

Interreg



Co-funded by
the European Union

MOSAIC

Alpine Space

Gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v Alpah: ilustrirani priročnik



Interreg



Co-funded by
the European Union

MOSAIC

Alpine Space

Gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v Alpah: ilustrirani priročnik

Katalog ilustriranih informativnih listov za podporo integriranemu in prilagojenemu gospodarjenju z gozdovi v podnebnih akcijskih načrtih



Naslov: Gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v Alpah: ilustrirani priročnik

Založnik: Zavod za gozdove Slovenije (ZGS)

Kraj izdaje: Ljubljana, Slovenija

Leto izdaje: 2026

Različica: Končna (digitalna izdaja)

Dostopno na: <https://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=30404>

Urednika: Kristina Sever in Andrej Breznikar (Zavod za gozdove Slovenije)

Grafično oblikovanje in ilustracije: Lara Kastelic s.p.

Tehnični urednici: Magdalena Cholkova in Eva Dušak (Zavod za gozdove Slovenije)

Prevod v slovenski jezik: Magdalena Cholkova, Kristina Sever, Andrej Breznikar, Milan Kobal

Avtorji poglavij 1, 2, 3 in 5:

Kristina Sever¹, Nicolò Anselmetto⁴, Tommaso Baggio⁶, Frédéric Berger⁷, Magdalena Cholkova¹, Matteo Garbarino⁴, Matjaž Guček¹, Milan Kobal², Emanuele Lingua⁶, Davide Marangon⁶, Raffaella Marzano⁴, Aleš Poljanec¹, Laura Saxer⁵, Michaela Teich⁵, Andrej Breznikar¹

Avtorji 4. poglavja navedeni po abecednem vrstnem redu:

Nicolò Anselmetto⁴, Tommaso Baggio⁶, Peter Bebi⁸, Frédéric Berger⁷, Andrej Breznikar¹, Leon Bührlé⁵, Magdalena Cholkova¹, Matteo Garbarino⁴, Andrew Giunta⁵, Markus Graf⁹, Matjaž Guček¹, Andreas Huber⁵, Michael Kirchner³, Matija Klopčič², Milan Kobal², Stane Kunej¹, Emanuele Lingua⁶, Davide Marangon⁶, Raffaella Marzano⁴, Nikolina Mencin², Christine Moos⁹, Andreja Nève Repe¹, Petia Nikolova⁸, Frank Perzl⁵, Aleš Poljanec¹, Boris Rantaša¹¹, Paul Richter⁶, Laura Saxer⁵, Tabea Schaefers³, Andreas Schuck¹⁰, Kristina Sever¹, Alexander Starsich¹², Michaela Teich⁵, Jean-Jacques Thormann⁹, Sergey Zudin¹⁰

Organizacije:

1. Zavod za gozdove Slovenije (ZGS), Slovenija
2. Univerza v Ljubljani (UL), Slovenija
3. The University of Göttingen (UGOE), Germany
4. University of Turin (UNITO), Italy
5. Austrian Research Centre for Forests (BFW), Austria
6. University of Padua (UNIPD), Italy
7. National Research Institute for Agriculture, Food and Environment (INRAE), France
8. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL), Switzerland
9. Bern University of Applied Sciences (HAFL), Switzerland
10. European Forest Institute (EFI), Finland
11. Gozdarski inštitut Slovenije (GIS), Slovenija
12. Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Climate and Environmental Protection, Regions and Water Management (BMLUK), Austria

Izjava o financiranju: Publikacija je bila pripravljena v okviru projekta MOSAIC, ki ga financira program Interreg Območje Alp Evropske unije.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI](https://cobiss.si)-ID [282507267](https://cobiss.si)

ISBN 978-961-6605-64-9 (PDF)



Zavod za gozdove Slovenije
Slovenian Forest Service



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



UNIVERSITÀ
DI TORINO



Bern University of Applied Sciences
► School of Agricultural, Forest
and Food Sciences HAFL



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN
IN PUBLICA COMMODO
SEIT 1737



REGIONE DEL VENETO



BF

UNIVERZA V LJUBLJANI
Biotehniška fakulteta



MOSAIC – Upravljanje varovalnih gozdov pod vplivom vzajemnega delovanja podnebno pogojenih dogodkov

Glavni cilj projekta MOSAIC je bil podpreti program Interreg Območje Alp pri spodbujanju prilagajanja tega prostora na podnebne spremembe, preprečevanju naravnih nesreč in krepitvi odpornosti gozdov s sonaravnimi pristopi.

Projekt MOSAIC je bil usmerjen v krepitev odpornosti na naravne nevarnosti ter razvoj trajnostnega gospodarjenja z varovalnimi gozdovi ob upoštevanju večdimenzionalnih učinkov podnebnih sprememb, kar predstavlja pomemben vidik obvladovanja podnebnih tveganj. Za podporo regionalnim in alpskim podnebnim strategijam si je projekt prizadeval za zbiranje, usklajevanje in izmenjavo podatkov ter za modeliranje trendov naravnih nesreč, povezanih s podnebnimi spremembami, in varovalnih učinkov gozdov. Pomemben del projekta je predstavljalo tudi ozaveščanje gozdarjev, upravljavcev tveganj, odločevalcev in širše javnosti prek mreže gozdnih živih laboratorijev (Forest Living Labs), vzpostavljenih v alpskem prostoru.

Projektna aktivnost 3.3: Katalog ilustriranih informativnih listov za podporo integriranemu in prilagojenemu gospodarjenju z gozdovi v podnebnih akcijskih načrtih

Na podlagi rezultatov drugih projektnih aktivnosti in gozdnih živih laboratorijev je bila pripravljena zbirka primerov dobrih praks, gozdnogojitvenih in biotehničnih ukrepov za povečanje odpornosti gozdov ter prilagajanje na podnebne spremembe. Zbirka je predstavljena na inovativen način, vključno z ilustracijami in infografikami.



Kazalo vsebine

1. Uvod	1
2. Gozdnogojitveni ukrepi v varovalnih gozdovih	3
Krepitev stabilnosti gozdnega sestoja	5
Prilagajanje drevesne sestave podnebnim razmeram	6
Optimizacija prostorske razporeditve dreves	7
Upravljanje sestojnih vrzeli	8
Naravna obnova gozdov	9
Obnova gozdov s sadnjo in setvijo	10
Ohranjanje odmrlega lesa	11
3. Biotehnični ukrepi v varovalnih gozdovih	12
Stabilizacija pobočij s sadikami in potaknjenci	13
Stabilizacija pobočij s fašinami in popleti	14
Krepitev varovalnega učinka gozda: panji	15
Krepitev varovalnega učinka gozda: ležeča debla	16
4. Primeri dobrih praks, rezultati raziskav in študije primerov iz držav alpskega prostora	17
Marteloskop kot izobraževalno orodje za gospodarjenje z varovalnimi gozdovi	18
Prenos raziskav v prakso: integracijski forumi za učinkovito upravljanje naravnih nevarnosti	19
Z naravno obnovo po ujmah do bolj odpornih gozdov	20
Sonaravni ukrepi za zagotavljanje zaščitne funkcije gozdov	21
Inovativni pristopi obnove gozdov na požariščih	22



Intercepcija snežnih padavin v smrekovih sestojih	23
Ohranjanje odmrlega lesa pri obnovi gozdov	24
Delna sanitarna sečnja ter ravnanje z odmrlim lesom	25
Sajenje v jedrih in ekološko modeliranje kot podpora naravni obnovi gozda	26
Modeliranje in kartiranje varovalnih učinkov gozdov za zaščito pred skalnimi podori ter zemeljskimi in snežnimi plazovi	27
Vloga ležečega odmrlega lesa pri zaščiti pred snežnimi plazovi	28
Redčenje izboljšuje dolgoročno rast in stabilnost sestojev po pogozdovanju alpskih pašnikov	29
Waldatlas: Osrednja zbirka geopodatkov o varovalnih gozdovih in naravnih nevarnostih v Avstriji	30
NaiS: Švicarske smernice za optimizirano gospodarjenje z varovalnimi gozdovi	31
Določanje prednostnih gozdnogojitvenih ukrepov v gorskih smrekovih gozdovih	32
Vpliv pogozdovanja na območju zgornje gozdne meje	33
“Hibridni pristopi” kot učinkoviti varovalni ukrepi v času podnebnih sprememb	34
Vpliv velikosti vrzeli na pomlajevanje svetloljubnih drevesnih vrst	35
5. Viri	36



1. Uvod

Gorski gozdovi imajo pomembno vlogo pri varovanju ljudi, infrastrukture in življenjskih virov, hkrati pa ščitijo gozdne sestoje in rastišča pred naravnimi nevarnostmi. Ti gozdovi se lahko opredelijo kot varovalni gozdovi, katerih ena glavnih funkcij je zaščita ljudi in premoženja pred nevarnostmi, kot so snežni plazovi, skalni podori, zemeljski plazovi, poplave, drobirski in hudourniški tokovi ter vse večji vplivi podnebnih sprememb (Brang in sod., 2001).

Razumevanje, kaj gozd varuje in na katerih območjih, je osnova varovalne funkcije gozda, medtem ko varovalni učinek opisuje, kako učinkovito gozd opravlja to vlogo (Teich in sod., 2022). Varovalni gozdovi niso statični, njihova učinkovitost pa je odvisna od sestojnih značilnosti gozda, kot so struktura, drevesna sestava, obnova in dolgoročna ekološka stabilnost, pa tudi od vrste in intenzivnosti naravnih nevarnosti. Varovalni gozdovi morajo hkrati izpolnjevati socialna, ekonomska in ekološka načela trajnosti, pogosto v razmerah konkurenčnih pritiskov rabe prostora in spreminjajočih se okoljskih razmer.

Podnebne spremembe oblikujejo okoljske razmere, ki vplivajo na varovalne gozdove in zagotavljanje njihove varovalne funkcije (Bebi in sod., 2017). Naraščajoče temperature, spreminjajoči se režimi padavin, pogostejši ekstremni vremenski dogodki, sušni stres ter obsežne motnje, kot so vetrolomi ali napadi podlubnikov, vplivajo na stabilnost in pomlajevanje gozda. Posledično se spreminjajo tudi sami procesi naravnih nevarnosti. Varovalni gozdovi se vse pogosteje srečujejo s kombiniranimi pojavi, pri katerih se prepleta več nevarnosti ali dejavnikov, npr. močne padavine po suši ali požaru ali nevihte v kombinaciji z vlago nasičenimi tlemi. Ti kombinirani pojavi (vključno z verižnimi ali domino učinki) lahko močno prizadenejo manj odporne gozdove, kar zmanjšuje njihov varovalni učinek prav v trenutkih, ko je ta najbolj potreben (Moos in sod., 2023).

Zaradi tega so varovalni gozdovi in njihov varovalni učinek ključen primer sonaravnih rešitev, ki prispevajo k zmanjševanju tveganja naravnih nesreč ter prilagajanju gozdov na podnebne spremembe (Rey in sod., 2024). Trajnostno gospodarjenje z varovalnimi gozdovi predstavlja dobro strategijo, saj tudi v negotovih razmerah podnebnih sprememb krepitev odpornosti gozda prinaša več sočasnih koristi, kot so vezava ogljika, ohranjanje biotske pestrosti, uravnavanje vodnega režima, rekreacija in podpora lokalnemu gospodarstvu.



Ta katalog ilustriranih informativnih listov je bil pripravljen v podporo trajnostnemu gospodarjenju z varovalnimi gozdovi. Vsebuje strukturirano zbirko infografik in informativnih listov, ki predstavljajo dobre prakse ter gozdnogojitvene in biotehnične ukrepe za krepitev odpornosti in varovalnega učinka gozdov v kontekstu podnebnih sprememb in kombiniranih naravnih nevarnosti. Namenjen je podpori celovitemu upravljanju tveganj ter prilagojenemu gospodarjenju z gozdovi v okviru podnebnega načrtovanja, pri čemer povezuje ukrepe za zmanjševanje tveganja naravnih nesreč, ekosistemsko temelječe ukrepe, sonaravne rešitve ter trajnostno gozdarstvo.

Priročnik temelji na rezultatih projekta MOSAIC ter na znanju, pridobljenem v gozdnih živih laboratorijih, kjer so raziskovalci, gozdarski strokovnjaki in deležniki skupaj preizkušali in razpravljali o možnih pristopih gospodarjenja z gozdovi. Ti laboratoriji oziroma pilotna območja so zagotovili, da so predstavljeni ukrepi ne le strokovno utemeljeni, temveč tudi operativno izvedljivi in družbeno pomembni.

Ključno orodje za prenos znanja v tem procesu so bile terenske učne ploskve, t. i. marteloskop ploskve. Te ploskve so namenjene usposabljanju za izbiro dreves za posek in omogočajo gozdarskim strokovnjakom in odločevalcem simulacijo gozdnogojitvenih ukrepov v konkretnem gozdnem sestoju, oceno njihovega vpliva na sestojno strukturo, stabilnost, habitatno vrednost in varovalni učinek gozda ter razpravo o usklajevanju različnih interesov deležnikov. V kombinaciji s pristopom gozdnih živih laboratorijev marteloskop ploskve premoščajo vrzel med raziskavami in prakso ter spodbujajo skupno razumevanje prilagojenega gospodarjenja z gozdovi v negotovih razmerah.

Splošni cilj priročnika je narediti kompleksno znanje o varovalnih gozdovih dostopno, pregledno in uporabno. S povezovanjem znanosti, prakse in inovativne vizualne komunikacije podpira upravljavce gozdov, načrtovalce in oblikovalce politik pri gospodarjenju z gozdovi, ki varujejo družbo ne le danes, temveč tudi v negotovih in spreminjajočih se razmerah prihodnosti.



2. Gozdnogojitveni ukrepi v varovalnih gozdovih

Gozd z ustrežno strukturo lahko učinkovito zmanjšuje tveganja oz. učinke naravnih nevarnosti, kot so zemeljski in snežni plazovi, skalni podori, drobirski in hudourniški tokovi ter erozija tal. V goratih in ogroženih območjih varovalni gozdovi predstavljajo sonaravno rešitev, ki dopolnjuje tehnične varovalne ukrepe in pogosto pomeni najbolj trajnosten ter stroškovno učinkovit način dolgoročnega zmanjševanja tveganj (Teich in sod., 2022). Varovalni učinek gozdov ni stalen, temveč se s časom spreminja. Odvisen je od strukture gozda, drevesne sestave, vitalnosti in stabilnosti, ki jih oblikujejo naravna dinamika ter ukrepi gospodarjenja z gozdovi. Tako živa kot mrtva drevesa (ležeča ali stoječa) predstavljajo ovire, ki zaustavljajo ali upočasnjujejo padajoče skale in kamenje ter povečujejo hrapavost terena (Ringenbach in sod., 2023), ki je ključna za preprečevanje proženja snežnih plazov in lahko prispeva tudi k zmanjševanju premikanja pobočij, kot so zemeljski plazovi, skalni podori ter masni tokovi (drobirski in blatni).

