

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

Tihomir RUGANI¹, Igor DAKSKOBLER², Tom NAGEL³, Andrej ROZMAN⁴, Jurij DIACI⁵

Izvleček:

Rugani, T., Dakskobler, I., Nagel, T., Diaci, J.: Abiotski in biotski odziv na posek in spravilo v primerjavi z neukrepanjem po naravnih ujmah. *Gozdarski vestnik*, 71/2013, št. 4. V slovenščini s izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 23. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

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 nesanimimi (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.

Ključne besede: ujme, ekološka sanacija, fitocenološka analiza, neukrepanje, pomlajevanje

Abstract:

Rugani, T., Dakskobler, I., Nagel, T., Diaci, J.: Abiotic and biotic response to salvage logging compared to non-salvaging after natural disturbance. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 71/2013, vol. 4. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 23. Translated by Tom Nagel, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

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.

Key words: disturbances, ecological restoration, phytocenological analysis, non-salvaging, regeneration

1 UVOD

1 INTRODUCTION

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 proti naravnim ujmam, npr. vetrolomom, požarom in kalamitetam žuželk. V Sloveniji je zelo malo primerov, kjer poškodovanega območja po naravni ujmi ne bi sanirali oz. odstranili poškodovanega drevja. Razlog je v tem, da pogosto razumemo sanitarno sečnjo kot edino mogočo rešitev po ujmi. V dolgoročnih analizah stroškov in koristi pogosto prezremo

¹ T. R., univ. dipl. inž. gozd., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

² Dr. I. D., Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, Regijska raziskovalna enota Tolmin, Brunov drevored 13, 5220 Tolmin in Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

³ Doc. dr. T. N., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

⁴ Dr. A. R., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

⁵ Prof. dr. J. D., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana



Slika 1: Jelka dobro izkorišča zaščito mrtvega lesa, ki so ga po ujmi pustili v sestoji pod Jerebikovcem nad Mojstrano. Foto T. Rugani

Figure 1: Fir exploiting the protective effect of dead wood left in the stand under Jerebikovec above Mojstrana after a disturbance. Photo: T. Rugani

prednosti (slika 1), ki jih neukrepanje ali delna izvedba poseka prinaša za delovanje nekaterih gozdnih funkcij.

Veliko študij ekoloških vplivov sečnje in spravila po ujmah so opravili v Severni Ameriki in Avstraliji, predvsem po gozdnih požarih (npr. Foster in sod., 2006, Saint-Germain in Green, 2009, Waldron in sod., 2013). Lindenmayer (2006) prikazuje dragocen pregled negativnih učinkov sečnje in spravila pri obnovi gozdnih ekosistemov, kot so: 1) zmanjševanje gnezditvenih in prehranskih habitatov za vretenčarje, 2) spremembe v populacijski dinamiki ptičev, 3) spremembe v populacijski dinamiki velikih nevretenčarjev, 4) zmanjšana obnova rastlinskih vrst in spremenjena vrstna sestava rastlinskih združb, 5) spremenjeni vodni režimi, 6) povečani odtoki materiala v vodozbirnih območjih, 7) spremenjena sestava

talnih hranil, 8) spremenjeni talni profili in tvorba tal in 9) spremenjeni vzorci krajinske raznolikosti. Alternativen pristop pomeni neizvedbo sečnje in spravila (neukrepanje) po naravnih ujmah, ki ustvari različne tipe bioloških zapuščin (organizmov, naravnih struktur in teksturnih vzorcev), ki preživijo iz sistema pred nastalo motnjo (Franklin in sod., 2000). Ti pomembni deli sistema pred motnjo lahko vključujejo dobro razvito pritalno (polnilno) drevesno plast, stoječe mrtvo in podrtu drevje ter zaplate nepoškodovanega ali delno poškodovanega drevja. Njihova ekološka vloga za procese obnove in revitalizacije ekosistemov je povzeta v prispevku Lindenmayerja in Nossa (2006) in vsebuje: 1) obogatitev obnovitvene vegetacije, 2) omogočanje preživetja in populacijske raznovrstnosti različnih vrst na prizadetih območjih, 3) vzpostavitev habitatov za vrste, ki ponovno naselijo prizadeto območje, 4) pospešitev ponovne naselitve rastlinskih in živalskih vrst na prizadetem območju, 5) zagotavljanje virov energije in hranil drugim organizmom ter 6) prilagoditev in stabilizacijo okoljskih razmer na prizadetih območjih.

Večino evropskih raziskav v zadnjih desetletjih, ki so obravnavale obnovo sestojev po naravnih ujmah, so opravili v iglastih gozdovih (Schönenberger in sod., 2002, Schönenberger 2002, Fisher in sod. 2002, Angst in sod. 2004, BAFU 2008). Zelo malo tovrstnih raziskav pa so naredili v gorskih listnatih in mešanih gozdovih, kjer prevladuje bukev.

Namen prispevka je:

- primerjati razvoj vegetacije vetrolomnih površin, kjer je bila sanacija (sečnja in spravilo) izvedena, s površinami, kjer ni bila,
- določiti vplivne dejavnike za lažje odločanje pri izbiri načina ukrepanja po naravnih ujmah.

