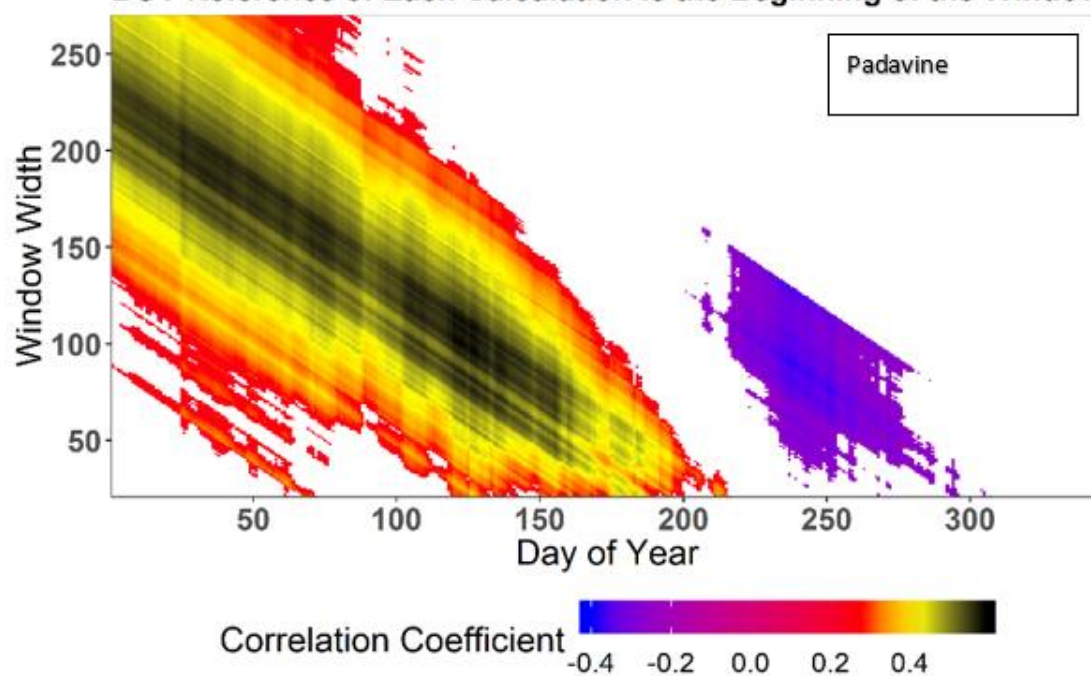


D

Analysed Period: 1950 - 2017  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



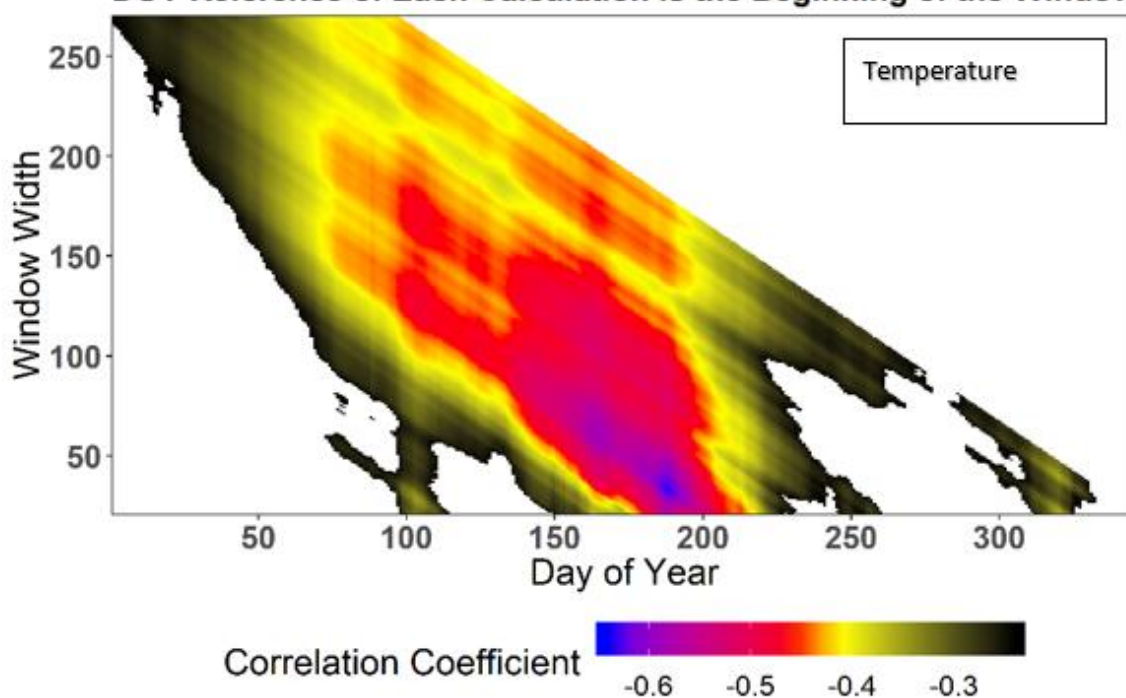
Analysed Period: 1950 - 2017  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



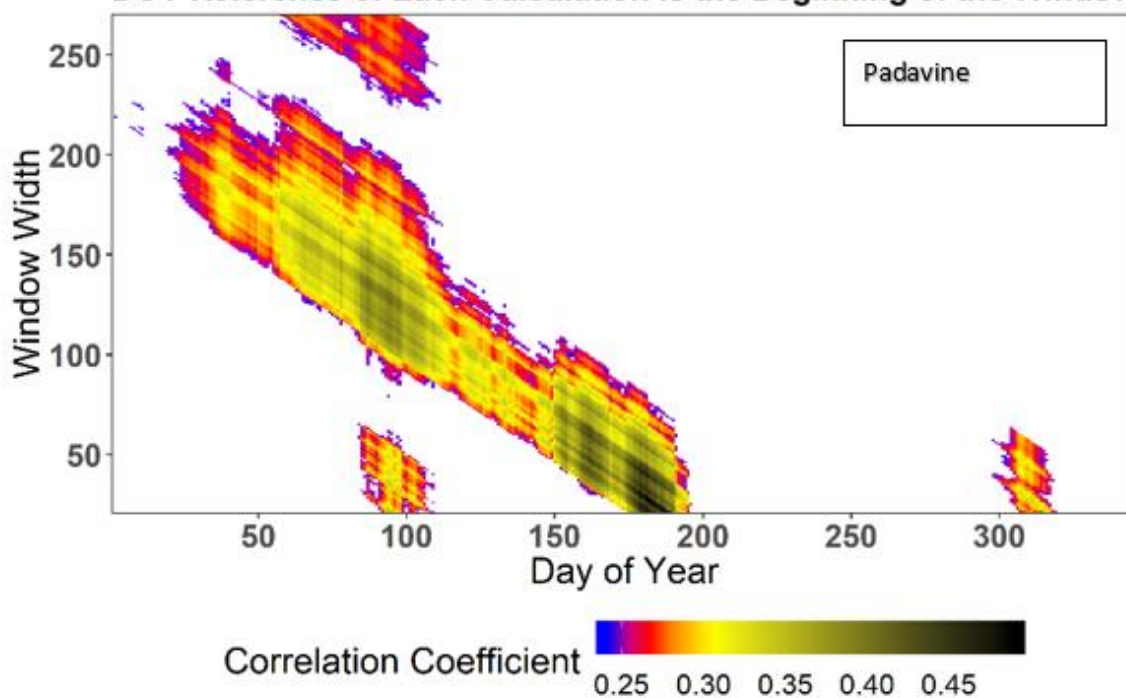
Slika 54: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevni klimatskih podatkov za rastišče Loče.

E

**Analysed Period: 1950 - 2016**  
**Method: Correlation Coefficient (pearson)**  
**DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window**



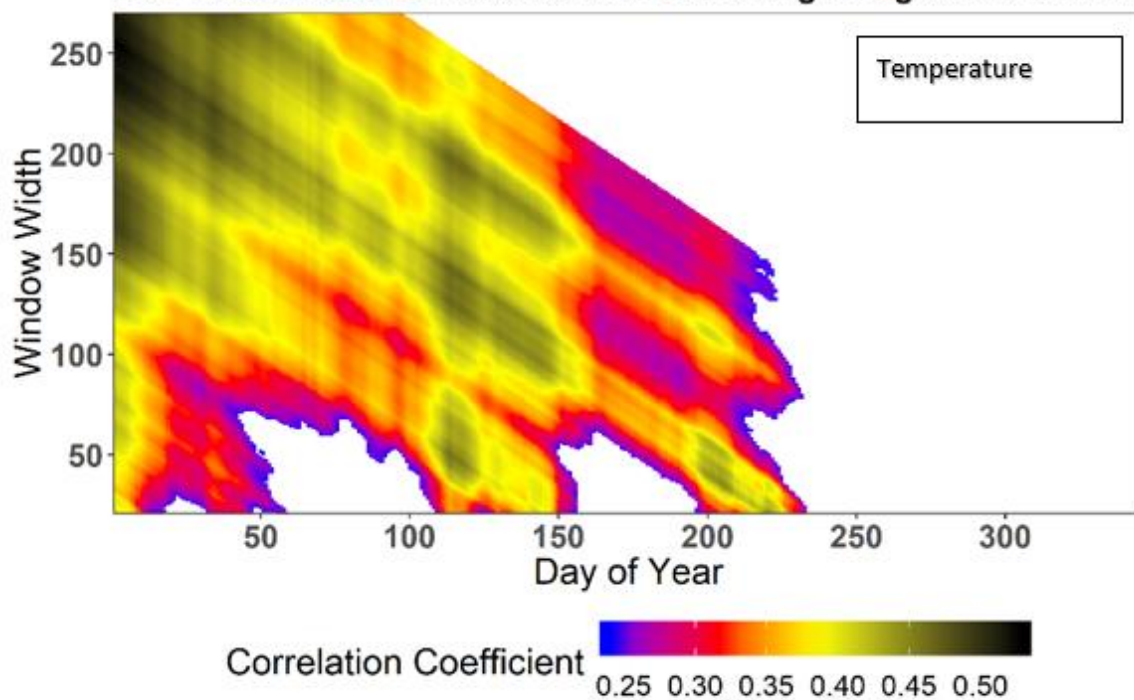
**Analysed Period: 1950 - 2016**  
**Method: Correlation Coefficient (pearson)**  
**DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window**



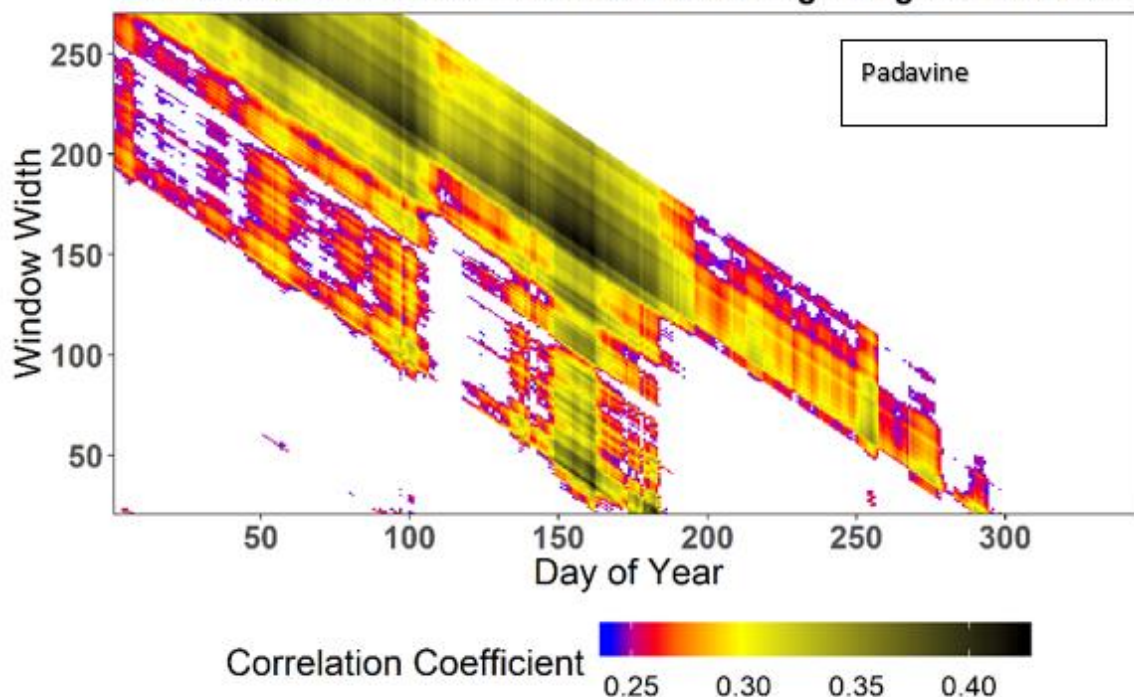
Slika 55: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevni klimatskih podatkov za rastišče Mašun.

F

Analysed Period: 1950 - 2016  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



Analysed Period: 1950 - 2016  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window

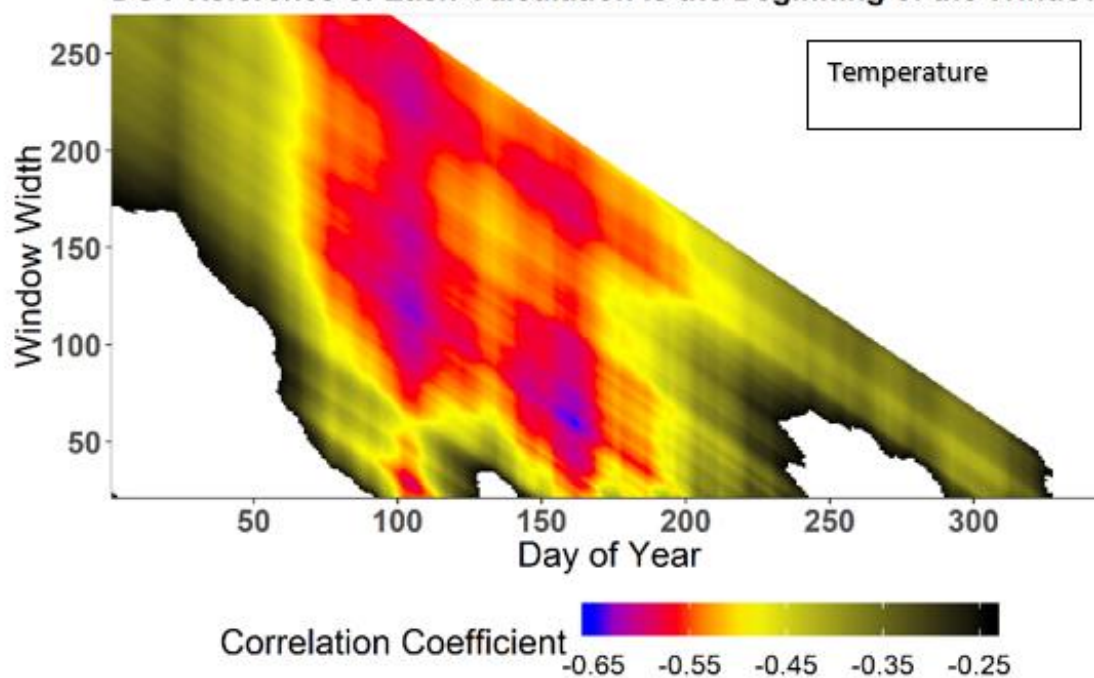


Slika 56: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevni klimatskih podatkov za rastišče Pišnica.