Gozdnogojitveni ukrepi so ključno orodje za ohranjanje in izboljševanje varovalnega učinka gozdov skozi čas (Diaci, 2012). Čeprav so bili varovalni gozdovi tradicionalno obravnavani kot območja z omejenim ukrepanjem, vse več dokazov kaže, da neaktivno gospodarjenje pogosto ne zadostuje za zagotavljanje njihovega dolgoročnega varovalnega učinka. Sposobnost gozda, da učinkovito varuje pred naravnimi nevarnostmi, je v veliki meri odvisna od njegove strukture in dolgoročne stabilnosti, na kar lahko vplivamo z ustreznim gospodarjenjem. Podnebne spremembe, vse pogostejše motnje (kot so ujme, suše, napadi podlubnikov in gozdni požari), spremenjeni vzorci pomlajevanja ter vplivi preteklega gospodarjenja povečujejo ranljivost številnih varovalnih gozdov. Brez ciljno usmerjenih gozdnogojitvenih ukrepov lahko ti gozdovi izgubijo svojo strukturo, odpornost in sposobnost učinkovitega zmanjševanja naravnih tveganj (Motta in Haudemand, 2000). Ta tveganja se pogosto pojavljajo kot sestavljeni dogodki oziroma kombinacija več podnebno pogojenih nevarnosti, ki skupaj povečujejo družbeno-ekološka tveganja.



Aktivno gospodarjenje z varovalnimi gozdovi je usmerjeno v razvoj gozda tako, da se ohranjajo ali izboljšujejo njegovi varovalni učinki ob hkratnem upoštevanju naravnih ekoloških procesov. Gozdnogojitveni ukrepi, kot so izbiralno redčenje, usmerjanje obnove, povečevanje vrstne pestrosti, oblikovanje stabilnih sestojev ter spodbujanje raznomernih in večplastnih struktur, prispevajo k večji odpornosti gozda na naravne motnje in pobočne procese ter k boljši obnovitveni sposobnosti. Z uravnavanjem gostote sestoja, razporeditve in stabilnosti dreves ter zagotavljanjem stalnega pomlajevanja lahko gospodarjenje z gozdovi zmanjša tveganje za poškodbe sestojev in zagotavlja trajen varovalni učinek (Diaci, 2012; Kajdiž in sod., 2015; Vilhar, 2024).

Poleg tega aktivno gospodarjenje omogoča prilagojeno odzivanje na spreminjajoče se okoljske razmere. Prilagojeno gospodarjenje z gozdovi, ki upošteva prihodnje podnebne scenarije, rastiščne razmere in dinamiko nevarnosti, postaja vse pomembnejše za dolgoročno ohranjanje varovalnega učinka. Dobro zasnovani gozdnogojitveni ukrepi lahko okrepijo večnamenskost varovalnih gozdov ter usklajujejo zmanjševanje nevarnosti z ohranjanjem biotske pestrosti, shranjevanjem ogljika in doseganjem družbeno-ekonomskih ciljev (Spadoni in sod., 2026).

Infografike v tem katalogu predstavljajo glavne gozdnogojitvene ukrepe v varovalnih gozdovih ter izpostavljajo njihove značilnosti, način presoje in vlogo pri ohranjanju ter krepitvi varovalnega učinka. Posebno pozornost namenjajo njihovi vlogi v aktivnem gospodarjenju, s katerim varovalni gozdovi ohranjajo svojo učinkovitost, odpornost in sposobnost opravljanja ključne funkcije v spreminjajočem se okolju.



KREPITEV STABILNOSTI GOZDNEGA SESTOJA

Stabilnost gozdnega sestoja je sposobnost gozda, da **prenese vplive naravnih motenj**, kot so veter, sneg, škodljivci in skalni podori. Odvisna je od mehanske in ekološke stabilnosti **posameznih dreves** ter od **strukturne odpornosti celotnega sestoja**.



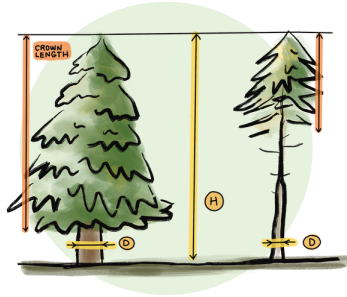
Presoja ukrepa

Mehansko stabilnost posameznih dreves lahko ocenimo s pomočjo kazalnikov, kot so:

Nagnjenost debla



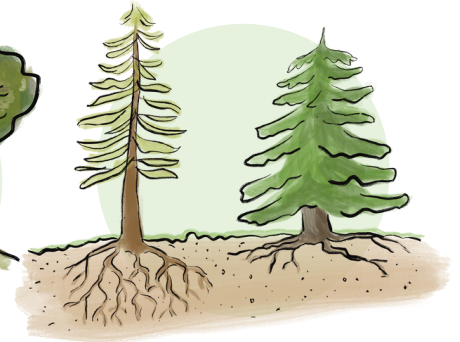
Razmerje med višino in premerom (H/D) ter dolžina krošnje



Asimetrija krošnje



Koreninski sistem



Pomen za varovalne gozdove

Stabilnost sestoja je ključnega pomena v varovalnih gozdovih in ima pomembno vlogo pri ohranjanju varovalnega učinka gozdov pred nepredvidljivimi naravnimi dogodki.



Izvedba ukrepa

Ohranjanje in izboljševanje **optimalne stabilnosti sestoja zahteva ciljno usmerjene gozdnogojitvene ukrepe v vseh fazah razvoja gozda**. Ti vključujejo redčenje za izboljšanje strukture in pestrosti, odstranjevanje starih ali pretežkih dreves tam, kjer je to smiselno, zagotavljanje pravočasnega naravnega pomlajevanja ter izogibanje prevelikim vrzelim v smeri pobočja, s čimer se zmanjšujejo tveganja erozije, snežnih plazov in skalnih podorov.



Mejne vrednosti

Optimalno stabilnost sestoja lahko dosežemo z visokim deležem dreves, ki imajo:



HD razmerje manj kot 80

Optimalni prsni premer drevesa z višino 25 m znaša ≥ 31 cm.



Optimalno dolžino krošnje

Dolžina žive krošnje naj znaša vsaj eno tretjino celotne višine drevesa.



Nizko ali ničelno nagnjenost debla



Simetrično krošnjo



Globok koreninski sistem

PRILAGAJANJE DREVESNE SESTAVE PODNEBNIM RAZMERAM

Drevesna sestava se nanaša na **delež in razporeditev različnih drevesnih vrst** v sestoji ter prikazuje, kako vrstno pester je sestoj. Ustrezna drevesna sestava je ključna za stabilnost gozda, zlasti v varovalnih gozdovih, saj povečuje odpornost na naravne motnje in podnebne spremembe.



Presoja ukrepa

Drevesno sestavo ocenjujemo z naslednjimi kazalniki:

- » Oblika mešanosti drevesnih vrst
- » Ohranjenost naravne drevesne sestave
- » Razvoj koreninskega sistema



Kazalniki za zaščito pred snežnimi plazovi:

- » Zastrtost krošenj

Optimalna zastrtost krošenj v sestoji znaša več kot 70 %, medtem ko so vrednosti pod 30 % kritične.

- » Delež zimzelenih iglavcev

Zagotoviti visok delež zimzelenih iglavcev, pri čemer je optimalna vrednost približno 70 %.



Pomen za varovalne gozdove

Drevesne vrste z globokim koreninskim sistemom stabilizirajo pobočja ter zmanjšujejo tveganje za erozijo in zemeljske plazove. Strukturna raznolikost povečuje sposobnost gozda za zadrževanje in upočasnjevanje padajočih skal in kamenja, medtem ko krošnje uravnavajo kopičenje snega ter s tem zmanjšujejo nevarnost proženja snežnih plazov. Uporaba lokalno prilagojenih drevesnih vrst zagotavlja dolgoročno stabilnost gozda in učinkovito zmanjševanje nevarnosti v spreminjajočem se okolju.



Izvedba ukrepa

Priporoča se izbiralno redčenje, povečanje deleža odpornih drevesnih vrst ter ohranjanje mešanih sestojev. S tem se usmerja razvoj gozda in ohranja raznolikost drevesnih vrst za dolgoročno obnovo. Dopolnilna sadnja se uporablja za povečanje vrstne pestrosti, zmanjšanje vpliva naravnih motenj ter ohranjanje trajne pokrovnosti gozda. Mladje je treba zaščititi pred objedanjem divjadi z ustreznimi zaščitnimi ukrepi. Gojitveni ukrepi naj bodo usmerjeni v zagotavljanje raznomerne strukture gozdnih sestojev.

OPTIMIZACIJA PROSTORSKE RAZPOREDITVE DREVES

Prostorska razporeditev dreves glede na njihov **položaj in gostoto sestoja** vpliva na stabilizacijo pobočij ter na sposobnost gozda za zmanjševanje nevarnosti zaradi pobočnih procesov (npr. skalnih podorov).

Presoja ukrepa

Prostorska razporeditev dreves se ocenjuje glede na položaj posameznih dreves in jo je mogoče opisati z naslednjimi kazalniki:

- » **Temeljnica sestoja** (m²/ha)
- » **Gostota sestoja** (št. dreves/ha)
- » **Povprečna razdalja med drevesi**
- » **Lokacija dreves**

Pomen za varovalne gozdove

Optimalna prostorska razporeditev dreves v sestoju je ključnega pomena za ohranjanje varovalnega učinka gozda, saj prispeva k zmanjšanju proženja snežnih plazov in površinskih zemeljskih plazov ter k zaustavljanju skalnih podorov.



Izvedba ukrepa

Optimalna prostorska razporeditev dreves v gozdnih sestojih zahteva ustrezno in ciljno usmerjeno ukrepanje v različnih razvojnih fazah gozda. Odstranjevanje posameznih odraslih dreves je ključno za spodbujanje naravnega pomlajevanja in/ali rasti že vzpostavljenega pomladka. Redčenje v mlajših razvojnih fazah dodatno izboljšuje strukturo sestoja, kar vodi do optimalne prostorske razporeditve, ki podpira cilje gospodarjenja z varovalnimi gozdovi.

UPRAVLJANJE SESTOJNIH VRZELI

Vrzeli so predeli v gozdu, kjer je **gozdni sestoj odprt** zaradi različnih razlogov (npr. sečnje, odmiranja dreves ali naravnih motenj). Izboljšane svetlobne razmere in večji rastni prostor koristijo **mladju v vrzelih**, ki pa ga v rasti lahko ovira konkurenčna pritalna vegetacija.



Presoja ukrepa

Analiza prostorske razporeditve dreves skupaj z relativno površino krošenj omogoča **prepoznavanje sestojnih vrzeli** ter njihovo natančno **oceno velikosti in usmerjenosti**.



Mejne vrednosti

Izogibamo se ustvarjanju velikih vrzeli v smeri pobočja, ki presegajo **eno do dvakratno višino okoliških dreves**.



Pomen za varovalne gozdove

Lastnosti sestojnih vrzeli omogočajo prepoznavanje prostorske razporeditve potencialnih območij prožitve snežnih plazov. Pri skalnih podorih lahko vrzeli zaradi odsotnosti ovir povečajo hitrost in kinetično energijo kotalečih se skal. Podobno velja za zemeljske plazove, kjer pomanjkanje koreninskih sistemov dreves v vrzelih zmanjšuje utrjenost tal, s čimer se povečuje dovzetnost pobočij za erozijo in nastanek masnih premikov. Zato sta velikost in usmerjenost vrzeli ključna parametra za zagotavljanje varovalnega učinka gozdov, izpostavljenih gravitacijskim pobočnim procesom.



Izvedba ukrepa

Vrzeli so ključni element za **pomlajevanje gozdnega sestoja**, vendar se lahko ob prevelikih vrzelih tveganje za naravne nesreče občutno poveča. Pri gospodarjenju z gozdom se je treba izogibati ustvarjanju velikih vrzeli, zlasti v smeri pobočja, kar je mogoče doseči z **izbiralnim redčenjem**.



NARAVNA OBNOVA GOZDOV

Naravna obnova je proces, pri katerem nova drevesa vznikajo iz semen ali iz poganjkov, ki so že prisotni v gozdu, brez dodatne sadnje sadik gozdnega drevja. Na ta način se **ohranjajo naravna struktura gozda, drevesna sestava in genetska pestrost**.



Presoja ukrepa

Osnovni kazalniki so:

- » Prisotnost **naravnega mladja**
- » **Drevesne vrste, vitalnost in gostota mladja**
- » **Ohranjenost** naravne drevesne sestave
- » **Trajna pokrovnost gozda**
- » **Objedenost mladja** zaradi divjadi



Pomen za varovalne gozdove

Z naravno obnovo nadomeščamo odrasla drevesa z mladimi drevesci, ki so prilagojena lokalnim razmeram. Na ta način ohranjamo vrstno sestavo, strukturno raznolikost in stabilnost sestoja. Koreninski sistemi, prilagojeni posameznim mikrolokacijam, prispevajo k utrjevanju pobočij in dolgoročni odpornosti. Genetska pestrost mladja pa krepi prilagoditveno sposobnost gozdnega sestoja na podnebne spremembe ter zagotavlja trajno pokrovnost gozda in s tem zmanjšuje tveganja.



Izvedba ukrepa

Z izbiralnim redčenjem odstranjujemo odrasla drevesa in s tem postopoma povečujemo količino svetlobe ter ustvarjamo manjše vrzeli, ki spodbujajo kalitev semen. Z ohranjanjem mešane drevesne sestave odraslih dreves zagotavljamo razpoložljivost semen različnih drevesnih vrst. Med sečnjo in spravilom lesa pazimo, da ne poškodujemo tal in mladja. Mladje zaščitimo pred objedanjem z zaščitnimi sredstvi in z aktivnim upravljanjem populacij divjadi. Na območjih, kjer je naravna obnova otežena, se priporoča ustvarjanje manjših vrzeli, medtem ko se dopolnilna sadnja uporablja le tam, kjer je to potrebno.

