

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/29



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L4-4091
<b>Naslov projekta</b>	Ekološka sanacija naravnih ujm v gozdovih
<b>Vodja projekta</b>	11253 Jurij Diaci
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	7158
<b>Cenovni razred</b>	
<b>Trajanje projekta</b>	07.2011 - 06.2014
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	106 Institut "Jožef Stefan" 404 Gozdarski inštitut Slovenije 618 Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti
<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>	13.04 Kmetijske vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	4 Kmetijske vede 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

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

SLO

V svetu se v zadnjih desetletjih povečujeta jakost in pogostost skrajnostnih vremenskih pojavov. Hkrati so gozdovi zaradi spremenjene zgradbe, onesnaženja okolja, opuščanja nege in staranja vse

manj odporni na naravne ujme, npr. vetrolome, požare in kalamitet žuželk. V Sloveniji in Evropi že več kot tretjino poseka predstavljajo sanitarne sečnje, pretežno na račun naravnih ujm. Razmere se bodo v prihodnosti zaostrovale zaradi opuščanja gospodarjenja z gozdovi in podnebnih sprememb. Da bi preprečili naraščanje ekološke in gospodarske škode v gozdovih je potrebno ukrepanje na področjih:

(1) preprečevanja ujm, na primer zaznavanje območij gozdov z velikim tveganjem za nastanek ujm in izvajanje preventivne nege; (2) izboljšanja načinov sanacij gozdov po ujmah ter (3) učinkovitega odločanja o ukrepanju po ujmah. Sanacija je povezana z velikimi tveganji za premoženje in ljudi ter izrednimi stroški, zato mora biti ravnanje skrajno racionalno. V Sloveniji je raziskav na to temo izjemno malo, večina tujih raziskav pa obravnava ranljivost in sanacijo enodobnih nasadov iglavcev. Izvirnost raziskave je v celostnem zajemu problema ujm od ovrednotenja obsega do ugotavljanja najbolj primerne načine sanacije. S tem smo značilno prispevali k razvoju sonaravnega gospodarjenja z gozdovi v Evropi. V projektu smo ovrednotili pojavljanje, obseg in prostorske razsežnosti naravnih motenj, kjer smo ugotovili, da so glavni vzroki sanitarnega poseka podlubniki (34% sanitarnega poseka), veter (14%), sneg (10%), žled (8%) in požari (0,2%). V drugem sklopu projekta smo ovrednotili različne načine sanacije po požaru na Krasu in ujmah v mešanih bukovih gozdovih, kjer smo ugotovili da strojna sečnja ni najboljša rešitev in je prepustitev naravni obnovi brez ukrepanja lahko boljša alternativa, medtem ko primerjava obnove po motnjah srednjih jakosti v bukovih gozdovih ni pokazala bistvenih razlik med saniranimi in nesaniranimi površinami. V sklopu 3 smo preučili različne načine obnove po ujmah – setev, saditev in naravno obnovo – in ugotovili, da je setev z minimalno pripravo tal dobra in cenovno ugodna rešitev v primerjavi s saditvijo. Na številnih površinah pa ni bila potrebna umetna obnova, saj je bilo naravno pomlajevanje zadostno. Rezultati omogočajo izboljšano upravljanje ob ujmah (državna administracija) in zmanjšanje stroškov za umetno obnovo. Večkriterialen model ukrepanja po ujmah, ki smo ga izdelali v sklopu 4, nam je v oporo, ko se odločamo o najbolj primernem načinu sanacije po ujmi. Model ForestMAS pa omogoča simulacijo sekundarne sukcesije oz. zaraščanja po sečnjah, zaraščanju pašnikov ali po ujmah. Izsledke projekta smo vključili v učni načrt Oddelka za gozdarstvo, soorganizirali posvet na temo sanacije ujm v gozdovih, vključili številne diplomante (17) in doktorskega študenta. Objavili smo številne strokovne in znanstvene članke, sodelovali na izobraževanju na temo sanacije ujm v Nemčiji in predstavili načine sanacije gozdarskim strokovnjakom in lastnikom gozdov na delavnicah.

ANG

The strength and frequency of extreme weather events has been increasing in recent decades. At the same time forests are becoming less resistant to natural disturbances due to changes in forest structure and composition, environmental pollution, decreased tending, and ageing of forests. More than a third of the annual cut in Europe and Slovenia is for sanitary reasons, mainly due to natural disturbances. In the future, neglected tending and climate change will almost certainly result in more problems. To lessen the impacts on ecological and economical functions of forests, it is necessary to act in the areas of: 1) disturbance prevention (e.g. disturbance risk mapping and tending measures for stability); 2) Improvement of post disturbance forest restoration; and 3) effective decision making after disturbance events. Restoration is associated with risks to property and people, and significant costs, so that all actions have to be optimized. In Slovenia research in this area is limited and most of the foreign literature focuses on restoration of coniferous plantations. The originality of the proposed project is the integral approach of the problem from detecting the disturbances down to defining the most appropriate restoration techniques. Therefore, our results have significantly contributed to the development of close-to-nature forestry in Europe. We have evaluated the spatial extent and type of disturbances where main drivers of

sanitary logging are bark beetles (34% of sanitary cut), wind (14%) snow (10%) and sleet (8%). In second WP we evaluated different approaches of restoration after forest fires on Kras where we concluded that salvage logging with harvesters is not suitable and that natural restoration without intervention is preferable option. Comparison of salvage logging treatment and no intervention in mixed beech forest showed no major differences on forest restoration. In WP 3 we assessed different restoration techniques after disturbances, i.e. planting, direct seeding and natural regeneration. The results show that direct seeding with minimal site preparation gives good results and it has some advantages compared to planting. On several sites planting was not necessary since natural regeneration was sufficient. These results enable improvement of management after disturbances and reducing costs for artificial regeneration. Multicriteria decision support model developed in WP 4 helps us to select optimal restoration technique after disturbance. ForestMAS model simulates the secondary succession after planned harvesting or disturbances. The results were implemented in curriculum on Dpt. of Forestry; we organized Conference on forest restoration after disturbances, several students (17) and a PhD student were involved in the Project. We published several professional and scientific papers, collaborated on restoration training in Germany and presented the possible restoration techniques for forest practitioners and owners during workshops.

### 3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>2</sup>

Sklop 1A. Izdelali smo analizo pojavljanja, obsega in prostorske razširjenosti različnih naravnih motenj. Med preučevanimi vzroki sanitarnega poseka so prevladovali insekti, predvsem podlubniki (34 % sanitarnega poseka), sledili pa so veter (14 %), sneg (10 %), žled (8 %) in požari (0,2 %); kar 33 % celotnega sanitarnega poseka je bilo izvedenega zaradi drugih vzrokov (bolezni in glive, poškodbe drevja, emisije, divjad, plazovi in usadi, odmirajoče drevje zaradi neznanih vzrokov). Med drevesnimi vrstami je v sanitarnem poseku prevladovala smreka, sledila sta ji jelka in bukev. Na ravni Slovenije smo izdelali prostorske prikaze (karte) sanitarnega poseka po vrstah poseka za obdobje 1995-2012.

Sklop 2A. Primerjava različnih načinov sanacije po požaru na Krasu. V okviru tega sklopa smo izvedli pedološke (talne) analize, popis vegetacije in pomlajevanja. Od štirih načinov sanacije je bilo pomlajevanje najslabše na ploskvah klasične sečnje in setve, vendar ima tu največji vpliv na uspešnost skrajnostno rastišče (velik naklon, zelo plitva tla, velika skalovitost) in ne način dela. Strojna sečnja je bolj pomlajena z višjim mladjem, kjer posebej izstopa robinija. Ker je višja robinija dobro zastopana tudi v nepoškodovanem sestoju, ti pa so geografsko blizu strojni sečnji, je bila robinija verjetno razvita v sestoju že pred požarom in je lahko po požaru močno vegetativno odgnala. Vlažnost v tleh je bila najvišja v stratumih brez ukrepov in nepoškodovan sestoj. Tu so bila tla zaščitena pred izhlapevanjem, poleg tega je ostal neokrnjen organski horizont. Razlike med načini dela so majhne, vendar je pri površinah, ki so bile sanirane potrebno upoštevati tudi izpeljano setev. Domnevamo, da je način dela brez ukrepov boljši od strojne sečnje zaradi večjega zastiranja drevesnih vrst, še posebej hrastov, večjih gostot nizkega mladja, boljših vlažnostnih razmer in manjšega zastiranja konkurenčno močnih robidnic. Močni začetni rasti robinije je sledil močan upad vitalnosti.

Sklop 2B. Vpliv sanitarnih sečenj na naravno obnovo gozda po motnjah srednjih jakosti v bukovih gozdovih. Proučili smo vpliv sanitarne sečnje po ujmah srednje jakosti na obnovo gozda na 8. objektih v bukovih gozdovih. Raziskovalni objekti so bili delno sanirani (sečnja in spravilo) in delno brez ukrepanja. Ugotovili smo, da med načinoma ni razlik v gostoti mladja, medtem ko je pestrosti rastlinskih vrst in delež svetloлюбnih vrst nekoliko večja na saniranih delih. Razlog za pomanjkanje razlik so nizke jakosti motenj in sanacije (ni bilo gradenj novih vlak in cest), ki niso povzročile znatnih poškodb tal in obstoječega mladja. Drugi razlog za nizko stopnjo razlik so lahko tudi rastiščne razmere, saj je bilo zahtevno najti poškodovane površine, kjer je del površine bil saniran, del pa prepuščen naravni obnovi. Zato lahko že manjše razlike v naklonu, ekspoziciji in talnih razmerah zameglijo razlike med načinoma sanacije in so mogoče celo bolj pomembne kot sam način sanacije. Nakazano je, da odstranjevanje odmrle (oz. poškodovane) lesne mase, ki je ovira za pomladek, v kombinaciji z manj kompeticije višjega pomladka, omogoča osnovanje in vrst večjega števila drevesnih vrst

na saniranih površinah. Vendar je večja gostota pomladka višjih višinskih razredov na nesaniranih površinah pomembna, saj bodo to drevesa, ki bodo tvorila naslednjo streho sestoj in zasenčila številna drevesa nižjega pomladka. Presenetljivo nizek je bil delež objedenih dreves, saj so številne prisotne vrste kot npr. javorji, jeseni in brest, pri divjadi v prehrani zelo zaželene vrste. Na saniranih delih površine je bila objedenost nekoliko večja, saj odsotnost odmrlega drevja omogoča lažji dostop divjadi.

Sklop 3A. Primerjava setve in naravne obnove po ujmah. Izvedli smo 2 manjši raziskavi (okolica Kamnika in Jelovica), kjer smo ugotovili, da tudi setev daje zadovoljive rezultate pri sanaciji. Setev je še zlasti uspešna ob pripravi tal, saj tako odstranimo pritalno vegetacijo in razgolimo tla, kar omogoči uspešnejšo nasemenitev posejanega semena. Zastiranje pritalne vegetacije se je izkazalo kot pomemben dejavnik uspešnosti nasemenitve, saj je zastrtost vegetacije v obratnem sorazmerju z gostoto pomladka. Uspešnost nasemenitve vrst, ki jih ni bilo v mešanici semena, je bila odvisna od razdalje do najbližjih semenskih dreves. Statistična analiza je pokazala, da je gostota nasemenitve v negativni povezavi z oddaljenostjo ploskvic od semenjakov bora in macesna. Setev je zelo dobra alternativa saditvi, ki jo je potrebno uveljaviti tudi v praksi. Tudi na primeru Jelovice, kjer gre za precej ekstremna rastišča (kratka vegetacijska doba, zelo skalovito, plitva tla) in uporabo minimalne priprave tal pred setvijo, smo dobili zadostne gostote pomladka. Glavna prednost setve pred saditvijo je bistveno nižja cena. Ob uporabi setve je potrebna minimalna priprava tal, ki pa ni potrebna na celotni površini, ampak je usmerjena na izbrana mesta (višje ležeči predeli, ob panjih), kjer z motiko prekopljemo tla in posejemo tako pripravljeno površino. Po nekaj letih je potrebno označiti nekaj 100 kvalitetnih drevesc na ha in jih obžeti.

Sklop 3B. Primerjava saditve in naravne obnove. Primerjavo smo izvedli na 3 objektih (Bohor, Trnovski gozd in Črnivec), ki jih prizadel vetrolom l. 2008. Na vseh treh objektih je bila gostota naravnega mladja (brez sadik) višja (od 30-300%) na ploskvah z naravno obnovo v primerjavi s ploskvami, kjer je bila opravljena saditev. Razlog za veliko razliko je tudi odločitev za saditev na površinah, kjer se je pričakovalo da bo naravno pomlajevanje pomanjkljivo. Število naravno nasemenjenih drevesc na umetno obnovljenih površinah je bilo nekoliko nižje tudi zaradi poškodb in izsekovanja pri pripravi površine za sadnjo in nadaljnjih obžetvah). Saditev je smiselna na bogatejših rastiščih, kjer lahko po ujmi pričakujemo bujno razrast pritalne vegetacije, ki bo ovirala razvoj naravnega pomladka. Na tak način prehitimo pritalno vegetacijo, ki lahko sicer zavre pomlajevanje drevesnih vrst tudi za več desetletij. Sadike smreke v primerjavi z naravnim pomladkom priraščajo hitreje, medtem ko so sadike listavcev (gorski javor in bukev) slabe vitalnosti in slabo priraščajo. Listavci prav tako zahtevajo več vzdrževanja (tulci in količki), saj jih sicer poleže sneg, zato v večini primerov saditev gorskega javorja ni smotrni ukrep. Sredstva porabljena za umetno obnovo bi bilo bolj smiselno porabiti za označevanje dominantnih osebkov naravnega mladja in njihovo nego (obžetev).

Sklop 3C. Naravna obnova v in izven ograj po sanitarni sečnji žarišč podlubnikov. Raziskali smo pomlajevanje v ograjah in izven njih po sanitarni sečnji žarišč lubadarja v okolici Kočevja iz let 2003-2005, pri čemer so bile meritve izvedene v l. 2005 in 2013. Rezultati kažejo na zadostno pomlajevanje. Pomladek smreke je najštevilčnejši ob gozdnem robu, medtem ko so se v sredinah vrzeli uspešno naselili pionirji in vrste katerih seme raznaša veter (t.i. anemohorne vrste). Na grebenih med vrtačami pa je bilo značilno več vrst, katerih seme prenašajo živali (t.i. zoohorne vrste). Gostota dreves v pomladku se je od leta 2005 zmanjšala za 25 %. Ograje so se pokazale kot pomemben dejavnik pri pomlajevanju listavcev, saj je bila v bil v ograjah zastornosti, gostota in višina dreves višja kot zunaj ograj. Gradacija lubadarja je torej pospešila premeno smrekovih monokultur v smer bolj naravnih, listnatih sestojev, vendar je pri tem glavni omejujoč dejavnik močno objedanje listavcev. Ograje niso dolgoročna rešitev reševanja močnega objedanja, zato je smiselno povečati odstrel divjadi (srnjad in jelenjad), katere populacije so v tem delu Slovenije izrazito previsoke. Pri obnovi teh površin se je kot pomemben dejavnik izkazalo staro mladje (ki je bilo razvito tu pred gradacijo in sanitarno sečnjo) in poškodovana odrasla drevesa, ki služijo kot zavetje in mesto, kjer se zadržujejo ptiči in na tak način širijo seme zoohornih vrst.

Sklop 3D. Izvedli smo ponovne meritve na stalnih vzorčnih ploskvah na t.i. Mozirski Požganiji, kjer se je l. 1950 zgodil požar. V analizi smo proučili spremembe v vrstni sestavi, razporeditvijo

dreves, gostoti in priraščanju dreves v opazovanem obdobju 1981 – 2013. Tako dolgo obdobje je izjemna redkost v raziskavah sukcesije po ujmah, zato ima raziskava izjemno velik raziskovalni pomen. Rezultati kažejo, da je preživetje močno odvisno od gostote dreves, višine, globine krošnje in drevesne vrste. Pionirske drevesne vrste so se izkazale kot bolj kratkožive in manj konkurenčne kot npr. smreka, ki je že po požaru prevladala na močno poškodovanih površinah in še je še danes glavna drevesna vrsta v tem gozdu.

Sklop 4A. Večkriterialni model ukrepanja po ujmah. Rezultat tega sklopa je model, ki nam je v oporo pri odločanju o načinu sanacije. Metodološki pristop omogoča analizo trenutnega stanja in napovedovanje stanja obravnavanega področja v primeru realizacije različnih scenarijev predlaganih ukrepov. Model je mogoče uporabiti na področjih, ki so že prizadeta z vetrolomi, kot tudi na neprizadetih področjih. Strukturo modela gradijo štirje vsebinsko povezani sklopi, ki vrednotijo stanje sestoja, rastišča, okolja in optimalnega tehnološkega ukrepa, glede na stanje sestoja, rastišča in okolja. Vsak sklop je vsebinsko razdelan na nižje hierarhične nivoje. Kljub kompleksnosti modela, je število potrebnih vhodnih podatkov majhno (24).

Sklop 4B. Model zaraščanja (sukcesije). V sklopu projekta smo s sodelavci Fakultete za računalništvo in informatiko v Mariboru razvili model ForestMAS – model za simulacijo sekundarne sukcesije na ravni drevesa, ki temelji na Ellenbergovih indikatorskih vrednostih. Model temelji na Ellenbergovih indikatorskih vrednostih, ki opisujejo potrebe po hranilih, vlagi in toploti za vsako drevesno vrsto. Ekološke in reliefne značilnosti pa so vključene preko digitalnega modela reliefa obravnavanega območja, osončenosti ter količine padavin in stekanje vode. Vhodni podatek je tudi tip in globina tal. Model vključuje tudi kompeticijo med posameznimi drevesi in sicer tako, da pri prekrivanju krošenj dveh dreves, primerja vitalnost in višino sosednjih dreves in tako odloča o mortaliteti posameznega drevesa. Ko se drevo razvije v odrasli osebek, prične semeniti, iz semena pa nastaja nov pmladek, ki spet tekmuje za hranila in svetlobo. Model omogoča tudi 3D vizualizacijo v času zaraščanja. Model je bil preverjen na območju Mozirske Požganije in je primeren za simulacijo zaraščanja (sukcesije) po naravnih ujmah, pri zaraščanju kmetijskih površin ali golosekih.

Sklop 5. Izsledke raziskav smo vključili v učni načrt predavanj in terenskega pouka na Oddelku za gozdarstvo. V letu 2012 smo soorganizirali posvet na Gozdarskem inštitutu na temo sanacij ujm, kjer smo tudi predstavili dva referata. Izdelani model ForestMAS, omogoča simulacijo zaraščanja površin po ujmah, golosekih ali pri naravnem zaraščanju z gozdom. Večkriterialni model ukrepanja pa je zaradi majhnega števila vhodnih podatkov tudi v praksi uporaben za podporo pri odločanju o načinu sanacije po ujmi. V raziskovalno delo projekta smo vključili številne diplomske naloge (17) in doktorat mladega raziskovalca. Rezultati so bili posredno predstavljeni splošni javnosti preko intervjujev in izjav medijem po žledolomu 2014. Sodelovali smo na izobraževalnem dnevu sanacije po žledolomu v Idriji in se udeležili izobraževanja na temo sanacije ujm v Nemčiji. Načine sanacij smo predstavili lastnikom gozdov v okviru okrogle mize na kmetijski sejm AGRA v Gornji Radgoni.

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

Vse ključne cilje po posameznih projektih sklopih smo dosegli. V sklopu 1 smo izdelali analizo pojavljanja, obsega in prostorske razširjenosti različnih naravnih motenj. V sklopu 2 smo izpeljali primerjavo različnih načinov sanacije po požaru na Krasu, proučili vpliv sanitarnih sečenj na naravno obnovo gozda po motnjah srednjih jakosti in primerjali setev in naravno obnovo po ujmah. V sklopu 3 smo v več izbranih regijah primerjali saditev in naravno obnovo, proučili vpliv ograj na naravno obnovo in proučili naraven sukcesijski razvoj vegetacije 65 let po velikem požaru v Alpah. V sklopu 4 smo razvili dva računalniško podprta modela, prvega za podporo odločanju in drugega za simulacijo sukcesijskega razvoja. V sklopu 5 smo izpeljali vse predvidene prenose znanja, vključno z diplomskimi in magistrskimi deli, vključitvijo izsledkov raziskav v učni načrt predavanj in terenskega pouka na Oddelku za gozdarstvo. V letu 2012 smo soorganizirali posvet na Gozdarskem inštitutu na temo sanacij ujm, kjer smo predstavili dva referata. V sklopu 1 zaradi objektivnih razlogov (pomanjkanje primernih objektov raziskav) nismo uspeli izpeljati podsklopa B. Dodatno smo uspeli izpeljati številne druge raziskave, ki presegajo

obseg raziskav predviden v programu, na primer v sklopu 3 smo opravili raziskave naravne obnove v in izven ograj po sanitarni sečnji in gradacijah podlubnikov (3C) in proučili razvoja gozda po požaru na Mozirski Požganiji (3D). V sklopu 4 smo s kolegi iz Mariborske Fakultete za računalništvo sodelovali pri izdelavi modela sekundarne sukcesije ForestMAS (4B).

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>4</sup>

Sklopa 1B (Analiza majhnih in srednje velikih motenj v Sloveniji) nismo izpeljali zaradi objektivnih razlogov. Nadomestili smo ga z več dodatnimi raziskavami v sklopih 2, 3 in 4. Za sklop 1B smo sicer pripravili podroben pregled literature, razvili metodo, in si ogledali več sestojev na Jelovici in Jelendolu, kjer se vsakoletno pojavljajo vetrolomi na večjih površinah. Izpeljali smo tudi poskusna snemanja v Jelendolu. Po terenskih ogledih smo ugotovili, da so vsakoletne poškodbe sestojev (vetrolomi) posledica neprilagojenega gospodarjenja, predvsem ostrih gozdnih robov pri izpeljavi robnih sečenj. Uporaba primerne, npr. skupinsko prebiralnega gojenja gozdov bi izpostavljenost vetru močno zmanjšala. Primernih raziskovalnih objektov nismo našli, saj je šlo v vseh primerih za vetrolom na robovih vrzeli, ki so nastale v predhodnih vetrolomih ali sečnjah (Jelendol), medtem ko bi za naše analize mejnih poškodb potrebovali bolj razpršene vetrolome, t.j. lokacije, kjer so nekatera drevesa podrt, nekatera pa še stojijo. Poleg tega je na omenjenih lokacijah prisotna le smreka, v analizo pa bi morala biti vključena tudi bukev. Februarja leta 2014 pa se je zgodil še obsežen žledolom in otežil iskanje primernih vetrolomov. Ker je raziskovanje dovzetnosti že samo po sebi zelo zahtevno, saj nanj vpliva veliko število različnih dejavnikov, se pri obremenitvah z žledom pojavljajo drugačne sile kot pri obremenitvi z vetrom, zato bi lahko na območjih, kjer so prisotne poškodbe od vetroloma in žledoloma, prišlo do zamenjave. Sprememb v sestavi projektne skupine ni bilo.