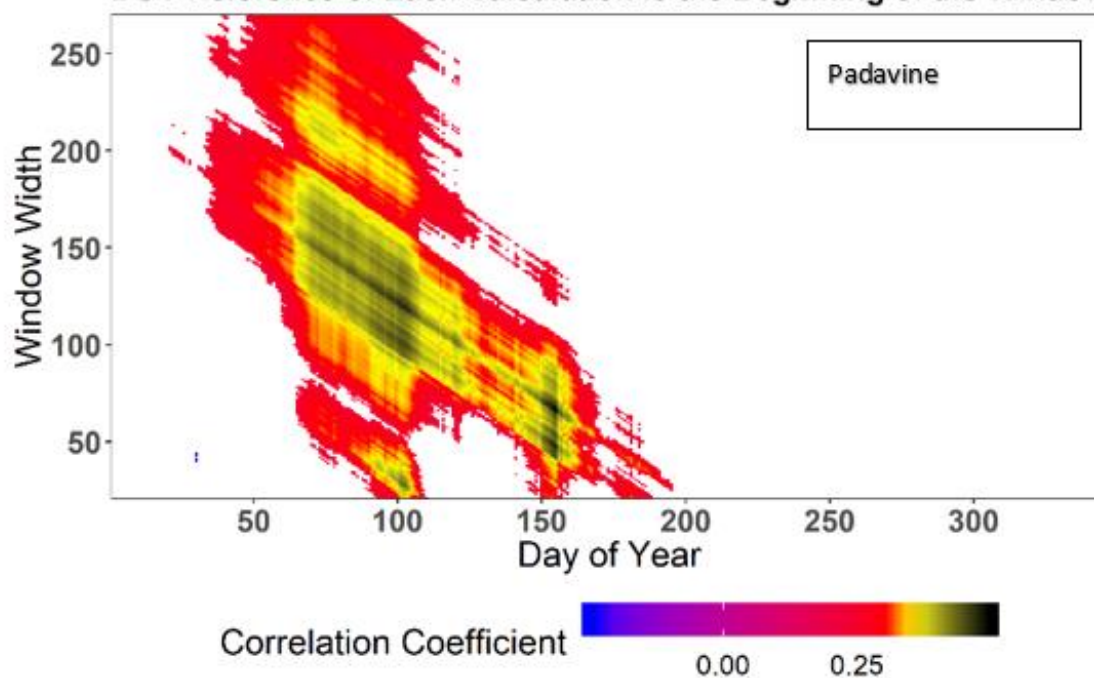


G

**Analysed Period: 1950 - 2016**  
**Method: Correlation Coefficient (pearson)**  
**DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window**



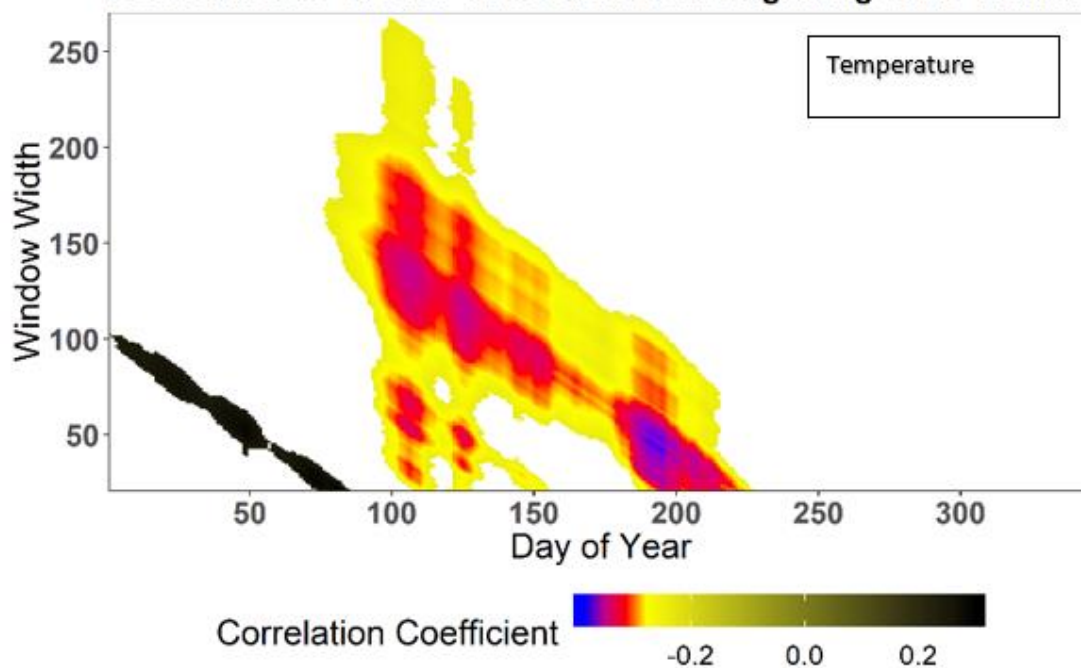
**Analysed Period: 1950 - 2016**  
**Method: Correlation Coefficient (pearson)**  
**DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window**



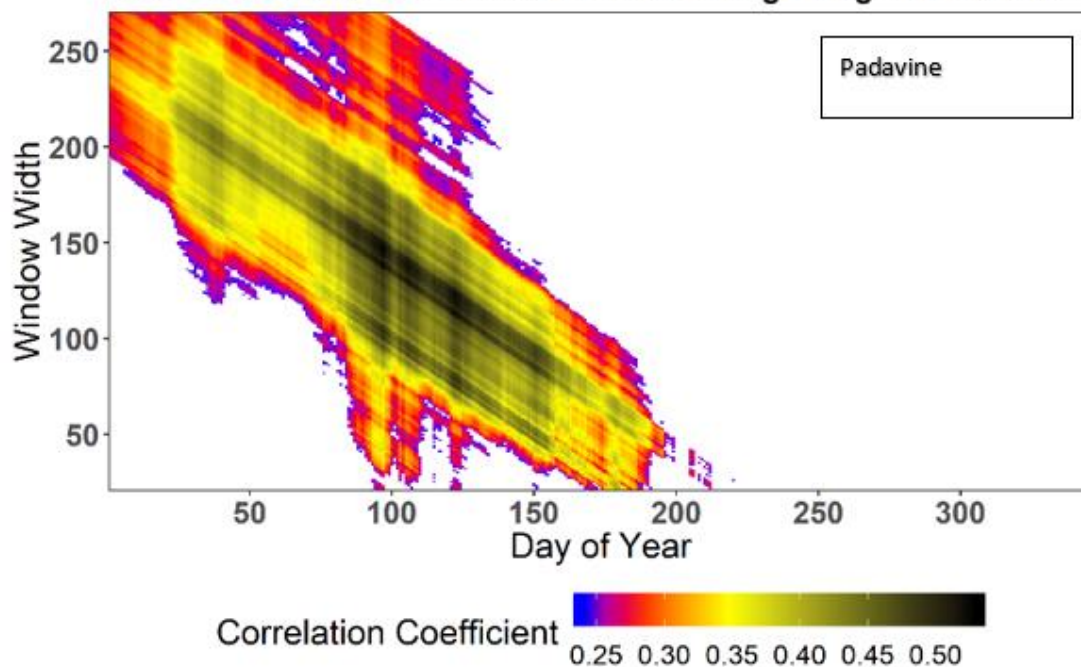
Slika 57: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevnik klimatskih podatkov za rastišče Ravnik.

II

Analysed Period: 1950 - 2016  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



Analysed Period: 1950 - 2016  
Method: Correlation Coefficient (pearson)  
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



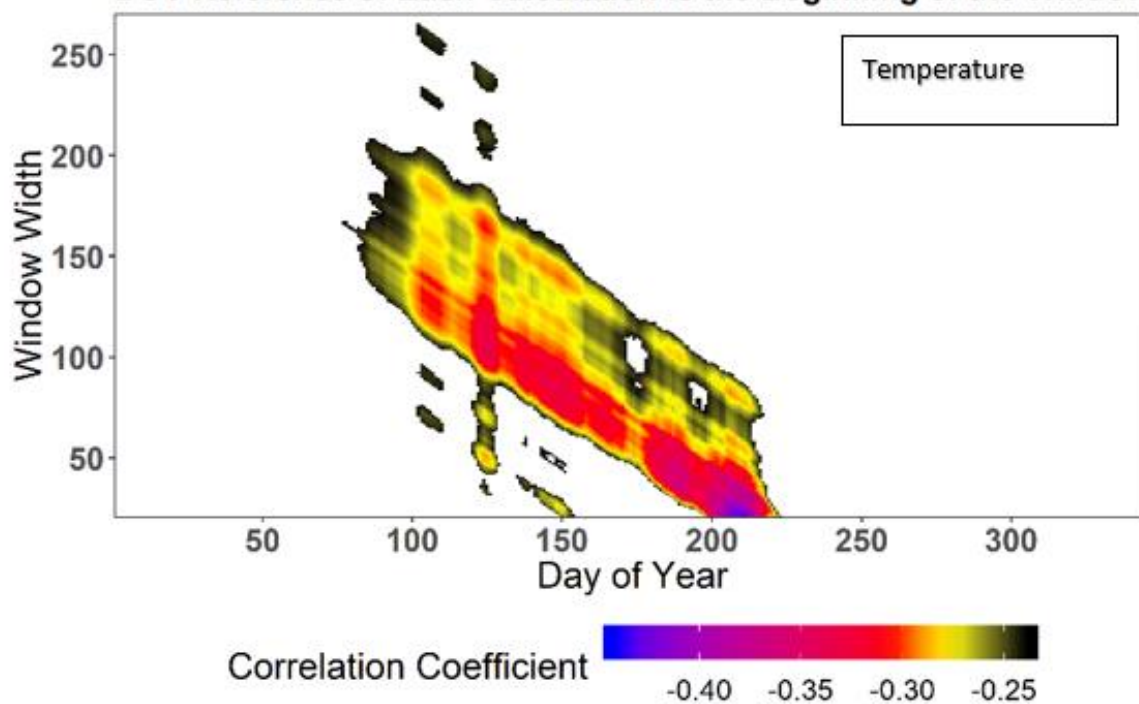
Slika 58: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevnik klimatskih podatkov za rastišče Sorško polje.

I

Analysed Period: 1950 - 2017

Method: Correlation Coefficient (pearson)

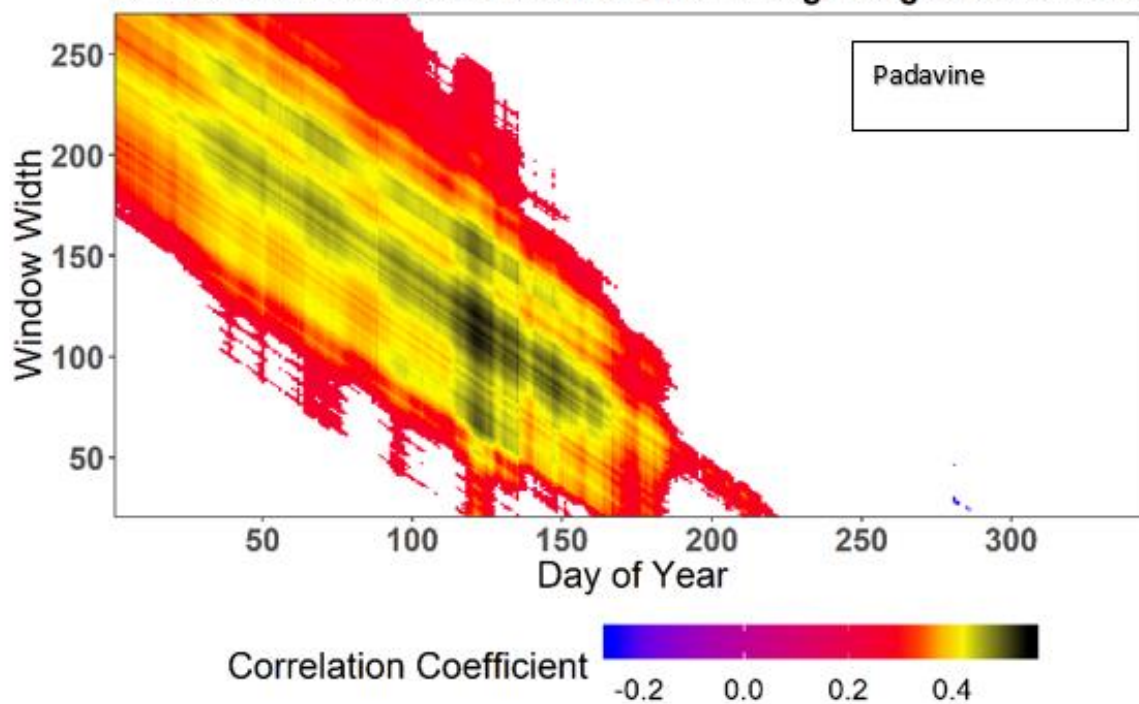
DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



Analysed Period: 1950 - 2017

Method: Correlation Coefficient (pearson)

DOY Reference of Each Calculation is the Beginning of the Window



Slika 59: Analiza odvisnosti povprečnih temperatur (slika zgoraj) in vsot padavin (slika spodaj) od dnevni klimatskih podatkov za rastišče Vitanje.

Analiza odvisnosti širin branik od povprečnih temperatur (zgornje slike) in vsot padavin (spodnje slike) v variabilnem oknu in obdobju za rastišča Apače (A), Brežice (B), Dole (C), Loče (D), Mašun (E), Pišnica (F), Ravnik (G), Sorško polje (H) in Vitanje (I) kažejo, da je generalni vzorec odzivanja po rastiščih zelo podoben. Kaže se negativen vpliv nadpovprečnih poletnih temperatur ter pozitiven vpliv nadpovprečnih poletnih padavin.