OBNOVA GOZDOV S SADNJO IN SETVIJO

Obnova s sadnjo in setvijo dreves je potrebna, kadar je naravna obnova otežena ali nezadostna, še posebej v času podnebnih sprememb, ki dodatno zmanjšujejo odpornost gozdnih ekosistemov. S sadnjo ali setvijo pospešujemo obnovo gozda, spodbujamo ciljne drevesne vrste, ohranjamo genetsko pestrost, podpiramo naravne ekološke procese ter krepimo varovalne učinke gozdov.



Presoja ukrepa

Učinkovitost obnove se lahko ocenjuje z ugotavljanjem stanja sadik:

- » **vznik sadik**
- » **preživetje in rast sadik**

Trajno spremljanje stanja omogoča prepoznavanje težav in usmerjanje potrebnih ukrepov.

Med ključnimi kazalniki so:

- » **gostota mladja**
- » **drevesna sestava**
- » **razporeditev mladja**



Pomen za varovalne gozdove

Obnova gozdov pozitivno vpliva na trajno zagotavljanje varovalnega učinka gozda. Posajene sadike stabilizirajo sestoje in pobočja, setev semen pa spodbuja razvoj koreninskega sistema dreves. Sadike skupaj z odmrli drevesi povečujejo površinsko hrapavost, s čimer se zmanjšuje vpliv skalnih podorov in proženja snežnih plazov. Takšna obnova hkrati povečuje vrstno pestrost in odpornost na podnebne spremembe.



Izvedba ukrepa

Obnova s sadnjo in setvijo zahteva skrbno izbiro časa, lokacije, drevesnih vrst in ustreznih provenienc. Sadike morajo imeti dobro razvit koreninski sistem ter uravnoteženo razmerje med koreninami in nadzemnim delom, hkrati pa je treba nadzorovati in omejevati njihovo objedanje s strani divjadi. **Ležeče odmrlo drevje** zagotavlja zaščito sadik, sproščanje hranil in zmanjšuje tveganje za nevarnosti, zato ga je treba ohranjati ter saditi v njegovem zavetju. **Hidrogeli** lahko izboljšajo preživetje sadik na sušnih pobočjih, medtem ko je spremljanje uspešnosti obnove s sadnjo ključno za usmerjanje prilagojenega gospodarjenja in ohranjanje varovalne funkcije.

Več informacij: [MOSAIC WebGIS Atlas](#)

OHRANJANJE ODMRLEGA LESA

Odmrli les na tleh **povečuje površinsko hrapavost**, **ščiti pred pobočnimi procesi** (npr. proženje snežnih plazov) ter **ustvarja ugodne mikrolokacije** za mladje, saj uravnava temperaturo in vlago ter varuje pred objedanjem divjadi. Hkrati **podpira biotsko pestrost**, saj zagotavlja življenjski prostor in hrano za gozdne organizme.



Presoja ukrepa

Kazalniki, ki jih lahko uporabimo so:

- » **Vrsta odmrlega lesa**
(npr. sušice, ležeča debla, panji)
- » **Stopnja razkroja**
- » **Masa in prostornina**
- » **Prostorska razporeditev**
(npr. kupi lesa ali naključna razporeditev)



Mejne vrednosti

Priporoča se:

- » **najmanj 2 ležeči debli na vsakih 10 m**
V vrzelih, večjih od 20 m, mora biti premer debla večji od pričakovanega premera skal.
- » Minimalna **višina panja naj znaša 1,3 m**



Pomen za varovalne gozdove

Odmrli les upočasnjuje in preusmerja padajoče skale in kamenje ter tako zmanjšuje nevarnost zaradi skalnih podorov. Na območjih, izpostavljenih snežnim plazovom, povečuje hrapavost terena, stabilizira snežno odejo in zmanjšuje tveganje za proženje plazov. Ohranjanje odmrlega lesa po naravnih motnjah v sestoju pomaga zagotavljati varovalni učinek, podpira obnovo gozda ter ugodno vpliva na biotsko pestrost ekosistema.



Izvedba ukrepa

Tudi z odmrlim lesom moramo upravljati. Pri ravnanju z odmrlim lesom je treba najti ravnovesje med ekološkimi koristmi gozda in varnostjo. Na območjih v bližini cest, poti ali naselij se odmrli les odstrani ali se ga stabilizira. Poškodovana in nevarna drevesa se lahko odstranijo in prestavijo, da se zagotovi varnost ljudi in infrastrukture, hkrati pa se ohranijo ekološke funkcije gozda.

3. Biotehnični ukrepi v varovalnih gozdovih

V primerih, ko je gozd močno poškodovan ali degradiran zaradi naravnih motenj, kot so vetrolomi, gozdni požari ali napadi podlubnikov, oziroma se pojavljajo erozija in gravitacijski pobočni procesi, so pogosto potrebni biotehnični ukrepi za stabilizacijo pobočij in podporo ponovni vzpostavitvi vegetacije. Ti ukrepi združujejo biološke materiale, kot sta les in deli rastlin, s preprostimi tehničnimi elementi za stabilizacijo pobočij, zmanjšanje površinske erozije in verjetnosti nastanka plitvih zemeljskih plazov ter podporo obnovi gozda (Dorren, 2022).

V primerjavi s tehničnimi ukrepi so biotehnični ukrepi lahko manj invazivni in cenejši, kar je odvisno od razmer na terenu. Njihova glavna omejitev je omejena obstojnost materialov, zlasti lesa, ki je podvržen naravnemu razkroju (Dorren, 2022). Ti ukrepi so namenjeni začasni stabilizaciji, dokler se ne vzpostavi vegetacija in pobočje ne doseže ustrezne stabilnosti ter varovalnega učinka.

Infografike, predstavljene v tem poglavju, ponujajo jedrnat in praktičen pregled ključnih biotehničnih ukrepov v varovalnih gozdovih, pri čemer izpostavljajo njihove glavne značilnosti, pogoje uporabe ter učinke na stabilizacijo pobočij in zmanjševanje tveganj oziroma blaženje učinkov naravnih nevarnosti. Poseben poudarek je namenjen njihovi vlogi pri podpori obnovi rastišč in ponovni vzpostavitvi gozda, s čimer prispevajo k obnovi varovalnega učinka v spremenjenih okoljskih razmerah.

V primerih, ko je varovalni učinek gozda močno oslavljen ali ga ni mogoče zagotoviti v kratkem času, so tehnični ukrepi, kot so podajno-lovilne ograje, preusmerjevalni elementi in druge inženirske rešitve, še vedno potrebni za zaščito ogroženih objektov (Dorren, 2022). V takšnih primerih je treba biotehnične ukrepe razumeti kot prehodne ukrepe, ki podpirajo stabilizacijo terena in obnovo gozda, medtem ko tehnični ukrepi zagotavljajo takojšnjo zaščito tam, kjer je to potrebno.



STABILIZACIJA POBOČIJ S SADIKAMI IN POTAKNJENCI



Sadike so mlada drevesa, ki zrastejo iz semen. Vzgojimo jih lahko v drevesnicah iz posejanih semen ali pa jih jih izkopljemo oziroma previdno izpulimo v gozdu, kjer naravno vzniknejo iz semena (puljenke).

Potaknjenci so živi deli vej, običajno dolgi do 30 cm in s premerom okoli 2 cm.



Pomen za varovalne gozdove



Potaknjenci zaradi velike sposobnosti vegetativnega razmnoževanja, zlasti pri **vrbah** (*Salix* spp.), razvijejo korenine in poganjke iz spečih brstov ter s tem vežejo tla in preprečujejo površinsko erozijo.



Za **puljenke** izbiramo osebke naravno prisotnih in rastišču prilagojenih drevesnih vrst, npr. **evropski macesen** (*Larix decidua*) v Alpah, zlasti zaradi globokega koreninskega sistema.



Izvedba ukrepa

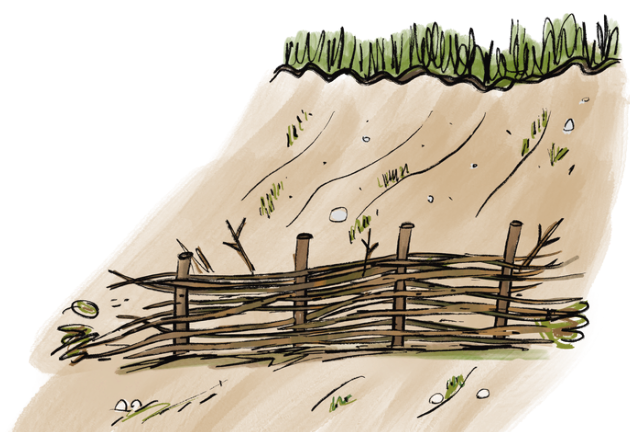
Potaknjenci so približno 2 cm debele veje, razrezane na ustrezno dolžino. Sadimo jih pod kotom, z brsti, obrnjenimi navzgor, približno en potaknjenec na m². Sadimo jih zgodaj spomladi, da spodbudimo močan razvoj korenin.

Puljenke nabiramo v bližini mesta sadnje. Zaščitimo jih pred neposredno sončno svetlobo ter jih nabiramo in sadimo v vlažnem obdobju, na primer jeseni ali spomladi, da zmanjšamo verjetnost poškodb korenin in zagotovimo uspešno ukoreninjenje.

STABILIZACIJA POBOČIJ S FAŠINAMI IN POPLETI

Fašine so v **snope povezane** veje pionirskih drevesnih vrst, predvsem vrb (*Salix* spp.) in jelš (*Alnus* spp.). Veje so na več mestih zvezane in pritrjene z lesenimi, najpogosteje vrbovimi količki.

Popleti so sestavljeni iz **prepletanih vej** pionirskih drevesnih vrst, predvsem vrb (*Salix* spp.) in jelš (*Alnus* spp.), in so v pobočje sidrani z lesenimi količki.



!!! Pomen za varovalne gozdove

Ker so **veje žive**, omogočajo razvoj korenin in poganjkov, s čimer se zagotovi **takojšnja zaščita** pobočja. Za tako oblikovanimi strukturami se zadržujeta erodiran material in gozdna biomasa, ki tvorita novo plast tal. Takšne strukture preprečujejo premikanje tal in erozijo pobočja, saj delujejo kot fizična ovira.



Izvedba ukrepa

- » **Fašine** izdelujemo iz živih vrbovih vej, ki jih s prevezami na približno vsak meter povežemo v snope, tako da dobimo 30–40 cm debele in 4 m dolge strukture. Polagamo jih prečno na pobočje ali prečno na smer največjega naklona, pod blagim naklonom, in jih pritrdimo v tla z vrbovimi koli. Pri izdelavi pazimo, da so popki obrnjeni navzven. Najprimernejši čas za namestitev je zgodaj spomladi, pred rastno sezono.
- » **Poplete** izdelujemo iz živih vrbovih vej. Najprej v tla pritrdimo kole na razdalji 1 m, nato med njimi prepletamo vrbove veje po načelu pletenja košar do višine 50 cm. Veje lahko namočimo za večjo upogljivost, na zgornji del popletov pa nasujemo zastirko iz sena, travne mešanice, listja, vej in zemlje.

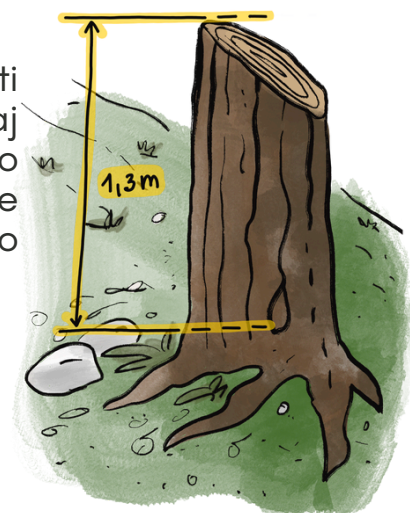
KREPITEV VAROVALNEGA UČINKA GOZDA: PANJI

Za krepitev varovalnega učinka gozdov na strmih pobočjih po (sanitarni) sečnji lahko uporabimo **panje kot dodatno obliko zaščite** pred pobočnimi procesi:

- » panji višine 1,3 m
- » panji, odrezani nad obstoječimi poškodbami
- » nizki panji

!!! Pomen za varovalne gozdove

Panji višine 1,3 m pomagajo ohranjati varovalni učinek gozda po sečnji, saj povečujejo površinsko hrapavost in delujejo kot fizične ovire, s čimer zavirajo gibanje materiala po pobočju ter zmanjšujejo energijo in doseg pobočnih procesov.



Če drevo odrežemo nad obstoječo poškodbo, lahko v deblu zadržimo ujete skale in kamenje. S tem ukrepom zagotavljamo varovalni učinek in ohranjamo informacije o sledih skalnih podorov za prihodnje ocenjevanje tveganja.



Zelo nizki panji, posekani tik nad tlemi, zmanjšujejo možnost odskakovanja skal in kamenja ter preprečujejo pojav »trampolinskega učinka«.



KREPITEV VAROVALNEGA UČINKA GOZDA: LEŽEČA DEBLA

Za krepitev varovalnega učinka gozdov na strmih pobočjih po (sanitarni) sečnji lahko uporabimo **debla kot dodatno obliko zaščite** pred pobočnimi procesi.

Prečno ležeča debla delujejo kot ovire, upočasnjujejo ali preusmerjajo padajoče skale in kamenje ter podpirajo naravno obnovo.

Kot, pod katerim položimo debla ali jih pustimo ležati, je odvisen od **naklona pobočja**:

$\leq 25^\circ$ → debla **pravokotno** na smer pobočja

$> 25^\circ$ → debla **pod kotom 70°** glede na smer pobočja



Za večjo stabilnost so debla **sidrana** za panje ali stoječa drevesa. Tako sidrana debla učinkoviteje upočasnjujejo in zaustavljajo padajoče skale in kamenje kot nesidrana debla.

Alpski rez je specializirana tehnika usmerjene sečnje dreves na strmih pobočjih. Drevo posekamo na višini 1,3 m tako, da deblo zdrsne in se zasidra za nastali panj. Na mestu sečnje lahko pustimo tudi kupe vej in sečnih ostankov, ki upočasnjujejo padajoče skale in kamenje ter podpirajo naravno obnovo gozda.