#### 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	3685030	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Variabilnost v zgodovini ujm krajinskih razsežnosti v primarnih smrekovih gorskih gozdovih v vzhodnih Karpatih Romunije
		ANG	Landscape-level variability in historical disturbance in primary Picea abies mountain forests of the Eastern Carpathians, Romania
	Opis	SLO	Kako so v zgodovini variirale frekvence in jakosti naravnih ujm v primarnih smrekovih gozdovih na ravni sestojev in pokrajine? Ali obstaja povezava med reliefnimi značilnostmi in zgodovinskimi vzorci jakosti motenj v teh ekosistemih? Lokacija raziskave so primarni smrekovi gozdovi vzhodnih Karpatov v Romuniji. Regija je znana po največji gostoti primarnih smrekovih gozdov v zmernem pasu Evrope. Uporabili smo dendrokonološke metode na ploskvah na velikem območju (132 ploskev, ki predstavljajo šest sestojev in dve pokrajini), ki zagotavljajo informacije na ravni sestoja in pokrajine. Dokazi o motnjah v zgornjem sloju sestojev smo dobili iz vzorcev radialne rasti: (1) nenadna trajna rast (sproščenost) in (2) hitra zgodnja rast (vrast v vrzeli). V teh metodah smo uporabili ne-metrično multidimenzionalno merilo, da smo lažje interpretirali dejavnike preteklih motenj. Na podlagi dveh rastnih vzorcev, ki smo jih uporabili za prepoznavanje motenj, je bila z 80% prisotna vrast v vrezli. Jakosti motenj so variirale preko krajine in so vključevale motnje večjih jakosti

		<p>(poškodovani celotni sestoji), kot tudi ujme srednjih jakosti. Več kot na polovivi raziskovalnih ploskev je bila zaznana ujma večjih jakosti, kljub temu, da ta vzorec ni bil prostorsko enkomeren. Ploskve, ki so izkazovale motnje velike jakosti so bile pogosto prostorsko v skupinah (kaže na motnje do 20 ha površine). medtem ko to ni bilo značilno za motnje srednje jakosti. Lastnosti fizične geografije (reliefa) kot je nadmorska višina in oblika zemljišča so le šibko korelirale z jakostjo otenj. Zgodovinski dokumenti kažejo na vetrolome kot primerne motnje, medtem ko vloga podlubnikov (<i>Ips typographus</i>) ni jasna. Ugotovljen zgodovinski režim motenj v tej študiji različnih prostorskih meril kaže na veliko prostorsko in časovno raznovrstnost motenj, kar je bilo opazno na ploskvah znotraj sestojev, med sestoji znotraj iste krajine in med krajinama. Pele ko smo ovrednotili režim motenj v večjem merilu, se je razkril celotni obseg jakosti motenj znotraj te pokrajine.</p>
	ANG	<p>Questions: How have the historical frequency and severity of natural disturbances in primary <i>Picea abies</i> forests varied at the forest stand and landscape level during recent centuries? Is there a relationship between physiographic attributes and historical patterns of disturbance severity in this system? Location: Primary <i>P. abies</i> forests of the Eastern Carpathian Mountains, Romania; a region thought to hold the largest concentration of primary <i>P. abies</i> forests in Europe's temperate zone.</p> <p>Methods: We used dendrochronological methods applied to many plots over a large area (132 plots representing six stands in two landscapes), thereby providing information at both stand and landscape levels.</p> <p>Evidence of past canopy disturbance was derived from two patterns of radial growth: (1) abrupt, sustained increases in growth (releases) and (2) rapid early growth rates (gap recruitment). These methods were augmented with non-metric multidimensional scaling to facilitate the interpretation of factors influencing past disturbance. Results: Of the two growth pattern criteria used to assess past disturbance, gap recruitment was the most common, representing 80% of disturbance evidence overall. Disturbance severities varied over the landscape, including stand replacing events, as well as low- and intermediate-severity disturbances. More than half of the study plots experienced extreme-severity disturbances at the plot level, although they were not always synchronized across stands and landscapes. Plots indicating high-severity disturbances were often spatially clustered (indicating disturbances up to 20 ha), while this tendency was less clear for low- and moderate-severity disturbances. Physiographic attributes such as altitude and land form were only weakly correlated with disturbance severity. Historical documents suggest windstorms as the primary disturbance agent, while the role of bark beetles (<i>Ips typographus</i>) remains unclear. Conclusions: The historical disturbance regime revealed in this multi-scale study is characterized by considerable spatial and temporal heterogeneity, which could be seen among plots within stands, among stands within landscapes and between the two landscapes. When the disturbance regime was evaluated at these larger scales, the entire range of disturbance severity was revealed within this landscape.</p>
	Objavljeno v	Opulus Press; Journal of vegetation science; 2014; Vol. 25, iss. 2; str. 386-401; Impact Factor: 3.372; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.212; A': 1; WoS: DE, GU, KA; Avtorji / Authors: Svoboda Miroslav, Nagel Thomas Andrew
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	0 Vir: vpis v poročilo
	Naslov	Nasprotujoči učinki gradacije podlubnikov in objedanja divjadi pri premeni nižinskih smrekovih gozdovih zmerne pasu v sukcesiji
	SLO	

		ANG	Contrasting effects of European spruce bark beetle outbreak and overbrowsing on transformation of temperate bottomland successional forest
Opis		SLO	V GGE Vrbovec se je v letu 2003 v zasmrečenih sestojih na rastišču dinarskega jelovega bukova s srobotom pojavila obsežna gradacija velikega smrekovega lubadarja ( <i>Ips typhographus</i> ). Namen raziskave je bil ugotoviti stanje in razvoj pomladka ter identificiranje glavnih vplivnih dejavnikov po desetletju razvoja (2005-2013). V ta namen je bilo popisanih skupno 240 ploskev, ki so bile enakomerno zastopane glede na ograjenost, osvetljenost (središče/rob vrzeli) in glede na relief (plato/vrtača). Na ploskvah je bil opravljen popis zeliščne plasti in pomladka lesnatih vrst, ki so bile razvrščene v starostne in višinske razrede. Rezultati analize pomladka sopokazali, da je gostota drevesnih vrst 43.000 primerkov/ha. V pomladku je prevladovala smreka (65 %), sledili so ji pionirji (20 %). Ugotovljeno je bilo, da delež smreke upada, medtem ko narašča delež listavcev, najbolj izrazito pionirjev. Ograjenost vrzeli je pozitivno vplivala na gostoto smreke in pionirjev, hkrati pa je bila višinska struktura pomladka na ograjenih vrzelih izrazito ugodnejša. Gostote nekaterih vrst so bile v negativni povezavi z razdaljo do semenskih dreves (lipovec) in robom ohranjenega sestoja (smreka). Zastrtost zelišč in skalovitost sta negativno vplivala na razvoj smreke in pionirjev. Semenski potencial in stabiliziranje mikroklimatskih razmer v prihodnje (8-10 let) kažejo na razvoj klimaksnih drevesnih vrst (predvsem bukve).
		ANG	Management of Norway spruce monocultures in Europe is becoming increasingly difficult due to frequent natural disturbances. Their transformation could be especially challenging if several disturbances interact. In 2003 a spruce bark beetle outbreak damaged large tracts of spruce bottomland successional forest in southeast Slovenia where overabundant ungulate populations are present. In openings (5.4-7.5 ha in size) of four salvaged forest compartments, we studied the effects of meso-relief, forest edge, seed trees and fencing on vegetation succession and tree regeneration. In 2005 and 2013 we sampled seedling density on 240 plots according to height class and species. In the second inventory we also assessed distance to seed trees and on a subsample of the plots the coverage of vascular plants. The results indicated sufficient natural regeneration and niche partitioning among species groups, with spruce seedlings being more successful at stand edges, pioneers and anemochorous broadleaves in gap centres, and zoochorous broadleaves on plateaus as opposed to sinkholes. Seedling density of all anemochorous broadleaves was higher closer to seed trees. Spruce seedling abundance was negatively associated with the cover of herbaceous vegetation and that of pioneer trees with shrubs. Fencing resulted in significantly greater density, height and coverage of seedlings as well as a higher share of broadleaves. While bark beetle outbreak triggered regeneration of broadleaves, overbrowsing acted in the opposite direction by facilitating Norway spruce. Thus, to accelerate successional development and to prevent a Norway spruce dominated alternative ecosystem state, a significant reduction in deer abundance is needed. To safeguard seed sources, promote seed dispersal by encouraging perches and shelters, and preserve potential habitats, some damaged trees should be retained during salvaging operations.
	Objavljeno v	v recenziji Forest Ecology and Management	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	3542438	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Dinamika vrzeli in strukture v dveh bukavih pragozdni ostankih v Sloveniji
		ANG	Gap dynamics and structure of two old-growth beech forest remnants in



		Slovenia
Opis	SLO	Zaradi dolge zgodovine intenzivnega gospodarjenja v evropskih gozdovih je ohranjenih le malo bukovij pragozdov ( <i>Fagus sylvatica</i> L.). Raziskali smo strukturne lastnosti dveh gozdnih rezervatov, ki so temeljile na podatkih raziskovalnih ploskev in popolne premerbe dolejne iz starih gozdnogospodarskih načrtov. Da bi boljše razumeli dinamiko motenj smo uporabili letalske posnetke s katerimi smo raziskali sestojne vrzeli v 11 letnem obdobju gozdnem rezervatu Kopa in 20 letnem obdobju v rezervatu Gorjanci. Rezultati kažejo, da so ti gozdovi v majhnem prostorskem merilu strukturno heterogeni. Analiza sestojnih vrzeli kaže, da so vrzeli manjše od 500m <sup>2</sup> glavni razvojni dejavnik dinamike sestojev. Odstotek gozdne površine, ki ga predstavljajo vrzeli je znašal 3,2 do 4,5% v gozdnem rezervatu Kopa in 9,1 do 1,6 v rezervatu Gorjanci. Ti gozdovi izkazujejo relativno visoke letne deleže novih vrzeli (0,15 in 0,25%) in zaprtih sestojnih vrzeli (0,08 in 0,16). Nastanek novih vrzeli je odvisen od starih dreves ki se nahajajo po celotnem rezervatu. Ugotavljamo, da ti sestoji niso enomerni ampak heterogenih struktur. To je zaradi dejstva, da je v motenjsekem režimu prevladujejo motnje nizke intenzitete.
	ANG	Due to a long history of intensive forest exploitation, few European beech ( <i>Fagus sylvatica</i> L.) old-growth forests have been preserved in Europe. We studied two beech forest reserves in southern Slovenia. We examined the structural characteristics of the two forest reserves based on data from sample plots and complete inventory obtained from four previous forest management plans. To gain a better understanding of disturbance dynamics, we used aerial imagery to study the characteristics of canopy gaps over an 11-year period in the Kopa forest reserve and a 20-year period in the Gorjanci forest reserve. The results suggest that these forests are structurally heterogeneous over small spatial scales. Gap size analysis showed that gaps smaller than 500 m <sup>2</sup> are the dominant driving force of stand development. The percentage of forest area in canopy gaps ranged from 3.2 to 4.5% in the Kopa forest reserve and from 9.1 to 10.6% in the Gorjanci forest reserve. These forests exhibit relatively high annual rates of coverage by newly established (0.15 and 0.25%) and closed (0.08 and 0.16%) canopy gaps. New gap formation is dependant on senescent trees located throughout the reserve. We conclude that these stands are not even-sized, but rather unevenly structured. This is due to the fact that the disturbance regime is characterized by low intensity, small-scale disturbances.
Objavljeno v	Public Library of Science; PloS one; 2013; Vol. 8, iss. 1; 13 str.; Impact Factor: 3.534; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.663; A': 1; WoS: RO; Avtorji / Authors: Rugani Tihomir, Diaci Jurij, Hladnik David	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	3317926   Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Dinamika vrzeli v pragozdu Lom v Bosni in Hercegovini
		ANG Gap-phase dynamics in the old growth forest of Lom, Bosnia-Herzegovina
		Raziskali smo sestojne vrzeli v mešanem bukovem ( <i>Fagus sylvatica</i> L.), jelovem ( <i>Abies alba</i> Mill.) in smrekovem ( <i>Picea abies</i> L.) pragozdu Lom v Dinarskem gorstvu Bosne in Hercegovine. Velikost in starost vrzeli in vrzelnikov (drevesa, ki so odmrla) ter struktura in mešanost dreves, ki vrastejo v vrzeli so bila popisana, da bi ugotovili dinamiko vrzeli. Deleži gozdne površine v vrzeli so bili 19% in 41 %. Mediana površine vrzeli je znašala 77m <sup>2</sup> in se je gibala med 11 in 708 m <sup>2</sup> . Kljub temu, da je bilo veliko vrzeli, ki so nastala zaradi odmrtnega drevesa, je večina vrzeli nastala z odmrtnjem več dreves, ki so bile v različnih fazah razkroja, kar kaže na postopno povečevanje vrzeli v teh gozdovih. Od evidentiranih

	Opis	SLO	<p>vrzelnikov jih je bilo kar 14 prevrnjenih s koreninanmi, 60% prelomljenih in 26 stoječih odmrlih. Dendroekološka analiza kaže, da nastanek vrzeli variira v času. Gostota dreves, ki zapolnijo vrzeli ne korelira z velikostjo same vrzeli. Prav tako zmes drevesnih vrst, ki zapolnijo vrzel variira med razvojno stopnjo (klice, mladiko, drevesom letvenjaka, drogovnjaka). Rezultati kažejo, da vrzeli nastajajo zaradi notranje pogoje senescence posameznih dreves v sestoji. Zunanje motnje, predvsem veter in sneg, delujejo predvsem kot sekundarni dejavniki pri poškodbah oslabljenih dreves in pri širjenju že obstoječih vrzeli. Kljub temu, da so rezultati delno v skladu z drugimi tovrstnimi študijami podobnih pragozdov centralne Evrope, pa se opazovana dinamika vrzeli centralnega dela Loma večinoma nanaša na motnje majhnih jakosti.</p>
		ANG	<p>We investigated forest canopy gaps in the mixed beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.), silver fir (<i>Abies alba</i> Miller), and Norway spruce (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.) old-growth forest of Lom in the Dinaric Mountains of Bosnia and Herzegovina. Gap size, age, gap fraction, gapmaker characteristics and the structure and composition of gapfillers were documented to investigate gap dynamics. The percentages of forest area in canopy and expanded gaps were 19% and 41%, respectively. The median canopy gap size was 77 m<sup>2</sup>, and ranged from 11 to 708 m<sup>2</sup>. Although there were many single tree-fall gaps, the majority had multiple gapmakers that were often in different stages of decay, suggesting gap expansion is important at the study site. Of the gapmakers recorded, 14% were uprooted stems, 60% snapped stems, and 26% were standing dead trees. Dendroecological analysis suggests that gap formation varied in time. The density of gapfillers was not correlated to gap size, and the species composition of gapfillers varied between seedling, sapling, and tree life stages. The results suggest that gaps are mainly formed by endogenous senescence of single canopy trees. Exogenous disturbance agents, most likely related to wind and snow, act mainly as secondary agents in breaking weakened trees and in expanding previously established gaps. Although the findings are partially consistent with other studies of gap disturbance processes in similar old-growth forests in central Europe, the observed gap dynamic places the Lom core area at the end of a gradient that ranges from forests controlled by very small-scale processes to those where large, stand replacing disturbances predominate.</p>
	Objavljeno v	Suomen metsätieteellinen seura; <i>Silva Fennica</i> ; 2011; Vol. 45, no. 5; str. 875-887; Impact Factor: 1.248; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.086; WoS: KA; Avtorji / Authors: Bottero A., Garbarino Matteo, Dukic Vojislav, Govedar Z., Lingua Emanuele, Nagel Thomas Andrew, Motta Renzo	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	3972006	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Vpliv sečnje in spravila na obnovo gozda po ujmah srednjih jakostih v mešanih bukovih gozdovih v Sloveniji
		ANG	Influence of salvage logging on forest recovery following moderate severity canopy disturbances in mixed beech dominated forests of Slovenia
			<p>Praksa sanitarne sečnje poškodovanih in odmrlih dreves po ujmah velikih jakosti je vzbudila veliko polemike. Predvsem zaradi negativnih ekoloških vplivov sečnje in spravila na gozdne ekosisteme. Številne od teh raziskav so bile opravljene na lokacijah, ki so jih prizadele ujme velikih jakosti, manj pa je znanega o ekoloških posledicah sečnje in spravila po ujmah srednjih do manjših jakosti, ki povzročilo delne poškodbe v zgornjem sloju sestojev. Raziskali smo odziv zeliščne vegetacije in drevesnega pomladka na saniranih in nesaniiranih delih po ujmi srednje jakosti v osmih mešanih</p>

Opis	SLO	gozdovih v Sloveniji, kjer prevladuje bukev ( <i>Fagus sylvatica</i> ). Zastrornost in raznolikost zeliščne vegetacije in gostota drevesnega pomladka je bila podobna med načinoma sanacije. Edina razlika med načinoma sanacije je bil značilno večji delež svetloljubnih drevesni vrst v pomladku na saniranih površinah, medtem ko je bilo na nesaniranih površinah več bolj razvitega mladja, t.j mladja v višjih višinskih razredih. Raziskava kaže, da se obnova gozda po ujmah srednjih jakosti in sledeči sečnji in psravilu v mešanih bukovih gozdovih, še zlasti na območjih, kjer je gozdna infrastruktura (gozdne ceste in vlake) že razvita, bistveno ne razlikuje od obnove po redni sečnji v gospodarskih gozdovih.
	ANG	The practice of salvage logging dead and damaged timber following large high severity disturbances has raised much controversy, largely because of the negative ecological effects that such practices have on forest ecosystems. Many of the studies on salvage logging effects, however, have been done on sites damaged by large, severe disturbances. Less is known about the ecological consequences of salvage logging following moderate severity disturbances that cause partial canopy damage at smaller scales. We examined the response of the herbaceous layer and tree regeneration to salvaged and non-salvaged treatments following small-scale moderate severity disturbances in eight mixed beech ( <i>Fagus sylvatica</i> ) dominated forest stands in Slovenia. The cover and diversity of herbaceous vegetation and the density and diversity of tree regeneration were similar between treatments across the study sites. The only notable differences between the treatments were that salvaged sites had a larger proportion of shade intolerant tree species in the regeneration layer, while non-salvaged sites tended to have a more well-developed regeneration layer in taller height classes. This study suggests that forest recovery following small-scale moderate severity disturbance and salvage logging in mixed beech dominated stands, particularly in areas where forests roads and skidding trails are already present, may be indistinguishable from recovery after planned harvesting activities within managed forests.
Objavljeno v	v recenziji iForest	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

### 7.Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	3477926	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Posvet Kako učinkovito obvladati poškodbe gozdov večjih razsežnosti	
	ANG	How to effectively mitigate damage from large scale disturbances	
Opis	SLO	Namen posvetovanje je opozoriti na problematiko poškodb velikih razsežnosti in predstaviti s spremembe s katerimi bi lažje obvladovali p oškodbe pri tovrstnih dogodkih. Predstavljene so bile možnosti za izboljšave pri organizaciji del neposredno po poškodi, pri tehnični (sečnja in spravilo) ter biološki (naravna in umetna obnova) sanaciji p oškodovanih površin.	
	ANG	The goal of conference was to stress the issues with large scale damages after disturbances and present improvements for mitigating damages caused after these events. Options for improvement in the field of organization of work after the disturbance, technical part of restoration (logging) and biological part of restoration (artificial and natural regeneration) ere presented.	
Šifra	C.06 Članstvo v uredniškem odboru		

	Objavljeno v	Zveza gozdarskih društev Slovenije; 2012; Loč. pag.; Avtorji / Authors: Falkner Jože, Skudnik Mitja, Jurc Dušan, Diaci Jurij	
	Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	
2.	COBISS ID	3616166	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Naravna obnova gozdnih sestojev po vetrolomu na Jelovici
		ANG	Natural regeneration of forest stands after windthrow on the Jelovica Mountain
	Opis	SLO	Leta 2006 je orkanski veter podrl 125 ha pretežno enomernih smrekovih debeljakov na Jelovici. Na tej površini smo dve in pet let po vetrolomu na 81 sistematično razmeščenih vzorčnih ploskvah (posamezna meri 16 m <sup>2</sup> ) analizirali prisotnost, obilje in strukturo naravnega mladja ter vpliv rastiščnih in sestojnih dejavnikov na naravno obnovo. Odstotek ploskev brez mladja se je med popisoma zmanjšal s 30 % na 11 % celotnega števila ploskev. Leta 2008 je bila povprečna gostota mladja 7.955 osebkov na hektar, leta 2011 pa 9.660. V mladju je prevladovala smreka s 46 %, vendar se je v opazovanem obdobju opazno povečal delež listavcev. Vplivne dejavnike pojava mladja na ploskvi smo proučevali z binarno logistično regresijo, spremembo gostote mladja pa s posplošenim linearnim regresijskim modelom. Pomembni vplivni dejavniki so razdalja ploskve do najbližje zaplate gozdnega sestoja, opad listja in ekspozicija.
		ANG	In 2006 a hurricane blew down 125 ha of mostly mature even-aged spruce stands on the Jelovica plateau. Two post-windthrow inventories of regeneration were executed two and five years after the windthrow. Presence, abundance and composition of natural regeneration were surveyed on 81 plots of 16 m <sup>2</sup> each. The proportion of plots without natural regeneration decreased from 30 % in 2008 to 11 % in 2011. The average abundance of regeneration was 7,955 individuals per hectare in 2008 and 9,660 individuals per hectare in 2011. In tree species composition spruce predominated with 46 %, but the proportion of broad leaves increased substantially in the observation period. Additionally, the impact of site and stand factors on regeneration was examined; influential factors of natural regeneration occurrence were investigated using a binary logistic regression, while influential factors of changes in regeneration density were examined using a generalized linear regression model. Among many influential factors, the analyses exposed the distance to the nearest stand, aspect/sun exposure, and the portion of leaf-litter on a plot.
	Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	Zveza gozdarskih društev Slovenije; Gozdarski vestnik; 2013; Letn. 71, št. 4; str. 195-212; Avtorji / Authors: Ščap Špela, Klopčič Matija, Bončina Andrej	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	3713702	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vplivni dejavniki pojava in jakosti vetroloma na območju Črničva
		ANG	Influential factors of windthrow occurrence and severity in the Črničev area
			V srednji Evropi je veter glavni abiotski dejavnik dinamike gozdov. V gozdovih največkrat povzroča motnje nizkih jakosti, dokaj pogosto tudi srednjih, redkeje pa motnje velikih jakosti, kakršna se je leta 2008 zgodila na območju prelaza Črničev. V naši raziskavi smo s Kendallovim tau-b korelacijskim koeficientom in binarno logistično regresijo poskušali raziskati, ali lahko s podatki s stalnih vzorčnih ploskev (SVP) analiziramo pojavljanje vetrolomov v izbranem območju gozdov. Številne sestojne in rastiščne spremenljivke so bile statistično značilno povezane s stopnjo

Opis	SLO	poškodovanosti sestojev na SVP. Med razvojnimi fazami smo najvišjo stopnjo poškodovanosti evidentirali v debeljakih, v mladovju in drogovnjaku poškodbe niso bile evidentirane. Sestoji z večjim deležem smreke so bili bolj poškodovani kot sestoji z manjšim. Največjo stopnjo poškodovanosti sestojev smo ugotovili v sestojih s primesjo listavcev < 25 % lesne zaloge, medtem ko vsestojih z deležem listavcev ž 75 % poškodb nismo zabeležili. V pojasnjevalni model pojava vetroloma na SVP je bilo vključenih sedem spremenljivk: nadmorska višina, lega, nagib, matična podlaga ter lesne zaloge smreke, jelke in bukve. V razpravi so podani komentarji rezultatov in nekatere usmeritve za gospodarjenje z gozdovi.	
	ANG	In Central Europe wind was recognized as the main abiotic factor of forest stand dynamics. It mostly causes low-severity disturbances, but also disturbances of moderate severity are frequent, whereas high-severity disturbances are rare. However, one such disturbance happened at the broader area of the mountain pass Črnivec in the year 2008. In the study, Kendall tau-b correlation coefficient and binary logistic regression were used to find out whether the data from permanent sample plots (PSP) can be used to analyze the occurrence of a windthrow on a study site. Various stand and site factors were statistically significantly associated with the damage level in a particular stand. The highest damage level within the development phases was recorded in mature stands, whereas no damage was documented in regeneration, thicket stage and pole stage stands. Stands with a higher share of conifers were more severely damaged than those with a lower share of conifers. The most severe damages were found in stands with < 25 % of broadleaves in stand volume, while in stands with the share of broadleaves ž 75 % no damage was registered. The explanatory model of windthrow occurrence at PSP level included seven variables: altitude, exposition, slope, bedrock type, and stand volume of spruce, fir and beech, respectively. Additionally, the acquired results were discussed and some forest management guidelines were proposed.	
Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso		
Objavljeno v	Zveza gozdarskih društev Slovenije; Gozdarski vestnik; 2013; Letn. 71, št. 7/8; str. 331-345; Avtorji / Authors: Klopčič Matija, Pahovnik Andrej, Bončina Andrej		
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
4.	COBISS ID	3616422	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Abiotski in biotski odziv na posek in spravilo v primerjavi z neukrepanjem po naravnih ujmah	
	ANG	Abiotic and biotic response to salvage logging compared to non-salvaging after natural disturbance	
Opis	SLO	V raziskavi smo analizirali razvoj gozdnih sestojev, prizadetih po naravni ujmi. Osredotočili smo se na primerjavo razvoja vegetacije med saniranimi (sečnja in spravilo sta bila izvedena) in nesanimiranimi (sečnja in spravilo nista bila izvedena) deli poškodovanih gozdnih sestojev. Izmerili smo značilnosti podmladka na 45 ploskvah, postavljenih na sedmih objektih v J in Z Sloveniji. Rezultati nakazujejo razlike med obema načinoma (ne) ukrepanja po posameznih analiziranih kazalcih. Pod določenimi pogoji je lahko neukrepanje po ujmi tudi boljše izbira za razvoj vegetacije in preprečevanje neugodnih biotskih ter abiotskih procesov po naravni ujmi.	
	ANG	In our research we analyzed the development of forest stands affected by natural disturbance. We focused on the comparison of vegetation development on salvaged (felling and salvage logging were performed) and non-salvaged (felling and salvage logging were not performed) parts of the damaged forest stands. We measured characteristics of the regeneration on	

		45 plots in seven study sites in S and W Slovenia. The results indicate differences between the both treatments; under certain conditions, doing nothing after a disturbance can represent a better choice for the development of vegetation and prevention of unfavorable biotic and abiotic processes after a natural disturbance.
Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
Objavljeno v	Zveza gozdarskih društev Slovenije; Gozdarski vestnik; 2013; Letn. 71, št. 4; str. 213-224; Avtorji / Authors: Rugani Tihomir, Dakskobler Igor, Nagel Thomas Andrew, Rozman Andrej, Diaci Jurij	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	4007078
		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Naravna in umetna obnova v ujmah poškodovanih gozdnih sestojev v Območni enoti Bled
	ANG	Natural and artificial regeneration of forest stands damaged by the storms in regional unit Bled
Opis	SLO	Leta 1991 je vetrolom prizadel 16,5 ha pretežno listnatih gozdov v Žagarjevem grabnu, GGE Notranji Bohinj, leta 1996 pa je žledolom prizadel še 2,6 ha teh gozdov. V tem območju smo izločili štiri objekte glede na način obnove ter opravljeno nego. Znotraj objektov smo skupno zakoličili 101 ploskev (10 x 10 m). Popisana so bila vsa drevesa, višja od 20 cm, ter ocenjeno njihovo zastiranje po višinskih razredih ter drevesnih vrstah. Za vsako ploskev smo popisali tudi splošne orografske značilnosti ter oddaljenost od gozdnega roba. Namen raziskave je primerjati uspešnost naravne in umetne obnove ter analizirati povezanost gostote mladovja in orografskih dejavnikov ter zastiranja. Pri analizi podatkov smo uporabili Kruskal-Wallisov test in Spearmanovo korelacijo. Pri naravno obnovljenih objektih je prevladovala bukev (4816 dreves/ha in 2929 dreves/ha), v umetno obnovljenih objektih sta prevladovali smreka (2971 dreves/ha) in iva (2960 dreves/ha), bukev je bila na drugem mestu (2044 dreves/ha in 2862 dreves/ha). Bukev je zastirala največ površine z izjemo enega objekta, kjer je več zastirala iva. Ugotovili smo različne vplive orografskih dejavnikov, zastiranja in oddaljenosti od gozdnega roba na gostote. Ti vplivi so se razlikovali glede na posamezne drevesne vrste in objekte. Ker se pričakuje vse več izjemnih vremenskih dogodkov, smo na podlagi rezultatov podali usmeritve za prihodnje gospodarjenje z gozdovi.
	ANG	Windthrow damaged 16.5 ha of deciduous forests in Žagar's gorge (Žagarjev graben), GGE Notranji Bohinj, in 1991. In 1996, sleet damaged another 2.6 ha of these forests. We have presented four facilities according to the renovation process and the care done. We have marked out 101 surfaces (10 x 10 m) altogether. We have registered all trees higher than 20 cm and evaluated their veiling according to the altitude class and tree species. We have also registered general orographic features and distance from the forest edge for every surface. The purpose of the research has been to compare successfulness of natural and artificial renovation and to analyse dependence of young trees density from orographic factors and veiling. We have used Kruskal-Wallis test and Spearman correlation for the data analysis. At naturally renovated facilities, a beech tree predominated (4816 trees/ha in 2929 trees/ha), in artificially renovated facilities, spruce (2971 / treesha) and goat willow (2960 trees/ha), beech tree was on the second place (2044 trees/ha in 2862 trees/ha). Beech tree has been veiling the most of the surface except one facility where pussy willow was more successful. We have discovered different influences of orographic factors, veiling and distance from the forest edge to density. These influences have been different according to individual tree species and facilities. Several exceptional weather events are expected, therefore, we have suggested

		some guidelines for managing forests in the future.
Šifra	D.10	Pedagoško delo
Objavljeno v	[U. Medja]; 2014; X, 71 str.; Avtorji / Authors: Medja Uroš	
Tipologija	2.09	Magistrsko delo

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>2</sup>

Izsledki raziskav projekta so bili predstavljeni v prispevkih na mednarodnih konferencah (Ukrajina 2013, Švica 2014). V projekt smo vključili 17 diplomantov in doktorsko nalogo mladega raziskovalca. V okviru programa Evropske Komisije Exchange of experts smo se udeležili izobraževanja na temo sanacije ujm v nemčiji (Baden-Württemberg). Izsledke raziskav projekta smo vključili v učni načrt predavanj in terenskega pouka na Oddelku za gozdarstvo. Rezultati so bili posredno predstavljeni splošni javnosti preko intervjujev in izjav medijem po žledolomu 2014. Sodelovali smo na izobraževalnem dnevu sanacije po žledolomu v Idriji. Načine sanacij smo predstavili lastnikom gozdov v okviru okrogle mize na kmetijskem sejmu AGRA v Gornji Radgoni. Objavili smo več strokovnih člankov v Gozdarskem vestniku. V pripravi so še štiri znanstveni članki, dva od njih sta že v postopku recenzije. Sinteza naloge bo objavljena v Gozdarskem vestniku.