Med rastišči obstajajo razlike, ki so vezane predvsem na nadmorsko višino in klimatsko regijo. Lokacije Apače in Brežice so nižinske lege, kjer je v povprečju manj padavin kakor npr. na Mašunu in Ravniku in topleje, kot na že omenjenih lokacijah. Smreka je na nižinskih rastiščih v večjem sušnem stresu in je tudi bolj občutljiva na okoljske strese. Izključno z vidika debelinskega priraščanja pa bi težko rekli, da slabo raste, so pa velika nihanja v rasti, ki so pogojena s klimatskimi razmerami v letu nastanka branike.

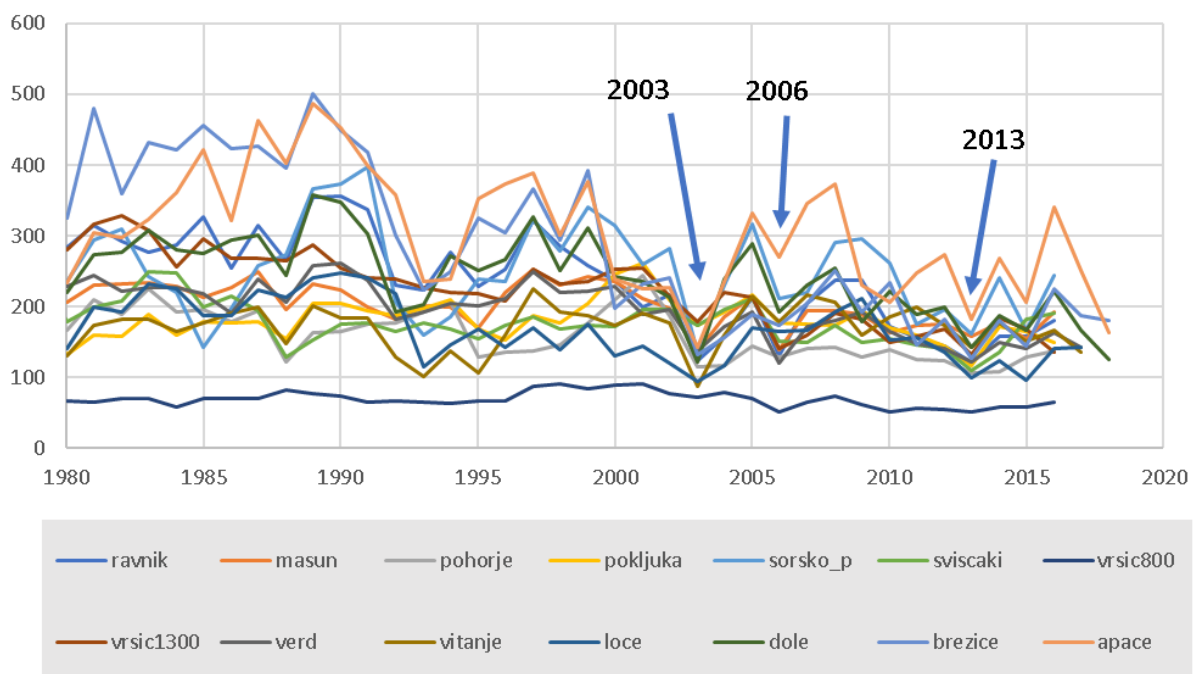
Glede na podnebne scenarije, ki Slovenijo umeščajo med regije, ki jih bodo klimatske spremembe precej prizadele, lahko dokaj zanesljivo napovemo, da bo smreka na nižinskih rastiščih povsem izginila, na hribskih bo v pretežni meri izginila, njena pojavnost bo odvisna predvsem od ugodne mikrolokacije, na gorskih rastiščih pa bo najverjetneje še uspevala, vendar bo njen delež nekoliko manjši kot sedaj..

## Odziv smreke v ekstremnih letih in mortaliteta

Ne glede na preučevana rastišča, pa se je smreka celo v mraziščih odzivala z upadom prirastka v ekstremno vročih in suhih letih, kot so bila npr. 2003, 2006 in 2013 (Slika 60). Značilnosti let v katerih imamo skladen odziv na klimatske dejavnike so bile visoke temperature in pomanjkanje padavin v času najbolj intenzivne rasti. Tako npr. je bilo leto 2003 v aprilu zelo hladno s snegom. V mesecih, ki so ključni za priraščanje, to so maj, junij in julij pa smo zabeležili izredno visoke temperature in skoraj nič padavin. V tem letu smo na vseh lokacijah, kjer smo vzorčili smreko zabeležili zelo majhen prirastek.

Leto 2006 je bilo prav tako zanimivo, maj je bil povsem normalen mesec, morda nekoliko toplejši od povprečja, junij pa se je začel z zelo hladnim vremenom, ki mu je sledil vročinski val, julij je bil zelo vroč in suh, avgust pa je bil nadpovprečno hladen in oblačen. Na kronologijah se vidi, da so se drevesa na vseh lokacijah odzvala s padcem prirastka, vendar ker poletje ni bilo tako pretirano ekstremno, so se pokazale razlike med rastišči, nadmorskimi višinami in oskrbljenostjo z vodo.

V letu 2013, to je bilo leto, ko so v Ljubljani namerili temperaturo preko 40 stopinj C, sta bila najbolj vroča meseca julij in avgust. Ker je v avgustu večina branike že formirane, se je rast ustavila, vendar realizirana širina branike ni bila tako majhna kot leta 2003, kajti suša in vročina je takrat nastopila prej kot v letu 2013 in to je imelo bistveno večji vpliv na prirastek kot leta 2013.



**Slika 60: Odziv smreke v izrazito suhih in vročih letih – 2003, 2006 in 2013.**

Smreka je drevesna vrsta visokih nadmorskih višin in geografskih lokacij, zato je občutljiva na visoke temperature in sušo, na razmere vročega in suhega vremena preprosto ni prilagojena. Kot izohidrična vrsta sicer zelo hitro zapre listne reže, kljub temu da fotosinteza še teče. To



pomeni, da v razmerah suhega in vročega vremena prihaja do pomanjkanja ogljikovih hidratov in smreka lahko propade zaradi pomanjkanja hranil. Iz odziva v ekstremno vročih letih smo se naučili, da se smreka tudi relativno hitro opomore, če stres le ni bil prehud, to je tudi eden od razlogov, da tudi na nižinskih rastiščih relativno dobro in hitro prirašča (kar je nekoliko v nasprotju z občutljivostjo vrste na vročino in sušo).

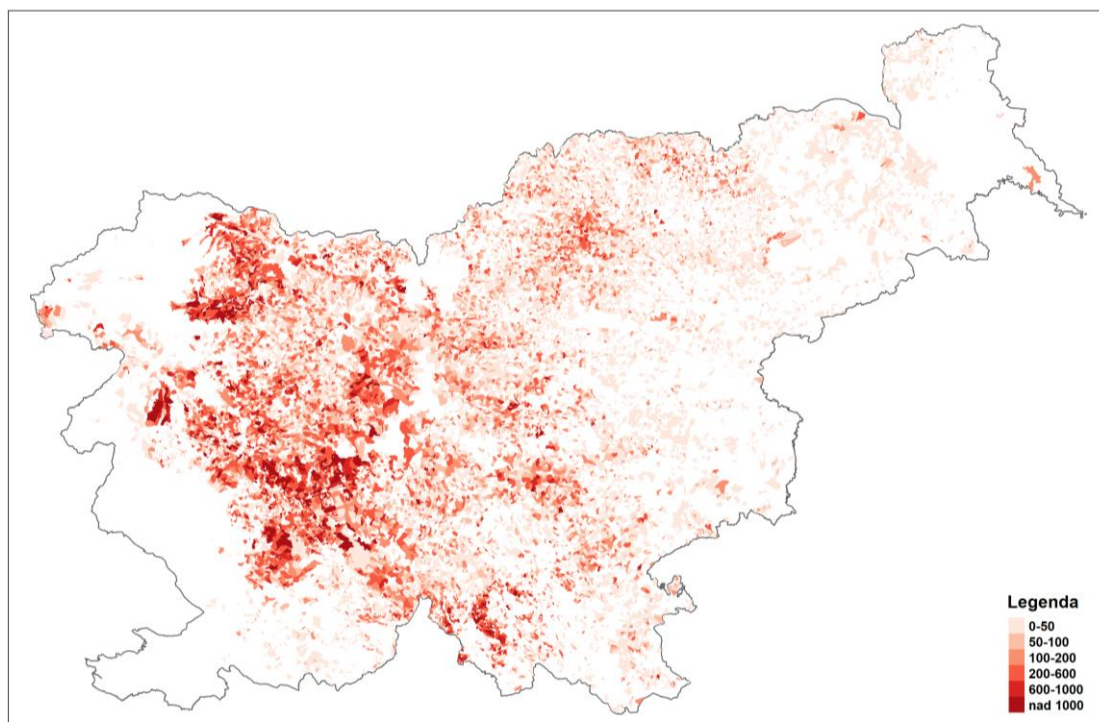
Za samo preživetje smreke je najbolj kritično, če se ponavljajo dolga, vroča in suha poletja. Če ekstremne razmere trajajo več zaporednih let, potem smreka ne more kompenzirati pomanjkanja ogljikovih hidratov in bo zanesljivo propadla. V tej luči je potrebno gledati tudi na nižinska rastišča smreke (kjer načeloma ne raste slabo) – če se bodo začele razmere slabšati v smeri dolgih, vročih in suhih pomladi in poletij, potem smreka v nižinah nima nobene možnosti.

### Mortaliteta smreke zaradi biotskih in abiotskih dejavnikov

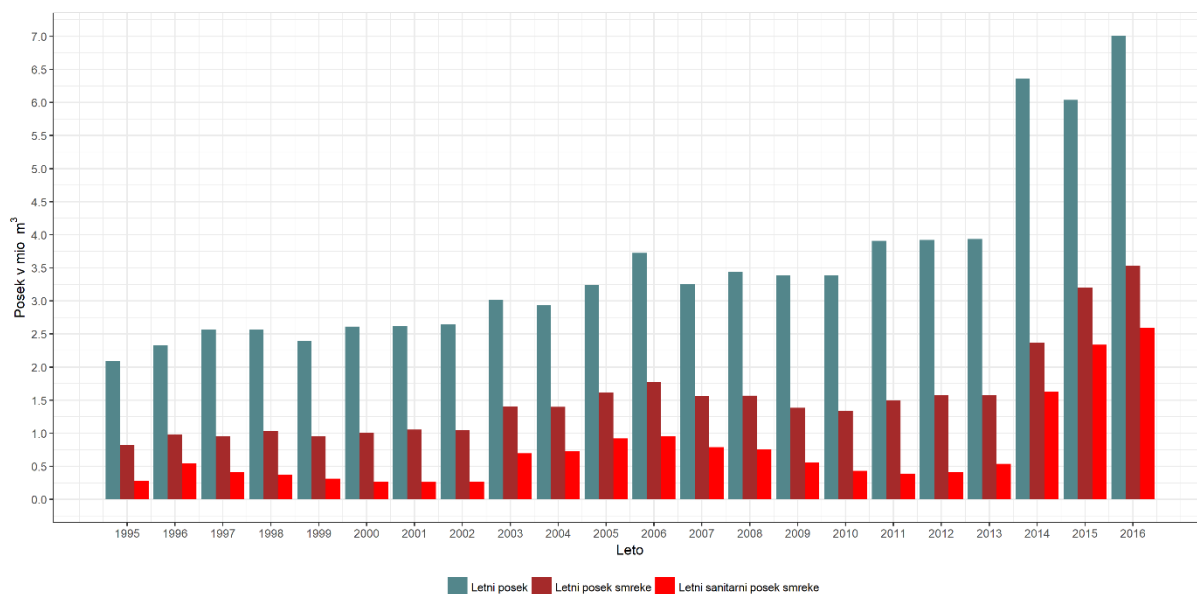
Na podlagi preteklih podatkov ZGS o sanitarnih posekih smo izdelali tudi model mortalitete smreke na podlagi naslednjih pojasnjevalnih spremenljivk: tla, relief, klima v obdobju 1980-2010, fragmentacija gozda. Uporabili smo ansambelski model, sestavljen iz podmodelov v obliki odločitvenih dreves. Ta model smo aplicirali na našo modelno napoved distribucije smreke v letu 2050 in pri tem dodatno upoštevali tudi napovedi klimatskega modela HadGEM2-AO. Rezultat je 30-letna modelna napoved območij v Sloveniji, kjer je pričakovati največje težave s smreko. Model temelji na isti zbirki podatkov kot model lesne zaloge smreke. Njegova ločljivost je tudi 1 x 1 km<sup>2</sup>.

Mortaliteta smreke je pojav, ki je v zadnjem času najbolj opazen in najbolj zaskrbljujoč – Slika 61 in Slika 62. Mortaliteta smreke se pojavlja povsod v Sloveniji, na nekaterih rastiščih bolj, na drugih manj. Mortaliteta ima različne vzroke, v Sloveniji v zadnjih 5 letih prevladujejo trije – žledolom leta 2014, posledičen izbruh smrekovega podlubnika v letih 2014, 2015, 2016 in 2017 ter vetrolom decembra 2017.





Slika 61: Prostorska porazdelitev sanitarnega poseka smreke v Sloveniji (na ravni odsekov v m<sup>3</sup>) kaže koncentracijo sanitarnih sečenj na območju Z Slovenije kjer je bil leta 2014 žledolom in napada podlubnikov, ki je temu sledil. Vir podatkov ZGS-2016 – vetrolom 2017 še ni upoštevan.



Slika 62: Časovna dinamika sanitarnega poseka po letih. Celoten letni posek je močno narastel po letu 2014. Letni sanitarni posek smreke, pa se je po letu 2014 skoraj izenačil z rednim letnim posekom smreke.

## DS 5: Sinteza DS 1-4 (primernost rastišč in zmesi za ohranjanje smreke v prihodnje)

**Vodja:** prof. dr. Tom Levanič

**Člani:** vodje DS - Kutnar, L., Marinšek, A., Westergren, M., Čater, M. , sodelavci ZGS

**Cilj:** Združiti spoznanja WP 1-4 in pripraviti podatkovne osnove za DS-6

### **Pričakovani rezultati**

- Pripravljene in s ciljnimi skupinami prediskutirane podlage za smernice, ki jih bo potrebovala DS-6

### **Poročilo o delu**

Podatki iz posameznih delovnih sklopov so bili pregledani, prediskutirani in združeni v poročilu za delovni sklop 6 (vodja dr. M. Čater).