Funkcionalna življenjska doba debel glede na hitrost razkroja lesa:

listavci → 5–10 let

iglavci → 8–15 let



4. Primeri dobrih praks, rezultati raziskav in študije primerov iz držav alpskega prostora

To poglavje predstavlja izbrane primere dobrih praks, rezultate raziskav in študije primerov iz držav alpskega prostora, vključno s Slovenijo, Avstrijo, Italijo in Švico. Ti prispevki prikazujejo različne pristope k upravljanju varovalnih gozdov in zmanjševanju tveganj naravnih nesreč v različnih okoljskih, družbeno-ekonomskih in institucionalnih razmerah.

Primeri so predstavljeni v obliki jedrnatih informativnih listov, ki zagotavljajo strukturirane in primerljive informacije o ciljih, uporabljenih ukrepih, metodologijah ter ključnih rezultatih. Skupaj izpostavljajo prenosljive rešitve, inovativne prakse in pridobljena spoznanja, ki podpirajo strokovno odločanje ter omogočajo učinkovito gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v gorskih območjih.



Primer dobre prakse



MARTELOSKOP KOT IZOBRAŽEVALNO ORODJE ZA GOSPODARJENJE Z VAROVALNIMI GOZDOVI

Kristina Sever¹, Andrej Breznikar¹, Magdalena Cholkova¹, Sergey Zudin², Andreas Schuck²
1 Zavod za gozdove Slovenije (ZGS), 2 European Forest Institute (EFI)



Kaj je marteloskop?

Marteloskop je en hektar velika ploskev v gozdu, na kateri so vsa drevesa oštevilčena, izmerjena in prostorsko umeščena. V kombinaciji z aplikacijo I+ Trainer predstavlja učinkovit učni pripomoček za izbiro gozdnogojitvenih ukrepov ter tako podpira izobraževanje in prenos znanja.



Varovalni modul

Projekt MOSAIC je v sodelovanju z Evropskim gozdarskim inštitutom (EFI) nadgradil aplikacijo I+ Trainer z dodatnim modulom za varovalne gozdove, ki vključuje kazalnike in indekse, s katerim je mogoče oceniti varovalni učinek gozdov pred skalnimi podori, snežnimi plazovi in površinskimi zemeljskimi plazovi.



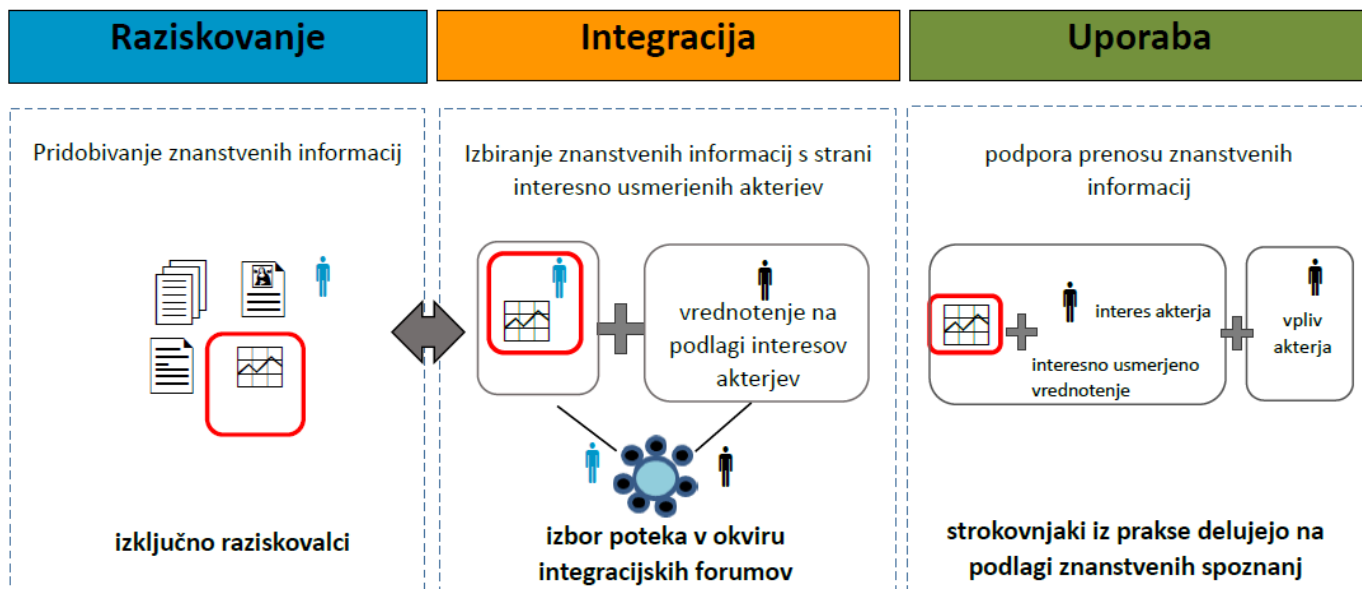
Pomen za gospodarjenje z varovalnimi gozdovi

Z ukrepi v varovalnih gozdovih želimo ohraniti stabilnost sestojev ter zmanjševati tveganje zaradi pobočnih procesov, kot so zemeljski in snežni plazovi ter skalni podori. Na marteloskop ploskvah izobražujemo gozdarske strokovnjake za uporabo ustreznih gozdnogojitvenih ukrepov na teh občutljivih območjih.

Varovalni kazalniki, uporabljeni v aplikaciji I+ Trainer

- Razmerje med višino in premerom (H/D)
- Koreninski sistem
- Asimetrija krošnje
- Struktura sestoja
- Zastrtost krošenj
- Pomlajevanje
- Sestojne vrzeli
- Razporeditev dreves
- Gostota sestoja
- Temeljica sestoja





PRENOS RAZISKAV V PRAKSO: INTEGRACIJSKI FORUMI ZA UČINKOVITO UPRAVLJANJE NARAVNIH NEVARNOSTI

Tabea Schaefers in Michael Kirchner
University of Göttingen (UNIGOE)



Kaj so integracijski forumi?

Integracijski forumi so namenjeni formalnim ali neformalnim oblikam izmenjave znanstvenih informacij z izbranimi strokovnjaki iz prakse. Primeri vključujejo delavnice, strokovne panele ali kratke, praktično usmerjene publikacije. Pomagajo doseči akterje, ki so zainteresirani za obravnavano tematiko in hkrati sposobni izvajati konkretne ukrepe ali procese, s čimer se zagotovi, da so raziskovalni rezultati ustrezni in uporabni za prakso.



Povezovanje raziskav in prakse

Model RIU opredeljuje integracijske forume kot del procesa prenosa znanja, od raziskovanja prek integracije do uporabe. V fazi integracije se znanstveni rezultati usklajujejo s potrebami prakse. V tej fazi integracijski forumi zagotavljajo strukturirane priložnosti za neposreden prenos rezultatov, kar praktikom omogoča, da raziskovalne ugotovitve učinkoviteje uporabljajo.



Prenos znanja v prakso

Integracijski forumi podpirajo natančen in učinkovit prenos znanja. Pomagajo praktikom, da že v zgodnji fazi dostopajo do pomembnih raziskovalnih rezultatov in izrazijo svoje potrebe. Z uporabo ustreznih forumov znanje doseže akterje, ki ga lahko neposredno uporabijo v praksi, kar omogoča dobro informirane odločitve in ukrepe pri upravljanju naravnih nevarnosti.



Več informacij:

- [Science makes the world go round](#)
- [Research-Integration-Utilisation \(RIU\) model](#)

Raziskovalno območje Slovenija



Z NARAVNO OBNOVO PO UJMAH DO BOLJ ODPORNIH GOZDOV

Raziskovalno območje: Jelovica, Slovenija

Aleš Poljanec^{1,2}, Kristina Sever¹, Andreja Nève Repe¹, Matija Klopčič²
1 Zavod za gozdove Slovenije (ZGS), 2 Univerza v Ljubljani (UL)



Po vetrolomu

Ujme oblikujejo dinamiko gozdov. Po vetrolomu leta 2006 v slovenskih Alpah je bilo poškodovanih 160 ha odraslih smrekovih sestojev. V okviru sonaravnega gospodarjenja z gozdovi je zato ključno razumeti odpornost gozdov na ujme in njihovo sposobnost obnove po takšnih dogodkih.



Spremljanje odziva narave

Stanje naravne obnove na 125 ha smo spremljali na 81 stalnih vzorčnih ploskvah. Na terenskih meritvah, izvedenih v letih 2008, 2011, 2017 in 2025, smo zabeležili drevesno sestavo, višinske razrede mladja, poškodbe zaradi objedanja divjadi, oddaljenost mladja od gozdnega roba ter značilnosti sestoja in rastišča.



Podpora obnovi gozda

V dveh desetletjih se je gozd po naravni poti obnovil v vrstno in strukturno pester sestoj, kar krepi dolgoročne varovalne učinke, ohranja biotsko pestrost in omogoča uresničevanje vseh dobrin, ki jih od gozda pričakujemo. Z zgodnjo nego in redčenjem lahko dodatno izboljšamo strukturo gozdnih sestojev.

Gorski gozd na Jelovici se je v dveh desetletjih po vetrolomu uspešno obnovil.

Gostota naravnega mladja je visoka in se je povečala z **8.380 mladice/ha leta 2008 na 12.400 mladice/ha leta 2025**, pri čemer je prostorska razporeditev ostala izrazito neenakomerna.

V drevesni sestavi je na začetku prevladovala smreka, sčasoma pa se je **povečal delež listavcev in jelke**.

Leta 2008 je prevladoval višinski razred mladja do 50 cm, kasneje, do leta 2025, pa se je **mladje razvilo v vseh višinskih razredih**.

Poškodbe zaradi objedanja divjadi so se s časom povečale. Divjad objeda predvsem mladje do višine 130 cm ter mlada drevesa gorskega javorja in jerebike, s čimer vpliva na prihodnjo sestavo drevesnih vrst.

Primer dobre prakse Slovenija



Prej



Potem

SONARAVNI UKREPI ZA ZAGOTAVLJANJE ZAŠČITNE FUNKCIJE GOZDOV

Magdalena Cholkova, Stane Kunej, Kristina Sever, Andrej Breznikar
Zavod za gozdove Slovenije (ZGS)



Nevarnosti in tveganja

V varovalnem sestoju smreke nad glavno cesto v Soteski pri Bohinju, ki je del MOSAIC gozdnega živega laboratorija, je gradacija podlubnikov povzročila odmiranje in propadanje dreves, kar je vodilo v poslabšanje zaščitne funkcije ter posledično v podiranje dreves in kotaljenje skal na cesto.



Stabilizacija pobočja

Izvedena je bila sanitarna sečnja, dopolnjena z biotehničnimi ukrepi za stabilizacijo pobočja in zaščito ceste pred padajočimi skalami in kamenjem. Po poseku se je razvilo naravno mladje, kar je še dodatno prispevalo k učinkoviti zaščiti tako ceste kot sestoja. Uporabljeni biotehnični ukrepi so vključevali **visoke panje (1,3 m)** in **prečno ležeča debela, sidrana za panje** pod kotom 70° v smeri padnice.



Usmerjena sečnja

Usmerjena sečnja dreves se izvaja, kadar želimo drevo podreti v zeleno smer. Pri tem je ključnega pomena, da so drevesa v času sečnje čim manj poškodovana. Če je les že močno poškodovan, postane usmerjena sečnja nezanesljiva, saj lahko drevesa padejo v napačno smer ter ogrozijo delavce in nižje ležečo infrastrukturo.

Sonaravni ukrepi

Biotehnični ukrepi, izvedeni v varovalnem gozdu Soteska pri Bohinju, so se izkazali za zelo učinkovite.

Sanitarna sečnja in dodatni ukrepi, kot so ohranjanje visokih panjev ter sidranje debel, so popolnoma preprečili, da bi skale dosegle cesto. Sečnja je spodbudila naravno pomlajevanje, kar dokazuje, da lahko sonaravni ukrepi učinkovito izboljšajo tako stabilnost pobočja kot tudi varovalni učinek gozda.

Poleg tega se je ta sonaravna rešitev izkazala za bistveno **bolj stroškovno učinkovito od klasičnih tehničnih varovalnih ukrepov.**



Zavod za gozdove Slovenije
Slovenian Forest Service

Interreg

Co-funded by
the European Union

Alpine Space

MOSAIC

Raziskovalno območje Slovenija



INOVATIVNI PRISTOPI OBNOVE GOZDOV NA POŽARIŠČIH

Raziskava na območju Krasa, Slovenija

Magdalena Cholkova¹, Boris Rantaša², Kristina Sever¹, Andrej Breznikar¹
1 Zavod za gozdove Slovenije (ZGS), 2 Gozdarski inštitut Slovenije (GIS)



Zakaj potrebujemo nove pristope?

Pogoste naravne motnje in hitre podnebne spremembe vse bolj otežujejo naravno obnovo, zlasti na rastiščih, izpostavljenih ekstremnim razmeram, kot so suša, plitva tla in strm teren. Ti pritiski zahtevajo ciljno usmerjene ukrepe obnove, ki izboljšujejo preživetje mladja in krepijo dolgoročno odpornost gozdov.



Metode obnove

Sadnja sadik z uporabo
**hidrogelov in mikoriznih
gliv.**

**Setev z brezpilotnimi
letalniki (droni)** in
semenskimi kroglicami.

**Dopolnilna sadnja z
avtohtonimi listavci.**



Pričakovani rezultati

Izboljšano **preživetje
in rast sadik.**

Hitrejša setev in
visoka kalivost.

Povečana **vrstna
pestrost.**



Pomen za varovalne gozdove

Večja **odpornost proti
eroziji in dolgoročni
varovalni učinek.**

Obnova **težko
dostopnih območij.**

**Odpornost in
prilagodljivost** gozdnih
ekosistemov.



Raziskovalno območje Slovenija



INTERCEPCIJA SNEŽNIH PADAVIN V SMREKOVIH SESTOJIH

Nikolina Mencin¹, Frédéric Berger², Milan Kobal¹

¹ Univerza v Ljubljani (UL), ² National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment (INRAE)



Pomen intercepcije snežnih padavin

Krošnje dreves v gozdovih prestrezajo snežne padavine ter s tem uravnavajo, koliko snega ostane v krošnjah in koliko ga doseže tla. To vpliva na prostorski vzorec kopičenja in taljenja snega, kar posledično vpliva na vlažnost tal, preživetje mladja in čas začetka rasti. V varovalnih gozdovih interakcija med krošnjami in snežnimi padavinami vpliva na nalaganje, sproščanje in prerazporeditev snega, s čimer se vpliva na stabilnost snežne odeje in zmanjšuje nevarnost proženja snežnih plazov ter plazenja snega. Spremembe v strukturi gozda lahko spremenijo snežni režim in varovalni učinek gozda.