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>3</sup>

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

SLO

Ekološki pomen naravnih motenj predstavlja neke vrste nasprotje uničujoči naravi ujm z ekonomskega in varovalnega vidika. Zato se na gozdnatih območjih po vsem svetu po naravnih motnjah (ujmah) pogosto izvajajo sanitarna sečnja, spravilo in umetna obnova; s tem se zmanjšajo ekonomske izgube, gozd hitreje doseže svojo končno vrednost in tako ponovno opravlja funkcije kot pred motnjo. Če se napovedi o povečani pogostosti in jakosti naravnih motenj zaradi podnebnih sprememb uresničijo, se bodo povečale sanitarne sečnje in s tem tudi obnova gozdov. Tako se bo odgovornost upravljalcev tega prostora - gozdarjev - preko razumevanja okoljskih, socialnih in ekonomskih vplivov naravnih motenj in obnove gozdov, še povečala. V raziskavi smo prišli do številnih zaključkov pomembnih za prihodnje ravnanje z gozdovi po ujmah. Ugotavljanje obsega, tipa ujm in prostorske razsežnosti ujm v Sloveniji je pomembno pri primerjavi stanja in trendov na regionalni in na evropski ravni. Obsežne raziskave različnih načinov obnove so dale številne rezultate o primernosti načina ukrepanja po različnih ujmah. Prispevali smo pomembne rezultate glede učinkov sanacije po ujmah srednjih jakosti (ki so bistveno pogostejše kot tiste velikih razsežnosti) v mešanih bukovih gozdovih (ki so prevladujoč gozdni tip tega dela Evrope), saj takšnih raziskav praktično ni. Ugotovili smo, da med saniranimi in nesanimiranimi deli poškodovanega gozda ni bilo bistvenih razlik med obnovo. Na Krasu, delu Mediterana, kjer je najpogostejša naravna motnja gozdni požar, se je neukrepanje (prepuščitev naravni obnovi brez sanacije) izkazalo kot primernejša rešitev kot npr. strojna sečnja, ki poškoduje in zbija že tako plitva kraška tla. Primerjava naravne in umetne obnove je pokazala, da se je saditev izkazala kot pomembna na bogatejših rastiščih in tam, kjer je prisotna varovalna funkcija, medtem ko se je marsikje drugje pokazalo, da je naravna obnova zadostna in ni potrebe po saditvi. Ti zaključki so pomembni za celotno srednjo Evropo, ki ima podobno podnebje. Izkazalo se je, da ima preštevilčna divjad tudi pri nas negativno vlogo pri uspehu naravne obnove nekaterih listavcev, kar ugotavljajo tudi v tujini. Kot prvi smo izdelali model za podporo pri odločanju o načinu sanacije po ujmah. Model ForestMAS, ki omogoča simulacijo sekundarne sukcesije vsebuje številne ekološke parametre tako samih drevesnih vrst (potrebe po vlagi, svetlobi, toploti) kot tudi okolja v katerem rastejo (naklon, globina tal, ekspozicija,...), zato je manj "mehanističen" kot sorodni modeli in bolje odraža realne ekološke razmere.

ANG

The ecological role of natural disturbances, however, is a stark contrast to the destructive nature of disturbances from the perspective of economics and protective functioning. As a

result, in forested areas worldwide, salvage logging and artificial regeneration are commonly practiced to recover economic value of dead trees, increase future economic value, and re-establish protection functions following natural disturbances. If predictions of increased frequency and severity of natural disturbances due to climate change prove true, widespread salvage logging and forest restoration will be a likely outcome. As such, gaining a better understanding of the ecological, social, and economic impacts of natural disturbance and forest restoration remains an important task for foresters and ecologists alike. Project provided several important conclusions for forest management after disturbances in the future. Assessing the spatial extent and type of disturbances in Slovenia is important for comparison of current situation and future trends on regional and European level. We contributed important findings regarding effects of salvage logging after medium scale disturbances (that are the most common in central part of Europe) in mixed beech forest (main forest type this part of Europe), since there are no such studies. Results show there were no significant differences on forest restoration between salvage logging and site without intervention. On the karst area (which is a part of Mediterranean, where forest fire is a major disturbance) no intervention was better option than machine harvesting, which damages shallow soils. Comparison of natural and artificial restoration indicated that planting is important on rich fertile soils and on site where protection functions of forest are important, while on several other sites natural regeneration was sufficient. These conclusions are important for whole central Europe that has similar climate conditions. We also discovered that overabundant ungulate populations have negative effect on restoration of palatable broadleaves, which was also reported, from other countries. We were the first to establish decision support model for restoration technique after disturbance. ForestMAS model that simulates secondary succession consists of numerous ecological parameters of tree species as well as environmental factors (exposition, inclination, soil depth) and is therefore less "mechanistic" than similar models and better reflects ecological conditions.

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

SLO

Številni izsledki projekta dajejo vpogled v učinke in obseg različnih ujm v zadnjem obdobju, uspeh različnih načinov obnove (naravno, umetno, brez ukrepanja) po ujmah ter kriterije pri odločanju o načinu sanacije in modelnem razvoju gozda po ujmih. Izsledke raziskav projekta smo vključili v učni načrt predavanj in terenskega pouka na Oddelku za gozdarstvo. Izdelani model ForestMAS, omogoča simulacijo zaraščanja površin po ujmah, golosekih ali pri naravnem zaraščanju z gozdom. Večkriterialni model ukrepanja pa je zaradi majhnega števila vhodnih podatkov tudi v praksi uporaben za podporo pri odločanju o načinu sanacije po ujmih. V raziskovalno delo projekta smo vključili številne diplomske naloge (17) in doktorat mladega raziskovalca. Rezultati so bili posredno predstavljeni splošni javnosti preko intervjujev in izjav medijem po žledolomu 2014.

Soorganizirali smo posvet na temo sanacij ujm večjih razsežnosti na Gozdarskem inštitutu leta 2012. Sodelovali smo na izobraževalnem dnevu sanacije po žledolomu v Idriji. Načine sanacij smo predstavili lastnikom gozdov v okviru okrogle mize na kmetijskem sejmu AGRA v Gornji Radgoni. Udeležili smo se izobraževanja na temo sanacije ujm v Nemčiji. Objavili smo več strokovnih člankov v Gozdarskem vestniku.

Izsledke raziskave vključujemo tudi v tekoče pedagoške aktivnosti in na ta način prispevamo k neposrednem prenosu izsledkov v prakso. V pripravi so še štirje znanstveni članki, dva od njih sta že v postopku recenzije. Doktorska naloga je v zaključni fazi izdelave. Sinteza naloge bo objavljena v Gozdarskem vestniku. Izsledki so neposredno prenosljivi v prakso. Izkušnje glede načina obnove na Krasu po požarih, sanitarna sečnja v mešanih bukovih gozdovih po ujmah srednjih jakosti in izkušnje glede saditve, setve in naravne obnove se lahko implementirajo že ob naslednjih ujmah. Ob implementaciji rezultatov v prakso lahko bistveno zmanjšamo stroške umetne obnove.

ANG

Several project results give an insight in effect and extent of different disturbances in last period, success of different restoration techniques (natural, artificial, no intervention) after disturbances and criteria in process of decision for restoration technique and modelling succession after disturbance. Project conclusions were implemented in curriculum of lectures and field excursions on Department of Forestry. Developed ForestMAS model simulates



secondary succession of forest after planned harvests, land abandonment or disturbances. Multicriteria decision support model uses less of the data input and is therefore useful when deciding for optimal restoration technique in practise. Project involved numerous (17) diploma (BSc and MSc) theses and a PhD of a young researcher. Results were directly presented to public via interviews and public statements after severe sleet storm that hit Slovenian forests in 2014. We co-organized the conference on forest restoration after disturbances at Slovenian Forestry Institute in 2012. We cooperated at training for restoration after sleet storm in Idrija. Restoration methods were presented for forest owners at farmers fair AGRA in Gornja Radgona. We collaborated on forest restoration training in Germany (Baden-Württemberg). We published several professional and scientific papers. Another four scientific papers will be published, two of them are already in peer review process. PhD thesis is in the phase of conclusion. Conclusions can be directly implemented in forest practise. Results regarding restoration after fires in Kras area, sanitary logging after disturbances in mixed beech forest, experience regarding planting, direct seeding and natural regeneration can be already implemented after next disturbance. Implementation can drastically reduce the costs of artificial regeneration.

#### 10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

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 <input type="text" value="Dosežen"/> ▼
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="V celoti"/> ▼
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/> ▼
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="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 <input type="text" value="Dosežen"/> ▼
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="V celoti"/> ▼
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value=""/> ▼
	Uporaba rezultatov <input type="text" value=""/> ▼
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value=""/> ▼
	Uporaba rezultatov <input type="text" value=""/> ▼
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value=""/> ▼
	Uporaba rezultatov <input type="text" value=""/> ▼

<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<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	Delno <input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</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.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</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.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 upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen

	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti

**Komentar**

V sklopu izvajanja projekta smo poleg izobraževanja gozdarskih strokovnjakov in lastnikov gozdov veliko časa namenili izobraževanju javnosti o posledicah naravnih ujm. Pri organiziranju strokovnih posvetovanj smo vedno primerno vključili medije. Ob zadnjem vetrolomu smo medijem večkrat posredovali informacije o dozdajšnjih izkušnjah glede sanacije ujm, ki smo jih pridobili na podlagi pregleda literature za potrebe projekta in na podlagi izvirnih spoznanj našega projekta. Še naprej bo potrebno delo z javnostjo in politiko, ki še vedno zaznava saditev kot ključno orodje za sanacijo ujm. Medtem, ko potrebe po primerni negovanosti sestojev za manjšo dovzetnost za ujme in še posebej potrebe po dolgoročnem negovanju sestojev ne zaznava.

**11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**

**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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: Razvoj novih raziskovalnih metod in vključevanje študentov v neposredno raziskovalno delo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input checked="" 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>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<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>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

### Komentar

V sklopu izvajanja projekta smo še posebej izpostavili naravovarstvene vidike izpeljave sanacije v smislu puščanja dela poškodovanih in odmrlih dreves zaradi nege tal, ohranjanja gozdnega podnebja, habitatnih vidikov in prenašanja semena z živalskim svetom. Nakazali smo primere v katerih sanitarni sečnja ni potrebna ter primere v katerih umetna obnova ni potrebna. Ob upoštevanju priporočil za gospodarjenje se lahko zmanjšajo investicije za umetno obnovo, ki se lahko prenesejo v investicije v nego nasadov.

### 12.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>11</sup>

	Sofinancer		
1.	Naziv	Ministrstva za kmetijstvo in okolje	
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	100.018	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	
	1.	Posvet Kako učinkovito obvladati poškodbe gozdov večjih razsežnosti	C.06

	2.	Naravna obnova gozdnih sestojev po vetroloemu na Jelovici	A.01
	3.	Abiotski in biotski odziv na posek in spravilo v primerjavi z neukrepanjem po naravnih ujmah	A.01
	4.	Vplivni dejavniki pojava in jakosti vetroloema na območju Črnivca	A.01
	5.	Ekološki vidiki ter vpliv krčitev na gozd in njegove varovalne funkcije	F.18
Komentar		Projekt je potekal skladno z zastavljenim programom, predstavnik sofinancerja je s projektno skupino v času trajanja projekta imel več sestankov z namenom pregleda pridobljenih rezultatov in spoznanj. Do sedaj objavljeni ali predstavljeni rezultati so že bili upoštevani pri izvajanju nekaterih raziskovalnih projektov, ki jih sofinancira MKGP, ter pri pripravi izhodišč za spremembe predpisov s področja gozdarstva, zlasti v okviru priprave sprememb in dopolnitev Zakona o gozdovih. Nekatera spoznanja so že vključena v način sanacije gozdov, ki so bili v letu 2014 poškodovani v žledolomu.	
Ocena		Projekt je uspešno dosegel osnovni cilj - utemeljitev novih in rastišču prilagojenih metod pri osnovanju novega gozda, ki se je do sedaj praviloma izvajal s sadnjo sadik gozdnega drevja. Za MKGP, kot sofinancerja, je projekt pomembna znanstvena podlaga za nadaljnje načrtovanje in usmerjanje obnove poškodovanega gozda. Spoznanja so izjemno pomembna prav sedaj, ko se srečujemo s sanacijo obsežne ujem v slovenskih gozdovih. V začetku leta 2014 je v žledolomu bilo poškodovanih več kot polovico vseh gozdov, zato bodo pri sanaciji nujno potrebni različni pristopi, ki bodo glede na zahteve rastišča, omogočili optimalne učinke – tudi glede na vložena javna sredstva. Rezultati projekta podajajo nekatere konkretne odgovore o načinu sanacije gozdov, zelo pomemben pa je tudi razvoj modela za ukrepanje po ujmah, ki bo javni gozdarski službi lahko nudil ustrezno pomoč pri odločanju.	

### 13. Izjemni dosežek v letu 2014<sup>12</sup>

#### 13.1. Izjemni znanstveni dosežek

KOLMANIČ, Simon, GUID, Nikola, DIACI, Jurij. ForestMAS - a single tree based secondary succession model employing Ellenberg indicator values. Ecological modelling, May 2014, vol. 279:100-113. [COBISS.SI-ID 17670678]

Model ForestMAS omogoča modeliranje zaraščanja (sekundarne sukcesije) po sečnjah, zaraščanju pašnikov ali ujmah. Temelji na Ellenbergovih indikatorskih vrednosti, ki opisujejo potrebe drevesne vrste po svetlobi, vlagi in hranilih. Vsako leto model izračuna višino drevesa, vitalnost in velikost ekološkega kroga. Ko se ekološka kroga dveh dreves prekrijeta, se primerja vitalnost obeh dreves, pri čemer šibkejšo drevo odmre. Ko drevo doseže odraslo fazo začne semeniti in ustvarja pomladek, ki tekmuje za svetlobo in hranila. Sukcesijo je možno spremljati preko statistike ali vizualno preko 3D modela. Vizualizirati je mogoče katerokoli dreveso pri želeni starosti in tako ustvariti realistične slike pokrajine primerne za zanavo dolgoročnih sprememb v krajini.

#### 13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

POLJANEC, Aleš, ŠČAP, Špela, BONČINA, Andrej. Količina, struktura in razporeditev sanitarnega poseka v Sloveniji v obdobju 1995-2012. Gozdarski vestnik, 2014, 72, št. 3: 131-147, ilustr. [COBISS.SI-ID 3843750]

Raziskava temelji na podatkovnih zbirkah Zavoda za gozdove o sanitarnem poseku v Sloveniji v obdobju 1995–2012. V proučevanem obdobju je sanitarni posek znašal 29 % celotnega poseka; poglavitni vzroki zanj so bili insekti (34 % celotnega sanitarnega poseka), veter (14 %), sneg (10 %) in žled (8 %), vzroki za skupno 33 % sanitarnega poseka so bili fiziološko oslabele drevesne, bolezni in glive, poškodbe zaradi del v gozdu, emisije, divjad ter plazovi in usadi. Dovzetnost dreves za naravne motnje je bila različna glede na drevesno vrsto in debelino. V sanitarnem poseku so prevladovali iglavci, zlasti smreka (61 % sanitarnega poseka). Veter in insekti so večinoma prizadeli sestoje z debelejšim drevjem, poškodbe zaradi snega in žleda pa so bile pogostejše v mlajših sestojih.

## 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 ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Univerza v Ljubljani, Biotehniška  
fakulteta

Jurij Diaci

### ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

16.3.2015

### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/29

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

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. 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> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke, 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 FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat 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 FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka 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 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). 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> Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a

42-56-2D-A6-59-75-27-DA-C4-92-DC-10-F6-DF-8E-EA-59-22-C9-F9

## **Priloga 1**

# ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

## "Ekološka sanacija naravnih ujm v gozdovih"

Pripravili: Jurij Diaci, Gal Fidej, Dragomir Grce, Andrej Rozman, Tom A. Nagel, Tihomir Rugani, Matija Klopčič, Aleš Poljanec, Andrej Bončina, Aleksander Marinšek, Milan Kobal, Daniel Žlindra, Urša Vilhar, Igor Dakskobler, Marko Debeljak

Financerja: Javna agencija za raziskovalno dejavnost in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Odgovorni nosilec projekta: Jurij Diaci

Obdobje izvajanja: 1.7.2011 - 30.6.2014

### **Vsebina:**

1. Uvod.....	2
2. Povzetek raziskovalnega projekta.....	2
3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu.....	5
Sklop 1: Ocena tveganj za pojav naravnih ujm v gozdovih Slovenije.....	5
A) Modeliranje pojavljanja naravnih ujm v gozdovih Slovenije: obseg, prostorska razširjenost in vplivni dejavniki (regionalni in državni nivo).....	5
B) Analiza majhnih in srednje velikih motenj v Sloveniji.....	15
Sklop 2: Abiotski in biotski odziv na posek in spravilo v primerjavi z neukrepanjem po naravnih ujmah.....	16
A) Primerjava različnih načinov sanacije po požaru na Krasu.....	16
B) Primerjava obnove gozda po poseku in spravilu in brez ukrepanju v gozdovih, kjer prevladuje bukev.....	22
Sklop 3: Vrednotenje naravne obnove v primerjavi z umetno obnovo po naravnih ujmah.....	25
A) Setev in naravna obnova.....	25
B) Saditev in naravna obnova.....	26
C) Naravna obnova v in izven ograj po gradaciji podlubnikov.....	26
D) Naravna sukcesija po požaru v Alpah.....	27
Povzetek:.....	27
Sklop 4: Strokovno podprti več kriterialni odločitveni model.....	29
A) Večkriterialni model ukrepanja po ujmah.....	29
B) Model zaraščanja (ForestMAS).....	32
Sklop 5: Sinteza in prenos v prakso.....	32

## 1. Uvod

Gozdni ekologi že dolgo zagovarjajo mnenje, da imajo naravne motnje, kot so požari, vetrolomi in prenamnožitve žuželk, intrinzično vlogo pri uravnavanju sestave, strukture in delovanja gozdnih ekosistemov po svetu. Ekološki pomen naravnih motenj predstavlja neke vrste nasprotje uničujoči naravi ujm z ekonomskega in varovalnega vidika. Zato se na gozdnatih območjih po vsem svetu po naravnih motnjah (ujmah) pogosto izvajajo sanitarna sečnja, spravilo in umetna obnova; s tem se zmanjšajo ekonomske izgube, gozd hitreje doseže svojo končno vrednost in tako ponovno opravlja varovalno funkcijo kot pred motnjo.

Če se napovedi o povečani pogostosti in jakosti naravnih motenj zaradi podnebnih sprememb uresničijo, se bodo povečale sanitarne sečnje in s tem tudi umetna obnova. Pomembna naloga gozdarjev je izboljšati razumevanje okoljskih, socialnih in ekonomskih vplivov naravnih motenj in obnove gozdov. V Sloveniji do sedaj še ni bilo veliko raziskovalnega dela usmerjenega v tovrstno problematiko. Gozdarski inštitut je izvedel večji projekt iz obravnavane tematike, ta projekt pa je zastavil še več pionirskih pristopov pri obravnavanju možnosti sanacije naravnih ujm večjih razsežnosti v Sloveniji. Tovrstna znanja ter raziskovalni izsledki nam bodo pomagali pri lažjem odločanju o načinu sanacije ujm (kot je bil npr. žledolom 2014), ter nam bodo pomagali pri oblikovanju gozdnih sestojev, ki bodo na večje naravne motnje bolj odporni.

## 2. Povzetek raziskovalnega projekta

V svetu se v zadnjih desetletjih povečujeta jakost in pogostost skrajnostnih vremenskih pojavov. Hkrati so gozdovi zaradi spremenjene zgradbe, onesnaženja okolja, opuščanja nege in staranja vse manj odporni na naravne ujme, npr. vetrolome, požare in gradacije žuželk. V Sloveniji in Evropi že več kot tretjino poseka predstavljajo sanitarne sečnje, pretežno na račun naravnih ujm. Razmere se bodo v prihodnosti zaostrovale zaradi opuščanja gospodarjenja z gozdovi in podnebnih sprememb. Da bi preprečili naraščanje ekološke in gospodarske škode v gozdovih je potrebno ukrepanje na področjih: (1) preprečevanja ujm, na primer zaznavanje območij gozdov z velikim tveganjem za nastanek ujm in izvajanje preventivne nege; (2) izboljšanja načinov sanacij gozdov po ujmah ter (3) učinkovitega odločanja o ukrepanju po ujmah. Sanacija je povezana z velikimi tveganji za premoženje in ljudi ter izrednimi stroški, zato mora biti ravnanje skrajno racionalno. V luči teh problemov smo zastavili tudi projekt in skušali odgovoriti na številna vprašanja.

Sklop 1A. Bila je izdelana analiza pojavljanja, obsega in prostorske razširjenosti različnih naravnih motenj. Med preučevanimi vzroki sanitarnega poseka so prevladovali insekti, predvsem podlubniki (34 % sanitarnega poseka), sledili pa so veter (14 %), sneg (10 %), žled (8 %) in požari (0,2 %); kar 33 % celotnega sanitarnega poseka je bilo izvedenega zaradi drugih vzrokov (bolezni in glive, poškodbe drevja, emisije, divjad, plazovi in usadi, odmirajoče drevje zaradi neznanih vzrokov). Med drevesnimi vrstami je v sanitarnem poseku prevladovala smreka, sledila sta ji jelka in bukev. Na ravni Slovenije smo izdelali prostorske prikaze (karte) sanitarnega poseka po vrstah poseka za obdobje 1995-2012.

Sklop 2A. Primerjava različnih načinov sanacije po požaru na Krasu. V okviru tega sklopa smo izvedli pedološke (talne) analize, popis vegetacije in pomlajevanja. Od štirih načinov sanacije je bilo pomlajevanje najslabše na ploskvah klasične sečnje in setve, vendar ima tu največji vpliv na uspešnost skrajnostno rastišče (velik naklon, zelo plitva tla, velika skalovitost) in ne način dela. Strojna sečnja je bolje pomlajena z višjim mladjem, kjer posebej izstopa robinija. Ker je višja robinija dobro

zastopana tudi v nepoškodovanem sestoju, ti pa so geografsko blizu strojni sečnji, je bila robinija verjetno razvita v sestoju že pred požarom in je lahko po požaru močno vegetativno odgnala. Vlažnost v tleh je bila najvišja v stratumih brez ukrepov in nepoškodovan sestoj. Tu so bila tla zaščiteni pred izhlapevanjem, poleg tega je ostal neokrnjen organski horizont. Razlike med načini dela so majhne, vendar je pri površinah, ki so bile sanirane potrebno upoštevati tudi izpeljano setev. Domnevamo, da je način dela brez ukrepov boljši od strojne sečnje zaradi večjega zastiranja drevesnih vrst, še posebej hrastov, večjih gostot nizkega mladja, boljših vlažnostnih razmer in manjšega zastiranja konkurenčno močnih robidnic. Močni začetni rasti robinije je sledil močan upad vitalnosti.

Sklop 2B. Vpliv sanitarnih sečenj na naravno obnovo gozda po motnjah srednjih jakosti v bukovih gozdovih. Proučili smo vpliv sanitarne sečnje po ujmah srednje jakosti na obnovo gozda na 8. objektih v bukovih gozdovih. Raziskovalni objekti so bili delno sanirani (sečnja in spravilo) in delno brez ukrepanja. Ugotovili smo, da med načinoma ni razlik v gostoti mladja, medtem ko je pestrosti rastlinskih vrst in delež svetloljubnih vrst le nekoliko večja na saniranih delih. Razlog za pomanjkanje razlik so nizke jakosti motenj in sanacije (ni bilo gradenj novih vlak in cest), ki niso povzročile znatnih poškodb tal in obstoječega mladja. Drugi razlog za nizko stopnjo razlik so lahko tudi rastiščne razmere, saj je bilo zahtevno najti poškodovane površine, kjer je del površine bil saniran, del pa prepuščen naravni obnovi. Zato lahko že manjše razlike v naklonu, ekspoziciji in talnimi razmerami zameglijo razlike med načinoma sanacije in so mogoče celo bolj pomembne kot sam način sanacije. Nakazano je, da odstranjevanje odmrle (oz. poškodovane) lesne mase, ki je ovira za pomladek, v kombinaciji z manj kompeticije višjega pomladka, omogoča osnovanje in vrst večjega števila drevesnih vrst na saniranih površinah. Vendar je večja gostota pomladka višjih višinskih razredov na nesaniiranih površinah pomembna, saj bodo to drevesa, ki bodo tvorila naslednjo streho sestoja in zasenčila številna drevesa nižjega pomladka. Presenetljivo nizek je bil delež objedenih dreves, saj so številne prisotne vrste kot npr. javorji, jeseni in brest, pri divjadi v prehrani zelo zaželene vrste. Na saniranih delih površine je bila objedenost nekoliko večja, saj odsotnost odmrlega drevja omogoča lažji dostop divjadi.