## DS 6: Gozdnogojitvene smernice za obnovo in ohranjanje smreke v prihodnje

**Vodja:** Čater, M.

**Člani:** Kutnar L., Marinšek A., Kobal A., Westergren M, Levanič T., Jevšenak J., Breznikar A., ZGS operativa

**Cilj:**

- Izdelati oceno tveganja z upoštevanjem zaključkov predhodnih delovnih sklopov (DS 1-5);
- Oceniti perspektivo smreke v različnih sestojnih tipih in na različnih rastiščih;
- Pripraviti gozdno gojitvene smernice z oceno tveganj za prevladujoče sestojne tipe s smreko;
- Prenos znanja različnim ciljnim skupinam.

**Pričakovani rezultati**

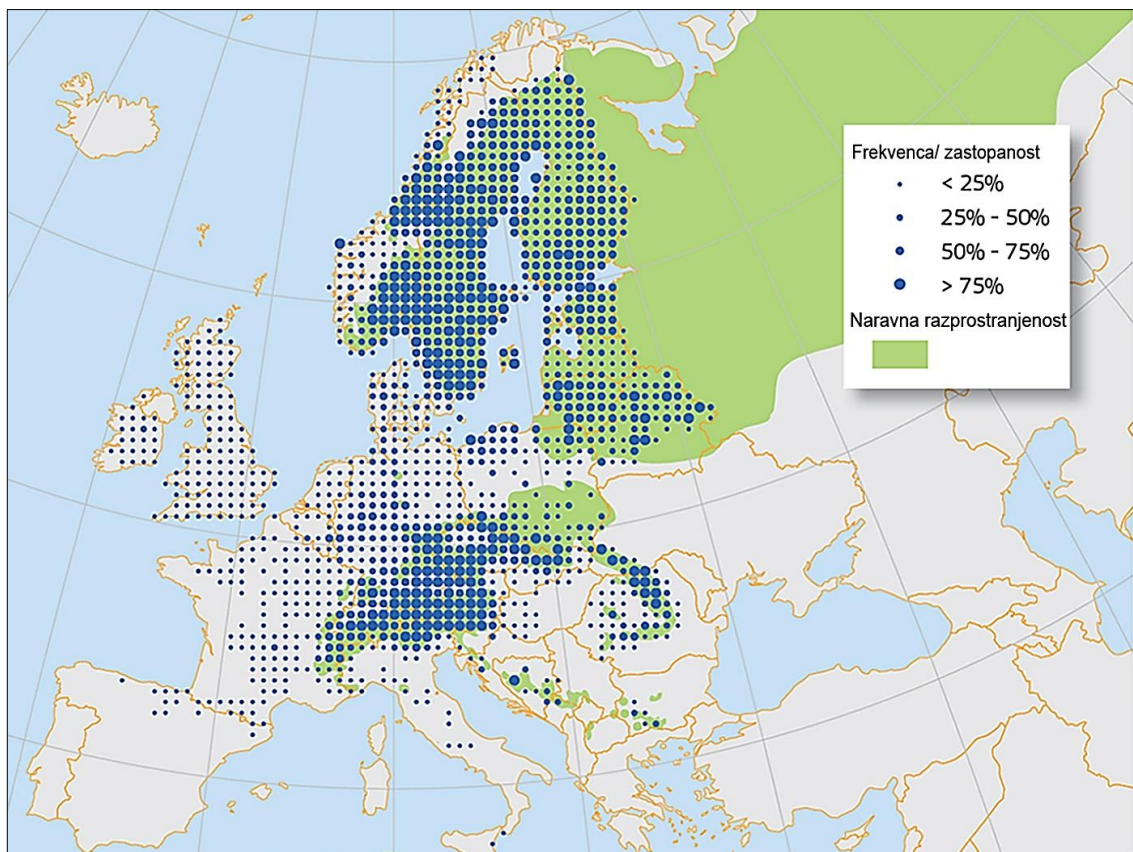
1. Pregled obstoječih izkušenj in znanj prilagoditvenega gospodarjenja - poročilo
2. Znanstvene objave o stanju, možnostih in omejitvah prilagoditvenega načina gospodarjenja s čistimi in mešanimi smrekovimi sestoji
3. DS-5 je vir podatkov za DS-6: Gozdno-gojitvene smernice za obnovo in ohranjanje smreke
4. Diseminacija, vključevanje interesnih skupin, svetovanje na treh ravneh (operativa, lastniki, politika)
  - Organizacija delavnice za gozdarske prakse na lokalni in nacionalni ravni za pridobitev povratnih informacij s terena (M 2-4)
  - Informacije v tiskani in elektronski obliki za strokovno in širšo, nestrokovno javnost (M 30-36)
  - Delavnice za gozdarske prakse, lastnike in interesne skupine - prikaz najustreznejših prilagoditvenih načinov in praks (M 30-36)
  - Projektna spletna stran s splošnim in internim delom (M 4)

**Poročilo o delu**

### Gozdnogojitvene smernice za obnovo in ohranjanje smreke v prihodnje (dr. Matjaž Čater)

V zadnji polovici prejšnjega stoletja je bila premena čistih smrekovih sestojev (*Picea abies* L. Karst.) eden poglobitvenih gojitvenih izzivov v Evropi (Zerbe, 2002). Teuffel s sod. (2004) ocenjuje, da je v Evropi najmanj 6 do 7 milijonov hektarov čistih smrekovih sestojev zunaj svojih naravnih rastišč (slika 1), od katerih je 4 - 5 milijonov hektarov osnovanih na rastiščih, kjer bi sicer prevladovali listnati ali mešani iglasto-listnati gozdovi.

Sedanje stanje je posledica gozdnogospodarskih odločitev v preteklosti, ko so bili mešani sestoji izpostavljeni kmetijskemu izkoriščanju, steljarjenju, paši in pridobivanju lesa za kurjavo (Johann s sod. 2004). Velika potreba po lesu zaradi industrializacije je vodila k pospeševanju monokultur hitrorastočega drevja. V zadnjih 200 letih je bila smreka najpogosteje izbrana kot drevesna vrsta za umetno obnovo sestojev zaradi hitre rasti, preprostega snovanja sestojev, majhnih zahtev glede redčenja in manjšega objedanja divjadi.



**Slika 63: Naravna (zeleno) in dejanska razširjenost smreke v Evropi (modro) glede na podatke nacionalnih gozdnih inventur (Euforgen, 2009)**

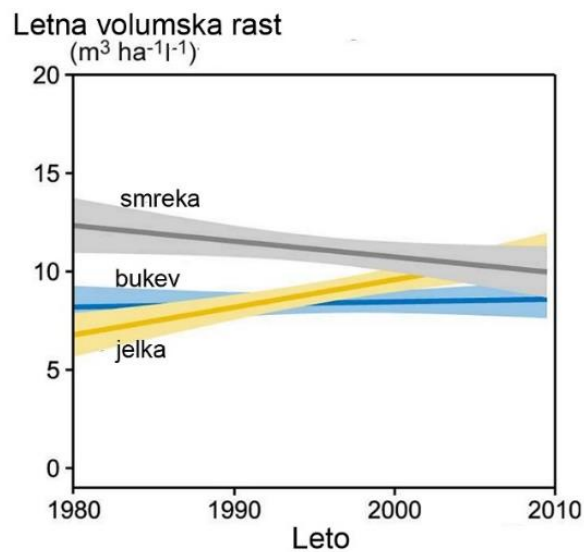
Vnos smreke zunaj njenega naravnega areala je povezan s številnimi, največkrat kratkoročnimi koristmi. Vrsta je ekonomsko zanimiva, ima potencial za proizvodnjo visokokakovostnega lesa v kratkih časovnih obdobjih in sekvestracijo ogljika. Evropski listnati gozdovi so v preteklosti pokrivali občutno večje površine, kot jih pokrivajo danes, zato velja v Evropi splošno mnenje, da je snovanje avtohtonih mešanih sestojev korak v smeri trajnostnega gozdarstva (Hannah s sod., 1995; Stanturf in Madsen, 2002).

### Ocena tveganja

Klimatske spremembe in posebno naraščajoča verjetnost pojavljanja klimatskih ekstremov kot npr. neurij so pokazale na ranljivost smrekovih monokultur in poudarjajo potrebo po zmanjševanju tveganja z vključevanjem drugih drevesnih vrst v smrekove sestoje (Bradshaw s sod., 2001).

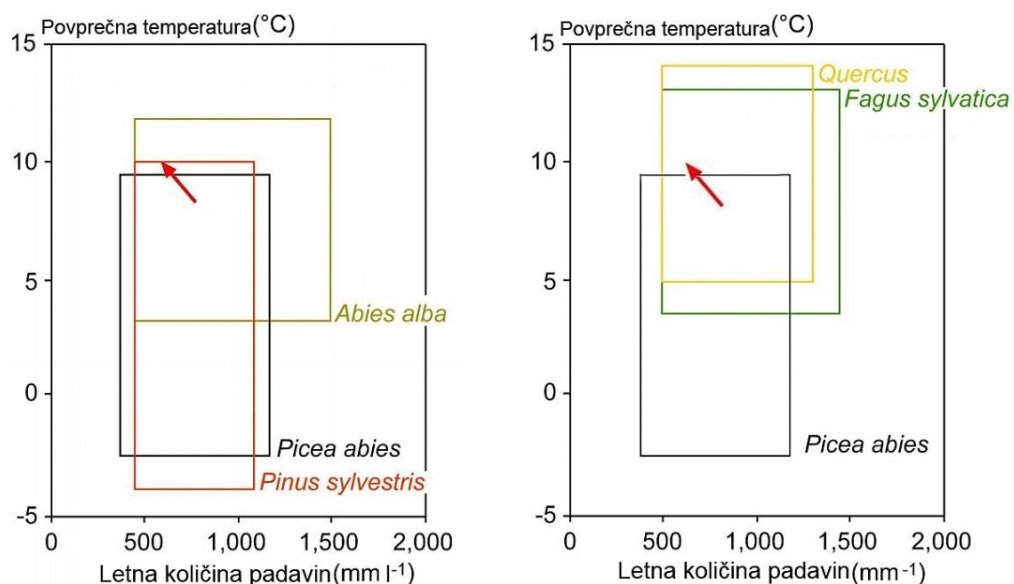
Debelinska rast smreke kaže v osrednjem evropskem prostoru v primerjavi z najbolj pogostima vrstama v primesi - jelko in bukvi v obdobju 1908-2010 znatno zmanjševanje priraščanja (Slika 64); posledično je snovanje bodočih sestojev usmerjeno v mešane sestoje z listavci. Prednosti mešanih sestojev se kažejo predvsem v ugodnejši razporeditvi in razpoložljivosti talnih vodnih zalog (Prieto et al. 2012), drugačnemu črpanju in enakomernejši porabi hranil (Rothe in Binkley, 2001) ter komplementarnih svetlobnih zahtevah različnih drevesnih vrst

(Forrester in Albrecht, 2014), zaradi česar so mešani sestoji smreke in listavcev izpostavljeni veliko manjšemu tveganju, kot čisti smrekovi sestoji.



**Slika 64: Periodično letno priraščanje smreke (sivo), jelke (rumeno) in bukve (modro) v obdobju 1980-2010 (Pretzsch in Steckel, 2019)**

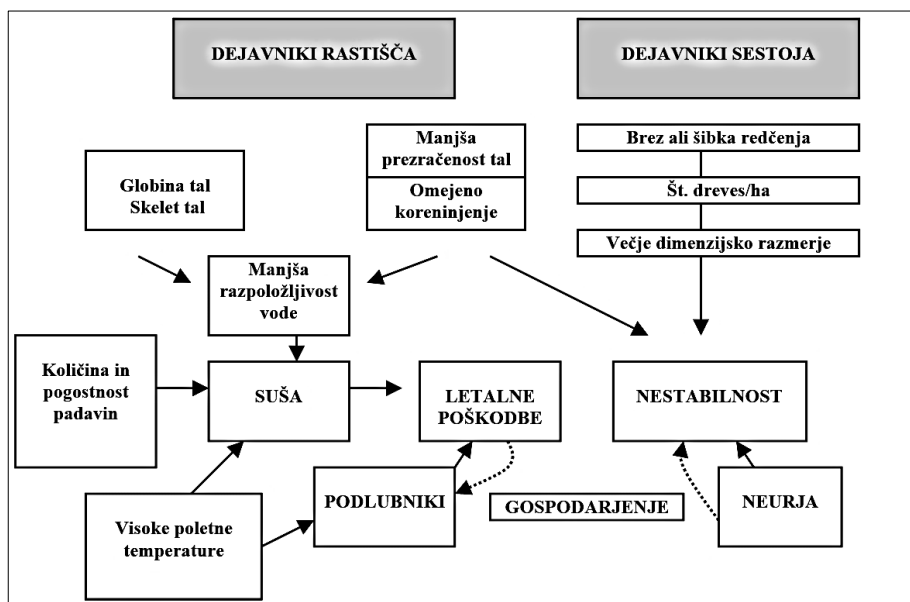
V optimalnih razmerah se med iglavci nahaja temperaturni maksimum smreke pod vrednostmi jelke in rdečega bora, glede padavinskega minimuma je smreka najmanj zahtevna; v primerjavi z listavci sta tako temperaturni kot padavinski minimum in maksimum izrazito manjša od zahtev listavcev. Zaostrene razmere pomenijo še manj padavin in povečanje temperaturnih vrednosti; smer možnega razvoja označujeta rdeči puščici (Slika 65).



**Slika 65: Primerjalni optimumi ekoloških zahtev smreke znotraj skupine iglavcev (levo) in listavcev (desno). Puščici označujeta smer verjetnega razvoja z manj padavinami in povečanimi temperaturami. (Pretzsch in Steckel, 2019)**

## Dejavniki rastišča in dejavniki sestoja

Pri opredelitvi stopnje potencialnega tveganja za smreko ocenjujemo dejavnike **rastišča** in dejavnike **sestoja** (Slika 66).



Slika 66: Rastiščni in sestojni dejavniki tveganja, ki vplivajo na vitalnost in stabilnost smrekovih sestojev. Neprekinjene puščice označujejo neposredne povezave, prekinjene pa povratni učinek (Kazda in English, 2006).

**Rastišča** ponazarjajo predvsem tveganje povezano s sušo, ki izhaja iz rastiščnih razmer in se kaže kot majhna globina koreninjenja zaradi plitvih tal ali slaba prekoreninjenost zaradi nezadostne prezračenosti korenin. Obe vrsti dejavnikov omeujeta dostopnost vode rastlinam v klimatskih ekstremih, kot npr. pri dolgotrajnejših večjih poletnih temperaturah in pri neenakomerno razporejenih padavinah, ki povzročajo sušni stres. Zmanjšana vitalnost v takšnih obdobjih poveča dovzetnost drevja na napade podlubnikov, ki v kombinaciji s sušo delujejo uničujoče.