Metode

V smrekovih sestojih na Pokljuki smo z uporabo podatkov aerolaserskega skeniranja (ALS) pred in po sneženju novembra 2022 vrednotili intercepcijo snežnih padavin v različnih razvojnih fazah gozda ter pri različnih stopnjah zastrtosti krošenj. Debelino snežne odeje smo določili na podlagi modelov terena ter rezultate primerjali s podatki merilne postaje Rudno Polje. Iz ALS podatkov smo pridobili podatke o strukturi sestojev (višina in zastrtost krošenj ter razvojne faze sestojev, ki smo jih preverili na terenu) ter indeks intercepcije, izračunan na osnovi projekcije drevesnih krošenj.

Intercepcija je najnižja v zelo mladih in zelo starih sestojih, najvišja pa v vmesnih razvojnih fazah s stalno pokrovnostjo krošenj. Večja zastrtost krošenj povečuje intercepcijo snežnih padavin, pri čemer se intercepcija nelinearno povečuje in doseže vrh pri srednje visokih krošnjah.

Rezultati poudarjajo pomen strukture gozda za dinamiko snežne odeje ter ponujajo neposredno uporabne ugotovitve za načrtovanje obnove gozdov in gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v gorskem prostoru.

Študija primera

Italija



OHRANJANJE ODMRLEGA LESA PRI OBNOVI GOZDOV

Nicolò Anselmetto, Matteo Garbarino, Raffaella Marzano
University of Turin (UNITO)

Odmrli les ustvarja ključna mikrorastišča, ki prispevajo k obnovi požarišč in naravnemu pomlajevanju gozdov.

Vključevanje mikrorastišč kot podpornega elementa v protokole obnove (npr. sajenje ob podrtih drevesih, na senčnih legah ali pod grmovjem) **znatno poveča uspešnost sadnje.**

Določanje prednostnih območij in izbira mikrorastišč predstavljata uspešen in stroškovno učinkovit okvir za obnovo ekosistemov.

Usmerjanje obnove v skladu z ekološkimi procesi **povečuje odpornost gozda in dolgoročen varovalni učinek.**



Obnova gozdov po požaru

Odmrli les spodbuja obnovo gozda po požaru, saj:

- **ščiti mladje pred objedanjem,**
- **uravnava mikroklimo ter ščiti mladje pred soncem,**
- **zadržuje vlago v tleh,**
- **sprošča hranila med razkrojem.**

Na južnih pobočjih, prizadetih zaradi intenzivnih požarov, kjer prevladujeta rdeči bor (*Pinus sylvestris*) in evropski macesen (*Larix decidua*), zahtevne razmere omejujejo naravno obnovo. Pri obnovi s sajenjem sadik ali setvijo semen lahko izkoristimo podporni učinek odmrlega lesa, tako da setev ali sajenje izvajamo ob podrtih drevesih, panjih ali lesnih ostankih, s čimer izboljšamo preživetje sadik. Ta študija primera združuje terenske protokole in znanstvene dokaze ter služi kot vodilo za obnovo na območjih, kjer naravno pomlajevanje ni zadostno.



Več informacij:
[MOSAIC WebGIS Atlas](#)



Metode

- Opredelitev podpornih učinkov odmrlega lesa
- Določanje mikrorastišč za setev ter izvajanje ukrepov na prednostnih območjih
- Razvoj integriranih protokolov setve
- Stalno spremljanje uspešnosti in rasti sadik

Primer dobre prakse

Italija



DELNA SANITARNA SEČNJA TER RAVNANJE Z ODMRLIM LESOM

Tommaso Baggio, Davide Marangon, Paul Richter, Emanuele Lingua
University of Padua (UNIPD)



Obvladovanje tveganj

Odmrli les ima pomembno vlogo pri zmanjševanju tveganja zaradi naravnih nevarnosti, zlasti neposredno po naravni motnji.

Delna sanitarna sečnja je ukrep, ki se izvaja po naravnih motnjah in zajema omejeno odstranjevanje odmrlega lesa. Na ta način lahko lastniki gozdov zmanjšajo gospodarsko škodo, hkrati pa ohranijo del odmrlega lesa na tleh, kar pripomore k zmanjšanju tveganja zaradi ponovnih naravnih motenj.

Z ohranjanjem odmrlih dreves (npr. ležečih debel), postavljenih prečno ali diagonalno na pobočje, krepimo varovalni učinek gozda na območjih, prizadetih zaradi naravnih motenj.



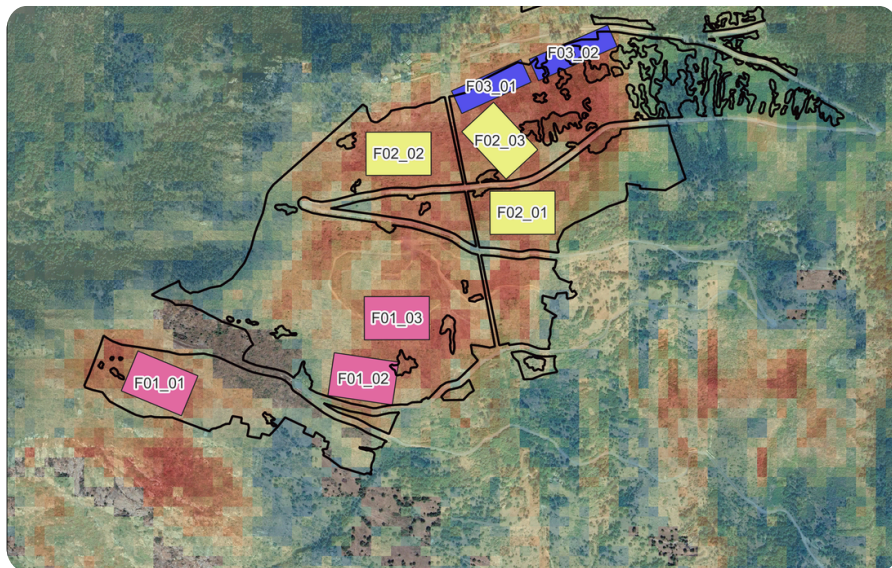
Varovalna vloga odmrlega lesa

- » **Oprelitev** vrste naravne nevarnosti, pred katero varujemo.
- » **Analiza** količine odmrlega lesa, ki ga je treba ohraniti na območju, in/ali vrst odmrlega lesa, ki jih je treba zagotoviti.
- » **Ocena** trajanja varovalnega učinka odmrlega lesa in/ali načrtno ustvarjenih struktur (npr. visokih panjev).

Sanitarna sečnja lahko poslabša mikroklimatske razmere in zmanjša sposobnost naravne obnove gozda. Zato naj se uporablja le na območjih, kjer je zagotavljanje varnosti ljudi ključnega pomena, npr. ob cestah in infrastrukturi.

Primer dobre prakse

Italija



SAJENJE V JEDRIH IN EKOLOŠKO MODELIRANJE KOT PODPORA NARAVNI OBNOVI GOZDA

Nicolò Anselmetto, Matteo Garbarino, Raffaella Marzano
University of Turin (UNITO)



Usmerjeno sajenje

Naravna obnova gozdov je po motnjah prednostna, vendar je lahko zaradi sanitarne sečnje, zahtevnih podnebnih razmer ali pomanjkanja semenskih virov včasih otežena. V takšnih primerih je potrebna dopolnilna sadnja ali setev. S prostorskim modeliranjem smo opredelili prednostna območja, kjer je bilo naravno pomlajevanje rdečega bora (*Pinus sylvestris*) oteženo, zato smo ta območja uporabili za izvedbo **sadnje v jedrih oziroma aplikativne nukleacije**.



Modeli za podporo odločanju

- » Na dveh lokacijah v Zahodnih Alpah smo razvili korelacijske modele naravne obnove, pri katerih smo kot napovedne spremenljivke uporabili prisotnost motenj, razdaljo do semenskih dreves, topografijo in primernost drevesnih vrst.
- » Modeli so ustvarili **verjetnostne karte prisotnosti pomladka**, na podlagi katerih smo določili območja z omejenim pomlajevanjem ter prednostna območja za sadnjo.
- » Na opredeljenih območjih se priporoča sajenje sadik v skupinah ob odmrlem lesu ali pod grmovno vegetacijo.

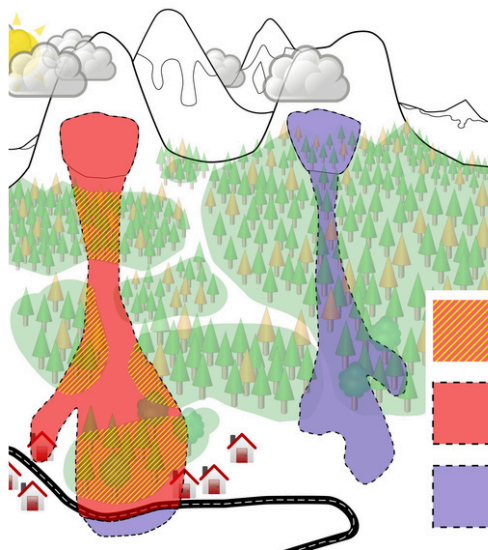
Model pomaga pri prepoznavanju območij z oteženim pomlajevanjem in izboljšuje stroškovno učinkovitost ukrepov.




Izbira mikrolokacij (sajenje ob odmrlem lesu ali v zavetju grmovja) povečuje uspešnost sadnje.

Kombinacija prostorskega modeliranja in sadnje v jedrih omogoča bolj uspešno obnovo, kar prispeva k učinkovitejši rabi virov in večji odpornosti gozda.

Primer dobre prakse

Avstrija



-  Gozdovi z neposredno zaščitno funkcijo
-  Območja obdelave nad ogroženo infrastrukturo
-  Območja obdelave brez vpliva na ogroženo infrastrukturo

MODELIRANJE IN KARTIRANJE VAROVALNIH UČINKOV GOZDOV ZA ZAŠČITO PRED ŠKALNIMI PODORI TER ZEMELJSKIMI IN SNEŽNIMI PLAZOVI

Frank Perzl, Andreas Huber, Laura Saxer, Michaela Teich
Austrian Research Centre for Forests (BFW)



Določanje gozdov z zaščitno funkcijo

Gozdovi z zaščitno funkcijo ščitijo naselja in infrastrukturo pred naravnimi nevarnostmi. Prepoznavanje takšnih gozdov vključuje iskanje območij, ki lahko zmanjšajo nevarnost zaradi skalnih podorov ter zemeljskih in snežnih plazov. Za prepoznavanje in kartiranje gozdov s poudarjenim varovalnim učinkom so na voljo različni specializirani modeli.

Gozdove s poudarjeno zaščitno funkcijo, lahko prepoznamo s **prostorskim modeliranjem**.

Uporaba na manjših merilih zahteva orodja, ki lahko delujejo z omejenimi podatki in zagotavljajo zanesljivo spremljanje nevarnosti ob razpoložljivih računalniških zmogljivostih.

Empirično-topografski model masnih premikov **com4FlowPy** je bil razvit za podporo načrtovanju funkcij gozdov v Avstriji in je na voljo kot odprtokodno orodje. Omogoča povratno sledenje, s katerim lahko identificiramo območja nad ogroženo infrastrukturo, kjer lahko varovalni gozdovi ali gozdnogojitveni ukrepi zmanjšajo tveganje zaradi snežnih plazov, skalnih podorov in površinskih zemeljskih plazov.



Podpora pri odločanju

Karte varovalnih gozdov, pridobljene z modeliranjem, so dragoceno orodje za upravljanje varovalnih gozdov in obvladovanje naravnih nevarnosti. Podpirajo načrtovanje, določanje prednostnih območij in spremljanje gozdnogojitvenih in drugih ukrepov ter predstavljajo osnovo za nadaljnje analize, npr. za oceno družbeno-ekonomskega pomena varovalnih gozdov.



Primer dobre prakse

Avstrija



VLOGA ODMRLEGA LESA NA TLEH PRI ZAŠČITI PRED SNEŽNIMI PLAZOVI

Leon Bührle in Michaela Teich
Austrian Research Centre for Forests (BFW)

Ležeči odmrli les (npr. podrti drevesa po naravnih ujmah) **povečuje površinsko hrapavost, preprečuje nastanek homogenih šibkih plasti v snežni odeji in zmanjšuje verjetnost proženja snežnih plazov.**

Na podlagi študij primerov vetroloma predlagano orodje uporablja visokoločljivostne posnetke brezpilotnih letalnikov za prostorsko natančno vrednotenje varovalnih učinkov gozda ter za podporo odločanju pri gospodarjenju z gozdovi, vključno s prepoznavanjem potreb po dodatnih gozdnogojitvenih in zaščitnih ukrepih.



Modeliranje verjetnosti proženja snežnih plazov

Orodje ocenjuje verjetnost proženja snežnih plazov z upoštevanjem sprememb površinske hrapavosti ob naraščanju debeline snežne odeje, naklona pobočja in pokrovnosti krošenj.



Dejavniki, ki vplivajo na varovalni učinek

Struktura odmrlega lesa, pomlajevanje in naklon pobočja vplivajo na varovalni učinek gozda. Odmrli les običajno zagotavlja zadostno površinsko hrapavost za zmanjševanje verjetnosti pogostega proženja snežnih plazov. Pri odločanju o ohranjanju odmrlega lesa za zaščito pred snežnimi plazovi je pomembno upoštevati navedene dejavnike.



Ocena varovalnega učinka

Podatki, pridobljeni z brezpilotnimi letalniki, omogočajo objektivno oceno varovalnega učinka ležečega odmrlega lesa pri preprečevanju proženja snežnih plazov. V razmerah pogostega sneženja odmrli les na tleh praviloma zagotavlja učinkovito zaščito. Pri gospodarjenju z gozdovi je treba te zaščitne učinke skrbno usklajevati z varnostnimi vidiki in ukrepi za obvladovanje podlubnikov.