Sklop 3A. Primerjava setve in naravne obnove po ujmah. Izvedli smo 2 manjši raziskavi (okolica Kamnika in Jelovica), kjer smo ugotovili, da tudi setev daje zadovoljive rezultate pri sanaciji. Setev je še zlasti uspešna ob pripravi tal, saj tako odstranimo pritalno vegetacijo in razgolimo tla, kar omogoči uspešnejšo nasemenitev posejanega semena. Zastiranje pritalne vegetacije se je izkazalo kot pomemben dejavnik uspešnosti nasemenitve, saj je zastrtost vegetacije v obratnem sorazmerju z gostoto pomladka. Uspešnost nasemenitve vrst, ki jih ni bilo v mešanici semena, je bila odvisna od razdalje do najbližjih semenskih dreves. Statistična analiza je pokazala, da je gostota nasemenitve v negativni povezavi z oddaljenostjo ploskvic od semenjakov bora in macesna. Setev je zelo dobra alternativa saditvi, ki jo je potrebno uveljaviti tudi v praksi. Tudi na primeru Jelovice, kjer gre za precej ekstremna rastišča (kratka vegetacijska doba, zelo skalovito, plitva tla) in uporabo minimalne priprave tal pred setvijo, smo dobili zadostne gostote pomladka. Glavna prednost setve pred saditvijo je bistveno nižja cena. Ob uporabi setve je potrebna minimalna priprava tal, ki pa ni potrebna na celotni površini, ampak je usmerjena na izbrana mesta (višje ležeči predeli, ob panjih), kjer z motiko prekopljemo tla in posejemo tako pripravljeno površino. Po nekaj letih je potrebno označiti nekaj 100 kvalitetnih drevesc na ha in jih obžeti.

Sklop 3B. Primerjava saditve in naravne obnove. Primerjavo smo izvedli na 3 objektih (Bohor, Trnovski gozd in Črnivec), ki jih prizadel vetrolom l. 2008. Na vseh treh objektih je bila gostota naravnega mladja (brez sadik) višja (od 30-300%) na ploskvah z naravno obnovo v primerjavi s ploskvami, kjer je bila opravljena saditev. Razlog za veliko razliko je tudi odločitev za saditev na

površinah, kjer sej je pričakovalo da bo naravno pomlajevanje pomanjkljivo. Število naravno nasemenjenih drevesc na umetno obnovljenih površinah je bilo nekoliko nižje tudi zaradi poškodb in izsekovanja pri pripravi površine za sadnjo in nadaljnjih obžetvah). Saditev je smiselna na bogatejših rastiščih, kjer lahko po ujmi pričakujemo bujno razrast pritalne vegetacije, ki bo ovirala razvoj naravnega pomladka. Na tak način prehitimo pritalno vegetacijo, ki lahko sicer zavre pomlajevanje drevesnih vrst tudi za več desetletij. Sadike smreke v primerjavi z naravnim pomladkom priraščajo hitreje, medtem ko so sadike listavcev (gorski javor in bukev) slabe vitalnosti in slabo priraščajo. Listavci prav tako zahtevajo več vzdrževanja (tulci in količki), saj jih sicer poleže sneg, zato v večini primerov saditev gorskega javorja ni smotrni ukrep. Sredstva porabljena za umetno obnovo bi bilo bolj smiselno porabiti za označevanje dominantnih osebkov naravnega mladja in njihovo nego (obžetev).

Sklop 3C. Naravna obnova v in izven ograj po sanitarni sečnji žarišč podlubnikov. Raziskali smo pomlajevanje v ograjah in izven njih po sanitarni sečnji žarišč lubadarja v okolici Kočevja iz let 2003-2005, pri čemer so bile meritve izvedene v l. 2005 in 2013. Rezultati kažejo na zadostno pomlajevanje. Pomladek smreke je najštevilčnejši ob gozdnem robu, medtem ko so se v sredinah vrzeli uspešno naselili pionirji in vrste katerih seme raznaša veter (t.i. anemohorne vrste). Na grebenih med vrtačami pa je bilo značilno več vrst, katerih seme prenašajo živali (t.i. zoohorne vrste). Gastota dreves v pomladku se je od leta 2005 zmanjšala za 25 %. Ograje so se pokazale kot pomemben dejavnik pri pomlajevanju listavcev, saj je bila v bil v ograjah zastornosti, gostota in višina dreves višja kot zunaj ograj. Gradacija lubadarja je torej pospešila premeno smrekovih monokultur v smer bolj naravnih, listnatih sestojev, vendar je pri tem glavni omejujoč dejavnik močno objedanje listavcev. Ograje niso dolgoročno rešitev reševanja močnega objedanja, zato je smiselno povečati odstrel divjadi (srnjad in jelenjad), katere populacije so v tem delu Slovenije izrazito previsoke. Pri obnovi teh površin se je kot pomemben dejavnik izkazalo staro mladje (ki je bilo razvito tu pred gradacijo in sanitarno sečnjo) in poškodovana odrasla drevesa, ki služijo kot zavetje in mesto, kjer se zadržujejo ptiči in na tak način širijo seme zoohornih vrst.

Sklop 3D. Izvedli smo ponovne meritve na stalnih vzorčnih ploskvah na t.i. Mozirski Požganiji, kjer se je l. 1950 zgodil požar. V analizi smo proučili spremembe v vrstni sestavi, razporeditvijo dreves, gostoti in priraščanju dreves v opazovanem obdobju 1981 – 2013. Tako dolgo obdobje je izjemna redkost v raziskavah sukcesije po ujmah, zato ima raziskava izjemno velik raziskovalni pomen. Rezultati kažejo, da je preživetje močno odvisno od gostote dreves, višine, globine krošnje in drevesne vrste. Pionirske drevesne vrste so se izkazale kot bolj kratkožive in manj konkurenčne kot npr. smreka, ki je že po požaru prevladala na močno poškodovanih površinah in še je še danes glavna drevesna vrsta v tem gozdu.

Sklop 4A. Večkriterialni model ukrepanja po ujmah. Rezultat tega sklopa je model, ki nam je v oporo pri odločanju o načinu sanacije. Metodološki pristop omogoča analizo trenutnega stanja in napovedovanje stanja obravnavanega področja v primeru realizacije različnih scenarijev predlaganih ukrepov. Model je mogoče uporabiti na področjih, ki so že prizadeta z vetrolomi, kot tudi na neprizadetih področjih. Strukturo modela gradijo štirje vsebinsko povezani sklopi, ki vrednotijo stanje sestoja, rastišča, okolja in optimalnega tehnološkega ukrepa, glede na stanje sestoja, rastišča in okolja. Vsak sklop je vsebinsko razdelan na nižje hierarhične nivoje. Kljub kompleksnosti modela, je število potrebnih vhodnih podatkov majhno (24).

Sklop 4B. Model zaraščanja (sukcesije). V sklopu projekta smo s sodelavci Fakultete za računalništvo in informatiko v Mariboru razvili model ForestMAS – model za simulacijo sekundarne sukcesije na ravni drevesa, ki temelji na Ellenbergovih indikatorskih vrednostih. Model temelji na Ellenbergovih

indikatorskih vrednosti, ki opisujejo potrebe po hranilih, vlagi in toploti za vsako drevesno vrsto. Ekološke in reliefne značilnosti pa so vključene preko digitalnega modela reliefa obravnavanega območja, osončenosti ter količine padavin in stekanje vode. Vhodni podatek je tudi tip in globina tal. Model vključuje tudi kompeticijo med posameznimi drevesi in sicer tako, da pri prekrivanju krošenj dveh dreves, primerja vitalnost in višino sosednjih dreves in tako odloča o mortaliteti posameznega drevesa. Ko se drevo razvije v odrasli osebek, prične semeniti, iz semena pa nastaja nov pomladek, ki spet tekmuje za hranila in svetlobo. Model omogoča tudi 3D vizualizacijo v času zaraščanja. Model je bil preverjen na območju Mozirske Požganije in je primeren za simulacijo zaraščanja (sukcesije) po naravnih ujmah, pri zaraščanju kmetijskih površin ali golosekih.

Sklop 5. Izsledke raziskav smo vključili v učni načrt predavanj in terenskega pouka na Oddelku za gozdarstvo. V letu 2012 smo soorganizirali posvet na Gozdarskem inštitutu na temo sanacij ujm, kjer smo tudi predstavili dva referata. Izdelani model ForestMAS, omogoča simulacijo zaraščanja površin po ujmah, golosekih ali pri naravnem zaraščanju z gozdom. Večkriterialni model ukrepanja pa je zaradi majhnega števila vhodnih podatkov tudi v praksi uporaben za podporo pri odločanju o načinu sanacije po ujmi. V raziskovalno delo projekta smo vključili številne diplomske naloge (17) in doktorat mladega raziskovalca. Rezultati so bili posredno predstavljeni splošni javnosti preko intervjujev in izjav medijem po žledolomu 2014. Sodelovali smo na izobraževalnem dnevu sanacije po žledolomu v Idriji in se udeležili izobraževanja v Nemčiji. Načine sanacij smo predstavili lastnikom gozdov v okviru okrogle mize na kmetijske sejmu AGRA v Gornji Radgoni.

### **3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu**

#### **Sklop 1: Ocena tveganj za pojav naravnih ujm v gozdovih Slovenije**

##### **A) Modeliranje pojavljanja naravnih ujm v gozdovih Slovenije: obseg, prostorska razširjenost in vplivni dejavniki (regionalni in državni nivo)**

###### **Uvod in opredelitev pojmov**

Povzročitelji naravnih motenj v gozdovih so abiotski in biotski dejavniki. Posledice naravnih motenj se kažejo v poškodovanosti, lahko tudi odmrtnosti, dreves, skupin dreves ali sestojev. Pojavljanje, obseg in prostorsko razširjenost naravnih motenj (tudi ujm) v gozdovih Slovenije smo analizirali s podatki o sanitarnem poseku, ki so zbrani v podatkovnih zbirkah Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2013). Sanitarni posek je bil definiran kot posek poškodovanih dreves v gozdovih, ki so jih prizadele naravne motnje, nastale zaradi vetra, snega, žleda, gozdnega požara, prenamnožitve insektov (podlubnikov) ali drugih vzrokov. Naravne motnje večjih jakosti smo opredelili kot ujme. Zgradba razpoložljivih podatkovnih zbirk ne omogoča členitve sanitarnega poseka na posek, ki so ga povzročile ujme, ter sanitarni posek, ki je posledica motenj manjših in srednjih jakosti. Zato smo analizirali celoten sanitarni posek; iz obsega sanitarnega poseka in njegove prostorske razmeščenosti pa je mogoče sklepati, katera območja so prizadele motnje večjih jakosti (ujme).



## Obseg, prostorska razširjenost, časovna dinamika

Sanitarni posek v gozdovih je stalen, vzroki zanj, njegova jakost in pogostnost pa se v prostoru in času spreminjajo. V Sloveniji je v obdobju 1995-2010 delež sanitarnega poseka v celotnem poseku v povprečju znašal slabih 29 % (preglednica 1).

Med preučevanimi vzroki sanitarnega poseka so prevladovali insekti, predvsem podlubniki (34 % sanitarnega poseka), sledili pa so veter (14 %), sneg (10 %), žled (8 %) in požari (0,2 %); kar 33 % celotnega sanitarnega poseka je bilo izvedenega zaradi drugih vzrokov (bolezni in glive, poškodbe drevja, emisije, divjad, plazovi in usadi, odmirajoče drevje zaradi neznanih vzrokov).

Med drevesnimi vrstami je v sanitarnem poseku prevladovala smreka, sledila sta ji jelka in bukev. Pri smreki so bili najpogostejši vzrok sanitarnega poseka »napadi podlubnikov« (53 %), pomembni pa so bili še drugi vzroki (bolezni in glive ter poškodbe), veter in sneg. Sanitarni posek jelke se je izvajal večinoma zaradi »drugih vzrokov« (npr. upad vitalnosti, odmirajoče drevje zaradi neznanih vzrokov), posek rdečega bora zaradi snega, posek črnega bora pa zaradi požarov. Bukev je najbolj prizadel žled, pa tudi veter in poškodbe zaradi dela v gozdu, nekoliko manj sneg. Pri hrastu in drugih listavcih so najpomembnejši vzroki sanitarnega poseka drugi vzroki (bolezni in glive), pa tudi veter in žled.

Preglednica 1: Sanitarni posek (m<sup>3</sup>/leto) po vrstah sanitarnega poseka in drevesnih vrstah

Vrsta poseka	Skupaj	Drevesne vrste						Število ujm
		smreka	jelka	d. iglavci	bukev	hrast	d. listavci	
Insekti	291.8	276.1	11.7	2.1	337.0	860.0	776.0	5 *
Veter	117.9	71.7	9.5	5.4	20.0	3.8	7.5	4
Sneg	88.1	54.9	2.6	14.2	10.9	2.0	3.6	6
Žled	71.5	24.0	2.2	7.1	27.1	4.1	7.0	2
Požar	3.8	192.0	97.0	3.1	153.0	26.0	284.0	2
Ostalo	286.0	93.0	95.0	12.4	22.5	15.8	47.2	
Sanitarni posek	859.1	519.8	121.1	44.3	81.0	26.6	66.3	
Delež v poseku	28,6	40,7	38,3	31,0	9,7	20,3	22,1	
Redni posek	2.140.783	756.5	194.8	98.5	752.7	104.5	233.8	
Skupaj	2.999.903	1.276.341	315.9	142.8	833.7	131.1	300.2	

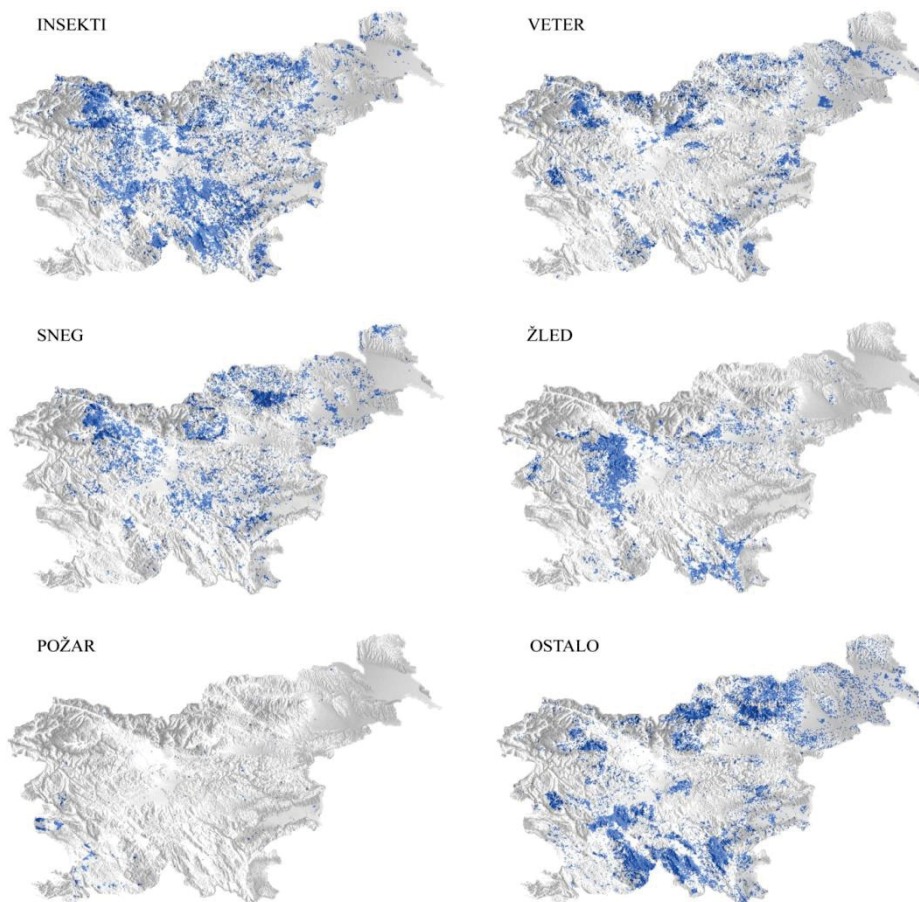
\* V letih 2003-2007 so bile kalamitete zaradi gradacij podlubnikov zabeležene v različnih predelih Slovenije, vendar smo v posameznem letu vse skupaj šteli za en dogodek.

Med rednim in sanitarnim posekom nismo ugotovili značilnih razlik v volumnu (debelini) poprečnega posekanega drevesa, smo pa ugotovili značilne razlike v volumnu (debelini) poprečnega posekanega drevesa in debelinski strukturi poseka med različnimi vrstami (vzroki) sanitarnega poseka. Zaključek opravljenih raziskav je, da insekti (podlubniki) in veter praviloma bolj prizadenejo sestoje z debelejšim drevjem (poprečno posekano drevo, dbh = 20-35 cm), sneg in žled pa praviloma sestoje s tanjšim drevjem (poprečno posekano drevo, dbh = 15-25 cm). Značilne razlike v dimenzijah posekanega drevja (poprečni premer in poprečni volumen posekanega drevja) smo ugotovili tudi med različnimi drevesnimi vrstami.

Med različnimi vrstami (vzroki) sanitarnega poseka so velike razlike v prostorski razširjenosti (slika 1). Sanitarni posek zaradi vetra je bil največji v alpskem prostoru, enako velja za količino sanitarnega poseka zaradi snega; alpskemu območju sledita preddinarsko in predalpsko območje. Največ poškodb zaradi žleda je bilo v predalpskem in alpskem območju, skupaj nekaj manj kot 70 % celotnega poseka zaradi žleda. Požari so prizadeli predvsem submediteransko območje, sanitarni posek zaradi insektov



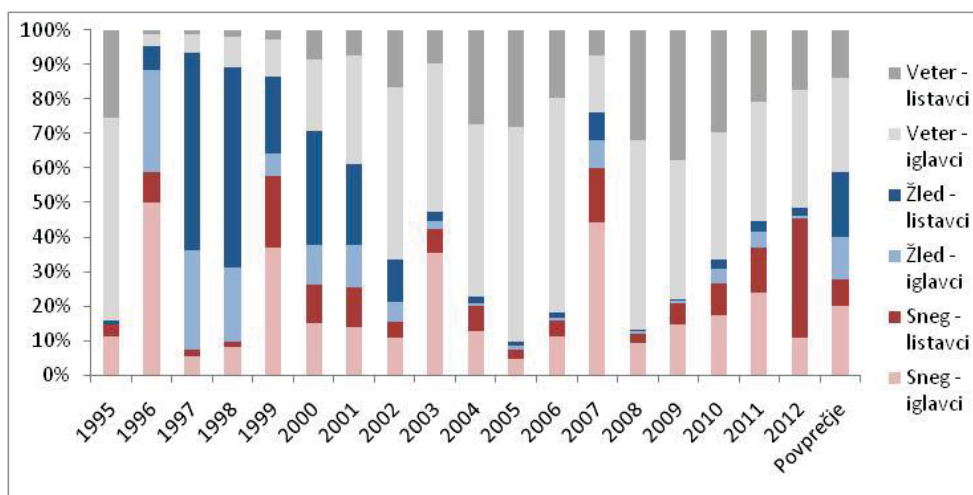
(podlubnikov) pa je bil največji v dinarskem, alpskem in preddinarskem območju. Količina sanitarnega poseka zaradi »drugih vzrokov« je bila največja v dinarskem (prednjačila je jelka) in alpskem svetu.



Slika 1: Prostorski prikaz (tehnika gostitve točk, ang.: *dot density map*), sanitarnega poseka po vrstah sanitarnega poseka v obdobju 1995–2012. Lokacije sanitarnega poseka so obarvane modro (Poljanec in sod., 2014). Za insekte, veter in ostale vzroke predstavlja točka znotraj odseka  $100 \text{ m}^3$  sanitarnega poseka, za sneg in žled  $50 \text{ m}^3$  in za požar  $25 \text{ m}^3$ .

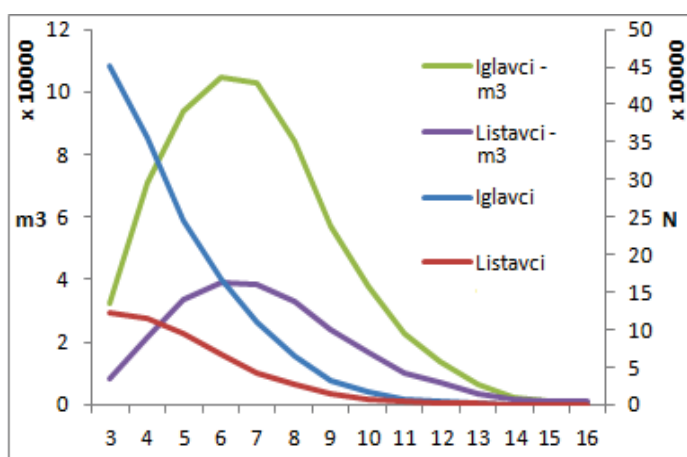
Časovna in prostorska dinamika sanitarnega poseka je odvisna od številnih dejavnikov, ekstremne vrednosti pa so v največji meri odvisne od povzročiteljev ujm, to je ekstremnih dogodkov, ki so se v obravnavanem obdobju 1995-2010 pojavljale vsakih nekaj let (preglednica 1). V tem obdobju je nekaj večjih ujm prizadelo gozdove v različnih delih Slovenije, kar je zelo vplivalo na količino in prostorsko razporeditev sanitarnega poseka. Poglavitne ujme v tem obdobju so bili vetrolomi v letih 2002, 2006, 2008, snegolomi v zimah 1995/1996, 1996/1997, 2007, 2008, 2012, žledolomi v letih 1995/1996 in 1996/1997, gozdni požari v letih 2003 in 2006 ter obsežne gradacije podlubnikov v letu 1998 in obdobju 2003-2007.

V bukovih gozdovih so bili v obdobju 1995-2012 najpogostejši vzroki sanitarnih sečenj veter, sneg in žled (našteti po deležu v sanitarnem poseku). Njihova dinamika je prikazana na sliki 2. Povprečni letni posek zaradi snegoloma je bil  $6,5 \text{ m}^3/100 \text{ ha}$  (skupaj  $78457 \text{ m}^3$ ), kar pomeni 9,6 % celotnega sanitarnega poseka. Od tega je bilo le  $0,8 \text{ m}^3/100 \text{ ha}$  (12 %) bukve in kar  $4,1 \text{ m}^3/100 \text{ ha}$  (63 %) smreke.



Slika 2: Struktura sanitarnega poseka zaradi snega, žleda in vetra po letih, ločeno za listavce in iglavce

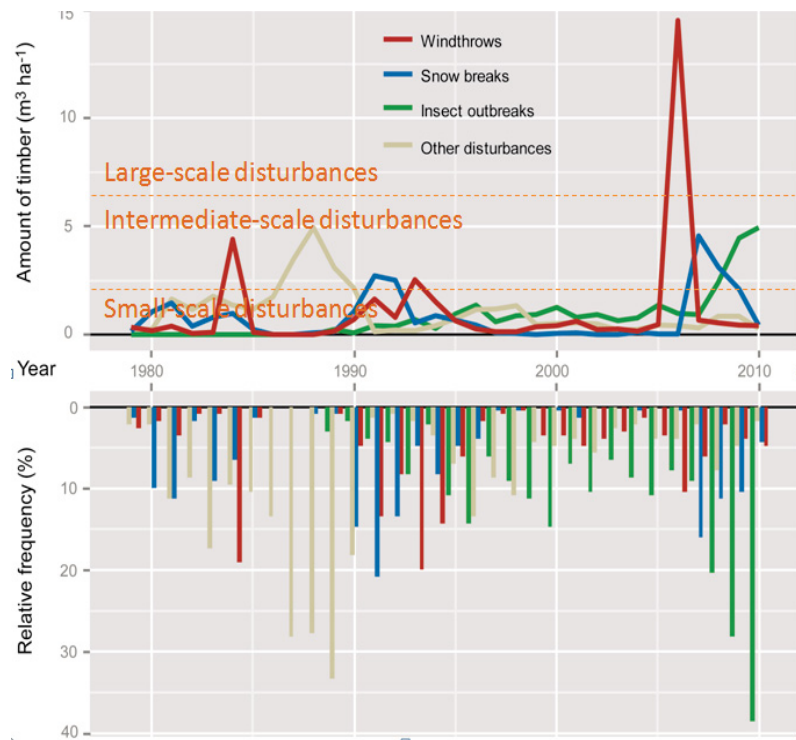
Iz debelinske strukture in lesne zaloge odkazanega drevja lahko sklepamo, katera drevesa so bolj dovzetna za poškodbe zaradi snega. Najobčutljivejša so tanjša drevesa do debeline 30 cm, ki v številu odkazanih poškodovanih dreves predstavljajo kar 85 %. Iglavci, predvsem smreka, so bolj dovzetni za poškodbe zaradi snega kot listavci, saj je bil posek tankega drevja iglavcev bistveno višji kot posek tankega drevja listavcev (slika 3). Najvišjo lesno zalogo posekanega drevja zaradi poškodb po snegu (zopet je bil največji delež poškodovanih iglavcev) smo ugotovili pri srednjedebelem drevju – med 5. in 8. debelinsko stopnjo. Pri debeltem drevju razlik med listavci in iglavci nismo ugotovili.



Slika 3: Debelinska struktura poseka zaradi snegoloma v bukovih gozdovih glede na število dreves in lesno zalogo (Malus, v izdelavi)

Analizo pojava in jakosti naravnih motenj na izbranem manjšem območju smo izvedli v GGE Jelovica, GGO Bled, kjer so naravne motnje pogostejše kot v ostalih predelih Slovenije (Klopčič in Bončina, 2014). Drevesna sestava preučevanih gozdov je bila spremenjena, zato danes v sestojih prevladuje smreka (78 %), jelka in listavci so v manjšini (skupaj 22 %).