**Sestojni dejavniki** so načeloma povezani s preteklim načinom gospodarjenja. Veliko število osebkov na hektar povečuje izgubo vode zaradi prestrežanja padavin v vejah in krošnjah, posledično doseže gozdna tla manj vode. Vitko drevje z večjim dimenzijskim razmerjem (h/d) je mehansko nestabilnejše v morebitnih neurjih, ki porušijo strukturo gozdnih sestojev. Omejeno koreninjenje, posebno na težkih in zbitih tleh, in velika vsebnost vode omeujeta sposobnost mehanskega sidranja dreves in še dodatno povečujeta nestabilnost. Nevarnost poškodb sestoja (podlubniki, vetrolomi, snegolomi) lahko zmanjšamo z načinom gospodarjenja.



Globalni dejavniki, neodvisni od rastišč, sestojev in gospodarjenja, kot npr. globalno segrevanje, klimatski ekstremi, nihanje cen na trgu lesa ipd. delujejo neodvisno od prej omenjenih skupin rastiščnih in sestojnih dejavnikov.

Malo padavin in njihova neenakomerna poletna razporeditev ne omogočajo obnove vodnih talnih zalog, kar lahko vodi v izrazit sušni stres pri drevju (npr. poletje 2003, 2006, 2013). Neugodne klimatske razmere zmanjšujejo vitalnost smreke in sočasno povečajo možnosti za razvoj podlubnikov. Suša in napadi podlubnikov vodijo v obsežne in usodne poškodbe smrekovih sestojev. Smrekova rdeča trohnoša (*Heterobasidion annosum*) zmanjšuje mehansko stabilnost kot tudi kakovost lesa in je povezana z višjimi pH vrednostmi tal ter nasičenostjo baz v tleh.

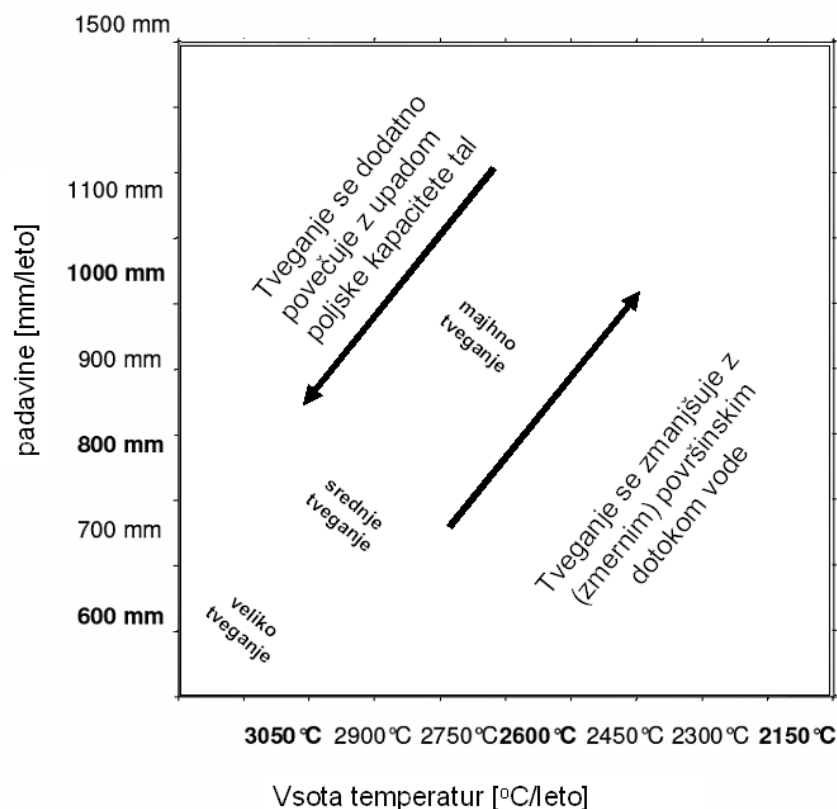
### Območja tveganja za smreko

Rastišča, kjer je obstoj smreke povezan z večjim tveganjem lahko opredelimo z uporabo klimatskih podatkov, ki jih pridobimo iz standardnih meteoroloških podatkovnih baz. Alternativni kazalnik je lahko potencialna naravna vegetacija, ki jo določimo s pomočjo fitocenoloških kart. Smreka daje zaradi svoje široke ekološke amplitude znaten donos tudi na prehransko revnejših tleh (Schmidt-Vogt, 1991). Zunaj njenega naravnega areala je donos pogosto posredno ali neposredno manjši zaradi suše, vetrolomov in napada škodljivcev (Mayer, 1980). Seveda obstajajo ista tveganja tudi znotraj območja naravne razširjenosti te drevesne vrste.

V Avstriji določajo območja tveganja za smreko na osnovi klimatskih znakov (Slika 67), ki jih razdelijo na tri razrede (veliko, srednje, majhno). Predele »z velikim tveganjem«, kjer smreka ni naravno razširjena kot vrsta v potencialnih gozdnih združbah ali je v podrejeni vlogi, dokaj dobro opiše kumulativna letna temperatura 3050 °C. Izračunamo jo po načinu, kot ga navajata Harlfinger in Knees (1998) tako, da seštejemo temperature ob 14<sup>h</sup> za vse dni, ko se dnevni maksimum nahaja med 5°-15°C (Slika 67).

Rast smreke je omejena, ko je v dolgoročnem obdobju na voljo manj kot 600 mm padavin letno ali manj kot 300 - 350 mm v času vegetacijskega obdobja (Mayer, 1980). Vrednosti rastiščnih dejavnikov (npr. voda, hranila) lahko seveda nihajo med regijami in posameznimi rastišči. Na rastiščih z manj padavinami je tekmovalna moč smreke omejena glede na druge listavce in je močno izpostavljena poškodbam zaradi suše, ta pa nadalje vodijo v zmanjšano odpornost in večjo dovzetnost za sekundarne dejavnike, kot npr. poškodbe zaradi podlubnikov. Razvoj podlubnikov je tako v tesni povezavi s povečanimi temperaturami v vegetacijskem obdobju (Slika 67).

V območju "srednjega tveganja" ima smreka manjšo tekmovalno moč od listavcev, ki so del potencialne vegetacije rastišča. Omenjeno območje označuje kumulativna temperatura z več kot 2600 °C in /ali manj kot 800 mm letnih padavin. Poglavitni dejavniki tveganja so podlubniki, ki lahko razvijejo več generacij letno.



**Slika 67: Območja klimatskega tveganja za smreko (Kazda in Englisch 2006)**

V območju “majhnega tveganja” (s kumulativno temperaturo pod 2600 °C in/ali vsoto letnih padavin nad 800 mm) je smreka prevladujoči ali sovladajoči dejavnik gozdnih fitocenoz, kjer podlubniki navadno ne razvijejo dveh generacij. V sušnih letih in obdobjih z večjim tveganjem poročajo o množičnih gradacijah v avstrijskih Alpah, do višine 1600 m (Krehan s sod., 2004). Osnovno oceno tveganja lahko v naslednjem koraku izboljšamo z uporabo podatkov o lokalnih in rastiščnih dejavnikih. Osnovno tveganje se tako poveča, če znaša poljska kapaciteta tal za vodo manj kot 60 mm. Poljska kapaciteta tal za vodo je v veliki meri odvisna od globine tal, odstotka grobih delcev, teksture tal in vsebnosti humusa. Za določitev in ovrednotenje dodatnega tveganja lahko primerjamo pogostnost in dolžino obdobja brez padavin s povprečno transpiracijo (2 mm/dan) za smreko. Na drugi strani se tveganje zmanjša, če primanjkljaj vode zaradi skromnih padavin nadomesti površinski vodni tok, kar pa je odvisno od topografije.

#### Kakovost in stabilnost bodočih sestojev

Ekstremni sušni dogodki vplivajo na nastanek radialnih razpok debel, zaradi velikih tenzij v ksilemu in porušitve traheid predvsem v najvrednejši, spodnji tretjini debla. Do razpok pride predvsem pri mlajših (med 15. - 40. letom) in hitrorastočih sestojih na bogatih tleh (Sohn s sod., 2012). Opazno je eksponentno povečevanje pojavljanja radialnih razpok z večanjem rastiščnega indeksa in dimenzijskega (h/d) razmerja. Redčenja v tako predisponiranih sestojih naj ne bi zmanjšala dimenzijskega razmerja pod 70; večanje vrednosti h/d razmerja (do

vrednosti 80) sicer znatno zmanjša možnost tovrstnih poškodb na bogatih rastiščih, vendar ga ne priporočajo kot splošno pravilo, saj lahko vodi v zmanjšano mehansko stabilnost in neodpornost na snegolome in ostale vremenske ekstreme (Kohler s sod., 2018).

Tudi prilagoditev populacij dreves na lokalno okolje kot rezultat naravne selekcije je z vrednotenjem pričakovane stopnje genetske neprilagojenosti smreke, jelke in bukve izpostavilo veliko tveganje za smreko in majhno za jelko (Frank s sod., 2017).

### Gozdnogojitveni sistemi v luči prihajajočih klimatskih sprememb

V dosedanjih primerih smo dejavnike rastišč in posebno klimatske razmere privzemali kot konstante, brez sprememb. Žal sedanji dokazi pritrjujejo zmanjševanju rasti in povečevanju mortalitete zaradi klimatskih sprememb (Allen s sod., 2010) ter zahtevajo prilagojeni način gospodarjenja in gojenja. Novi načini bodisi omogočajo večjo **odpornost** (angl. resistance), ki se kaže v ključni moči ekstremnim razmeram brez posebnih sprememb sestavne vrstne sestave in strukture (Grimm in Wissel, 1977) ali večjo **prilagodljivost** (angl. resilience), kjer gre za spremembo vrstne sestave in strukture, ki jih povzročijo motnje (O'Hara in Ramage, 2013). Primerjalna študija Branga s sod. (2014) z obravnavo treh sonaravnih gojitvenih sistemov (posamično prebiralni, skupinsko prebiralni in zastorni način) navaja šest strateških ukrepov/praks in možnost njihove operativne uporabe za boljše kljubovanje zmernih evropskih gozdov klimatskim spremembam.

**Preglednica 25: Primerjava treh sonaravnih gojitvenih sistemov in možnost uporabe ukrepov/praks za prilagajanje klimatskim spremembam. Legenda: 1-posamično-prebiralni sistem; 2-skupinsko-prebiralni sistem; 3-zastorni sistem; +...ukrep je uporaben; ±... ukrep je delno uporaben; -... ukrep ni uporaben (povzeto po Brang s sod., 2014).**

ukrepi / prakse (1.-6.)									
Sonaravni gojitveni sistem	1. Povečevanje vrstne pestrosti	2. Povečevanje strukturne raznolikosti	3. Ohranjanje/povečevanje znotrajvrstne genetske raznolikosti	4. Večanje odpornosti dreves na biotski/abiotški stres	5. Premena sestojev z velikim tveganjem	6. Ohranjanje nizke lesne zaloge	Št. možnih /uporabnih ukrepov/praks	Št. delno uporabnih ukrepov/praks	Št. neuporabnih ukrepov/praks
1	-	+	±	+	-	±	2	2	2
2	+	+	+	±	+	±	4	2	0
3	±	-	±	±	±	+	1	4	1

Kot najprimernejšega so označili skupinsko prebiralni sistem (2), saj med drugim omogoča večjo raznolikost obravnavanih površin (med 0,05 in 0,5ha) in posledično ustvarja na prehodih ekološki (predvsem svetlobni) gradient za uspevanje tako sencozdržnih kot svetloljubnih vrst (Čater in Levanič, 2013; Brang s sod., 2014). Posamično-prebiralni sistem zagotavlja največjo strukturno raznolikost na majhnih površinah, vendar je manj primeren za povečevanje vrstne

raznolikosti drevesnih vrst. Nasprotno pa dolgoročno ohranja zastorni sistem najmanjšo strukturno raznolikost, vendar omogoča največjo pestrost drevesnih vrst znotraj obravnavanih sonaravnih sistemov.

## Smernice za pomlajevanje smreke

Analizirali smo pomlajevanje na osnovi fitocenoloških popisov v štirih različnih skupinah rastišč:

- A** - primarna smrekovja,
- B** - sekundarna smrekovja,
- C** - zasmrečeni bukovi gozdovi in
- D** - zasmrečeni jelovi gozdovi) v Sloveniji.

Upoštevani so bili trije višinski pasovi:

- 1** - do 700m;
- 2** - 700-1200m in
- 3** - nad 1200m

Na vseh analiziranih rastiščih je znašala pokrovnost smreke nad 25% v drevesni plasti. Rezultati potrjujejo, da se v **primarnih smrekovjih (A)** vrstna pestrost drevesnih vrst z nadmorsko višino povečuje. tako v zeliščni in grmovni plasti; pojavnost vrst v grmovni plasti je v vseh treh višinskih pasovih večja, kot v zeliščni plasti.

V **sekundarnih smrekovjih (B)** je v zeliščni plasti sprememba manj izrazita, medtem ko je v grmovni plasti največ vrst v najnižjem (19) in srednjem (18) višinskem pasu.

Povsem obrnjeno je stanje v zeliščni in grmovni plasti **zasmrečenih bukovih (C)** in **zasmrečenih jelovih rastišč (D)**, kjer je največ drevesnih vrst zastopanih v najnižjem višinskem pasu, najmanj pa v pasu nad 1200m.

## Splošne ugotovitve

- Prisotnost naravnega smrekovega mladja je v vseh rastiščnih in višinskih kategorijah zadostna.
- Pomlajevanje vrst sledi primarno potencialnim rastiščnim in manj dejanskim sestojnim razmeram odraslih sestojev.
- Primerno je ohranjanje smreke v zmesi do največ 25% v 2. in 3. višinskem pasu sekundarnih smrekovij.
- Priporočamo ohranjanje smreke do 90% v primarnih smrekovjih, ostalo predstavljajo druge prisotne drevesne vrste.
- Izogibamo se snovanju čistih smrekovih sestojev na območjih pogostejših in ponavljajočih se naravnih motenj (žledolomi, snegolomi, vetroolomi...).
- Na tveganih območjih (rastišča **A, B, C** in **D**) ponavljajočih motenj stremimo k oblikovanju biološko in mehansko stabilnih sestojev z največ 30% deležem smreke v primesi.
- Primerno je pospeševanje drugih drevesnih vrst na izpostavljenih, strmih in sušnih lokacijah s plitkimi tlemi.