Študija primera Avstrija



REDČENJE IZBOLJŠUJE DOLGOROČNO RAST IN STABILNOST SESTOJEV PO POGOZDOVANJU ALPSKIH PAŠNIKOV

Andrew Giunta in Michaela Teich
Austrian Research Centre for Forests (BFW)

Ta študija primera preučuje, kako nadmorska višina, redčenje in drevesna sestava vplivajo na razvoj dreves v 60-letnem obdobju po pogozditvi alpskega pašnika v dolini Sellrain na Tirolskem v Avstriji.

Višina, prsni premer in rast krošnje so se z naraščajočo nadmorsko višino zmanjševali, zlasti v prvih 40 letih.

Redčenje je spodbudilo rast posameznih dreves, vendar je zmanjšalo gostoto sestoja in temeljnico. **Redno redčenje je izboljšalo stabilnost sestoja in ohranilo umrljivost dreves pod 1 %, medtem ko je v neredčenih sestojih umrljivost znašala 50 %, kar poudarja pomen redčenja za ohranjanje varovalnih gozdov.**



Primerjava

Na šestih raziskovalnih ploskvah smo merili sestojne parametre pri starosti sestoja 25, 30, 38 in 54 let. Na petih ploskvah je bilo po vsakem popisu izvedeno redčenje, ena ploskev pa je ostala kontrolna (brez redčenja). Ob vsakem popisu smo analizirali temeljnico, gostoto sestoja in HD razmerje, rast dreves pa je bila primerjana med redčenimi in neredčenimi ploskvami ter med enovrstnimi in mešanimi sestoji na različnih nadmorskih višinah.



Ključne ugotovitve

Evropski macesen (*Larix decidua*) je imel v primerjavi s cemrinom (*Pinus cembra*) večji višinski prirastek in močnejši razvoj krošnje, prsni premer obeh vrst pa je bil podoben.

V sestojih z zadostno količino vlage visoke gostote sadnje, ki povečujejo stroške, niso potrebne. **Redno redčenje povečuje stabilnost sestoja, zmanjšuje umrljivost dreves ter spodbuja debelinsko rast in razvoj krošnje.**



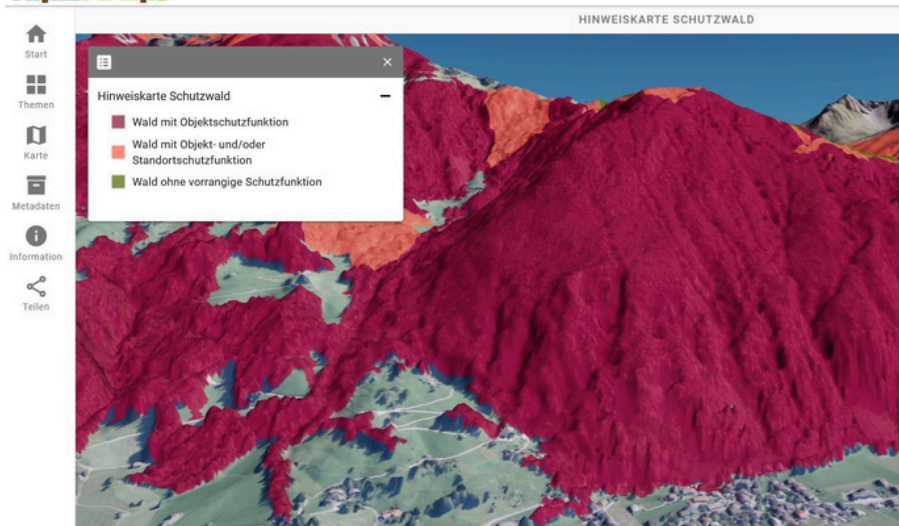
Več informacij: [Projekt BERGAUF](#)

Primer dobre prakse

Avstrija



WALDATLAS



WALDATLAS: OSREDNJA ZBIRKA GEOPODATKOV O VAROVALNIH GOZDOVIH IN NARAVNIH NEVARNOSTIH V AVSTRIJI

Alexander Starsich¹, Frank Perzl², Michaela Teich²

¹ Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Climate and Environmental Protection, Regions and Water Management (BMLUK), ² Austrian Research Centre for Forests (BFW)

Kaj je Waldatlas?

WALDATLAS je avstrijski **interaktivni digitalni prostorski informacijski sistem o gozdovih** in osrednja nacionalna platforma, ki zagotavlja kakovostne, preverjene in prosto dostopne prostorske podatke o gozdovih, naravnih nevarnostih in biotski pestrosti.

Omogoča dostop do geoprostorskih informacij o varovalnih gozdovih, kot je na primer karta gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo, ki jih zagotavlja avstrijsko Zvezno ministrstvo za kmetijstvo in gozdarstvo, podnebno in okoljsko varstvo, regije in upravljanje voda (BMLUK).



Interaktivno kartografsko orodje

WALDATLAS je spletna kartografska storitev z interaktivnim vmesnikom, ki ponuja več kot 80 zanesljivih, redno posodobljenih in kakovostno preverjenih tematskih kart.

WALDATLAS je prva avstrijska kartografska storitev, ki omogoča 3D-prikaz različnih slojev zračnih posnetkov, kar omogoča vizualizacijo terena in stanja gozdov ter drugih informacij, npr. območij nevarnosti ali gozdov s poudarjeno zaščitno funkcijo.



Geoprostorski podatki

Platforma javnosti in ključnim deležnikom nudi visokokakovostne geoprostorske podatke. Nekaterne podatkovne baze, vključno s karto varovalnih gozdov, temeljijo na modelih ali podatkih daljinskega zaznavanja in so jih potrdili regionalni gozdarski organi in organi, pristojni za obravnavo naravnih nesreč. Ti geopodatki podpirajo analize varovalnih gozdov, naravnih nevarnosti in biotske pestrosti ter dopolnjujejo poročila in publikacije BMLUK.

BFW AUSTRIAN RESEARCH CENTRE FOR FORESTS



Primer dobre prakse Švica



NaiS: ŠVICARSKE SMERNICE ZA OPTIMIZIRANO GOSPODARJENJE Z VAROVALNIMI GOZDOVI

Peter Bebi¹ in Christine Moos²

1 Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL),
2 Bern University of Applied Sciences (HAFL)

Smernice NaiS zagotavljajo celovit okvir za trajnostno gospodarjenje z varovalnimi gozdovi v Švici.

Z uporabo standardiziranih meril ocenjujejo stanje gozda, njegovo varovalno funkcijo ter potrebe po ukrepanju, kar omogoča določanje prednostnih ukrepov in učinkovito razporejanje virov za dolgoročno zaščito pred naravnimi nevarnostmi.

NaiS je pogosto uporabljeno, praktično in znanstveno utemeljeno orodje za gospodarjenje z gozdovi ter zmanjševanje tveganj zaradi naravnih nevarnosti.

Smernice NaiS so bile tudi podlaga za pripravo francoskih nacionalnih smernic za gospodarjenje z varovalnimi gozdovi ter smernic za gospodarjenje z gozdovi v dolini Aosta v Italiji.



Ocena varovalnega gozda

- **Določijo se sestoji varovalnih gozdov in naravne nevarnosti** (npr. snežni plazovi, skalni podori in površinski zemeljski plazovi).
- **Na podlagi meril NaiS in referenčnih profilov se oceni stanje gozda** s poudarkom na sestojni strukturi, drevesni sestavi, stabilnosti, pomlajevanju in rastiščnih razmerah.
- **Primerjava z merili NaiS določa potrebe po ukrepanju**, medtem ko regionalni kontrolni sistem spremlja ohranjanje oziroma izboljševanje zaščitne funkcije. Spremljanje uspešnosti poteka na za to določenih ploskvah, na katerih se izvajajo ukrepi v skladu s smernicami NaiS, njihovi učinki pa se sistematično spremljajo.

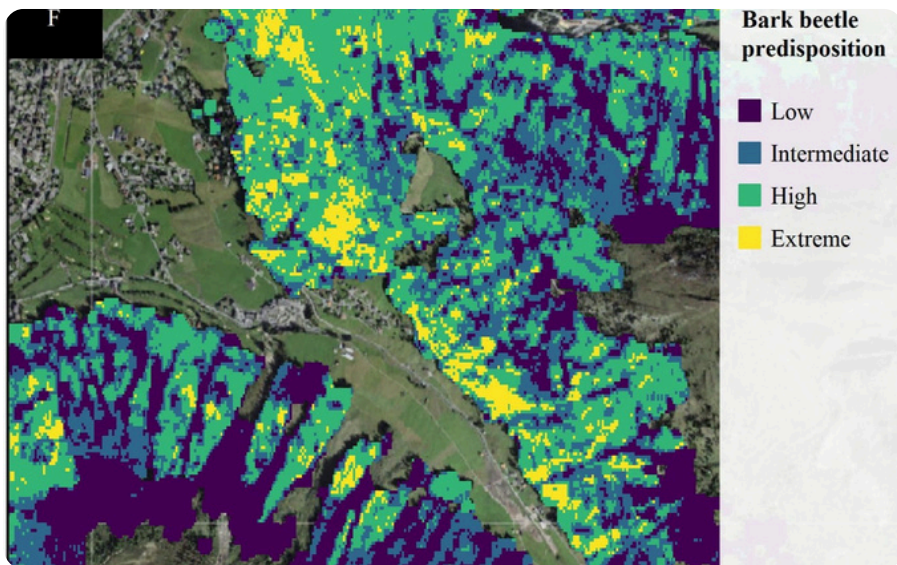


Prenos znanja iz raziskav v prakso

NaiS zagotavlja standardiziran pregled nad tem, ali varovalni gozdovi dosegajo ciljno stanje. Primerjava z referenčnimi profili omogoča prepoznavanje sestojev z zmanjšano zaščitno funkcijo in njihovo prednostno obravnavo pri ukrepanju. NaiS se nenehno nadgrajuje, vključno z orodji, prilagojenimi podnebnim spremembam, ki omogočajo oceno njihovih vplivov.

Primer dobre prakse

Švica



DOLOČANJE PREDNOSTNIH GOZDNOGOJITVENIH UKREPOV V GORSKIH SMREKOVIH GOZDOVIH

Peter Bebi, Leon Bührle, Kevin Helzel

Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL)



Izhodišče

Kadar so razpoložljiva sredstva omejena, je treba gozdnogojitvene ukrepe določiti po prednostnem vrstnem redu. Pri določanju prednostnih ukrepov se upošteva več meril, kot so ocena ranljivosti gozdov na vetrolome in napade podlubnikov, pomen ekosistemskih storitev, odpornost in sposobnost okrevanja ter tehnična in gospodarska izvedljivost posameznih ukrepov.

- **Za izdelavo kart ranljivosti gozdov** se uporabljajo visokoločljivostni podatki ALS (podatki aerolaserskega skeniranja) iz nacionalnih baz podatkov o gozdovih.
- **Prispevek k zmanjšanju tveganja**, ki ga zagotavlja varovalni gozd, se izračuna s podrobnimi simulacijami naravnih nevarnosti (snežni plazovi in skalni podori) ter z oceno tveganja z orodjem EconoMe.
- **Potencialna izguba zaščitne funkcije** v najslabših scenarijih (napadi podlubnikov in vetrolomi) je bila ocenjena z uporabo kart ranljivosti ter sprememb pri izračunanem tveganju.



Kartiranje tveganj

Strokovni model za izdelavo kart ranljivosti gozdov za vetrolome, napade podlubnikov in snegolome temelji na visokoločljivih podatkih o sestojni strukturi in rastiščnih dejavnikih. Primerjava z rezultati 140 terenskih meritev, ki so jih izvedli gozdarji, ter s podatki o dejanskih pojavih napadov podlubnikov je pokazala visoko zanesljivost izdelanih kart.



Možnosti uporabe

Metodo trenutno uporablja več švicarskih kantonov, mogoče pa jo je prenesti tudi v druge gorske regije. Podpira operativno načrtovanje, vrednotenje ukrepov gospodarjenja, modeliranje varovalnih gozdov, analizo scenarijev naravnih motenj ter vključevanje v interaktivne sisteme za podporo odločanju.



Več informacij: [MountEx.project](https://www.mountex-project.eu)



Interreg



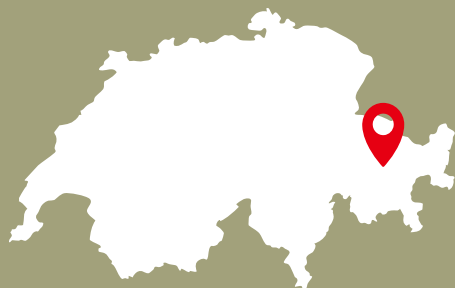
Co-funded by the European Union

Alpine Space

MOSAIC

Raziskovalno območje

Švica



VPLIV POGOZDOVANJA NA OBMOČJU ZGORNJE GOZDNE MEJE

Peter Bebi

Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL)



Pogozdovanje na območju gozdne meje

V zadnjih 50 letih so večletne študije na območju gozdne meje v Davosu v Švici izboljšale razumevanje dinamike gozdne meje ter prispevale k razvoju učinkovitih metod pogozdovanja visokogorskih varovalnih gozdov za zaščito pred naravnimi nevarnostmi.



Poskusi sadnje

Stillbergov poskus se je začel leta 1975, ko so v sistematičen vzorec posadili 92.000 dreves treh različnih drevesnih vrst. Dodatni poskusi so bili izvedeni tudi na drugih lokacijah na območju gozdne meje. Višino dreves, umrljivost in večje poškodbe so periodično beležili in analizirali. Lokacije so bile uporabljene tudi za ekološke poskuse, ki so ocenjevali vplive podnebnih sprememb na gozdno mejo.



Gljučne ugotovitve

Pogozdovanje nad gozdno mejo lahko zagotavlja trajno zaščito pred naravnimi nevarnostmi, če je prilagojeno rastiščnim razmeram, vendar dolgoročna odpornost temelji na raznolikosti drevesnih vrst in sestojne strukture. To poudarja pomen dolgoročnih študij, kot je npr. Stillbergov poskus, za učinkovito upravljanje spreminjajočih se gorskih ekosistemov.

Stillbergov poskus je omogočil skoraj **50 let pomembnih spoznanj** o dinamiki gozdne meje in pogozdovanju na visokih nadmorskih višinah.

Rast in umrljivost dreves v zgodnjih razvojnih fazah sta odvisni predvsem od temperature, mikroreliefa in snežne odeje, medtem ko na kasnejši razvoj dreves vse bolj vplivajo izpostavljenost vetru, mehanske poškodbe ter medsebojna konkurenca med drevesi.