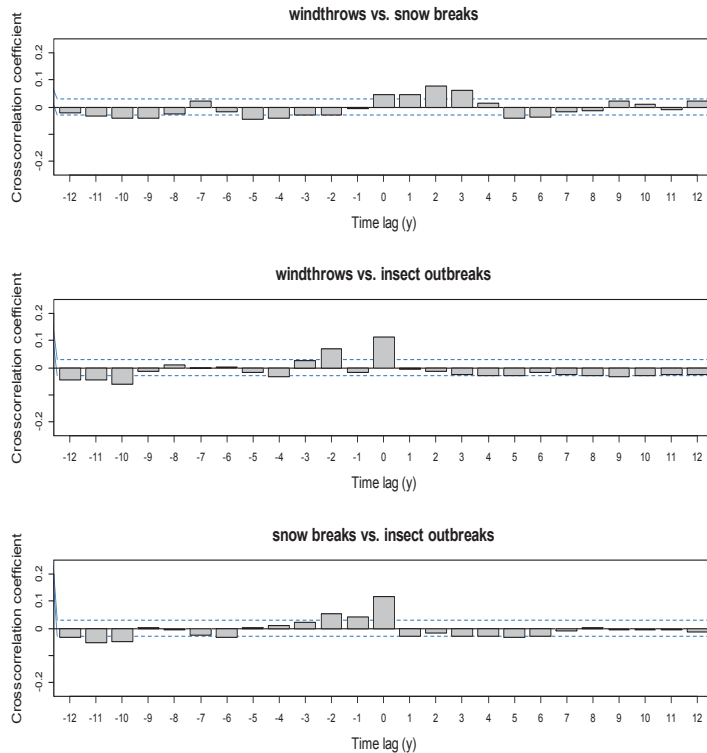
V obdobju 1979-2010 smo proučevali tri tipe naravnih motenj: vetrolome, snegolome in napade insektov (podlubnikov). Motnje so se pojavljale skoraj vsako leto (slika 4), prevladovala so motnje nizkih jakosti, dokaj pogosto so se zgodile motnje srednjih jakosti, motnje visokih jakosti so se dogajale izjemoma (npr. vetrolom leta 2006).



Slika 4: Dinamika pojava naravnih motenj na območju GGE Jelovica v obdobju 1979-2010 (Klopčič in Bončina, 2014)

Z avtokorelacijsko analiz smo ovrgli hipotezo, da se vetrolomi in snegolomi pojavljajo periodično, hkrati pa smo to hipotezo potrdili za napade podlubnikov. Pri slednjih smo ugotovili značilne pozitivne korelacije med količino posekane lesne mase v določenem letu in v prejšnjih dveh letih. S tem smo ugotovili tendenco pojavljanja napadov podlubnikov na istih površinah (odsekih) v treh zaporednih letih. Za vetrolome in snegolome pa lahko zaključimo, da se pojavljajo stohastično, vendar pa bi z daljšo časovno serijo podatkov lahko ugotovili tudi drugače.

Z navzkrižnimi korelacijami (angl. *cross-correlations*) smo ugotavljali povezanost različnih motenj. Vetrolomi so se na istih površinah (odsekih) značilno bolj pogosto pojavljali do tretjega leta po pojavu snegolomov (slika 5). Vzrok temu je lahko nastanek vrzeli oziroma notranjega gozdnega roba zaradi poseka po snegolomu poškodovanih delov sestojev, ki predstavljajo vhod za veter, zaradi t.i. robnega učinka (angl. *edge effect*) pa so taki sestoji bolj dovzetni za pojav (sukcesivnega) vetroloma. Napadi podlubnikov so se najpogosteje pojavljali v istem letu kot vetrolomi in snegolomi, pa tudi dve leti po vetrolomu oziroma eno ali dve leti po snegolomu. Verjetno je vzrok temu zmanjšana biološka odpornost sestojev in hkratna velika količina odmrlih ali poškodovanih dreves, ki predstavljajo osnovo za (pre)namnožitev (smrekovih) podlubnikov.



Slika 5: Navzkrižne korelacije med pojavom različnih naravnih motenj (Klopčič in Bončina, 2014)

### Vplivni dejavniki

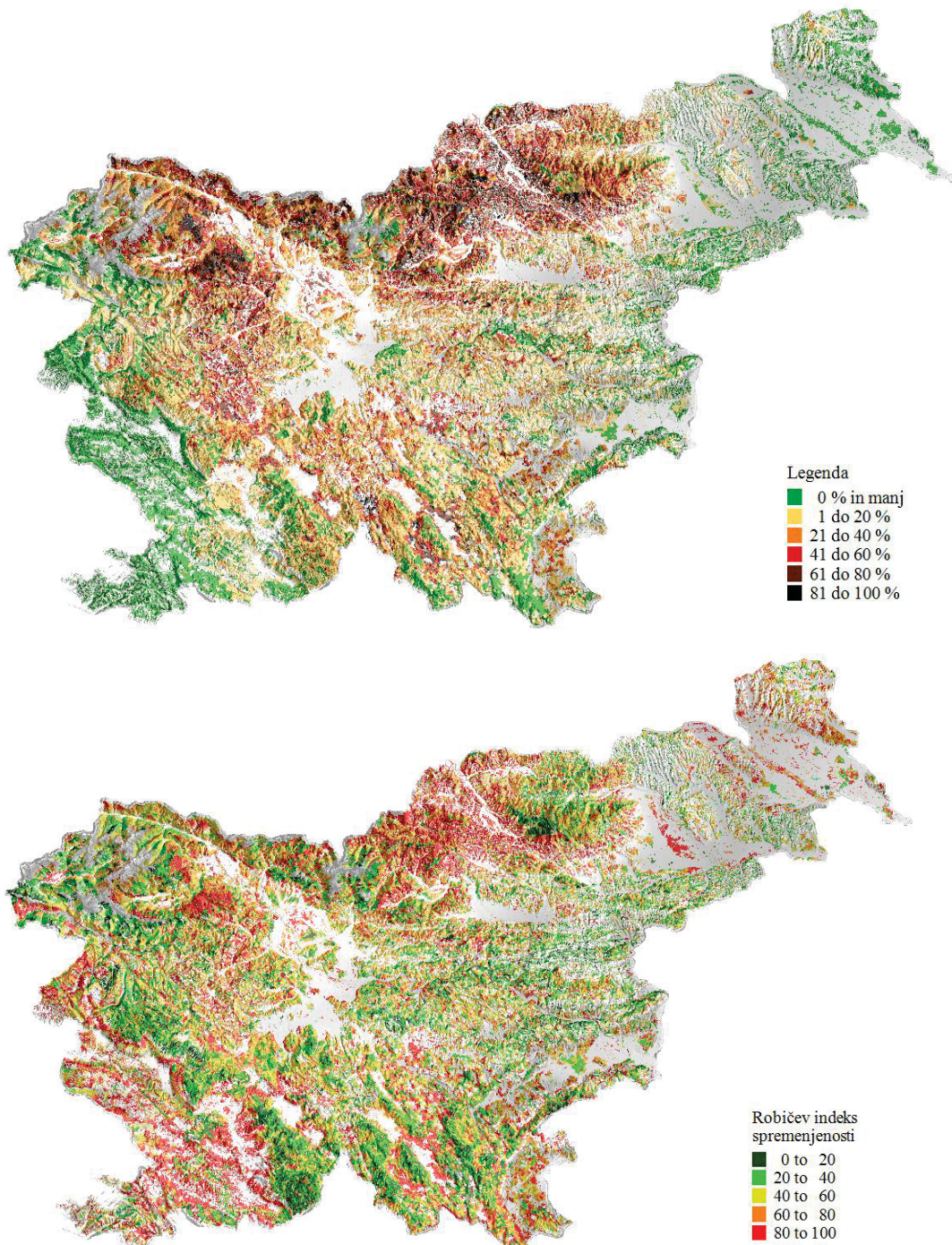
Analizo vplivnih dejavnikov pojava in jakosti naravnih motenj smo izvedli na nacionalni (npr. Malus, 2015) in regionalni prostorski ravni (Klopčič in sod., 2009, 2013; Klopčič in Bončina, 2014). Vplivni dejavniki opisujejo rastiščne značilnosti, sestojne razmere pa tudi značilnosti gospodarjenja z gozdovi. Ugotovili smo, da različne vrste sanitarnega poseka pojasnjujejo različni vplivni dejavniki, kar je pomembno za odločanje o načinih zmanjševanja tveganj pri gospodarjenju z gozdovi oziroma možnostih povečevanja odpornost gozdnih sestojev na različne motnje.

Pomembni vplivni dejavniki:

- vetrolom: debelinska struktura in posledično razvojna faza sestoja (starejši sestoji bolj ogroženi), delež raznomernih sestojev v skupni površini gozdnih sestojev, količina notranjih gozdnih robov, spremenjenost drevesne sestave (slika 6), pojav motenj in redne sečnje v preteklih letih, nekateri rastiščni (topografski) dejavniki (npr. privetрни/zavetрни položaj, razgibanost reliefa);
- snegolom: debelinska struktura in posledično razvojna faza sestojev (mlajši sestoji bolj ogroženi), delež raznomernih sestojev v gozdnem prostoru, pojav redne sečnje v preteklih letih, nadmorska višina, naklon, količina novozapadlega snega v pomladanskih mesecih (marec, april, maj), fitogeografska regija;
- gradacije podlubnikov: drevesna sestava, debelinska struktura in posledično razvojna faza sestoja (starejši sestoji bolj ogroženi), količina notranjih gozdnih robov, pojav motenj in redne sečnje v preteklih letih, nekateri rastiščni dejavniki (nadmorska višina, lega, položaj v pokrajini);
- žledolomi: drevesna sestava (delež smreke oziroma listavcev), nekateri rastiščni dejavniki (npr. naklon, produkcijska sposobnost rastišča), klimatski dejavniki (npr. povprečna januarska



- temperatura, povprečna letna količina padavin), pojav žledoloma in redne sečnje v preteklih letih;
- gozdni požari: drevesna sestava (delež, maksimalna temperatura v poletnih mesecih v povezavi s količino padavin v poletnih mesecih), fitoregija, pojav gozdnih požarov v preteklih letih.



Slika 6: Spremenjenost drevesne sestave pomembno vpliva na pojav in jakost naravnih motenj (vir: Bončina in sod., 2014). Zgoraj: Povečan delež smreke v lesni zalogi gozdnih sestojev glede na njen delež v naravni drevesni sestavi. Spodaj: Robičev indeks spremenjenosti naravne drevesne sestave; vir: Bončina in sod., 2014)

V raziskavi pojava snegoloma v bukovih gozdovih je Malusova (2015) kot glavne vplivne dejavnike izpostavila količino novozapadlega snega v spomladanskih mesecih (marec, april, maj), fitogeografsko regijo, naklon, skalnatost in geološko podlago. Ob dvakratni količini novozapadlega snega glede na povprečno količino (38 cm) se verjetnost poškodb zaradi snegoloma poveča za 1,71-krat. Na območju preddinarskih bukovih gozdov je verjetnost poškodb zaradi snega pri enaki količini novozapadlega spomladanskega snega za 4,2-krat večja v primerjavi z alpskim območjem, na območju dinarskih za 3,4-krat in na območju predalpskih bukovih gozdov za 1,9-krat. Z večanjem naklona terena se verjetnost poškodovanosti bukovih gozdov zaradi snega povečuje, z večanjem skalovitosti terena pa zmanjšuje. Verjetnost poškodb zaradi snega v bukovih gozdovih je na nekarbonatnih kamninah nižja za 0,5-krat kot na karbonatnih kamninah.

V raziskavi naravnih motenj na Jelovici (Klopčič in Bončina, 2014) smo z metodo »*generalized estimation equations*« ugotovili vpliv številnih rastiščnih, sestojnih in gozdnogospodarskih dejavnikov na pojav in jakost motenj (preglednica 1).

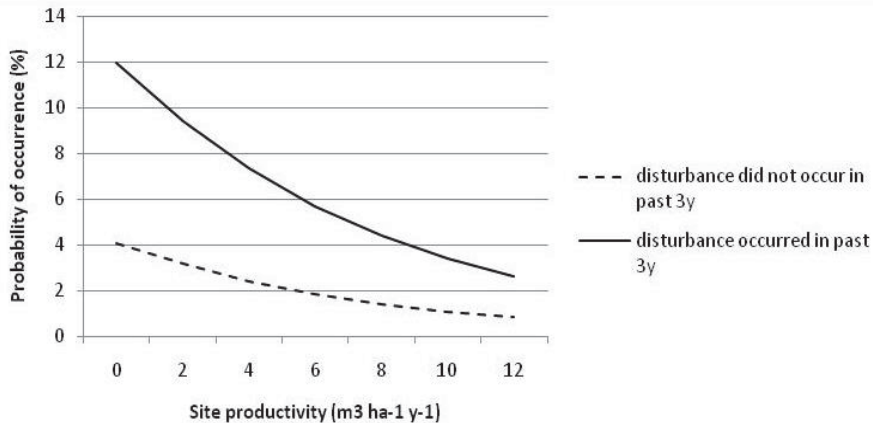
Preglednica 1: Modeli pojava in jakosti motenj v GGE Jelovica (prikazani so statistično značilni koeficienti  $\beta$ )

Spremenljivka	Vetrolom		Snegolom		Napadi podlubnikov	
	pojav	jakost	pojav	jakost	pojav	jakost
Konstanta	-2,651	0,894	-6,884	0,240	-2,394	2,249
Nmv			-0,004	-0,002		0,000
SD_nmv		-0,009		-0,011	-0,009	-0,009
Var_lega	-0,314	-0,186			-0,410	-0,118
Pod			-0,245			-0,242
Prst						0,098
SP	-0,135	-0,043	0,119			
Mlad						-1,461
Drg			0,442	0,518	-1,700	-1,572
Deb	0,681		0,870			-1,356
Ses_obn						-1,509
Rzn				0,390	-1,327	-1,569
H'	0,635				1,322	
LZA	0,006	-0,000				
LZB		0,000				
LZC	0,000		-0,003			0,000
SM			6,979	2,075		0,427
JE			8,857	3,784	-6,587	5,057
BU						
POS	0,000	0,000				0,001
M2		0,114	0,315		1,104	0,153
M3	1,158					
RS2			0,283			-0,054

\* nmv – nadmorska višina odseka, SD\_nmv – standardna deviacija nadmorske višine, Var\_lega – varianca leg v odseku, POD – matična podlaga (0 – silikat, 1 – karbonat), prst – tip prsti (1 – rjava pokarbonatna tla, 0 – drugi tipi), SP – produkcijska sposobnost rastišča, mlad – delež mladovij v odseku, drg – delež drogovnjakov v odseku, deb – delež debeljakov v odseku, ses\_obn – delež sestojev v obnovi v odseku, rzn – delež raznomernih sestojev v odseku, H' – Shannonov indeks izračunan iz deležev posameznih razvojnih faz v odseku, LZA – lesna zaloga tankega drevja (dbh<30 cm), LZB – lesna zaloga debelega drevja (30 cm≤dbh<50 cm), LZC – lesna zaloga debelega drevja (dbh≥50 cm), SM – delež smreke v lesni zalogi, JE – delež jelke v lesni zalogi, BU – delež buke v lesni zalogi, POS – skupna količina poseka, M2, M3 – pojav motenj v preteklih 2 oziroma 3 letih, RS3 – prisotnost redne sečnje v preteklih 3 letih

Pomembna ugotovitev uporabljenih modelov je pomen interakcij pojava motenj s pojavi motenj (istega ali drugega tipa) v preteklih nekaj letih. Ta interakcija je bila zaznana v večini modelov pojava in jakosti motenj, izjema je bil model jakosti snegolomov. Če opazujemo verjetnost pojava vetroloma

ob variiranju produkcijske sposobnosti rastišča in pojava motenj v preteklih treh letih (slika 7), je verjetnost pojava vetroloma ob prisotnosti motenj v preteklosti bistveno višja (celo do 3-krat), kot če motenj v preteklih letih ne bi bilo. Se pa verjetnost pojava vetroloma niža z višanjem produkcijske sposobnosti rastišča.



Slika 7: Verjetnost pojava vetroloma v odvisnosti od produkcijske sposobnosti rastišča in pojava motenj v preteklih 3 letih (Klopčič in Bončina, 2014)

### Predlogi za zmanjšanje tveganj za pojav naravnih motenj

Pojava ujma in drugih motenj ne moremo preprečiti, lahko pa povečamo odpornost gozdnih sestojev in zato vsaj delno omilimo njihove negativne posledice. Večje možnosti za zmanjševanje tveganj pri gospodarjenju z gozdovi so pri naravnih motnjah srednjih in nizkih jakosti; z oblikovanjem zelene zgradbe in sestave gozdnih sestojev namreč zmanjšamo verjetnost pojava poškodb gozdnih sestojev.

Med dejavniki, ki zmanjšujejo tveganje za pojav vetroloma, velja izpostaviti:

- ohranjeno (naravno) drevesno sestavo gozdov (predvsem zadosten delež avtohtonih listavcev),
- raznomerne sestojne zgradbe,
- pravočasne obnove sestojev (večja tveganja v (pre)starih sestojih)
- ustrezno izvajanje nege, ki na dolgi rok povečuje stabilnost (odpornost) dreves in sestojev.

Dejavniki znižanja tveganja za pojav snegoloma so:

- izvajanje nege v mladih sestojih, kar dolgoročno povečuje stabilnost sestojev (čeprav so sestoji v prvih nekaj letih po ukrepu bolj dovzetni za snegolom),
- raznomerne sestojne zgradbe,
- zadostna primes listavcev v smrekovih nasadih (predvsem drogovnjakih) na rastiščih, kjer je smreka dovzeta za snegolome.

Pomembni dejavniki za znižanje tveganja napadov podlubnikov so:

- preventivni varstveni ukrepi,
- pravočasne in ustrezne sanacije predhodnih naravnih motenj,
- ohranjena (naravna) drevesna sestava gozdov (predvsem zadosten delež avtohtonih listavcev),
- redni posek slabo vitalnih dreves, predvsem iglavcev (smreka, jelka).

Izpostavimo lahko pomembne dejavnike/ukrepe, ki zmanjšujejo tveganje za pojav naravnih motenj:

- Pomemben dejavnik je drevesna sestava gozdnih sestojev, na katero lahko bistveno vplivamo že z izbiro gojitvenega sistema. Že relativno nizek delež primešanih listavcev v zasmrečenih sestojih na rastiščih, kjer je smreka potencialno ogrožena od podlubnikov, pomembno poveča odpornost sestojev proti naravnim motnjah, tudi ujmam. Poglavitna vzvoda za vplivanje na drevesno sestavo sta način obnavljanja gozdnih sestojev ter nega, predvsem mlajših razvojnih faza gozda.
- Zgradba gozdnih sestojev: malopovršinske raznomerne sestojne zgradbe so odpornejše na motnje, če pa do motenj pride (npr. ujm), potem je obnova takšnih gozdov praviloma znatno lažja in cenejša kot obnova poškodovanih enomernih gozdov.
- Z ukrepi nege v mladih razvojnih fazah vplivamo na drevesno sestavo, z ustreznimi izvedenimi izbiralnimi redčenji pa dolgoročno prispevamo k večji mehanski stabilnosti in odpornosti sestojev. Kratkoročno, nekaj let po opravljenem ukrepu, redčenja povečajo dovzetnost sestojev za naravne motnje, dolgoročno pa izboljšajo stabilnost dreves in sestojev.
- Za zmanjševanje tveganj je pomembna pravočasnost in stalnost ukrepanja: z rednim posekom zmanjšujemo tveganja. V vseh sestojih, posebno pa v tistih z večjim deležem smreke, mora biti zdravstveno stanje dreves pomemben kriterij za odkazilo drevja. Sprotno odstranjevanje fiziološko oslabeledih dreves iz gozdnih sestojev pomembno zmanjšuje tveganja, posebno v zasmrečenih sestojih se s tem zmanjšuje možnost gradacije podlubnikov. Za zmanjševanje tveganj je pomembna tudi pravočasna obnova gozdnih sestojev; to velja še zlasti za antropogeno zasmrečene sestoje, kjer so v primerjavi z naravnejšimi gozdovi priporočljive krajše obhodnje.
- Z načrtnim usmerjanjem razvoja gozdov lahko zmanjšujemo tveganja pri gospodarjenju z gozdom. Pri tem je pomembno, da varnost vgrajujemo v odločitve o prihodnji sestavi in zgradbi gozdnih sestojev. Naloga načrtovanja je tudi, da določa prioritete (nujnost) pri izvajanju ukrepov, tudi tistih, ki vplivajo na večjo stabilnost in odpornost gozdnih sestojev.
- K zmanjševanju tveganja znatno pripomore hitra in uspešna sanacija poškodovanih dreves in sestojev. Hitra in učinkovita sanacija prispeva k večji prodajni vrednosti poškodovanih dreves in s tem manjši ekonomski škodi, znatno pa zmanjša tudi tveganja za pojav sekundarnih motenj. Hkrati lahko prispeva k ustvarjanju ugodnih razmer za obnovo poškodovanih gozdov.

### **Opomba**

Pri modeliranju pojava in jakosti naravnih motenj smo uporabili razpoložljiv nabor podatkov, nekatere smo ekstrapolirali na raven odsekov ali oddelkov. V analize niso bili vključeni nekateri dejavniki, ki bi lahko pojasnjevali pojav ujim in drugih motenj, to so predvsem podatki o ekstremnih vremenskih dogodkih, kot so hitrosti vetra, podatki o padavinah, podatkih o tleh itn, saj ali niso na voljo ali pa je njihova resolucija premajhna za potrebe tovrstnih raziskav. Za upravljanje gozdov je pomembneje poznati, kako sestojni znaki, na katere lahko vplivamo in jih spreminjamo, vplivajo na tveganja pri gospodarjenju z gozdovi. Pri podatkovni zbirki o sanitarnem poseku je ena od poglavitnih pomanjkljivosti ta, da je relativno zelo velik delež celotnega sanitarnega poseka opredeljen kot posek zaradi neznanih vzrokov.

### **Dosežki:**

KLOPČIČ, Matija, PAHOVNIK, Andrej, BONČINA, Andrej. Vplivni dejavniki pojava in jakosti vetroloma na območju Črničva = Influential factors of windthrow occurrence and severity in the Črničevca area. *Gozdarski vestnik*, ISSN 0017-2723, sep. 2013, letn. 71, št. 7/8, str. 331-345, ilustr. [COBISS.SI-ID 3713702]



KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. *Natural disturbances regime and disturbance interactions in mountain forests of the Julian Alps*. V: KANGUR, Ahto (ur.). *Book of abstracts: [International conference] Forest landscape mosaics : disturbance, restoration and management at times of global change, 11-14 August 2014, Tartu, Estonia, (Transactions of the Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences, ISSN 1406-5894, No. 40)*. Tartu: Estonian University of Life Sciences, 2014, str. 48. [COBISS.SI-ID 4009638]

POLJANEC, Aleš, ŠČAP, Špela, BONČINA, Andrej. 2014. Količina, struktura in razporeditev sanitarnega poseka v Sloveniji v obdobju 1995–2012. *Gozdarski vestnik* letn. 73, št. 3, str. 131-147 [COBISS.SI-ID 3843750]

MALUS, Blanka. *Poškodbe zaradi snega v bukovih gozdovih: magistrsko delo*. V izdelavi.

PETERMAN, Andraž, POLJANEC, Aleš. *Presoja uspešnosti sanacije gozdov po vetrolomu leta 1984 v GGE Radovljica - levi breg Save : diplomsko delo - univerzitetni študij = Assessment of forest restoration success after 1984 windthrow in GGE Radovljica - levi breg Save : graduation thesis - university studies*. Ljubljana: [A. Peterman], 2014. 61 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/dn\\_peterman\\_andraz.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/dn_peterman_andraz.pdf). [COBISS.SI-ID 3953062]

PAHOVNIK, Andrej. *Analiza vetroloma na Območju Črničca leta 2008: diplomsko delo - univerzitetni študij*. Ljubljana: [A. Pahovnik], 2011. VII, 38 f., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn\\_pahovnik\\_andrej.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_pahovnik_andrej.pdf). [COBISS.SI-ID 3294118]

TEKALEC, Barbara. *Razvoj gozdnih sestojev po vetrolomu leta 1984 v GGE Radovljica – levi breg Save: diplomsko delo – univerzitetni študij*. V izdelavi.

## **B) Analiza majhnih in srednje velikih motenj v Sloveniji**

Analizo majhnih in srednjih motenj smo želeli izpeljati v Jelendolu, kjer pa smo po terenskih ogledih ugotovili, da so stalne poškodbe sestojev (vetrolomi) posledica nepravilnega gospodarjenja. Izpeljali smo podroben pregled literature in nekaj terenskih ogledov (Jelendol, Jelovica), vendar primernih raziskovalnih objektov nismo našli, saj je šlo v vseh primerih za vetrolom na robovih vrzeli, ki so nastale v predhodnih vetrolomih ali sečnjah (Jelendol), medtem ko smo iskali bolj disperzen vetrolom, t.j. lokacije, kjer so nekatera drevesa podrta, nekatera pa še stojijo. Poleg tega je na omenjenih lokacijah prisotna le smreka, v analizo pa bi morala biti vključena tudi bukev. Februarja leta 2014 pa se je zgodil še obsežen žledolom in otežil iskanje primernih vetrolomov. Ker je raziskovanje dovzetnosti že samo po sebi zelo zahtevno, saj nanj vpliva kopica različnih dejavnikov, se pri obremenitvah z žledom pojavljajo drugačne sile kot pri obremenitvi z vetrom, zato bi lahko na območjih, kjer so prisotne poškodbe od vetroloma in žledoloma, prišlo do zamenjave.