- Naravno mladje je konkurenčnejše in primernejše od sajenega na izpostavljenih in prisojnih legah.
- Glede na ugotovljeno prisotnost drevesnih vrst v mladju lahko v prihodnje najmočnejše računamo na bukev, smreko, jelko, gorski javor in jerebiko v vseh tipih proučevanih smrekovih in zasmrečenih gozdov (A, B, C in D).
- Kljub velikemu izpadu pomladka jelke zaradi prenamnožene divjadi je smiselno njeno pospeševanje zaradi večje ekološke plastičnosti in prilagodljivosti na sušo v primerjavi s smreko (mehanska zaščita, ograde, povečan odstrel parkljarjev).
- Morda velja razmislek glede upoštevanja duglazije v zmesi do 10%, kjer gre za sočasen izpad smrekovega in jelovega pomladka na rastiščih, kjer listavci niso konkurenčni in želimo ohranjati sorazmeren delež iglavcev (izjema so območja Natura 2000).

### Usmeritve za prilagoditveno gospodarjenje s smreko

Glavne prioritete:

- zmanjševanje deleža smreke na nadmorski višinah do 700m in neprimernih rastiščih;
- ohranjanje deleža smreke v primarnih smrekovjih in ostalih rastiščih nad 1200m, kjer se pojavlja naravno razen na južnih ekspozicijah in plitvih tleh;
- ohranjanje in vzpodbujanje naravnega pomlajevanja vseh drevesnih vrst v zeliščni in grmovni plasti na rastiščih, kjer smreka ni avtohtona in /ali je ogrožena zaradi biotskih/abiotskih dejavnikov, posebno v nižinskih gozdovih do nadmorske višine 700m;
- krajšanje proizvodne dobe smrekovih sestojev (60 let), hitrejše uvajanje smrekovih odraslih sestojev v obnovo;
- vzpodbujanje in večanje deleža listavcev predvsem v sekundarnih smrekovjih, zasmrečenih jelovjih in zasmrečenih bukovjih;
- skrb za ustrezno sestojno gostoto, ki zagotavlja mehansko stabilnost (h/d razmerje) in kakovost mladja na rastiščih, ki jih pogosteje ogrožajo ujme;
- nadomeščanje smreke na račun prisotnih listavcev ter jelke in/ali duglazije (Veselič s sod., 2016) na njim primernih rastiščih.

#### A1:

- ohranjanje naravnega mladja z naravno zastopanostjo jelke, smreke, bukve, g. javorja, v. jesena, kjer je to mogoče;
- povečevanje deleža listavcev, predvsem na toplejših in južnih ekspozicijah;
- zagotavljanje ustrezne pomladitvene gostote jeder mladja smreke za njeno zadostno mehansko stabilnost v prihodnje;
- poudarek na ohranjanju deleža jelke v zeliščni in grmovni plasti;

#### A2:

- zmanjševanje deleža smreke v primesi z ostalimi prisotnimi drevesnimi vrstami mladja;
- poudarek na ohranjanju jelke v zeliščni in grmovni plasti;

- ohranjanje večjega deleža listavcev v zmesi mladja na južnih, sušnih in ekstremnih ekspozicijah;

**A3:**

- ohranjanje pomladitvenih jeder s smreko in jelko ter ostalimi listavci (g. javor, jerebika, mokovec);
- izogibanje večjemu deležu smreke na rastiščih strmih in plitvih tal in večjo pogostostjo ekstremnih vremenskih razmer;
- vzpodbujanje listavcev zaradi biološke stabilnosti sestojev zaradi posledic globalnega segrevanja;

**B1:**

- pospeševanje listavcev in pionirskih vrst (mokovec, jerebika, g. javor, kostanj, m. in v. jesen, češnja, hrast) in postopno zmanjševanje deleža smreke (največ 25% v deležu zmesi vrst odraslega sestoja);
- ohranjanje in povečevanje prednosti jelke na primernih rastiščih, kjer se le ta pojavlja v mladju v primesi z ostalimi listavci;
- sledenje naravnemu sukcesijskemu razvoju in naravni zastopanosti drevesnih vrst v zeliščni in grmovni plasti;

**B2:**

- zmanjševanje deleža smreke za ohranjanje biološke in mehanske stabilnosti (do največ 35% v deležu zmesi vrst odraslega sestoja);
- pospeševanje listavcev in pionirskih vrst (mokovec, jerebika, g. javor, kostanj, m. in v. jesen, češnja, hrast);

**B3:**

- ohranjanje deleža smreke in deleža g. javorja, jelke in bukve;
- poudarek na kontinuiteti pomlajevanja obstoječih drevesnih vrst;

**C1:**

- ohranjanje čimvečjega števila različnih vrst listavcev v zmesi mladja; ukrepi nege sledijo ohranjanju oz. povečevanja deleža listavcev v nadaljnjih razvojnih fazah;
- pospeševanje drevesnih vrst listavcev na primernih rastiščih (karbonat in/ali silikat)
- postopno zmanjševanje deleža smreke (največ 15% v deležu zmesi vrst odraslega sestoja) na račun listavcev;
- ohranjanje in povečevanje prednosti jelke na primernih rastiščih, kjer se le ta pojavlja v mladju v primesi z ostalimi listavci;
- sledenje naravnemu sukcesijskemu razvoju in naravni zastopanosti drevesnih vrst v zeliščni in
- grmovni plasti;



**C2:**

- ohranjanje čimvečjega števila različnih vrst listavcev v zmesi mladja; ukrepi nege sledijo ohranjanju oz. povečevanja deleža listavcev v nadaljnjih razvojnih fazah;
- pospeševanje drevesnih vrst listavcev na primernih rastiščih (karbonat in/ali silikat)
- postopno zmanjševanje deleža smreke (največ 15% v deležu zmesi vrst odraslega sestoja) na račun listavcev;
- ohranjanje in povečevanje prednosti jelke na jelovo bukovih rastiščih, kjer se le ta pojavlja v mladju v primesi z ostalimi listavci (aktivna zaščita in varstveni ukrepi za ohranjanje in povečevanje njenega deleža);
- sledenje naravnemu sukcesijskemu razvoju in naravni zastopanosti drevesnih vrst v zeliščni in grmovni plasti;

**C3:**

- ohranjanje (ne pospeševanje) smreke v primesi z avtohtono pojavljajočimi listavci v vseh razvojnih fazah (bukev, g. javor, mokovec, jerebika, brest) in avtohtonimi iglavci (jelka, macesen), kjer rastišča to dopuščajo;
- poudarek na jelki in njenem ohranjanju v, predvsem, dinarskih in predalpskih jelovo-bukovih sestojih;

**D1:**

- ohranjanje čimvečjega števila različnih vrst listavcev v zmesi mladja; ukrepi nege sledijo ohranjanju / povečevanja deleža listavcev v nadaljnjih razvojnih fazah;
- pospeševanje drevesnih vrst prisotnih listavcev v mladju in zeliščni plasti;
- postopno zmanjševanje in ohranjanje deleža smreke (največ 30% v deležu zmesi vrst odraslega sestoja);
- ohranjanje in povečevanje prednosti jelke na večini rastišč, kjer se le ta pojavlja v mladju v primesi z ostalimi listavci;

**D2:**

- ohranjanje čimvečjega števila različnih vrst listavcev v zmesi mladja; ukrepi nege sledijo ohranjanju / povečevanja deleža listavcev v nadaljnjih razvojnih fazah;
- pospeševanje drevesnih vrst listavcev na primernih rastiščih
- postopno zmanjševanje in ohranjanje deleža smreke do 30-40% v deležu zmesi vrst odraslega sestoja;
- ohranjanje in povečevanje prednosti jelke na primernih rastiščih, kjer se le ta pojavlja v mladju v primesi z ostalimi listavci;
- sledenje naravnemu sukcesijskemu razvoju in naravni zastopanosti drevesnih vrst v zeliščni in grmovni plasti;

**D3:**

- ohranjanje sorazmernega deleža bukve, smreke, jelke, g. javorja in jerebike;

## Perspektiva odraslih smrekovih sestojev

Dejansko stanje vitalnosti in priraščanja smreke v Sloveniji ni ugodno. Na vseh rastiščih prihaja do zmanjševanja priraščanja po ekstremno vročih in suhih letih (2003, 2006 in 2013), na optimalnih rastiščih je opazen vse vpliv večjih temperatur in primanjkljaj padavin v mesecih, ko jih smreka najbolj potrebuje, to je na začetku in na višku rasti. Celo v mraziščih smreka izgublja svoj odziv, ki je tipičen za mrazišča, t.j. da nadpovprečne temperature spodbujajo debelinski prirastek, zdaj ga začenjajo zavirati, kar je tipično za drevesa, ki rastejo na nižjih nadmorskih višina zunaj mrazišč. Povečevanje mortalitete sovпада in se povečuje s (oz. po) sušnimi leti, po žledolomu 2014, vetrolomu 2017/2018 ter posledičnimi napadi podlubnikov. Zelo neugodno je, da je sanitarni posek smreke je po letu 2014 skoraj izenačen z rednim letnim posekom. Posledično to znižuje ceno lesa na trgu, kar še dodatno povečuje probleme.

Menimo, da je za gozdarsko prakso pomembno, da ima revirni gozdar orodje s katerim si lahko pomaga pri ugotavljanju na katerih rastiščih ima smreko dolgoročno perspektivo in na katerih je tveganje tako veliko, da se je ne splača več saditi (ali spodbujati). Za te potrebe smo razvili model, ki kaže katera rastišča so primerna in katera niso primerna za rast smreke v prihodnje.

V Modelu 1 smo predvideli naslednje omejujoče oz. spodbujajoče dejavnike – fitocenološka združba, nadmorska višina, naklon terena in ekspozicija rastišča. Spremenljivki naklon in ekspozicija smo vključili v model zato, ker se je pokazalo, da mikrolokacija močno vpliva na preživetje smreke in obe spremenljivki sta v tem smislu zelo pomembni – npr. osojne lege, dobro preskrbljene v vodo so lahko primerno rastišče za smreko tudi na nižjih nadmorskih višinah.

V Modelu 2 pa smo namesto naklona terena in ekspozicije rastišča, vključili parameter insulacije, ki oba parametra združuje v enega in upošteva njuno soodvisnost.

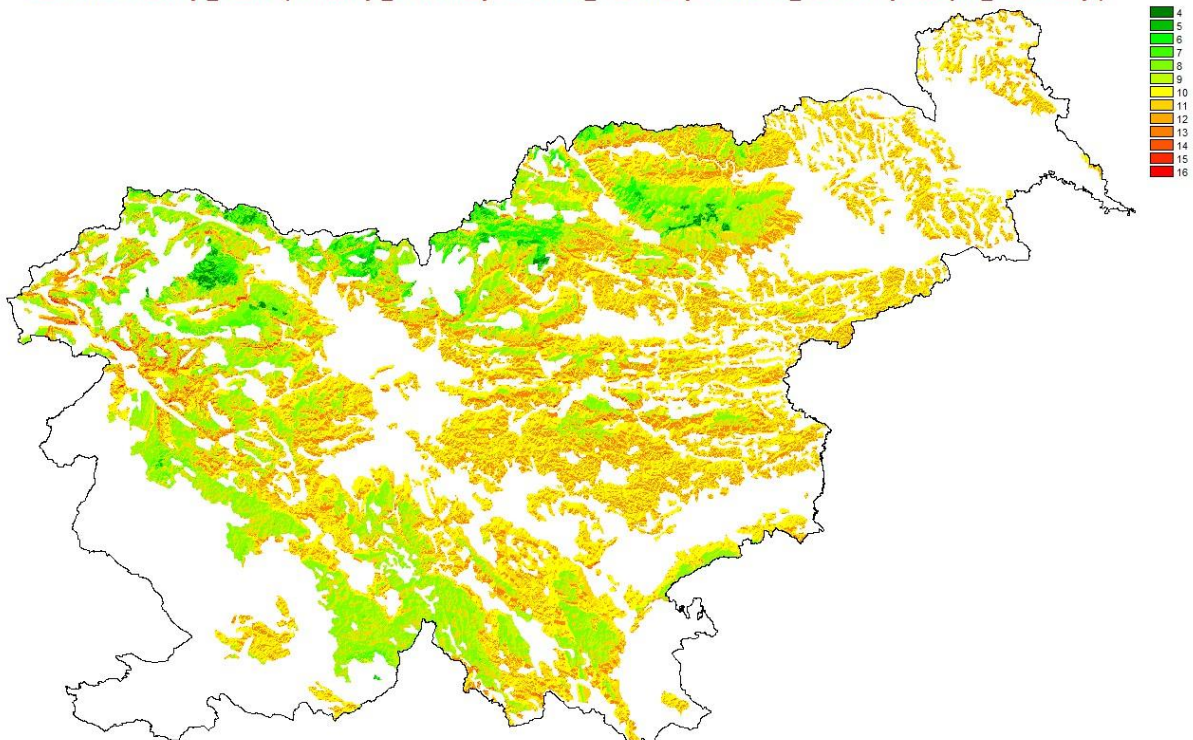
Razredom znotraj omejitev smo določili še uteži »primernosti« (1, 2 in 4), kjer 1 pomeni »rastišče primerno za smreko«, 2 »rastišče pogojno primerno« in 4 »rastišče neprimerno za smreko«. Uteži v modelu smo določili na osnovi terenskih meritev in izkušenj - Preglednica 26.

Preglednica 26: Na osnovi koncepta (glej zgornje skupine) smo definirali konkretne omejitve po skupina. Vsaka skupina ima tudi utež primernosti – 1 (primerno), 2 (pogojno primerno) in 4 (neprimerno)

Model 1	
<b>Smrekovja:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primarna -&gt; 1</li> <li>• Sekundarna -&gt; 2</li> <li>• Zasmrečena -&gt; BU 4</li> <li>• Zasmrečena -&gt; JE 4</li> </ul>	<b>Nadmorska višina:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0-700m -&gt; 4</li> <li>• 700-1200m -&gt; 2</li> <li>• Nad 1200m -&gt; 1</li> </ul>
<b>Naklon:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0-35° -&gt; 1</li> <li>• 35-50° -&gt; 4</li> <li>• Nad 50° -&gt; 1</li> </ul>	<b>Ekspozicija:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sever -&gt; 1</li> <li>• Jug -&gt; 4</li> <li>• Vzhod -&gt; 2</li> <li>• Zahod -&gt; 2</li> <li>• Ravno -&gt; 2</li> </ul>
Model 2	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Do 0.5 -&gt; 1</li> <li>• 0.5-0.7 -&gt; 2</li> <li>• Nad 0.7 -&gt; 4</li> </ul>	

Analiza dobljenega modela je pokazala, da ob upoštevanju fitocenološke združbe, nadmorske višine, naklona in ekspozicije, večina rastišč pada v razred pogojno primerno, le tista rastišča na višjih nadmorskih višinah spadajo v skupino primerno za smreko. Večina rastišč v nižinah pa je v rangu neprimernih za smreko.