Vpliv okoljskih dejavnikov se je med zgodnjimi razvojnimi fazami dreves bistveno spreminjal in razlikoval med vrstami, kar poudarja **pomen dolgoročnih opazovanj za razumevanje dinamike gozdne meje in načrtovanje gospodarjenja z gozdovi.**

Študija primera Švica



"HIBRIDNI PRISTOPI" KOT UČINKOVITI VAROVALNI UKREPI V ČASU PODNEBNIH SPREMEMB

Christine Moos

Bern University of Applied Sciences (HAFL)



Hibridne rešitve

Ta študija primera, izvedena v švicarskih Zahodnih Alpah, je izpostavila ekonomsko učinkovitost kombiniranja varovalnih gozdov s tehničnimi ukrepi za zaščito pred skalnimi podori. Študija je pokazala, da so hibridne rešitve učinkovita alternativa v primerih, ko sam gozd ne more zagotoviti zastavljenih ciljev varovanja.



Metode ocenjevanja

- **Izdelava prihodnjih scenarijev razvoja gozda** na podlagi modeliranja z modelom TreeMig.
- **Kvantifikacija zmanjšanja tveganja zaradi skalnih podorov** za različne scenarije razvoja gozda na podlagi 3D-simulacij skalnih podorov.
- **Analiza stroškov in koristi.**



Zaključek

Daljša sušna obdobja kot posledica podnebnih sprememb, lahko bistveno spremenijo drevesno sestavo in strukturo gozda, kar lahko začasno zmanjša njegov varovalni učinek. Raznolikost v sestojih je ključna za prilagajanje gozdov na podnebne spremembe ter za njihovo odpornost na ekstremne dogodke.

Varovalni gozdovi pogosto nadomeščajo tehnične ukrepe, vendar lahko podnebne spremembe zmanjšajo njihovo učinkovitost.

Hibridni pristopi, ki združujejo varovalne gozdove in tehnične ukrepe, kot je prikazano v primeru Chillon, **zagotavljajo učinkovito in ekonomsko izvedljivo zmanjšanje tveganja tudi ob hudih podnebnih scenarijih.**



Več informacij:

[Efficient hybrid protection](#)



Bern University of Applied Sciences
School of Agricultural, Forest
and Food Sciences HAFL

Interreg



Co-funded by
the European Union

Alpine Space

MOSAIC

Študija primera Švica



VPLIV VELIKOSTI VRZELI NA POMLAJEVANJE SVETLOLJUBNIH DREVESNIH VRST

Markus Graf¹, Jean-Jacques Thormann¹, Christine Moos¹, Petia Nikolova²
1 Bern University of Applied Sciences (HAFL), 2 Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL)



Vpliv velikosti vrzeli na pomlajevanje

Ta študija primera v Bernskih Alpah je preučevala vpliv velikosti vrzeli na gostoto pomlajevanja svetloljubnih drevesnih vrst. Študija poudarja pomen lokalnih rastiščnih razmer za pospeševanje vrstne pestrosti, zlasti v času podnebnih sprememb.



Spremljanje pomlajevanja

V tej študiji je bilo pomlajevanje proučevano na 221 ploskvah na 23 lokacijah v Bernskih Alpah; vse lokacije so bile v montanskem višinskem pasu. Gostota in višina mladja sta bili analizirani glede na velikost vrzeli, pokrovnost gozda, konkurenco pritalne vegetacije, objedanje in topografske značilnosti. Podobna metoda je bila uporabljena tudi v drugih študijah primerov v Švici.



Usklajevanje velikosti vrzeli z rastiščnimi razmerami

Čeprav lahko večje vrzeli podpirajo svetloljubne, na podnebje prilagojene drevesne vrste, je študija pokazala, da to ne velja na vseh lokacijah raziskave. Za učinkovito ukrepanje v varovalnih gozdovih je treba upoštevati različne dejavnike, kot sta prisotnost konkurenčne vegetacije in intenzivnost objedanja divjadi.

Študija je pokazala negativno ali statistično neznačilno povezavo med gostoto mladja in velikostjo vrzeli. **Število svetloljubnih drevesnih vrst se ni povečevalo z večanjem velikosti vrzeli.**

Verjetna razlaga za to ugotovitev je, da več svetlobe spodbuja rast konkurenčne pritalne vegetacije, ki na večini lokacij ovira naravno pomlajevanje dreves.

Poškodbe mladja zaradi objedanja divjadi so bile pogosto prisotne, vendar v tej študiji **niso imele statistično značilnega vpliva na pomlajevanje.**



Več informacij:
[Influence of gap size on regeneration](#)



Interreg  Co-funded by the European Union
Alpine Space

MOSAIC



Bern University of Applied Sciences
School of Agricultural, Forest and Food Sciences HAFL

5. Viri

POGLAVJE 1. UVOD

Bebi P., Seidl R., Motta R., Fuhr M., Firm D., Krumm F., Conedera M., Ginzler C., Wohlgemuth T., Kulakowski D. 2017. Changes of forest cover and disturbance regimes in the mountain forests of the Alps. *Forest Ecology and Management* 388: 43–56. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.10.028>

Brang P., Schönenberger W., Ott E., Gardner B. 2001. Forests as protection from natural hazards. In: *The forests handbook: Applying forest science for sustainable management*. Evans, J. (ed.). Oxford, Blackwell Science, 2: 53–81. <https://doi.org/10.1002/9780470757079.ch3>

Rey, F., Dupire, S., Berger, F. 2024. Forest-based solutions for reconciling natural hazard reduction with biodiversity benefits. *Nature-Based Solutions* 5. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2024.100114>

Moos C., Stritih A., Teich M., Bottero A. 2023. Mountain protective forests under threat? An in-depth review of global change impacts on their protective effect against natural hazards. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1223934>

Teich M., Accastello C., Perzl F., Berger F. 2022. Protective forests for ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR) in the alpine space. In: *Protective forests as ecosystem-based solution for disaster risk reduction (Eco-DRR)*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99505>

POGLAVJE 2. GOZDNOGOJITVENI UKREPI V VAROVALNIH GOZDOVIH

Diaci J. 2012. Varovalni gozdovi: razvojne zakonitosti, ocena tveganja, usklajevanje gojenja gozdov in tehnologij izkoriščanja. Project report. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, 26 pp.

Kajdiž P., Diaci J., Rebernik J. 2015. Modelling facilitates silvicultural decision-making for improving the mitigating effect of beech (*Fagus sylvatica* L.) dominated Alpine forest against rockfall. *Forests*, 6, 6: 2178–2198. <https://doi.org/10.3390/f6062178>

Motta, R., Haudemand, J. C. 2000. Protective forests and silvicultural stability. *Mountain Research and Development*, 20, 2: 180–187. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2000\)020\[0180:PFASS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2000)020[0180:PFASS]2.0.CO;2)

Ringenbach A., Bebi P., Bartelt P., Rigling A., Christen M., Bühler Y., Stoffel A., and Caviezel A. 2023. Shape still matters: rockfall interactions with trees and deadwood in a mountain forest uncover a new facet of rock shape dependency. *Earth Surface Dynamics*, 11: 779–801. <https://doi.org/10.5194/esurf-11-779-2023>

Spadoni G. L., Moris J. V., Kirschner J., de Miguel S., Oliveras Menor I., Passamani C., Terzuolo P., Gottero F., Le Moguédec G., Ascoli D., Motta R. 2026. Active and passive forest management: Effects on ecosystem services across protected and unprotected areas in a Southern European regional context. *Forest Ecology and Management*, 602. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.123387>

Teich M., Accastello C., Perzl F., Berger F. 2022. Protective forests for ecosystem-based disaster risk reduction (Eco-DRR) in the alpine space. In: Protective forests as ecosystem-based solution for disaster risk reduction (Eco-DRR). IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99505>

Vilhar U. 2024. Načrtovalske in gozdnogojitvene smernice ter ukrepi za gospodarjenje z gozdovi v hudourniških območjih za krepitev varovalne in zaščitne funkcije gozdov. Poročilo. Gozdarski inštitut Slovenije, 31 str.

POGLAVJE 2. GOZDNOGOJITVENI UKREPI V VAROVALNIH GOZDOVIH

KREPITEV STABILNOSTI GOZDNEGA SESTOJA

Bošela M., Konôpka B., Šebeň V., Vladovič J., Tobin B. 2014. Modelling height-to-diameter ratio as an opportunity to increase Norway spruce stand stability in the Western Carpathians. *Central European Forestry Journal*, 60, 2: 71–80. <https://doi.org/10.2478/forj-2014-0007>

Ma Y., Zhang X., Jiang R., Jiang M., Ju J. 2025. Effects of stand structural characteristics, diversity, and stability on carbon storage across different densities in natural forests: A case study in the Xiaolong Mountains, China. *Forests*, 16, 1: 71. <https://doi.org/10.3390/f16010071>

O'Hara K. L. 2006. Multiaged forest stands for protection forests: concepts and applications. *Forest Snow and Landscape Research*, 80, 1: 45–55.

Sharma R. P., Vacek Z., Vacek S., Kučera M. 2019. A nonlinear mixed-effects height-to-diameter ratio model for several tree species based on Czech National Forest Inventory data. *Forests*, 10, 1: 70. <https://doi.org/10.3390/f10010070>

Wonn H. T., O'Hara K. L. 2001. Height–diameter ratios and stability relationships for four northern Rocky Mountain tree species. *Western Journal of Applied Forestry*, 16, 2: 87–94. <https://doi.org/10.1093/wjaf/16.2.87>

Zhu J., Song L. 2021. A review of ecological mechanisms for management practices of protective forests. *Journal of Forestry Research*, 32, 2: 435–448. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01233-4>

PRILAGAJANJE DREVESNE SESTAVE PODNEBNIM RAZMERAM

Austrian Federal Forests (Österreichische Bundesforste), 2021. Protection Forest – Seven Good Reasons. Brochure. Vienna: Österreichische Bundesforste AG.

Bauerhansl C., Berger F., Dorren L., Duc P., Ginzler C., Kleemayr K., Koch V., Koukal T., Mattiuzzi M., Perzl F., Prskawetz M. 2010. Development of harmonized indicators and estimation procedures for forests with protective functions against natural hazards in the alpine space (PROALP). Institute for Environment and Sustainability, Office for Official Publications of the European Communities. <https://doi.org/10.2788/51473>

Motta, R., Haudemand, J. C. 2000. Protective forests and silvicultural stability. *Mountain Research and Development*, 20, 2: 180–187. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2000\)020\[0180:PFASS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2000)020[0180:PFASS]2.0.CO;2)

Oettel J., Lapin K. 2021. Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe. *Ecological Indicators*, 122: 107275. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107275>

POGLAVJE 2. GOZDNOGOJITVENI UKREPI V VAROVALNIH GOZDOVIH

OPTIMIZACIJA PROSTORSKE RAZPOREDITVE DREVES

Spiekermann R. I., McColl S., Fuller, I., Dymond J., Burkitt L., Smith H. G. 2021. Quantifying the influence of individual trees on slope stability at landscape scale. *Journal of Environmental Management*, 286, 112194. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112194>

Scheidl C., Heiser M., Vospernik S., Lauss E., Perzl F., Kofler A., Kleemayr K., Bettella F., Lingua E., Garbarino M., Skudnik M., Trappmann D. Berger, F. 2020. Assessing the protective role of alpine forests against rockfall at regional scale. *European Journal of Forest Research*, 139, 6: 969-980. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01299-z>

Schönenberger W., Noack A., Thee P. 2005. Effect of timber removal from windthrow slopes on the risk of snow avalanches and rockfall. *Forest ecology and management*, 213, 1-3: 197-208. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.062>

UPRAVLJANJE SESTOJNIH VRZELI

Dietze L., Lefèvre C., Davi J. P., Longdoz B., Le Dantec V., Grégoire, J. C. 2020. Windstorm-Induced Canopy Openings Accelerate Temperate Forest Adaptation to Global Warming. *Global Ecology and Biogeography*, 29, 11: 2067–2077. <https://doi.org/10.1111/geb.13177>

Marangon D., Betetto C., Wohlgemuth T., Cadez L., Alberti G., Tomelleri E., Lingua E. 2024. Impact of Salvage Logging on Short-Term Natural Regeneration in Montane Forests of the Alps after Large Windthrow Events. *Forest Ecology and Management* 567, 122085. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122085>

Schmid U., Bigler C., Frehner M., Bugmann H. 2021. Abiotic and biotic determinants of height growth of *Picea abies* regeneration in small forest gaps in the Swiss Alps. *Forest Ecology and Management*, 490, 119076. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119076>

Wohlgemuth T., Schwitter R., Bebi P., Sutter F., Brang P. 2017. Post-windthrow management in protection forests of the Swiss Alps. *European Journal of Forest Research*, 136, 5–6: 1029–1040. <https://doi.org/10.1007/s10342-017-1031-x>

NARAVNA OBNOVA GOZDOV

Čater M., Železnik P. (ur.). 2012. Forests and forestry in Slovenia. Vol. 115. Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica Publishing Centre. 120 pp.

Diaci J. 2021. Gozdna ekologija in nega: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Univerza v Ljubljani, 434 str.

POGLAVJE 2. GOZDNOGOJITVENI UKREPI V VAROVALNIH GOZDOVIH

OBNOVA GOZDOV S SADNJO IN SETVIJO

Chakraborty D., Ciceu A., Ballian D., Benito Garzón M., Bolte A., Božić G.,..., Schueler S. 2024. Assisted tree migration can preserve the European forest carbon sink under climate change. *Nature Climate Change*, 14, 8: 845–852. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02080-5>

OHRANJANJE ODMRLEGA LESA

Marcolin E., Marzano R., Vitali A., Garbarino M., Lingua E. 2019. Post-fire management impact on natural forest regeneration through altered microsite conditions. *Forests*, 10, 11: 1014. <https://doi.org/10.3390/f10111014>

Marzano R., Garbarino M., Marcolin E., Pividori M., Lingua E. 2013. Deadwood anisotropic facilitation on seedling establishment after a stand-replacing wildfire in Aosta Valley (NW Italy). *Ecological Engineering*, 51: 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.030>

Wohlgemuth T., Schwitter R., Bebi P., Sutter F., Brang P. 2017. Post-windthrow management in protection forests of the Swiss Alps. *European Journal of Forest Research*, 136, 5: 1029–1040. <https://doi.org/10.1007/s10342-017-1031-x>

POGLAVJE 3. BIOTEHNIČNI UKREPI V VAROVALNIH GOZDOVIH

Dorren L. 2022. Introduction. In: Using timber to counter natural hazards: Erosion, Landslide, Torrent, Avalanche. G. Ratsch (Ed.). Lignum technical briefing papers on timber use, 68 pp.