## **Sklop 2: Abiotski in biotski odziv na posek in spravilo v primerjavi z neukrepanjem po naravnih ujmah**

### **A) Primerjava različnih načinov sanacije po požaru na Krasu**

V okviru projekta Ekološka sanacija ujm v gozdovih smo na požarišču Šumka-Trstelj v letih 2012-2013 opravili primerjalno analizo različnih načinov sanacije po požaru. Pogorišče Šumka – Železna vrata – Trstelj, ki se razteza na severnem robu Krasa med Komnom, Škrbino in Branikom, je bilo največje v letu 2006. Požar je zajel 950 ha veliko območje, od tega 710 ha gozdov (74 %). Prevladovali so odrasli borovi gozdovi (56 %) s primesjo hrastov (6 %) in ostalih termofilnih listavcev (38 %). Vršni požar je zajel približno 75 % vseh gozdov (510 ha), preostanek pa talni požar (Sanacijski načrt...2006). Pri sanaciji požarov na Krasu je najpogostejše ukrepanje posek poškodovanega drevja in setev črnega bora. V zadnjem času se uveljavlja tudi izkoriščanje sečnih ostankov za sekance. Na ta način je površina zelo osiromašena organske snovi.

Sanacijo pogorelega gozda so ločili glede na rastišče (boljše in slabše oz. kamenišče). Boljša rastišča se nahajajo v ulekninah in zaravnicah med hribi. Od prevladujočega slabšega rastišča, se razlikujejo predvsem z deležem globljih tal oziroma v manjši kamenitosti in skalovitosti. Opravili so sanacijo s sadnjo želoda hrastov in bukovega žira, površine so zaščitili pred divjadjo z ograjo. Na slabših rastiščih so izpeljali setev lahkih semen z zagrinjanjem. Pri sanaciji niso razlikovali med pogorelimi površinami listnatih ali iglastih gozdov. Prevladujejo južne, jugovzhodne in jugozahodne lege, na katerih uspevajo vrste, ki dobro prenašajo sušo in velika temperaturna nihanja, tudi veliko vročino. Kot edina takšna vrsta se je doslej izkazal črni bor, ki pa je močno požarno ogrožen. Sejali so zmes semena črnega bora in listnatih vrst, ki se tudi po naravni poti vraščajo med in pod bore: črni gaber, lipovec, maklen in koprivovec (Sanacijski načrt... 2006). Posek poškodovanega drevja na požarišču so sprva izvajali klasično z motorno žago, vendar se je izkazalo, da bo tak način časovno zamuden, zato so se odločili za strojno sečnjo in izvoz z zgibnim polprikoličarjem. Večino sanacije so opravili s pomočjo strojne sečnje, nekaj je bilo klasične sečnje, prav tako so ostale manjše zaplate nesanimiranih gozdov.

#### **METODE DELA**

Na požarišču Trstelj-Šumka smo spomladi 2012 določili 4 stratume (neprizadeti sestoj, brez ukrepov, klasična sanitarna sečnja in setev, strojna sanitarna sečnja-izvoz sekancev in setev), z različnim ukrepanjem po požaru. V vsakem stratumu smo naključno izbrali tri ploskve velikosti 50 x 50 m . Kjer je bilo možno, smo izbrali ploskve za vzorčenje v treh geografsko ločenih lokacijah. Na vsaki ploskvi v stratumu smo postavili sistematično mrežo 5 x 5 m s ploskvicami (SPL) velikosti 1,5 x 1,5 m na ogliščih. Razdalja med robovi ploskvic je znašala 5 m, zato je razdalja med oglišči ploskvic 6,5 m. Shema poskusa je predstavljena v preglednici 1.

Preglednica 1: Shema poskusa

Način dela	PL	Ploskvice (SPL)
Brez ukrepov	1	18
Brez ukrepov	2	18
Brez ukrepov	3	18
Klasična sanitarna sečnja in setev	4	18
Klasična sanitarna sečnja in setev	5	18
Klasična sanitarna sečnja in setev	6	18
Neprizadeti sestoj	7	18
Neprizadeti sestoj	8	18
Neprizadeti sestoj	9	18
Strojna sanitarna sečnja, izvoz sekancev in setev	10	18
Strojna sanitarna sečnja, izvoz sekancev in setev	11	18
Strojna sanitarna sečnja, izvoz sekancev in setev	12	18
Skupaj: 4x3x18	12	216

Na vsaki ploskvi (SPL) smo ocenili: ekološke razmere (naklon, ekspozicijo, skalovitost, kamnitost, globino tal, debelino organskega dela tal (F, H, L), relief (uleknina, ravnina, vzpetinica), prešteli mladje glede na višinske razrede (klice, do 20 cm višine, od 21 cm do 90 cm, 91 cm – 130 cm, od 131 cm – 300 cm) po drevesnih vrstah ter ocenili zastiranje mladja in zelišč. Na ploskvi (SPL) smo dvema dominantnima osebkom iste drevesne vrste izmerili prirastke, dolžino in višino, ter ocenili vitalnost. Na ploskvah (PL) kjer je bil prisoten sestoj, smo izvedli polno premerbo. Na ploskvah, kjer je pustošil vršni požar in so ostanki suhih dreves, smo postavili po sredini ploskve transekt širine 5 m in vsem suhim drevesom na transektu izmerili premer in jih prešteli. Večkrat v sezoni smo izmerili tudi vlažnostne razmere.

## REZULTATI

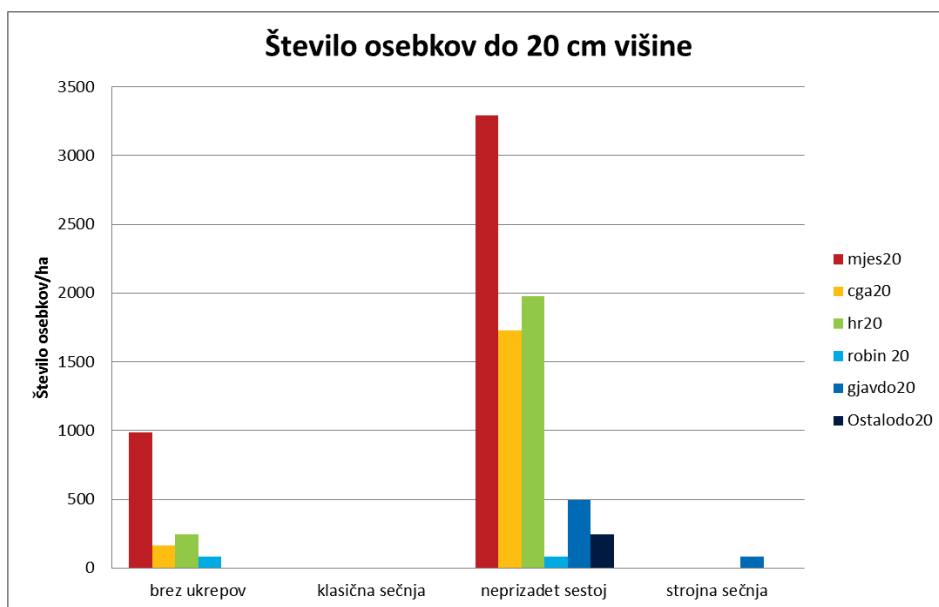
### Predstavitev splošnih ekoloških razmer na ploskvah

Preglednica 2: Splošne ekološke razmere na raziskovalnih ploskvah

	%	%	stopinje(°)	%	%	Skupaj
<b>Povprečne vrednosti po ploskvah</b>	CWD	naklon	ekspozicija	skalovitost	kamnitost	skal. in kam.
brez ukrepov 1	5.25	27.9	198.6	10.4	3.6	13.9
brez ukrepov 2	13	48.8	245.4	14.5	28.5	43.1
brez ukrepov 3	9.42	52.1	273.0	3.4	3.5	6.9
<b>Brez ukrepov skupaj</b>	<b>9.22</b>	<b>43.0</b>	<b>239.0</b>	<b>9.5</b>	<b>11.9</b>	<b>21.3</b>
klasična sečnja 4	16.06	45.8	192.9	15.4	21.1	36.4
klasična sečnja 5	10.58	43.1	189.7	2.5	45.8	48.3
klasična sečnja 6	20.39	42.7	192.9	6.2	22.6	28.8
<b>Klasična sečnja skupaj</b>	<b>15.68</b>	<b>43.8</b>	<b>191.9</b>	<b>8.0</b>	<b>29.8</b>	<b>37.8</b>
neprizadet sestoj 7	17.33	16.2	156.1	47.0	6.6	53.6
neprizadet sestoj 8	10.36	34.1	193.1	33.6	7.1	40.7
neprizadet sestoj 9	4	20.1	205.1	7.2	6.0	13.1
<b>Neprizadet sestoj skupaj</b>	<b>10.56</b>	<b>23.4</b>	<b>184.8</b>	<b>29.2</b>	<b>6.5</b>	<b>35.8</b>
strojna sečnja 10	10	25.1	166.7	15.9	16.0	31.9
strojna sečnja 11	8.44	16.1	174.9	5.9	15.5	21.4
strojna sečnja 12	3.44	24.7	172.4	14.6	14.5	29.1
<b>Strojna sečnja skupaj</b>	<b>7.29</b>	<b>21.9</b>	<b>171.4</b>	<b>12.1</b>	<b>15.3</b>	<b>27.5</b>

Največjo pokrovnost tal z drevesnimi ostanki (CWD%) smo zabeležili na ploskvah, kjer so izvajali klasično sečnjo, saj so opožarjena drevesa podirali in klestili veje (preglednica 2). Veje in tanjša drevesa so puščali na tleh in jih niso spravljali na skladišča. Pričakovano, je najmanjša količina odmrlega lesa na ploskvah s strojno sečnjo, saj so opravljali ti. drevesno metodo, kjer so celotna drevesa mleli v sekance. Največja skalovitost je bila na ploskvah neprizadeti sestoj. Ti sestoji so bili v ulekninah, manjših jarkih oz. na neizpostavljenih legah. Seštevek skalovitosti in kamnitosti je največji na ploskvah klasična sečnja, sledijo ji ploskve v neprizadetem sestoj.

## PREDSTAVITEV VEGETACIJE IN MLADJA PO NAČINIH DELA



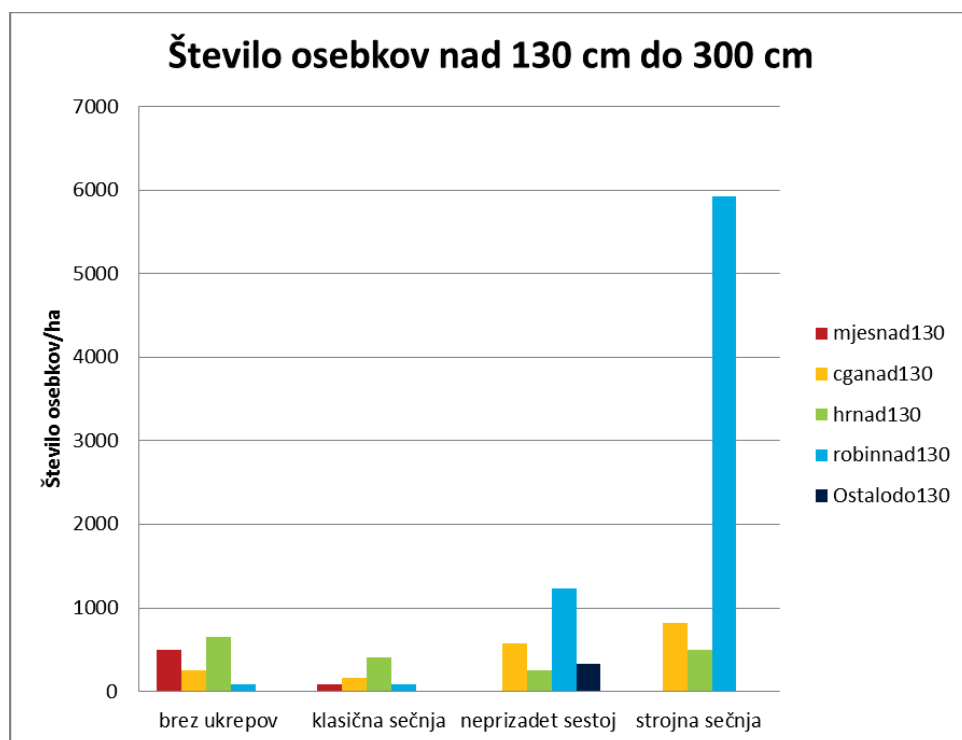
Slika 1: Število osebkov drevesnih vrst do višine 20 cm

Na ploskvah neprizadet sestoj so do višine 20 cm najbolj zastopane drevesne vrste mali jesen, črni gaber in hrast. Pri klasični in strojni sečnji mladja do 20 cm skorajda ni bilo.



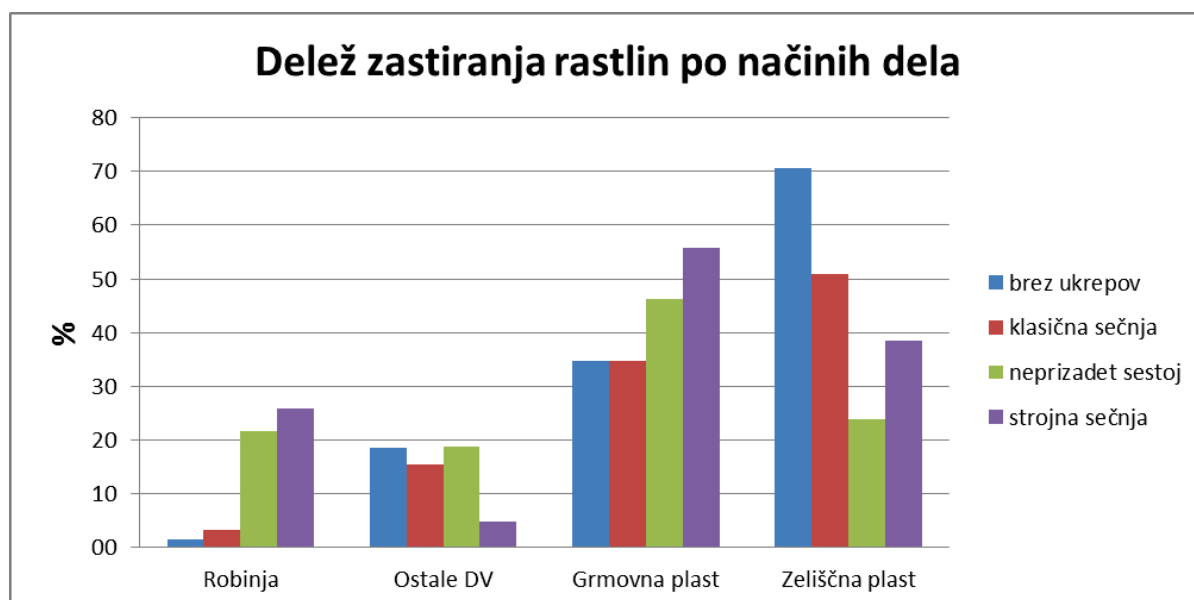
Slika 2: Število osebkov drevesnih vrst do višine 130 cm

Pri številu osebkov do višine 130 cm je prevladoval razvit črni gaber, ki ga je največ na ploskvah neprizadet sestoj, sledita mali jesen in robinija. Kot pri nižjem mladju je značilno manj mladja na ploskvah, ki so bile sanirane.



Slika 3: Število drevesnih vrst nad 130 cm do 300 cm višine

V razredu nad 130 cm višine je najbolj zastopana drevesna vrsta robinija na mestih, kjer so izvajali strojno sečnjo. Največ jo je tudi v stratumu neprizadet sestoj, medtem ko je v stratumih klasična sečnja in brez ukrepov največ hrasta.

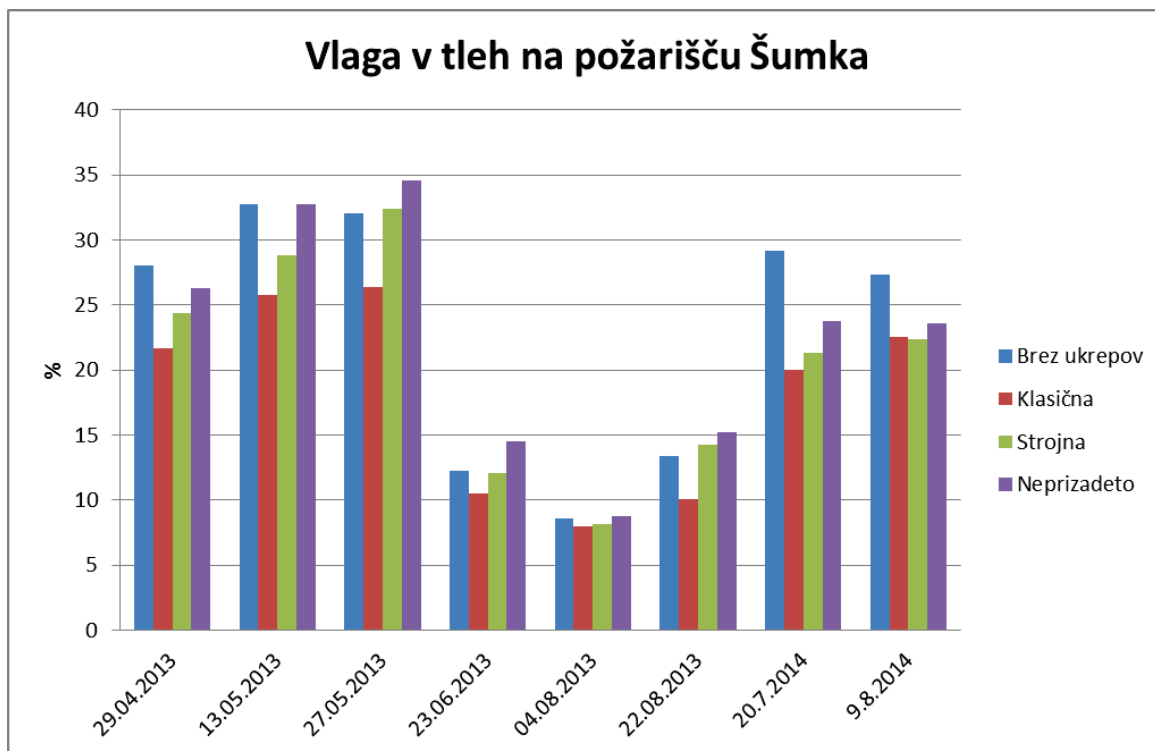


Slika 4: Delež zastiranja rastlin po načinih dela

Zeliščna plast je bila najbolj razvita v stratumu brez ukrepov, sledil je stratum klasična sečnja. Na mestih, kjer so opravili sanacijo s strojno sečnjo je bilo zastiranje grmovne plasti in robinije največje, najmanj pa je bilo drevesnih vrst. Te so največ zastirale v stratumih, kjer niso izpeljali sanacije.

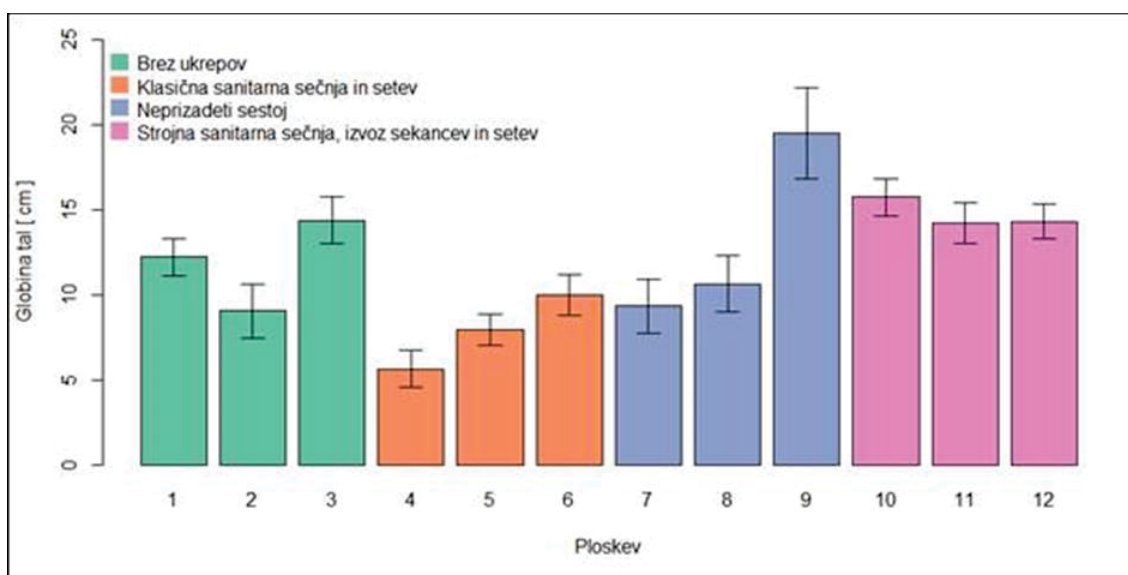
## TALNE RAZMERE NA POŽARIŠČU ŠUMKA

Vlaga v tleh



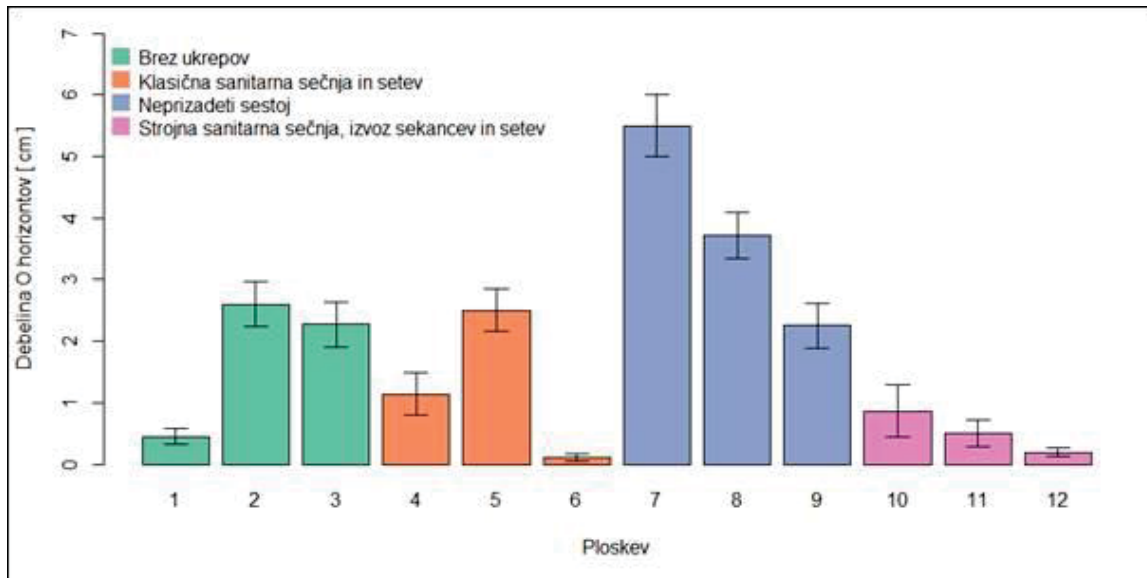
Slika 5: Vlaga v tleh na požarišču Šumka

V splošnem je bilo več vlage v tleh v stratumih, kjer niso izvajali sanacije. Nižjo talno vlago smo zabeležili pri strojni sečnji in še posebej pri klasični sečnji. V času izvajanja meritev, je bilo najbolj sušno v začetku avgusta 2013 (slika 5).



Slika 6: Globina tal po posameznih ploskvah in stratumih.

Tla na raziskovalnih ploskvah uvrščamo v različne talne tipe, kot so: kamnišče, rendzino, rjavo rendzino in rjava pokarbonatna tla. Povprečna globina tal na ploskvah se je gibala med 5,6 cm (ploskev 4) ter 19,5 cm (ploskev 9) (Slika 6). Znotraj posameznih stratumov je bila velika heterogenost tal, zato med posameznimi stratumi nismo ugotovili statistično značilnih razlik v njihovi globini ( $p = 0,14$ ).



Slika 7: Debelina organskega dela tal po posameznih ploskvah in stratumih.

Debelina organskega dela tal na ploskvah se je gibala med 0,1 (ploskev 6) cm do 5,5 cm (ploskev 7) (Slika 7). Med posameznimi stratumi so bil statistično značilne razlike v debelini (razvitosti) organskega dela tal ( $p = 0,043$ ). Največja debelina organskega dela tal (3,8 cm) je bila na stratumu neprizadet sestoj, medtem ko je bila najnižja na objektih, kjer je bil opravljen izvoz lesnih sekancev strojna sanitarna sečnja, izvoz sekancev in setev (0,5 cm). Domnevamo, da je najmanjša debelina organskega dela tal v tem stratumu tudi posledica erozije, ki je nastala po odvozu sečnih ostankov, hitrejšega razkroja organske snovi, ter zaradi poškodb tal (predvsem organskega dela) zaradi vožnje strojev za sečnjo. Med ostalimi stratumi nismo ugotovili statistično značilnih razlik v razvitosti organskega horizonta.

Posebej nas je zanimalo, kako se v tleh na različnih stratumih spreminja pH vrednost tal (pH), organski ogljik ( $C_{org}$ ), vsebnost dušika (N) in izmenljiv kalcij (Ca) v tleh.

**pH:** Vrednosti pH tal so bile nevtralne (Stratum 2) do rahlo kisle (Stratumi 1, 3, 4). Statistično značilno višji pH tal je bil v Stratumu 2 (klasična sanitarna sečnja) – v organskem delu tal in naprej po celotni globini tal do 20 cm ( $p < 0,05$ ). Med ostalimi stratumi ni bilo statistično značilnih razlik.

**$C_{org}$ :** Vrednosti  $C_{org}$  so zmanjševale z globino tal. Statistično značilnih razlik v deležu organskega ogljika med tlemi vseh stratumov do globine 20 cm ni bilo. V globljih plasteh tal (nad 20 cm) pa je bil  $C_{org}$  v tleh stratuma 3 (nep prizadeti sestoj) statistično značilno nižji od vrednosti v stratumih 1 in 4 ( $p < 0,05$ ).

**N:** Delež dušika se je prav tako nižal z globino tal. V organskem horizontu tal je bil delež N statistično značilno višji v tleh stratuma 3 kot v stratumu 2. V tleh stratuma 4 pa je bilo dušika statistično značilno več kot v tleh stratuma 3 ( $p < 0,05$ ).