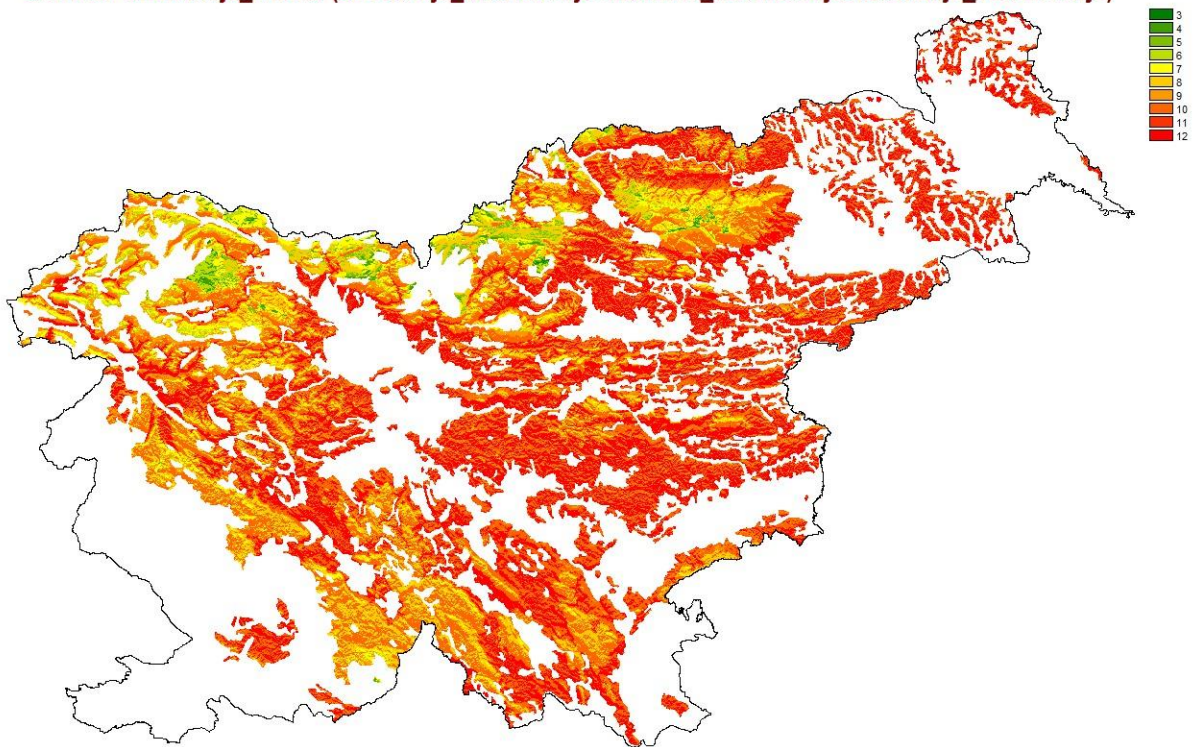
$Semafor = smrekovja\_maska * (smrekovja\_vrednotenje + nadmvis\_vrednotenje + naklonst\_vrednotenje + ekspoz\_vrednotenje)$



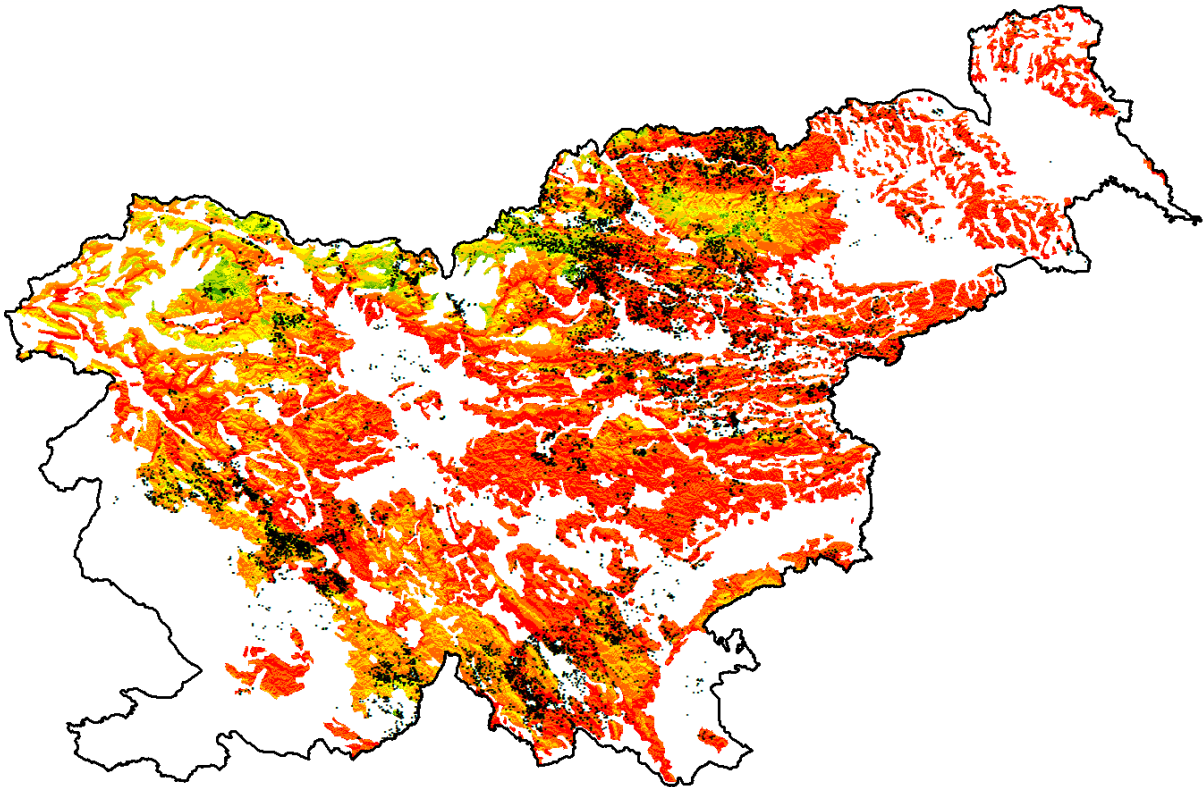
**Slika 68: Modeliranje primernosti rastišč za smreko v Sloveniji ob upoštevanju združbe, naklona, ekspozicije in nadmorske višine. Zeleni odtenki – primerno za smreko, rumeni – pogojno primerno, rdeči odtenki – neprimerno za smreko.**

Nekoliko slabšo sliko primernosti rastišč za smreko dobimo, če v model, namesto ekspozicije in naklona, vključimo insulacijo. V tem primeru model pokaže, da pretežni del rastišč v Sloveniji ni primeren za smreko, le tista na najvišjih lokacijah so pogojno primerna do primerna (Slika 69). Čeprav se zdi napoved modela št. 2 dokaj pesimistična za prihodnost smreke v Sloveniji v primerjavi z modelom 1, pa lokacije, kjer so bili izbruhi podlubnikov kažejo, da je model presenetljivo natančno prikazuje stvarnost (Slika 70). Izjema so le lokacije v Nazarjah in zgornje Savski(h) dolinah, kjer so bili močni izbruhi podlubnika tudi na večjih nadmorskih višinah (v zeleni coni).

**Semafor=smrekovja\_maska\*(smrekovja\_vrednotenje+nadmvis\_vrednotenje+insolacija\_vrednotenje)**



**Slika 69: Modeliranje primernosti rastišč za smreko v Sloveniji ob upoštevanju združbe, insulacije (parametra, ki združuje naklon in ekspozicijo) in nadmorske višine. Zeleni odtenki – primerno za smreko, rumeni – pogojno primerno, rdeči odtenki – neprimerno za smreko.**



**Slika 70:** Karta gradacij lubadarja (cca 10% žarišč z javljenimi koordinatami) v Sloveniji po letu 2015 (črne točke) položeno na karto modelirane primernosti rastišč za smreko . Zeleni odtenki – primerno za smreko, rumeni – pogojno primerno, rdeči odtenki – neprimerno za smreko.

## LITERATURA

- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M. et al. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *For. Ecol. Manage.* 259, 660-684.
- Bradshaw, R.H.W., Holmqvist, B.H., Cowling, S.A., Sykes, M.T., 2001. The effects of climate change on the distribution and management of *Picea abies* in southern Scandinavia. *Can. J. For. Res.* 30: 1992-1998.
- Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J.B., Bauhus, J., Bončina, A., Chauvin, C., Drössler, I., Garcia-Güemes, Heiri, C., Kerr, G., Lexer, M.J., Mason, B., Mohren, F., Mühlethaler, U., Nocentini, S., Svoboda, M., 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry*, 87, 492–503.
- Čater, M., Levanič, T., 2013. Response of *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill. in different silvicultural systems of the high Dinaric karst. *Forest Ecol. Manage.* 289, 278-288.
- Euforgen - European Forest Genetic Resources Programme, 2009. Distribution maps of Norway spruce (*Picea abies*). Retrieved from [www.euforgen.org/distribution-maps](http://www.euforgen.org/distribution-maps).



- 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.
- Frank, A., Howe, G.T., Sperisen, C., Brang, P., St. Clair, J.B., Schmatz, D.R., Heiri, C., 2017. Risk of genetic maladaptation due to climate change in three major European tree species. *Glob Change Biol.* 23: 5358-5371.
- Grimm, V., Wissel, C., 1997 Babel, or the ecological stability discussions: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. *Oecologia* 109, 323-334.
- Hannah, L., Carr, J.L., Lankerani, A., 1995. Human disturbance and natural habitat: A biome level analysis of a global data set. *Biodiv. Conserv.* 4: 128-155.
- Harlfinger, O., Knees, G. 1998. Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung. Mitt. ÖBG (59): 196 p.
- Johann, E., Agnoletti, M., Axelsson, A-L., Bürgi, M., Östlund, L., Rochel, X., Schmidt, U.E., Schuler, A., Skovsgaard, J.-P., Winiwarter, 2004. V: H. Spiecker, J. Hansen, E. Klimo, J. P. Skovsgaard, H. Sterba, K. v. Teuffel (Eds.), Norway spruce conversion - options and consequences. European Forest Institute Research Report 18, Brill NV, Leiden, Boston, pp. 25-62.
- Kazda, M., Englisch, M., 2006. Definition of the conversion process priority. In: Oleskog G., Löff, M. (ED) The ecological and silvicultural basis for underplanting beech (*Fagus sylvatica* L.) below Norway spruce shelterwood (*Picea abies* L. Karst). Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Kohler, M., Kiehne, J., Borchers, J., Bauhus, J., 2018 · Allgemeine Forst und Jagdzeitung 188: 197-209.
- Krehan, H., Pfister, A., Tomiczek, C.H., 2004. Leitfaden zur Bekämpfung von Fichtenborkenkäfern. BFW information-folder. Vienna.
- Mayer, H. 1980. Waldbau (2nd ed.). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York, 483 p.
- O'Hara, K.L., Ramage, B.S., 2013. Silviculture in an uncertain world: utilizing multi-aged management to integrate disturbance. *Forestry* 86, 401-410.
- Pretzsch, H., Steckel, M., 2019. Silver fir in pure and mixed-species stands - growth trends, mixing effects and silvicultural potential. Krakow 2019.  
(<http://waldwachstum.wzw.tum.de/index.php?id=presentations>)
- 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: 830-841.
- Rothe, A., Binkley, D., 2001. Nutritional interactions in mixed species forests: a synthesis. *Can. J. For. Res.* 31: 1855–1870.
- Schmidt-Vogt, H. (ed.) 1991. Die Fichte, Band II. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 781 p.
- Sohn J.A., Kohler, M., Gessler, A., Bauhus, J., 2012. Interactions of thinning and stem height on the drought response of radial stem growth and isotopic composition of Norway spruce (*Picea abies*). *Tree Physiology* 32, 1199-1213.



- Stanturf, J.A., and Madsen, P. 2002. Restoration concepts for temperate and boreal forests of North America and Western Europe. *Plant Biosystems* 136: 143-158.
- Teuffel, K. v., Heinrich, B., Baumgarten, M. 2004. Present distribution of secondary Norway spruce in Europe. V: H. Spiecker, J. Hansen, E. Klimo, J. P. Skovsgaard, H. Sterba, K. v. Teuffel (Eds.), *Norway spruce conversion - options and consequences*. European Forest Institute Research Report 18, Brill NV, Leiden, Boston, pp. 63-96.
- Veselič, Ž., Grečs, Z., Matijašič, D., 2016. Predlog uporabe nekaterih tujerodnih vrst pri obnavljanju gozdov v Sloveniji. V: Jurc, M., (Ur) *Invazivne tujerodne vrste v gozdovih ter njihov vpliv na trajnostno rabo Gozdnih virov Zbornik prispevkov posvetovanja, Gozdarski študijski dnevi Ljubljana, 14.-15. april 2016*, str. 149-158.
- Zerbe, S. 2002. Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. *For. Ecol. Manage.* 167: 27-42.

## Diseminacija

V okviru projekta smo organizirali delavnico v Hudičevcu na Razdrtem (15.2.2018) za gojitelje in zainteresirane praktike z ZGS. Delavnico je organiziral GIS v sodelovanju z ZGS. Delavnica je bila vključena v redna izobraževanja zaposlenih na ZGS. Tema delavnice je bila perspektiva smreke v slovenskem gozdu, izkušnje z gospodarjenjem, prednosti in slabosti smreke. V prvem delu delavnice smo pripravili predavanja (glej vabilo), kjer smo raziskovalci na projektu predstavili dosedanje ugotovitve, rezultate modeliranj, odziv smrekovega mladja na zasajenih površinah in dolgoročni odziv smreke v luči spreminjajoče se klime (več o tem je zapisano v ustreznih DS).

V drugem delu delavnice smo s pomočjo vodene diskusije pod vodstvom moderatorja (A. Breznikar, sodelavec na projektu, ZGS) identificirali prednosti in slabosti smreke. Najprej smo naredili listo pozitivnih lastnosti in gozdnogojitvenih izkušenj s smreko, nato je sledila lista negativnih lastnosti in negativnih gozdnogojitvenih izkušenj – glej tabele. Na koncu smo oblikovali zaključke, ki so predstavljeni v tekstu spodaj.