Dorren L., Berger F. 2012. Integrating forests in the analysis and management of rockfall risks: Experiences from research and practice in the Alps. In: Landslides and engineered slopes: Protecting society through improved understanding. Eberhardt E., Froese C., Turner A.K., Leroueil S. (eds). Taylor & Francis Group, pp 117–127.

Cej T. 2025. Sodobni tehnični ukrepi za obvladovanje erozije. Rejda, okoljske rešitve, d.o.o. (neobjavljeno).

Kunej S. 2025. Izvedba sečnje v zaščitnih gozdovih. Zavod za gozdove Slovenije (neobjavljeno).

Proierozijski ukrepi v gozdovih. Opis praktičnih primerov ukrepov, ki povečujejo erozijsko odpornost. 2025. Zavod za gozdove Slovenije (neobjavljeno).

Saražin J., Vilhar U., Papež J., Dovečar M. 2025. Katalog tehničnih rešitev, ki prispevajo k povečanju erozijske odpornosti v gozdovih. Gozdarski inštitut Slovenije.

POGLAVJE 4. PRIMERI DOBRIH PRAKS, REZULTATI RAZISKAV IN ŠTUDIJE PRIMEROV IZ DRŽAV ALPSKEGA PROSTORA

MARTELOSKOP KOT IZOBRAŽEVALNO ORODJE ZA GOSPODARJENJE Z VAROVALNIMI GOZDOVI

European Forest Institute (EFI) 2020. iPLUS documentation. <http://iplus.efi.int/documentation.html> (10. sep. 2025)

PRENOS RAZISKAV V PRAKSO: INTEGRACIJSKI FORUMI ZA UČINKOVITO UPRAVLJANJE NARAVNIH NEVARNOSTI

Böcher M., Krott M. 2016. Science makes the world go round: Successful scientific knowledge transfer for the environment. Cham, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-34079-1>

Kirchner M., Krott M. 2022. Making science-based natural hazard risk management work within power networks: From co-production models of knowledge transfer to the Research–Integration–Utilisation (RIU) model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 76: 103362. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103362>

SLOVENIJA

Z NARAVNO OBNOVO PO UJMAH DO BOLJ ODPORNIH GOZDOV

Raziskovalno območje: Jelovica Slovenija

Bončina Ž., Klopčič M., Poljanec A. 2018. Natural regeneration after a windstorm in pure secondary Norway spruce forests in the Alps: Is European beech coming home? In: Proceedings of the 11th International Beech Symposium, Book of Abstracts, Slovenia Forest Service & University of Ljubljana. https://alfredodifilippo.com/wp-content/uploads/2019/03/iufrobeech2018_proof.pdf (23. jan. 2026).

Poljanec A., Trifković V., Bončina A., Sever K., Nève Repe A., Klopčič M. 2025. Dynamics of natural regeneration following the 2006 windstorm in the mountain forests of the Slovenian Alps. In: Proceedings of the IMC – International Mountain Conference. Innsbruck, Austria.

SONARAVNI UKREPI ZA ZAGOTAVLJANJE ZAŠČITNE FUNKCIJE GOZDOV

Kunej S. 2025. Terenski obisk varovalnega gozda v Soteski. Bohinjska Bistrica, Zavod za gozdove Slovenije (ustni vir, maj 2025).

INOVATIVNI PRISTOPI OBNOVE GOZDOV NA POŽARIŠČIH

Raziskava na območju Krasa, Slovenija

22 Med. 2024. After the forest fires: How to make the new trees more resistant? <https://www.22-med.com/en/after-the-forest-fires-how-to-make-the-new-trees-more-resistant/> (10.sep.2025)

POGLAVJE 4. PRIMERI DOBRIH PRAKS, REZULTATI RAZISKAV IN ŠTUDIJE PRIMEROV IZ DRŽAV ALPSKEGA PROSTORA

Advexure 2025. Reforestation by air: How seed-planting drones are restoring forests. Los Angeles, Advexure. <https://advexure.com/blogs/news/reforestation-by-air-how-seed-planting-drones-are-restoring-forests> (10.sep.2025)

Projekt O2. 2025. Predstavitev projekta O2 in setve z uporabo dronov in semenskih kroglic. Mosaic sestane, Bohinjska Bistrica. (neobjavljeno)

Rantaša B. 2024. Poskus povečanja uspešnosti obnove gozdov na Goriškem Krasu po požaru z uporabo zadrževalnikov vode in mikorize. (neobjavljeno)

INTERCEPCIJA SNEŽNIH PADAVIN V SMREKOVIH SESTOJIH

Mencin N. 2023. Intercepcija snežnih padavin glede na razvojno fazo smrekovih sestojev na Pokljuki. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, 46 str.

ITALIJA

OHRANJANJE ODMRLEGA LESA PRI OBNOVI GOZDOV

Lingua E., Marques G., Marchi N., Garbarino M., Marangon D., Tacaliti F., Marzano R. 2023. Post-fire restoration and deadwood management: Microsite dynamics and their impact on natural regeneration. *Forests*, 14, 9: 1820. <https://doi.org/10.3390/f14091820>

DELNA SANITARNA SEČNJA TER RAVNANJE Z ODMRLIM LESOM

Leverkus A.B., Rey Benayas J.M., Castro J., Boucher D., Brewer S., Collins B.M., Gustafsson L. 2018. Salvage logging effects on regulating and supporting ecosystem services—A systematic map. *Canadian Journal of Forest Research*, 48, 9: 983–1000. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0114>

SAJENJE V JEDRIH IN EKOLOŠKO MODELIRANJE KOT PODPORA NARAVNI OBNOVI GOZDA

Mantero G., Anselmetto N., Morresi D., Meloni F., Bolzon P., Lingua E., Marzano R. 2024. Modeling post-fire regeneration patterns under different restoration scenarios to improve forest recovery in degraded ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 551: 121520. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121520>

POGLAVJE 4. PRIMERI DOBRIH PRAKS, REZULTATI RAZISKAV IN ŠTUDIJE PRIMEROV IZ DRŽAV ALPSKEGA PROSTORA

AVSTRIJA

MODELIRANJE IN KARTIRANJE VAROVALNIH UČINKOV GOZDOV ZA ZAŠČITO PRED SKALNIMI PODORI TER ZEMELJSKIMI IN SNEŽNIMI PLAZOVI

D'Amboise C.J.L., Teich M., Hormes A., Steger S., Berger F. 2021. Modeling protective forests for gravitational natural hazards and how it relates to risk-based decision support tools. In: Protective forests as ecosystem-based solution for disaster risk reduction (Eco-DRR). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99510>

Huber A., Perzl F., Fromm R., Fischer J.-Th., Klebinder K., Sotier B. 2013. Development of a simple raster-based model for gravitational mass movement processes applied to the regional assessment of forest stands with direct protective functionality. In: International Snow Science Workshop 2013 Grenoble – Chamonix Mont-Blanc, Proceedings, pp. 697–703.

Perzl F., Bono A., Garbarino M., Motta R. 2021. Protective effects of forests against natural hazards. In: Protective forests as ecosystem-based solution for disaster risk reduction (Eco-DRR). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99506>

Perzl F., Starsich A. 2024. The first Austrian indication map of protective forests showing their object-protective function cartographically. In: INTERPRAEVENT 2024 Conference Proceedings, pp. 711–715. International Research Society INTERPRAEVENT, Klagenfurt, Austria.

Sinabell F., Reschenhofer P., Freudenschuß A. 2024. Towards an assessment of the economic benefits of protective forest. In: INTERPRAEVENT 2024 Conference Proceedings, pp. 220–223. International Research Society INTERPRAEVENT, Klagenfurt, Austria.

VLOGA LEŽEČEGA ODMRLEGA LESA PRI ZAŠČITI PRED SNEŽNIMI PLAZOVI

Baggio T., Brožová N., Bast A., Bebi P., D'Agostino V. 2022. Novel indices for snow avalanche protection assessment and monitoring of wind-disturbed forests. *Ecological Engineering*, 181: 106677. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106677>

BAFU 2008. Sturmschaden-Handbuch: Vollzugshilfe für die Bewältigung von Sturmschadenereignissen von nationaler Bedeutung im Wald. Bundesamt für Umwelt (BAFU).

REDČENJE IZBOLJŠUJE RAST IN STABILNOST SESTOJEV PO OBNOVI ALPSKIH PAŠNIKOV

Kronfuss H. 1997. Das Klima einer Hochlagenaufforstung in der subalpinen Höhenstufe – Haggen im Sellraintal bei St. Sigmund, Tirol (Periode 1975–1994). FBVA-Berichte.

POGLAVJE 4. PRIMERI DOBRIH PRAKS, REZULTATI RAZISKAV IN ŠTUDIJE PRIMEROV IZ DRŽAV ALPSKEGA PROSTORA

Kronfuss H., Havranek W.M. 1999. Effects of elevation and wind on the growth of *Pinus cembra* L. in a subalpine afforestation. *Phyton*, 39, 4: 99–106.

Markart G. 2000. Zum Wasserhaushalt von Hochlagenaufforstung – am Beispiel der Aufforstung von Haggen bei St. Sigmund im Sellrain. Bericht der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, Nr. 117.

Giunta, A., Teich, M., Ledermann, T., Meier, R., Suntinger, N., Markart, G., Schindlbacher, A. 2026. Long-term forest development following afforestation of an alpine pasture and repeated thinning in the Central European Alps. *New Forests* 57: 41. <https://doi.org/10.1007/s11056-026-10172-7>

WALDATLAS: OSREDNJA ZBIRKA GEOPODATKOV O VAROVALNIH GOZDOVIH IN NARAVNIH NEVARNOSTIH V AVSTRIJI

Perzl F., Starsich A. 2024. The first Austrian indication map of protective forests showing their object-protective function cartographically. In: INTERPRAEVENT 2024 Conference Proceedings, pp. 711–715. International Research Society INTERPRAEVENT, Klagenfurt, Austria.

Starsich A., Oswald V. 2024. WALDATLAS – The geodata platform for the forest, natural hazards and biodiversity. In INTERPRAEVENT 2024 Conference Proceedings, pp. 228–231. International Research Society INTERPRAEVENT, Klagenfurt, Austria.

ŠVICA

NaiS: ŠVICARSKE SMERNICE ZA OPTIMIZIRANO GOSPODARJENJE Z VAROVALNIMI GOZDOVI

Frehner M., Stoffel M., Stoffel L. 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald NaiS: Vollzugshilfe für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt (BAFU).

DOLOČANJE PREDNOSTNIH GOZDNOGOJITVENIH UKREPOV V GORSKIH SMREKOVIH GOZDOVIH

Bast A., Hobi M.L., Ginzler C., Piermattei L., Fischer C., Nikolova P.S., Graf F. 2025. An approach to detect and map forest canopy layers in Swiss mountain forests using nationwide airborne laser scanning data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 145: 104986. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2025.104986>

Bebi P., Schweier J. (Eds.) 2023. Aus Störungen und Extremereignissen im Wald lernen. In: WSL Berichte, 144. Forum für Wissen 2023. <https://doi.org/10.55419/wsl:35217>

Bont L., Blattert C., Schweier J., Bührlé L., Helzel K., Bebi P., Nikolova P.S. 2023. Mountain spruce forests as hotspots for extremes: Optimal allocation of the limited resources of a forest enterprise. In: WSL Berichte, 144. Forum für Wissen 2023. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.

POGLAVJE 4. PRIMERI DOBRIH PRAKS, REZULTATI RAZISKAV IN ŠTUDIJE PRIMEROV IZ DRŽAV ALPSKEGA PROSTORA

Bont L.G., Blatter C., Rath L., Schweier J. 2024. Automatic detection of forest management units to optimally coordinate planning and operations in forest enterprises. *Journal of Environmental Management*, 372: 123276. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123276>

Bottero A., Bühle L., Banzer T., Helzel K., Bast A., Hobi M., Bebi P. 2023. Störungsanfälligkeitskarten zur Priorisierung der Waldbewirtschaftung. *Bündnerwald*, 76, 4: 46–49.

Hobi M., Brandes T., Bebi P., Helzel K., Bottero A., Bühle L., Schweier J. 2025. Bewirtschaftung von fichtendominierten Gebirgswäldern im Kontext extremer Störungen. In: *WSL Berichte*, 164. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.

VPLIV POGOZDOVANJA NA OBMOČJU ZGORNJE GOZDNE MEJE

Lechler L., Rixen C., Bebi P., Bavay M., Marty M., Barbeito I., Frei E.R. 2024. Five decades of ecological and meteorological data enhance the mechanistic understanding of global change impacts on the treeline ecotone in the European Alps. *Agricultural and Forest Meteorology*, 355: 110126. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.110126>

Piazza N., Bottero A., Gaume J., Vacchiano G., Marcer M., Bebi P. 2025. Growing trees decrease the frequency of avalanche release in an alpine afforestation in the Swiss Alps. *Cold Regions Science and Technology*, 239: 104612. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2025.104612>

"HIBRIDNI PRISTOPI" KOT UČINKOVITI VAROVALNI UKREPI V ČASU PODNEBNIH SPREMEMB

Moos C., Bebi P., Bottero A. Submitted. Combining modeling and expert-based evaluation to assess climate change impacts on the protective service of forests. Manuscript submitted for publication.

Moos C., Bebi P., Bottero A. 2024. Kombination von Schutzwald und technischen Schutzbauten: Zunehmende Bedeutung von "hybriden Ansätzen" im Klimawandel. *FAN Agenda*, 2/2024. <https://doi.org/10.24451/dspace/11508>

VPLIV VELIKOSTI VRZELI NA POMLAJEVANJE SVETLOLJUBNIH DREVESNIH VRST

Graf M. 2024. Analyse der Verjüngung in Schutzwaldschlägen im Berner Oberland. MSc Thesis, Bern University of Applied Sciences.

MOSAIC

Upravljanje varovalnih gozdov pod
vplivom vzajemnega delovanja
podnebno pogojenih dogodkov

<https://www.alpine-space.eu/project/mosaic/>
<https://alpineresilience.org/>