**Izmenljivi Ca:** Statistično značilne razlike smo potrdili le med tlemi stratumov 3 in 4, na globini 20 cm in več. Ravno tako kot za dušik, so v tleh stratuma 4 vrednosti za izmenljivi kalcij statistično značilno višje kot v tleh stratuma 3 (površina s klasično sanitarno sečnjo).



## ZAKLJUČEK

Na požarišču Šumka smo opravili retrospektivno študijo uspešnosti sanacije po požaru leta 2006. Določili smo območja s štirimi različnimi načini sanacije in jih primerjali med seboj. V stratumu brez ukrepov niso opravili sanacije in so suha opožarjena drevesa še vedno prisotna. Večino sanacije so opravili s pomočjo strojev za sečnjo, saj bi se sanacija drugače predolgo zavlekla. Kljub veliki razsežnosti in tipu požara (vršni), so se uspele ohraniti površine, ki jih požar ni prizadel. Te površine smo vključili v raziskavo in jih poimenovali neprizadet sestoj. Stratum klasična sečnja se je pokazal kot najbolj skrajno rastišče, saj je bila skalovitost in kamnitost tu najvišja, globina tal in debelina organskega horizonta pa najmanjši, pH je bil najvišji, pomlajevanje pa je bilo v vseh višinskih razredih najslabše razvito. Iz tega lahko sklepamo, da ima največji vpliv na uspešnost pomlajevanja na ploskvah klasične sečnje skrajnostno rastišče in ne način dela. Strojna sečnja je bolje pomlajena z višjim mladjem, kjer posebej izstopa robinija. Mladja v nižjih razredih je malo, predvsem zaradi visokega zastiranja zeliščne in grmovne plasti. Ker je višja robinija dobro zastopana tudi v nepoškodovanem sestoju, ti pa so geografsko blizu strojni sečnji, je bila robinija verjetno razvita v sestoju že pred požarom in je lahko po požaru močno vegetativno odgnala. Zelo verjetno je bila dobro zastopana tudi v semenski banki. Vlažnost v tleh je bila najvišja v stratumih brez ukrepov in nepoškodovan sestoj. Tu so bila tla zaščitena pred izhlapevanjem, poleg tega je ostal neokrnjen organski horizont. Razlike med načini dela niso velike, vendar je pri površinah, ki so bile sanirane potrebno upoštevati tudi izpeljano setev. Glede na analize in ob upoštevanju razlik v rastiščnih razmerah in načinu obnove, ter razlik v zgradbi sestojev pred požarom, domnevamo, da je način dela brez ukrepov boljši od strojne sečnje zaradi večjega zastiranja drevesnih vrst, še posebej hrastov, večjih gostot nizkega mladja, boljših vlažnostnih razmer in manjšega zastiranja konkurenčno močnih robidnic. Način dela s strojno sečnjo je močno porasla robinija, ki je nekoliko omilila skrajnostne razmere zaradi požara in iznosa organske snovi. Vendar se je rast robinije v zadnjih letih zaustavila, vitalnost dreves pa se je zmanjšala.

### **Dosežki:**

TREVEN, R. in POTOČNIK, P. 2015. *Primerjava različnih načinov obnove gozda na požarišču »Trstelj – Šumka«*. Diplomsko delo v priravi.

## **B) Primerjava obnove gozda po poseku in spravilu in brez ukrepanju v gozdovih, kjer prevladuje bukev**

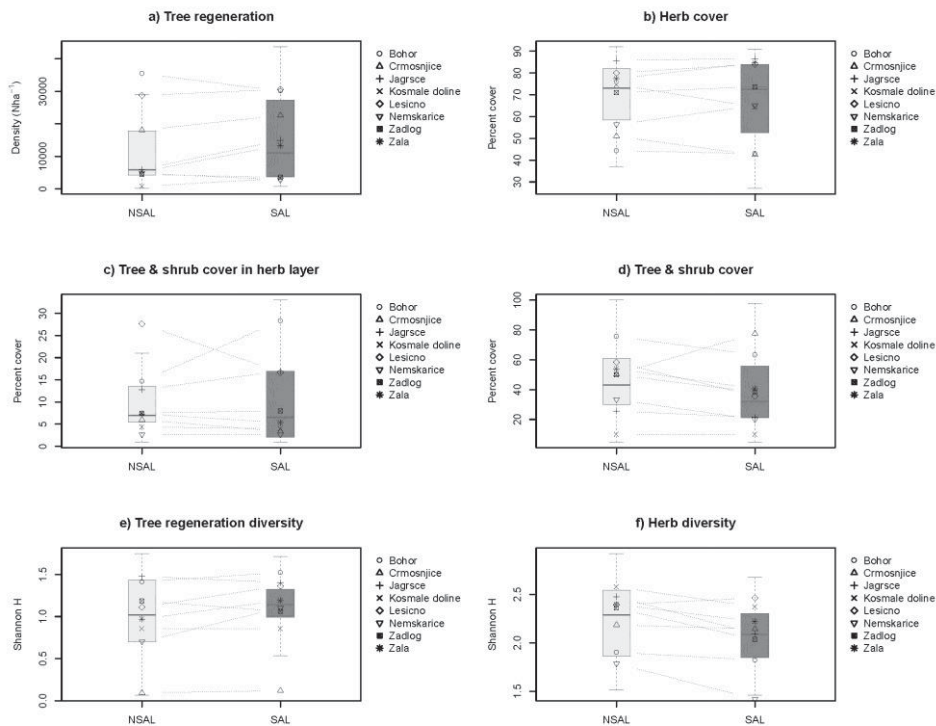
V okviru presoje smotrnega ravnanja z gozdom po ujmah (vetrolomu, snegolomu, žledolomu) smo v letih 2012 in 2013 vpliv sečnje in spravila preučevali na osmih po ujmah poškodovanih površinah (Otuška, Zala, Zadlog, Nemškarica, Bohor, Črmošnjice, Kosmate doline in Lesičino) v bukovih in jelovo-bukovih gozdovih. Raziskovalne objekte je v glavnem vetrolom prizadel v obdobju od leta 1996 do 2008 in so merili od 0,7 do 5,5 ha. Na vsakem objektu raziskave smo oblikovali dva stratuma: del, kjer je bila opravljena tehnična sanacija (posek in spravilo) in del brez ukrepa. V vsakem stratumu smo postavili 3 raziskovalne ploskve kvadratne oblike, velikosti 100 m<sup>2</sup>. Na vsaki ploskvi smo ocenili splošne značilnosti, kot so lega (ekspozicija), naklon, relief (oblika površja), položaj na pobočju, skalnatost oz. kamnitost, prisotnost sečnih poti (delež površine), mrtve drevesne ostanke (delež površine), prisotnost erozijskih procesov (delež površine) ter naredili fitocenološki popis po standardni srednjeevropski metodi (Braun-Blanquet, 1964). Popisali smo ves pomladek višji od 20 cm.

Pri izboru primernih objektov se je pokazalo, da je zelo težko najti rastiščno povsem primerljive. navadno ostajajo po ujmah nepospravljene gozdne površine v strmih, težko dostopnih in spravnih zaprtih območjih. Primerljive ploskve smo v večinoma lahko izbrali le na strmih pobočjih in



prevladujoči karbonatni podlagi, kjer nekaterih delov vetrolomne površine iz različnih razlogov niso pospravili.

Rezultati kažejo, da med saniranimi in prepuščenimi deli gozda ni značilni razlik v gostoti pomladka, saj so se gostote močno razlikovale med objekti in med načini sanacije. Na saniranih površinah je bila vrstna pestrost le malenkost večja, prav tako je bil nekoliko večji delež svetlojubnih vrst.



Slika: Okviri z ročaji za a) gostoto pomladka, b) % zastrtosti, c) zastrornost dreves in grmovniv v grmovni plasti, d) zastrornost dreves in grmovnice, e) diverzitetu pomladka in f) diverzitetu zelišč na nesaniiranih in saniranih površinah in osmih objektih raziskave.

Pomanjkanje razlik med načinoma sanacije lahko pripišemo nizki jakosti motenj, pri čemer ni prišlo do poškodb tal, zelišč in obstoječega mladja. Prav tako so bile metode sanacije (posek in spravilo) zmernih jakosti, pri čemer se ni gradilo novih vlak in novih cest, zato ni bilo bistvenih poškodb tal in vegetacije. Tako smo erozijo povprečno zabeležili le na 4 % površine. Prav tako način spravila poškodovanega lesa (traktor in žičnica) očitno ni povzročil bistvenih poškodb mladja. Drugi razlog za nizko stopnjo razlik so lahko tudi rastiščne razmere, saj je bilo zahtevno najti poškodovane površine, kjer je del površine bil saniran, del pa prepuščen naravni obnovi. Zato lahko že manjše razlike v naklonu, ekspoziciji in talnimi razmerami zamegljijo razlike med načinoma sanacije. Prav to potrjuje raziskava obsežna raziskava iz Švice (Kramer in sod. 2014). Kljub temu, da nismo našli večjih razlik med strukturo pomladka in vegetacijo med načini sanacije, obstajajo določeni trendi, ki nakazujejo naše predvidevanje. Tako gostota kot raznolikost pomladka je bila nekoliko večja na spravljenih površinah, medtem ko je na nesaniiranih površinah nekoliko več bolj razvitega (višjega) pomladka. Nakazano je, da odstranjevanje odmrle (oz. poškodovane) lesne mase, ki je ovira za pomladek, v kombinaciji z manj kompeticije višjega pomladka, omogoča osnovanje in vrast večjega števila drevesnih vrst na saniranih površinah. Večja gostota pomladka višjih višinskih razredov je pomembna, saj bodo to drevesa, ki bodo tvorila naslednjo streho sestoja in zasenčila številna drevesa nižjega pomladka.

Razlike v zastornosti in mešanosti zeliščnih vrst niso bile vezane na način sanacije, verjetno zato, ker so bolj odvisne od rastiščnih razmer. Zeliščna plast, ki se razvije po motnji pa pogosto zavira pomlajevanje. Nizka povprečna gostota pomladka - 13800 osebkov na hektar, posredno kaže na to. Presenetljivo nizek je bil delež objedenih dreves, saj so številne prisotne vrste kot npr. javorji, jeseni in brest, pri divjadi v prehrani zelo zaželene vrste. Na saniranih delih površine je bila objedenost nekoliko večja, saj odsotnost odmrlega drevja omogoča lažji dostop divjadi.

**Dosežki:**

ROZMAN, Andrej, DIACI, Jurij, KRESE, Anze, FIDEJ, Gal, ROZENBERGAR, Dusan. 2014. Contrasting effects of European spruce bark beetle outbreak and overbrowsing on transformation of temperate bottomland successional forest. V recenziji.

FIDEJ, Gal, ROZMAN, Andrej, NAGEL, Thomas A., DAKSKOBLER, Igor, DIACI, Jurij. 2015. Influence of salvage logging on forest recovery following moderate severity canopy disturbances in mixed beech dominated forests of Slovenia. V recenziji.

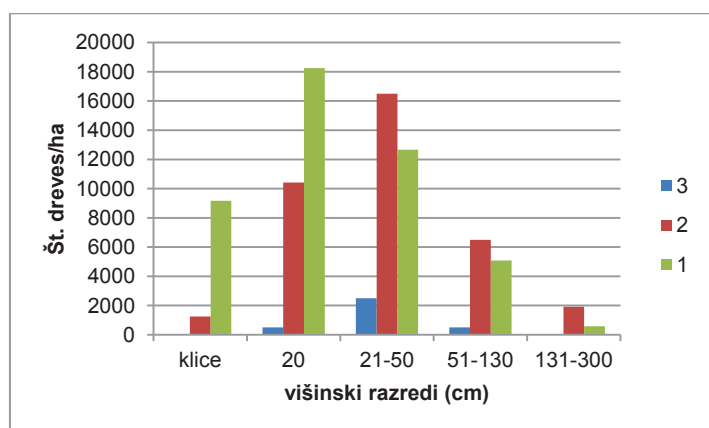
RUGANI, Tihomir (avtor, fotograf), DAKSKOBLER, Igor, NAGEL, Thomas Andrew, ROZMAN, Andrej, DIACI, Jurij. Abiotski in biotski odziv na posek in spravilo v primerjavi z neukrepanjem po naravnih ujmah = Abiotic and biotic response to salvage logging compared to non-salvaging after natural disturbance. *Gozdarski vestnik*, ISSN 0017-2723, maj 2013, letn. 71, št. 4, str. 213-224, ilustr. [COBISS.SI-ID [3616422](#)]

GORUP, Klemen. *Gozdni rezervat Zatreb-Planinc : zgodovina, pomen in problematika pomlajevanja : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij - 1. stopnja = Forest reserve Zatreb-Planinc : history, significance and problems of rejuvenation : B. Sc. Thesis - professional study programmes*. Ljubljana: [K. Gorup], 2014. IV, 38 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/vs1\\_gorup\\_klemen.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/vs1_gorup_klemen.pdf). [COBISS.SI-ID [3972006](#)]

### Sklop 3: Vrednotenje naravne obnove v primerjavi z umetno obnovo po naravnih ujmah

#### A) Setev in naravna obnova

Tekom projekta smo izvedli 2 manjši raziskavi, kjer smo primerjali pomlajevanje pri dveh načinih ogozditve: naravno pomlajevanje in setev semena. Prva je bila izvedena na vetrolomnih površinah v bližini Kamnika, kjer smo primerjali pomlajevanje pri treh načinih obnove: 1) priprava tal, setev, ograditev, 2) setev, ograditev in 3) setev in saditev. Setev je bila opravljena l. 2009 meritve pa l. 2012. Gostote pomladka kažejo na zelo dober uspeh na pri prvem (46.000 drevesc/ha) in drugem načinu (36.000/ha), medtem ko je na tretjem zaradi neugodne južne lege gostota manjša (7000/ha), vendar še vedno zadostna. V višinskem razredu do 20 cm je bila največja gostota na 1. objektu, sledi 2., v višinskem razredu od 21 do 50 cm pa je bila največja gostota na 2. objektu, sledita 1 in 3 objekt. V višinskem razredu do 20 cm je bila največja gostota na zgornjem objektu, sledi spodnji, v višinskem razredu od 21 do 50 cm pa je bila največja gostota na spodnjem objektu, sledita zgornji in prisojni (slika 1). Razlog za manj dreves v višinskem razredu od 21 do 50 cm na 1. objektu je zelo močna priprava tal, s katero so odstranili večino starega mladja, ki se je razvilo že pred ujmo. Priprava tal je bila opravljena močnejše, kot bi bilo potrebno za setev, saj je lastnik sprva želel spremeniti namembnost zemljišča v travnik in je zato odstranil tudi vse panje.



Slika: Primerjava gostote naravnega pomladka med različnimi načini dela: 1. priprava tal, setev, ograja; 2. setev, ograja; 3. setev in saditev na prisojnem pobočju.

Zastiranje pritalne vegetacije se je izkazalo kot pomemben dejavnik uspešnosti nasemenitve. Med objekti smo ugotovili značilne razlike v zastiranju pritalne vegetacije. Zastrtost pritalne vegetacije je v obratnem sorazmerju z gostoto pomladka, torej večje kot je zastiranje zelišč, manj je pomladka. Uspešnost nasemenitve vrst, ki jih ni bilo v mešanici semena, je bila odvisna od razdalje do najbližjih semenskih dreves. Statistična analiza je pokazala, da je gostota nasemenitve v negativni povezavi z oddaljenostjo ploskvic od semenjakov bora in macesna.

Druga raziskava glede setve je bila izvedena na Jelovici poleti 2013. Na vetrolomni površini iz l. 2006 smo primerjali pomlajevanje na površinah z naravno obnovo in površino, kjer je bila izvedena setev z minimalno pripravo tal z motiko na izbranih mestih, kjer je bilo dovolj tal (prsti). Največje gostote smo zabeležili pri setvi in pri obnovi pod zastorom v višini do 20 cm, vrednosti pri setvi dosegajo 2.370 dreves/ha, na objektu z naravno obnovo je največja gostota v višinskem razredu do 20 cm, vrednosti pa znašajo le 346 dreves/ha. Skupno je bilo na površini z umetno obnovo 3.951 dreves/ha,

na objektu z naravno obnovo pa le 593 dreves/ha. Kljub temu, da na prvi pogled na terenu ni bilo razlik glede pomlajevanja med posejano in površino z naravno obnovo, rezultati kažejo, da je bila setev relativno uspešna.

## **B) Saditev in naravna obnova**

V sklopu projekta smo primerjali tudi naravno in umetno obnovo s saditvijo po ujmah. Zaradi neposredne primerljivosti rezultatov smo se omejili na večje vetrolome iz l. 2008. Rezultati analize zeliščne in grmovne plasti (t.i. fitoindikacija) z raziskovalnega objekta Bohor (in okolica) kaže, da so bile ekološke razmere med raziskovalnimi lokacijami na tem območju značilno različne, kljub majhni razdalji med objekti. Zastrtost naravnega mladja (brez sadik) je bila nekoliko večja na ploskvah z naravno obnovo (8%) v primerjavi s ploskvami s saditvijo (2,7%), medtem ko so bile na objektu Trnovski gozd razlike manjše (1,3 in 1,9 %). Pritalna vegetacija je v povprečju zastirala od 64 % (Trnovski gozd) do 104 % (Bohor). Zlasti zastiranje zeliščne in grmovne plasti ter robide je negativno vplivalo na gostoto naravnega mladja. Na objektu Bohor so bile povprečne gostote naravnega mladja na ploskvah z naravno in umetno (brez sadik) obnovo 3 krat večje na ploskvah z naravno obnovo, na objektu Trnovski gozd skoraj dvakrat večje in na Črnicu za tretjino večje kot ploskvah z umetno obnovo (preglednica 1).

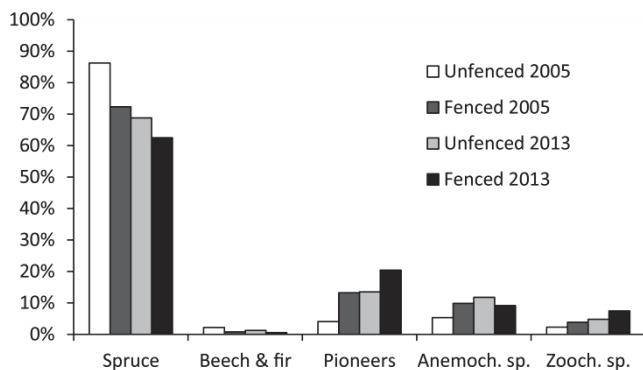
Preglednica 1: primerjave gostote naravnega mladja (brez sadik) na ploskvah z umetno in naravno obnovo.

Gostota naravnega mladja/ha	Naravno	Umetno
Bohor	25200	8100
Trnovski gozd	8000	4600
Črnic	19300	13700

Na objektu Bohor gre za ugodne ekološke razmere (subpanonsko območje – dolga vegetacijska doba, ugodna količina padavin), zato je gostota naravnega mladja precej visoka. Razlog za veliko razliko je tudi odločitev za saditev na površinah, kjer je bilo naravno pomlajevanje pomanjkljivo. Število naravno nasemenjenih drevesc na umetno obnovljenih površinah je bilo nekoliko nižje tudi zaradi poškodb in izsekovanja pri pripravi površine za sadnjo in nadaljnjih obžetvah. Eden izmed razlogov visokih gostot je tudi dobro odganjanje iz panja (javor, jesen, kostanj). Prav zato razdalja semenskih dreves do ploskev ni imela vpliva na gostoto pomlajevanja. Analiza porazdelitve mladja po prostoru je pokazala pri naravnih in umetni obnovi primerljivo 68 % zasedenost 2500 kvadrantov (celic) na ha, vendar so pri umetni obnovi s 100 % prevladale ciljne vrste, pri naravni pa je bilo kar 65 % celic zasedenih s pionirji. Na objektu Bohor je bil uspeh saditve po treh vegetacijskih dobah 76%, povprečna gostota saditve pa 1600 sadik/ha, v Trnovskem gozdu uspeh sadnje 93%, povprečna gostota saditve pa 2590 sadik/ha na Črnicu pa so posadili 2026 sadik/ha delež uspeha pa ni znan.

## **C) Naravna obnova v in izven ograj po gradaciji podlubnikov**

V tem sklopu projekta smo izvedli tudi raziskavo pomlajevanja v in izven ograj po sanitarnem poseku, ki je sledil močnim gradacijam podlubnikov v letih 2003-2005, v nižinskem smrekovem gozdu pri Kočevju. Meritve na 240 stalnih raziskovalnih ploskvah osnovanih na golosekih (velikosti 5-7 ha) so bile izvedene l. 2005 in 2013. Rezultati so pokazali, da je količina naravnega mladja zadostna in da je mladje smreke najštevilčnejše ob gozdnem robu, medtem ko so se v sredinah vrzeli uspešno naselili pionirji in vrste katerih seme raznaša veter (t.i. anemohorne vrste). Na grebenih med vrtačami pa je bilo značilno več vrst, katerih seme prenašajo živali (t.i. zoohorne vrste).



Slika: Gostote mladja v letu 2005 in 2013 v in izven ograj (spruce – smreka, beech – bukev, fir – jelka, pioneers – pionirji, anemoch. – anemohorne vrste, zooch. – zoohorne vrste, fenced – ograjeno, unfenced - neograjeno)

Gostota dreves leta 2005 je znašal 58100 osebkov/ha, leta 2013 pa 43200 osebkov/ha. Gostota anemohornih vrst je bila višja v bližini semenskih dreves. Gostota smrekovega mladja je bila negativno povezana z zastornostjo pritalne vegetacije. V ograjah je bila gostota, zastrtost in višina pomladka listavcev značilno višja kot izven ograj. Iz tega lahko sklepamo, da je objedanje listavcev s strani divjadi precejšnje in kaže na potrebe po povečanem odstrelu.

#### D) Naravna sukcesija po požaru v Alpah

V sklopu 3 smo izvedli tudi ponovne meritve na stalnih vzorčnih ploskvah na t.i. Mozirski Požganiji, kjer se je l. 1950 zgodil požar. V analizi smo proučili spremembe v vrstni sestavi, razporeditvijo dreves, gostoti in priraščanju dreves v opazovanem obdobju 1981 – 2013. Tako dolgo obdobje je izjemna redkost v raziskavah sukcesije po ujmah, zato ima raziskava izjemno velik raziskovalni pomen. Rezultati kažejo, da je preživetje močno odvisno od gostote dreves, višine, globine krošnje in drevesne vrste. Pionirske drevesne vrste so se izkazale kot bolj kratkožive in manj konkurenčne kot npr. smreka, ki je že po požaru prevladala na močno poškodovanih površinah in še je še danes glavna drevesna vrsta v tem gozdu.

#### Povzetek:

V raziskavah primerjave setve in naravne obnove ugotovili, da je setev zelo dobra alternativa saditvi, ki jo je potrebno uveljaviti tudi v praksi. Tudi na primeru Jelovice, kjer gre za precej ekstremna rastišča (kratka vegetacijska doba, zelo skalovito, plitva tla) in uporabo minimalne priprave tal pred setvijo, smo dobili dobre gostote pomladka. Setev ima veliko prednost pred saditvijo, tj. bistveno nižjo ceno. Ob uporabi setve je potrebna minimalna priprava tal, ki pa ni potrebna na celotni površini, ampak je usmerjena na izbrana mesta (višje ležeči predeli, ob panjih), kjer z motiko prekopljemo tla in posejemo tako pripravljeno površino. Po nekaj letih je potrebno označiti nekaj 100 kvalitetnih drevesc na ha in jih obžeti. Na površinah z naravna obnovo je smiselno storiti enako.

V raziskavah primerjave obnove s saditvijo in naravne obnove smo ugotovili, da je naravnega pomladka povprečno nekoliko več na ploskvah z naravno obnovo, kot na ploskvah z umetno obnovo (brez sadik). Pri tem je potrebno upoštevati, da se za naravno obnovo pogosto tudi odločamo na predelih površine, kjer primanjkuje naravnega pomladka. Na gostoto naravnega mladja močno vpliva pritalna vegetacije (praprotni, robida, trave). Saditev je smiselna na bogatejših rastiščih, kjer lahko po ujmi pričakujemo bujno razrast pritalne vegetacije, ki bo ovirala razvoj naravnega pomladka. Na tak način prehitimo pritalno vegetacijo, ki lahko sicer zavre pomlajevanje drevesnih vrst tudi za več desetletij. Sadike smreke v primerjavi z naravnim pomladkom priraščajo hitreje, medtem ko so sadike listavcev (gorski javor in bukev) slabe vitalnosti in slabo priraščajo. Listavci prav tako zahtevajo več

vzdrževanja (tulci in količki), saj jih sicer poleže sneg, zato v večini primerov saditev gorskega javorja ni smotrni ukrep. Sredstva porabljena za umetno obnovo bi bilo bolj smiselno porabiti za označevanje dominantnih osebkov naravnega mladja in njihovo nego (obžetev).

V raziskavi, kjer smo primerjali naravno obnovo v in izven ograj smo ugotovili, da so gostote naravnega pomladka zadostne in ni potrebe po umetni obnovi. Ograje so se pokazale kot pomemben dejavnik pri pomlajevanju listavcev, saj je bila v bil v ograjah zastornosti, gostota in višina dreves višja kot zunaj ograj. Gradacija lubadarja je torej pospešila premeno smrekovih monokultur v smer bolj naravnih, listnatih sestojev, vendar je pri tem glavni omejujoč dejavnik močno objedanje listavcev. Ograje niso dolgoročno rešitev reševanja močnega objedanja, zato je smiselno povečati odstrel divjadi (srnjad in jelenjad), katere populacije so v tem delu Slovenije izrazito previsoke. Pri obnovi teh površin se je kot pomemben dejavnik izkazalo staro mladje (ki je bilo prisotno tu pred gradacijo in sanitarno sečnjo) in poškodovana odrasla drevesa, ki služijo kot zavetje in mesto, kjer se zadržujejo ptiči in na tak način širijo seme zoohornih vrst.