Delavnice se je udeležilo 36 gozdarjev, z gozdarskega inštituta pa so sodelovali M. Čater, L. Kutnar, A. Marinšek, G. Božič, T. Levanič, P. Simončič, R. Krajnc, J. Jevšenak in J. Kermavnar. S centralne enote ZGS so se delavnice udeležili Z. Grecs, ki je imel predavanje, A. Breznikar, ki je vodil usmerjeno razpravo, M. Minić in B. Rantaša. Program in lista udeležencev so na slikah spodaj.

### Preglednica 27: Pozitivne lastnosti smreke

GOSPODARSKI POMEN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Velik gospodarski pomen</li><li>• Široka uporabnost lesa</li><li>• Tržno zanimiva (ekonomija), plastična vrsta</li><li>• Čebelarstvo</li><li>• Vrednostni donos</li><li>• Enostavno pridobivanje, skladiščenje, vzgoja, GRM</li><li>• Ekonomska vrednost, široka uporabnost</li><li>• Strojna sečnja</li></ul>
EKOLOŠKI POMEN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pionirski značaj v Alpah</li><li>• Pionirska vloga</li><li>• Povečanje pestrosti gozda</li><li>• Velik ekološki pomen (habitat različnih vrst, ugodna mikroklima)</li><li>• Prilagodljiva, konkurenčna vrsta</li></ul>
INTERES LASTNIKOV	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interes lastnikov (in lesne industrije) in tradicija</li><li>• Interes lastnikov</li><li>• Tradicija</li></ul>
KAPACITETE STROKE	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dobro poznavanje ekologije smreke in primernih rastišč</li></ul>
PREDNOSTI PRI GOJENJU	<ul style="list-style-type: none"><li>• Enostavna obnova</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nezahtevna za nego, sadnjo ...današnja vlaganja?</li> <li>• Hitra rast</li> <li>• Odlična predkultura</li> <li>• Enostavno gospodarjenje in veliki donosi</li> <li>• Zanimiva predkulturna vrsta</li> <li>• Enostavna vzgoja</li> <li>• Enostavna, uspešna sadnja in dostopnost sadik</li> <li>• Uspeh sadnje in enostavno gospodarjenje</li> </ul>
BOŽIČNO DREVO	

Na osnovi vodene diskusije smo ugotovili, da gozdarska stroka še vedno močno računa na relativno visok delež smreke v naših gozdovih (cca 20%) in to ne glede na niz bioloških in ekoloških dejavnikov, ki ogrožajo smreko na njenih rastiščih v Sloveniji. Razlogov za to je več, prevladujejo enostavnost gojenja, dobra razpoložljivost gozdno-reprodukcijskega materiala, ekonomski interes lastnikov, kvaliteten les, velik gospodarski pomen smreke. Pomembno je tudi dejstvo, da trenutno nimamo dobre alternative za smreko v slovenskem gozdu, čeprav se je tekom diskusije pokazala, da bi bila lahko duglazija vrsta, ki bi lahko delno nadomestila smreko.

Od negativnih lastnosti je bil posebej izpostavljen problem podlubnikov, kar ni nenavadno, glede na to, da zadnji napad podlubnikov ravno počasi izzveneva. Sledita žledolom in vetrolom. Gojitelji vidijo smreko tudi kot vrsto, ki slabo vpliva na rastišče, ga siromaši, zakisa in poslabša kakovost tal, ter izčrpava naraven rastiščni potencial. Zanimivo je bilo, da gojitelji ponekod smreko vidijo kot invazivno vrsto, ki negativno vpliva na prisotnost drugega mladja.

Gojitelji tudi menijo, da je v Sloveniji sicer dobra oskrbljenost z gozdnim reprodukcijskim materialom, vendar pa da je velik problem sadnje neustreznih provenienc in velikokrat nepoznavanje izvora semena. Po zadnjem žledolomu se je pokazalo tudi, da kapaciteta obstoječih drevesnic ni zadostna in se je pojavljal problem z zagotavljanjem ustreznih količin sadik.

Analiza odgovorov na temo odnosa lastnikov gozdov do smreke, je pokazala, da tako lastniki kot gojitelji posegajo po smreki »iz navade«, »ker jo poznajo« in ker je »gospodarjenje z njo enostavno« ob hkratnih velikih donosih. Z vidika lastnika gozda je smreka zaželena tudi zato, ker so odkupne cene smrekovine relativno visoke, predelava lesa pa je utečena in ne predstavlja večjih problemov v primerjavi z veliko bolj kompleksnim razrezom hlodovine listavcev (npr. hrasta in bukve).

#### Preglednica 28: Negativne lastnosti smreke

BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogroženost zaradi podlubnikov</li> <li>• Integralno varstvo se ne izvaja</li> </ul>
-----------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Občutljivost na biotske dejavnike (lubadar)</li> <li>• Neučinkovit sistem sanitarnih sečenj glede na zahteve zdravstvenega stanja</li> <li>• Občutljivost na ujme in škodljivce</li> </ul>
MONOKULTURE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velikopovršinske enomerne strukture obstoječih gozdov</li> </ul>
VPLIV NA RASTIŠČE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siromašenje tal</li> <li>• Degradacija rastišč in invazivne lastnosti</li> <li>• Zakisanje tal</li> <li>• Degradacija tal na silikatih</li> <li>• Slabšanje kakovosti tal</li> <li>• Izčrpavanje rastiščnega potenciala na neavtohtonih rastiščih</li> </ul>
ABIOTSKI DEJAVNIKI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ujme in klimatske podnebne spremembe</li> <li>• Neprilagodljiva bodočim klimatskim spremembam</li> <li>• Občutljivost na ujme</li> <li>• Dovzetnost za abiotske in biotske dejavnike</li> <li>• Abiotski dejavniki (veter, dež, suša, ...)</li> <li>• Ogroženost od biotskih in abiotskih dejavnikov</li> <li>• Občutljivost na podnebne spremembe</li> </ul>
AGRESIVNO POMLAJEVANJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agresivnost pomlajevanja na neustreznih rastiščih</li> <li>• Agresivno pomlajevanje v mešanih sestojih (tudi na ustreznih rastiščih)</li> </ul>
KRATKOROČNI EKONOMSKI INTERESI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smreka se pospešuje na neprimernih rastiščih</li> <li>• Pritiski lastnikov</li> <li>• Navezanost lastnikov na smreko</li> </ul>
TRADICIJA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohranjanje smreke na neustreznih rastiščih</li> <li>• »tradicionalni gozdarji«</li> </ul>
NEPOZNAVANJE OZ. NEUSTREZEN GRM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neustrezne provenience in nepoznavanje izvora</li> </ul>

Ljubljana 6. 2. 2018

Spoštovane kolegice in kolegi, vabimo vas na delavnico:

### IZZIVI IN PERSPEKTIVE GOSPODARJENJA S SMREKO

Delavnica, ki jo organizirajo raziskovalci iz Gozdarskega inštituta Slovenije, bo potekala **15. 2. 2018** v prostorih turistične kmetije Hudičevce - Razdrto 1, 6225 Hruševje

Cilj in namen delavnice je:

- Opredelitev aktualnih gozdnogojitvenih problemov.
- Kako se problemov s smreko lotevamo v praksi?
- Ali ima smreka v bodočih sestojih perspektivo in v kakšnem obsegu?
- Kako vidimo vlogo duglazije, kot alternativne drevesne vrste, v prihodnjih sestojih?

Na delavnico ste vabljeni vsi, ki problematika gospodarjenja s smreko zanima.

Okvirni program delavnice:

Od	Do	Predavanje	Kdo
08:00	09:00	Prihod udeležencev (kava)	
09:00	09:15	Predstavitve projekta	Levanič
09:15	09:40	Rastišča smreke v Sloveniji in perspektive	Marinšek
09:40	10:05	Ekologija, pomlajevanje, odzivi	Čater
		Dolgoročni odziv smreke na ekstremne dogodke	
10:05	10:30		Levanič
10:30	11:00	Odmor za kavo	
		Vpliv podnebnih sprememb na potencialno razširjenost in delež smreke v Sloveniji	Kutnar
11:00	11:25		
11:25	11:35	Gozdno-gojitveni problemi s smreko	Greccs
11:35	13:00	Usmerjena diskusija in zaključki	Breznikar
13:00	14:00	Kosilo	

Zaključek najkasneje ob 14.00

Zaradi lažje organizacije delavnice vas prosimo, da se prijavite na naslov: [zoran.greccs@zgs.si](mailto:zoran.greccs@zgs.si)

Delavnica je organizirana v okviru projekta "Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije<sup>1</sup>" in je za udeležence brezplačna.

Vljudno vabljeni

<sup>1</sup> CRP V4-1614 "Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije" (10-2016 – 9-2019)

Slika 71: Program delavnice

## **Delavnica v Magolniku nad Sopoto (18.9.2019) v organizaciji GIS, ZGS, Strojnih krožkov in KTRC Radeče**

V sodelovanju s KTRC Radeče, Društvom lastnikov gozdov Slovenije, Strojnimi krožki in ZGS smo 18.9.2019 organizirali strokovno srečanje z naslovom »Obvladovanje tveganj pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije«. Delavnica je bila namenjena lastnikom gozdov in tistih, ki se z gozdom neposredno ukvarjajo. Na delavnici je bilo preko 40 udeležencev. Delavnico smo organizirali tako, da smo raziskovalci na projektu najprej, na kratko predstavili najpomembnejše rezultate in ugotovitve, nato pa smo odprli diskusijo, kjer so lastniki gozdov predstavili svoje poglede na problematiko smreke v gozdu in njen pomen za lesno predelovalno industrijo. Med drugim so posebej izpostavili problem kvalitetnega sadilnega materiala in objedanja po divjadi (kar sicer ni bila ena od tem delavnice), ki se je pokazal za dokaj pomembnega in bi ga kazalo v prihodnje bolje preučiti.



**Slika 72: Utrinek s predstavitve projekta**





GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE  
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



**VABILO**  
na strokovno srečanje z naslovom:  
**OBVLADOVANJE TVEGANJA PRI GOSPODARJENJU  
S SMREKO V GOZDOVIH SLOVENIJE,**  
ki bo v sredo 18. septembra 2019, ob 11. uri  
v Hiši na Magolniku, Počakovo 35, 1433 Radeče, nad Svibnem.

Gozdovi so eden od najbolj prepoznavnih znakov Slovenije. Ohranjeni in vrstno bogati gozdovi so pomembni za ohranjanje različnih funkcij gozdov od lesno proizvodne do estetske. Številne in vse pogostejše ujme in napadi škodljivcev so v naših gozdovih pustile neizbrisen pečat opustošenja in dodobra posegli v izgled in strukturo gozdov. Pri tem je bila zelo prizadeta smreka, ki (je) predstavlja(la) preko 30% lesne zaloge slovenskih gozdov. Žledolom, vetroolomi in napadi podlubnikov so korenito posegli v sestoje kjer prevladuje smreka, zato je dolgoročna gozdno-gojitvena in lesno-proizvodna perspektiva smreke vprašljiva, tveganje izpada dohodka pa se močno povečuje.

Gozdarski inštitut je v okviru ciljnega raziskovalnega projekta MKGP in ARRS »Obvladovanje tveganja pri gospodarjenju s smreko v gozdovih Slovenije« raziskal gozdne združbe v katerih se pojavlja smreka, analiziral prirastek smreke in kaj vpliva nanj, izvedli so zasaditev provenienčnega poskusa, analizirali mortaliteto in vzroke zanjo in na osnovi spoznanj pripravili predloge bodočega gospodarjenja s smreko. Razmišljali bomo tudi o uporabi alternativnih drevesnih vrst, ki bi lahko na dolgi rok zamenjale smreko v slovenskih gozdovih (npr. duglazija).

In kako lahko izguba smreke vpliva ne estetsko vlogo gozda?

Z nami bodo prof. dr. Tom Levanič, dr. Gregor Božič, doc.dr. Matjaž Čater z Gozdarskega inštituta Slovenije, Marija Imperl z Društva za trajnostni razvoj in osebnostno rast – Institut Treeology in mag. Andrej Breznikar z Zavoda za gozdove Slovenije.

Ob 16. uri pa se bomo na Jagnjenica v okviru občinskega praznika Občine Radeče, udeležili otvoritve urejenega objekta KS Jagnjenica v okviru operacije Stara šola za nove ideje, tudi s postavitvijo vozička gozdne železnice.



Vljudno vabljeni!

Info.: Jože Prah, 041 657 560, [joze.prah@amis.net](mailto:joze.prah@amis.net)

**Slika 73: Program delavnice**

## DS 7: Vodenje projekta

**Vodja:** prof. dr. Tom Levanič

**Člani:** Polona Vukovič, projektna administracija in vsi vodje WP-jev

**Cilj:** Vodenje projekta, poročanje, skrb za smotrno porabo sredstev na projektu

### Pričakovani rezultati

- Poročila s sestankov
- Obdobna poročila za ARRS in MKGP

### Poročilo o delu

1. V oktobru je bil organiziran kick-off sestanek, ki je bil 20.10.2016 na Gozdarskem inštitutu med 9.00 in 11.00. Vodja projekta je predstavil projekt, glavne cilje projekta, finančno konstrukcijo in delovne sklope. Podrobnosti posameznih delovnih sklopov so predstavili vodje DS-jev.
2. Izdelana je bila spletna stran (smreka2016.gozdis.si)
3. Izdelano je bilo prvo poročilo za MKGP (november 2016)
4. Sestanek z skrbnikom projekta (18.1.2017)
5. Poročanje za ARRS in MKGP (marec 2017)
6. Koordinacijski sestanek projektne skupine s predstavitev opravljenega dela v obdobju sept-2017 - mar-2018
7. Poročanje za MKGP (September 2017)
8. Koordinacijski sestanek skupine za organizacijo delavnice in pripravo predstavitev (GIS in ZGS) – feb-2018
9. Organizacija delavnice v sodelovanju z ZGS (A. Breznikar, Z. Grecs) v Hudičevcu na Razdrtem z naslovom »Izzivi in perspektive gospodarjenja s smreko« (februar 2018)
10. Poročanje za ARRS in MKGP (marec 2018)
11. Sestanek s predstavniki MKGP na temo projekta, kjer smo vodje DS po sklopih natančno predstavili rezultate projekta do maja 2018.
12. Poročanje za MKGP (september 2018)
13. Poročanje za ARRS in MKGP (marec 2019)
14. Organizacija delavnice za lastnike gozdov v Magolniku nad Sopoto v sodelovanju z ZGS (j. Prah) in KTRC Radeče (18.9.2019)
15. Poročanje MKGP (september 2019)
16. Organizacija in izvedba javne predstavitve rezultatov projekta 24.10.2019 (v skladu z dogovorom s skrbnikom projekta na MKGP)

Vodja projekta  
Prof. dr. Tomislav Levanič

Direktor GIS  
Dr. Primož Simončič