### Dosežki

FIDEJ, Gal, KLAUŽER, Simon, KLEMEN, Klemen, ROZMAN, Andrej, DIACI, Jurij (avtor, fotograf). Primerjava naravne in umetne obnove gozdov, prizadetih v naravnih ujmah = Comparison of natural and artificial regeneration of forests affected in natural disturbances. *Gozdarski vestnik*, ISSN 0017-2723, feb. 2013, letn. 71, št. 1, str. 19-25, ilustr. [COBISS.SI-ID [3560102](#)]

MEDJA, Uroš. *Naravna in umetna obnova v ujmah poškodovanih gozdnih sestojev v Območni enoti Bled : magistrsko delo - 2. stopnja = Natural and artificial regeneration of forest stands damaged by the storms in regional unit Bled : M. Sc. Thesis - master study programmes*. Ljubljana: [U. Medja], 2014. X, 71 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [4007078](#)]

KRESE, Anže. *Obnova gozda po gradaciji velikega smrekovega lubadarja (Ips typhographus) v GGE Vrbovec : magistrsko delo - 2. stopnja = Forest regeneration following an European spruce bark beetle (Ips typhographus) outbreak in management unit Vrbovec : M. Sc. Thesis - master study programmes*. Ljubljana: [A. Krese], 2014. X, 80 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/mdb\\_krese\\_anze.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/mdb_krese_anze.pdf). [COBISS.SI-ID [3882662](#)]

ŠKVARČ, Jernej. *Sanacije v ujmah poškodovanih gozdnih sestojev v območni enoti Tolmin : magistrsko delo - magistrski študij - 2. stopnja = Rehabilitation of stands after the storm in the tolmin area : M. Sc. Thesis - master study programme*. Ljubljana: [J. Škvarč], 2014. IX, 72 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/mdb\\_skvarc\\_jernej.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/mdb_skvarc_jernej.pdf). [COBISS.SI-ID [3793574](#)]

JERELE, Matej. *Primerjava naravne in umetne obnove gozda po vetroloemu na nazarskem območju leta 2008 : diplomsko delo - univerzitetni študij - 1. stopnja = Natural and artificial forest regeneration comparison after 2008 windstorm in Nazarje area : B. Sc. Thesis - academic study programmes*. Ljubljana: [M. Jerele], 2014. XI, 63 str., [2] f. pril., ilustr. [COBISS.SI-ID [4006310](#)]

MENCINGER, Valentina. *Primerjava naravne obnove in setve pri sanaciji vetroloema na območju GGE Železniki : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij - 1. stopnja = Comparison of direct seeding and natural regeneration for forest restoration after wind-throw in the area of GGE Železniki : B. Sc. Thesis - professional study programmes*. Ljubljana: [V. Mencinger], 2014. 31 str.,



ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/vs1\\_Mencinger\\_Valentina.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/vs1_Mencinger_Valentina.pdf).  
[COBISS.SI-ID [3952806](#)]

KLEMEN, Klemen. *Uspešnost sanacije vetrolomnih površin s setvijo na primeru GGE Kamnik : diplomsko delo - univerzitetni študij - 1. stopnje = The restoration success of windthrow areas bz direct sowing on the case of FMU Kamnik : B. Sc. Thesis - Academic Study Programmes*. Ljubljana: [K. Klemen], 2012. VII, 42 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn1\\_klemen\\_klemen.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn1_klemen_klemen.pdf). [COBISS.SI-ID [3487654](#)]

KLAUŽER, Simon. *Uspešnost umetne in naravne obnove vetrolomnih površin na širšem območju Bohorja : diplomsko delo - univerzitetni študij - 1.stopnja = Success artificial and natural regeneration windthrows surface on a wide area Bohor : B. Sc. Thesis Academic Study Programmes*. Ljubljana: [S. Klaužer], 2012. VIII, 38 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn1\\_klauzer\\_simon.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn1_klauzer_simon.pdf). [COBISS.SI-ID [3487398](#)]

## **Sklop 4: Strokovno podprti več kriterialni odločitveni model**

### **A) Večkriterialni model ukrepanja po ujmah**

#### **Cilji**

Cilj četrtega sklopa je bil razvoj strokovno podprtega odločitvenega modela o ukrepih v gozdovih, ki so bili prizadeti zaradi naravnih ujm. Za objekt preučevanja smo izbrali področje Črničva, ki ga je 13.7.2008 prizadel hud vetrolom.

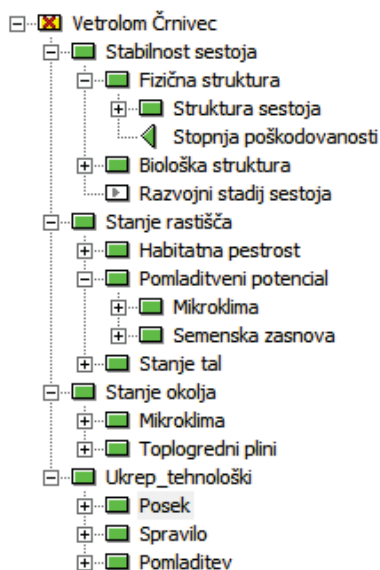
#### **Metode**

Odločitveni model ima obliko več atributivnega hierarhičnega drevesa, v katerem so osnovni atributi združeni v agregirane attribute vse do zadnjega in hkrati hierarhično najvišjega atributa. Vsi atributi imajo nominalne vrednosti, združevanje pa poteka na osnovi odločitvenih kvalitativnih pravil. Podatki se v model vnaša preko vrednosti osnovnih atributov, medtem ko so vrednosti agregiranih atributov določene s pravili zapisanih v tabelah koristnosti. Pravila v tabelah koristnosti so določena na osnovi ekspertnega znanja obravnavanega področja. Tovrstni metodološki pristop se imenuje večatributivno kvalitativno odločitveno modeliranje.

#### **Rezultati**

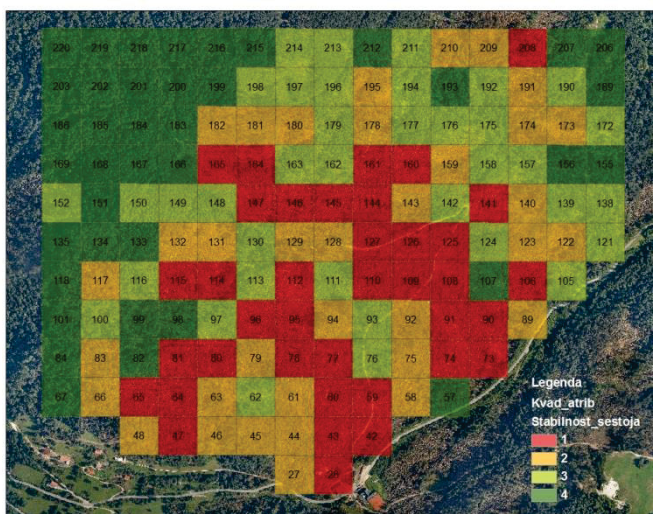
Več kriterialni odločitveni model smo zgradili s pomočjo programskega orodja DEXi. Uporabljen metodološki pristop omogoča analizo trenutnega stanja in napovedovanje stanja obravnavanega področja v primeru realizacije različnih scenarijev predlaganih ukrepov. Model je mogoče uporabiti na področjih, ki so že prizadeta z vetrolomi, kot tudi na neprizadetih področjih.

Strukturo modela gradijo štirje vsebinsko povezani sklopi, ki vrednotijo stanje sestoja, rastišča, okolja in optimalnega tehnološkega ukrepa, glede na stanje sestoja, rastišča in okolja. Vsak sklop je vsebinsko razdelan na nižje hierarhične nivoje (štirje najvišji nivoji strukture so prikazani na sliki 1) Kljub kompleksnosti modela, je število potrebnih vhodnih podatkov majhno (24).



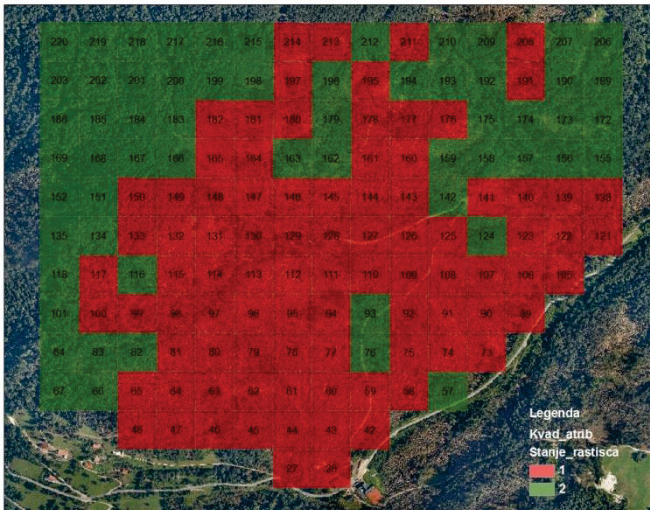
Slika 1: Struktura odločitvenega modela za vetrolom Črnivec

Objekt proučevanja smo razdelili v 149 kvadrantov 100x100m. Vsak kvadrant smo opisali z naborom osnovnih atributov (24) in s pomočjo odločitvenega modela izvedli več kriterjalno vrednotenje obravnavnega kvadranta (stanje sestoja, rastišča, okolja in tehnološkega ukrepa). Za potrebe prostorske interpretacije smo rezultate grafično vizualizirali. Na sliki 2 je prikazano stanje stabilnosti sestojev, na sliki 3 stanje rastišča, na sliki 4 stanje okolja in na sliki 5 predlagana oblika tehnološkega ukrepa.

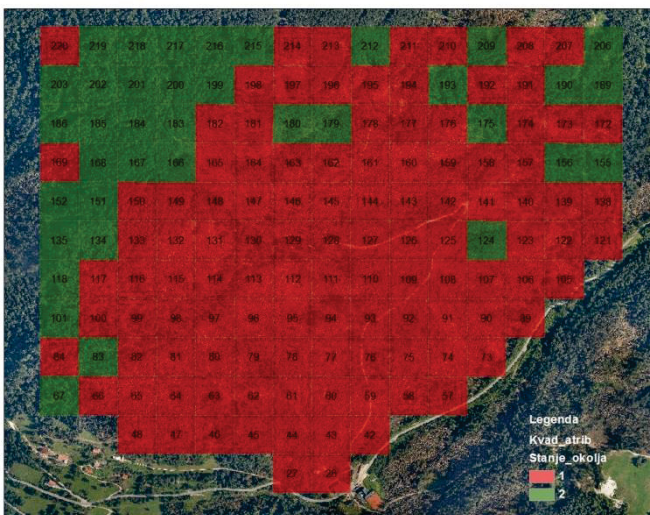


Slika 2: Stabilnost sestoja: 1- ni strukture, 2- nestabilna struktura, 3-srednje stabilna struktura, 4-dobra stabilnost strukture

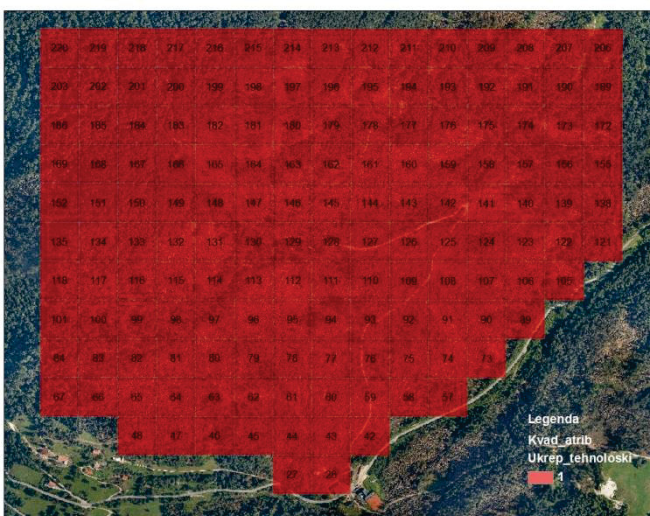




Slika 2: Stanje rastišča: 1- neugodno, 2- srednje ugodno stanje rastišča



Slika 3: Stanje okolja: 1- neugodno, 2- srednje ugodno stanje okolja



Slika 4: Predlagan tehnološki ukrep glede na stanje sestoja, rastišča, okolja in tehničnih zmožnosti: 1: posek in spravilo.

## Zaključki

Uporabljen metodološki pristop omogoča prostorski pregled stanja na različnih hierarhičnih nivojih, kar omogoča kvalitetno podpro v procesu odločanja, kot tudi vrednotenje različnih potencialnih strategij ukrepov in s tem presoje njihovih vplivov na stanje sestoja, rastišča in okolja. Uporaba modela na nepoškodovanih sestojih omogoča identifikacijo področji z različnimi stopnjami tveganj spremembe stanja v primeru pojava vetroloma, zaradi česar je tovrstni metodološki pristop uporaben tudi za upravljanje s tveganjem preko ustreznih gojitvenih in drugih gozdno gospodarskih ukrepov.

## B) Model zaraščanja (ForestMAS)

V sklopu projekta smo s sodelavci Fakultete za računalništvo in informatiko v Mariboru sodelovali pri izdelavi modela ForestMAS – modela za simulacijo sekundarne sukcesije na ravni drevesa, ki temelji na Ellenbergovih indikatorskih vrednostih. Model zaraščanja površin na ravni posameznega drevesa temelji na Ellenbergovih indikatorskih vrednosti, ki opisujejo potrebe po hranilih, vlagi in toploti za vsako drevesno vrsto posebej. Ekološke in reliefne značilnosti pa so vključene preko digitalnega modela reliefa obravnavanega območja, osončenosti ter količine padavin in stekanje vode. Vhodni podatek je tudi tip in globina tal. Model vključuje tudi kompeticijo med posameznimi drevesi in sicer tako, da pri prekrivanju krošenj dveh dreves, primerja vitalnost in višino sosednjih dreves in tako odloča o mortaliteti posameznega drevesa. Ko se drevo razvije v odrasli osebek, prične semeniti, iz semena pa nastaja nov pomladek, ki spet tekmuje za hranila in svetlobo. Model omogoča tudi 3D vizualizacijo v času zaraščanja. Model je bil preverjen na območju Mozirske Požganije in je primeren za simulacijo zaraščanja (sukcesije) po naravnih ujmah ali golosekih.

Dosežki:

KOLMANIČ, Simon, GUID, Nikola, DIACI, Jurij. ForestMAS - a single tree based secondary succession model employing Ellenberg indicator values. *Ecological modelling*, ISSN 0304-3800. [Print ed.], May 2014, vol. 279, str. 100-113, doi: [10.1016/j.ecolmodel.2014.02.016](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.02.016). [COBISS.SI-ID [17670678](https://www.cobiss.si/id/17670678)]

## Sklop 5: Sinteza in prenos v prakso

Gozdarski inštitut Slovenije (GIS), Oddelek za gozdarstvo, BF in Zveza gozdarskih društev Slovenije so dne 25. oktobra 2012 organizirali posvetovanje z naslovom: Kako učinkovito obvladovati poškodbe gozdov večjih razsežnosti. Namen posvetovanja je bil opozoriti na problematiko poškodb velikih razsežnosti in predstaviti s kakšnimi spremembami bi lažje obvladovali poškodbe pri tovrstnih dogodkih. Oddelek za gozdarstvo je prav tako sourednik zbornika povzetkov. Posveta se je udeležilo 70 strokovnjakov, pretežno zaposleni iz GIS, Oddelka za gozdarstvo, ZGS in Oddelka za lesarstvo. Posvet je vključeval 9 prispevkov in zaključno delavnico, kjer so se oblikovale ideje in predlogi za prihodnje ravnanje v primerih velikih poškodb gozda. Iz prispevkov smo objavili dva članka v Gozdarskem vestniku.

Izsledke raziskav projekta smo vključili v učni načrt predavanj in terenskega pouka na Oddelku za gozdarstvo. Izdelani model ForestMAS, nam omogoča simulacijo zaraščanja površin po golosekih ali opuščanju travnikov tudi v praksi. Večkriterialni model ukrepanja pa je zaradi majhnega števila vhodnih podatkov tudi v praksi uporaben za podporo pri odločanju o načinu sanacije po ujmi. V raziskovalno delo projekta smo vključili številne diplomske naloge (17) in doktorat mladega raziskovalca. Rezultati so bili posredno predstavljeni splošni javnosti preko intervjujev in izjav medijem po žledolomu 2014. Sodelovali smo na izobraževalnem dnevu sanacije po žledolomu v

Idriji. Načine sanacij smo predstavili lastnikom gozdov v okviru okrogle mize na kmetijskem sejmu AGRA v Gornji Radgoni. Udeležili smo se izobraževanja na temo sanacije ujm v Nemčiji. Objavili smo več strokovnih člankov v Gozdarskem vestniku. Izsledke raziskave vključujemo tudi v tekoče pedagoške aktivnosti in na ta način prispevamo k neposrednem prenosu izsledkov v prakso. V pripravi so še štirje znanstveni članki, dva od njih sta že v postopku recenzije. Doktorska naloga je v zaključni fazi izdelave. Sinteza naloge bo objavljena v Gozdarskem vestniku.

## Dosežki

DIACI, Jurij. *Gozdnogojitvene usmeritve za sanacijo sestojev prizadetih zaradi naravnih ujm : [predstavljeno na društvenem izobraževalnem dnevu Društva inženirjev in tehnikov gozdarstva Posočja, na temo Žledolom 2014, v Idriji, 3. 4. 2014]*. 2014. [COBISS.SI-ID [3842470](#)]

FIDEJ, Gal, ROŽENBERGAR, Dušan, DIACI, Jurij. *Biološka sanacija sestojev prizadetih po žledolomu : predavanje na sejmu AGRA, Gornja Radgona, 24. 8. 2014*. [COBISS.SI-ID [3992742](#)]

BOŽIČ, Kristina (oseba, ki intervjuva), ZAMEJC, Boštjan (intervjuvanec), ROŽMANEC, Marko (intervjuvanec), KOVAČ, Frenk (intervjuvanec), JEŽ, Peter (intervjuvanec), DIACI, Jurij (intervjuvanec), JURC, Maja (intervjuvanec), PERKO, Franc (intervjuvanec). Narava odlomi svoj kos : žled v gozdovih. *Dnevnik*, ISSN 1318-0320, 15. 2. 2014, ilustr. [COBISS.SI-ID [3798950](#)]

DIACI, Jurij (intervjuvanec), KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka. Nad hitrostjo obnove gozda bomo presenečeni. *Nedelo*, ISSN 1318-7023, 9. februar 2014, str. 4-5, ilustr. <http://www.delo.si/zgodbe/nedeljskobranje/nad-hitrostjo-obnove-gozda-bomo-preseneceni.html>. [COBISS.SI-ID [3807910](#)]

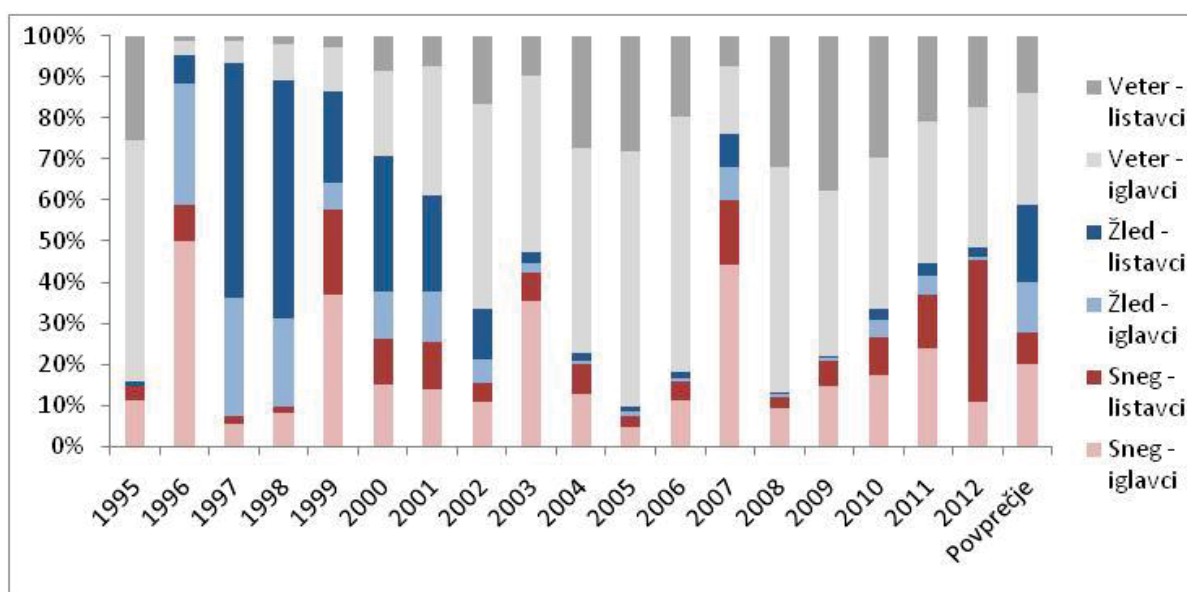
JAKSETIČ, Dragica. Listavec s četrtno krošnjo se bo obrasel. *Delo.si*, ISSN 1854-6544. [Spletna izd.], 28. feb. 2014. <http://www.delo.si/gospodarstvo/okolje/listavec-s-cetrtno-krosnje-se-bo-obrasel.html>. [COBISS.SI-ID [4004774](#)]

## **Priloga 2**

## BIOTEHNIKA

Področje: 4.01 – Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo

Dosežek: POLJANEC, Aleš, ŠČAP, Špela, BONČINA, Andrej.  
Količina, struktura in razporeditev sanitarnega poseka v Sloveniji v obdobju 1995-2012 = Volume, structure and distribution of salvage logging in Slovenia in the period 1995-2012. Gozdarski vestnik, ISSN 0017-2723, 2014, letn. 72, št. 3, str. 131-147, ilustr. [COBISS.SI-ID 3843750]



Struktura sanitarnega poseka po vrsti ujme za listavce in iglavce

Raziskava temelji na podatkovnih zbirkah Zavoda za gozdove o sanitarnem poseku v Sloveniji v obdobju 1995–2012. V proučevanem obdobju je sanitarni posek znašal 29 % celotnega poseka; poglobitni vzroki zanj so bili insekti (34 % celotnega sanitarnega poseka), veter (14 %), sneg (10 %) in žled (8 %), vzroki za skupno 33 % sanitarnega poseka so bili odmirajoče in fiziološko oslabeledo drevje, bolezni in glive, poškodbe zaradi del v gozdu, emisije, divjad ter plazovi in usadi. Dovzetnost dreves za naravne motnje je bila različna glede na drevesno vrsto in debelino drevja. V sanitarnem poseku so prevladovali iglavci, zlasti smreka (61 % celotnega sanitarnega poseka). Veter in insekti so večinoma prizadeli sestoje z debelejšim drevjem, poškodbe zaradi snega in žleda pa so bile pogostejše v mlajših sestojih. Količina sanitarnega poseka in vzroki zanj so se med fitogeografskimi območji razlikovali. Posek zaradi insektov in drugih vzrokov je bil največji v dinarskem območju, v alpskem je prevladoval posek zaradi vetra in snega, žled je najbolj prizadel gozdove v predalpskem prostoru, požari pa submediteranske gozdove.

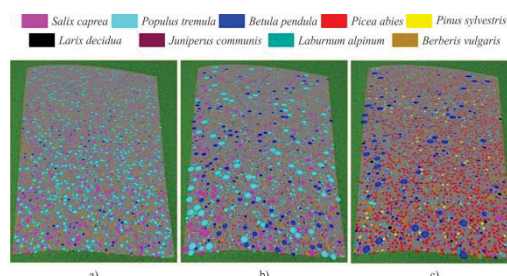
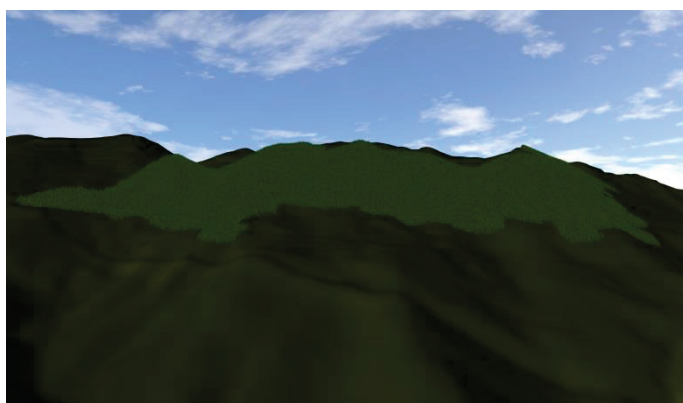
## **Priloga 3**



# BIOTEHNIKA

Področje: 4.01 – Gozdarstvo, lesarstvo in papirništvo

Dosežek: KOLMANIČ, Simon, GUID, Nikola, DIACI, Jurij.  
ForestMAS - a single tree based secondary succession model  
employing Ellenberg indicator values. Ecological modelling, May  
2014, vol. 279, str. 100-113, doi: 10.1016/j.ecolmodel.2014.02.016.  
[COBISS.SI-ID 17670678]



Model ForestMAS omogoča modeliranje zaraščanja (sekundarsne sukcesija) po sečnjah, zaraščanju pašnikov ali ujmah. Temelji na Ellenbergovih indikatorskih vrednosti, ki opisujejo potrebe drevesne vrste po svetlobi, vlagi in hranilih. Vrednosti dreves so primerjane z lokalnimi ekološkimi dejavniki, ki so odvisni od lastnosti terena, ki ga predstavlja Digitalni model višin in preko njega tudi svetlobne razmere, lastnosti tal, tok vode in letna količina padavin. Vsako drevo v modelu je povezano z neposrednim ekološkim krogom sosednjih dreves. Vsako leto se izračuna višina drevesa, vitalnost in velikost (radij) ekološkega kroga. Ko se dva življenjska kroga prekrijeta, se primerja vitalnost obeh dreves, pri čemer šibkejšo drevo postane nadvladano in odmre. Ko drevo doseže odraslo fazo začne semeniti in tako ustvarja pomladek, ki tekmuje za svetlobo in hranila. Pred začetkom simulacije je potrebno vnesti število semena v tleh. Sukcesijo je možno spremljati preko statistike ali vizualno preko 3D modela. Slednji se uporablja za vizualizacijo kateregakoli drevesa pri željeni starosti in tako ustvarja realistične slike pokrajine primerne za vizualizacijo dolgoročnih sprememb v krajini.