2 OBJEKTI RAZISKAVE IN METODE

2 STUDY AREA AND METHODS

V okviru projekta Ekološka sanacija naravnih ujm (APL L4-4091) smo proučili vpliv sečnje in spravila na sedmih vetrolomnih površinah (Otuška, Zala, Zadlog, Namškarica, Bohor, Črmošnjice in Kosmate doline) v bukovih, jelovo-bukovih in smrekovih gozdovih (Preglednica 1). Raziskovalne objekte je vetrolom (izjema je objekt Črmošnjice, kjer je

Slika 2: Nahajališča raziskovalnih objektov na zemljevidu Slovenije
Figure 2: Study area locations in Slovenia



bil žledolom) prizadel v obdobju od leta 1983 do 2008 in so merili od 0,6 do 5,5 ha. Njihove lokacije prikazuje slika 2. Na vsakem objektu raziskave smo oblikovali dva stratuma: pospravljen (saniran – sečnja in spravilo sta bila izvedena) in nepospravljen (nesaniran – sečnja in spravilo nista bila izvedena) del vetrolomne površine. V vsakem stratumu smo postavili 3 do 4 raziskovalne ploskve kvadratne oblike, velikosti 100 m². 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), mrtvi drevesni ostanki (delež površine), prisotnost erozijskih procesov (delež površine), ter naredili fitocenološki popis po standardni srednjeevropski metodi (Braun-Blanquet, 1964). Nomenklaturni vir za imena rastlin so Martinčič in sod. (2007), za imena sintaksonov pa Šilc in Čarni (2012). Fitoindikacijo razmer na popisih smo vrednotili z indikacijskimi vrednostmi po Landoltu (2010). Ogljišče ploskve smo označili s kovinskim količkom, ker nameravam meritve na ploskvah večkrat ponoviti. Na ploskvah smo popisali ves podmladek, višji od 20 cm. Pri posameznih osebkih smo ocenjevali:

- višinski razred (v1 – 20 cm ≤ h ≤ 50 cm; v2 – 51 ≤ h ≤ 130; v3 – 131 ≤ h ≤ 5 cm d_{1,3}; v4 – d_{1,3} > 5 cm),
- drevesno vrsto,
- objedanje (1 – do 10 % stranskih poganjkov, terminalni poganjek nepoškodovan, 2 – terminalni poganjek objeden in/ali <50 % stranskih poganjkov objedenih, 3 – zelo poškodovan

(terminalni poganjek in večina stranskih poganjkov),

- višinsko priraščanje (na treh dominantnih osebkih vsake drevesne vrste na ploskvi smo izmerili višinske prirastke (v cm) zadnjih treh let).

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Opis objektov raziskave

3.1 Description of the research objects

3.1.1 Floristično-fitocenološka analiza

3.1.1 Floristic and phytocoenological analysis

1 Otuška

Ploskve so v podgorskem pasu (srednji del doline Idrijce, levi stranki pritok Otuška, stik dinarskega in predalpskega fitogeografskega območja) na strmih osojnih pobočjih. Geološka podlaga je dolomit, v dnu pobočja tik nad potokom vsebuje primes glinavca in roženca. Ohranjene gozdne sestoje v okolici izbranih objektov, predvsem nad vetrolomno površino, uvrščamo v asociacijo *Ostryo-Fagetum* (združba bukve in črnega gabra). Floristično se popisi na pospravljenih ploskvah združujejo ločeno od popisov na nepospravljenih ploskvah. Povprečno smo na nepospravljenih ploskvah popisali 58 vrst, na pospravljenih pa 49. Ocenjujemo, da so floristične razlike med obema skupinama ploskev povezane predvsem z razliko v rastišču. Na pospravljenih, vzhodno

Preglednica 1: Splošne značilnosti objektov raziskave
Table 1: General characteristics of the research objects

Ime objekta	Leto ujme	Vrsta ujme	Nadmorska višina (m)	Lega	Površina poškodovane gozda (ha)	Razvojna faza poškodovanih sestojev	Razvojna faza okoliških sestojev	Prisotnost podmladka	Spravilno sredstvo
Bohor	2008	vetrolom	300–460	J	5,5	Debeljak	raznomeno	da	traktor
Črmošnjice	1983, 2006	žledolom	700–830	SV	1,3	Debeljak	debeljak	da	žičnica
Kosmate doline	1993	vetrolom	1250–300	SZ–S	0,7	Debeljak	raznomeno	ne	traktor
Nemškarca	2006	vetrolom	610–750	S–SV	1,5	Debeljak	debeljak	ne (delno v nesaniiranem delu)	žičnica
Otuška	2006	vetrolom	270–380	V–SV	1,5	Debeljak	drogovnjak, debeljak	ne	traktor
Zadlog	2006	vetrolom	700–750	S	1,1	Debeljak	debeljak	da	žičnica
Zala	2006	vetrolom	400–500	S–SV	0,6	Debeljak	debeljak, sestoj v obnovi	da	žičnica

orientiranih ploskvah, kjer je opaziti vpliv mešane geološke podlage, so nekoliko globlja evtrična tla, medtem ko na nepospravljenih severovzhodno eksponiranih ploskvah prevladujejo rendzine.

Med vrstami, ki so značilne za odprte površine, tudi poseke v gozdovih, je lepljiva kadulja (*Salvia glutinosa*) bolj obilna na pospravljenih ploskvah. Robida (*Rubus hirtus*) se je razširila v obeh skupinah ploskev, enako velja za orlovo praprot (*Pteridium aquilinum*), le da je ta prisotna le na eni pospravljeni in na eni nepospravljeni ploskvi. Navadni srobot (*Clematis vitalba*) se je nekoliko bolj razrasel na nepospravljenih ploskvah, vrste gozdnih robov (razred *Trifolio-Geranietea*) pa so številčnejše na pospravljenih ploskvah. Med tipičnimi vrstami posek je najobilnejša konjska griva (*Eupatorium cannabinum*) in po prisotnosti te in drugih vrst iz te skupine med obema skupinama ploskev ni večjih razlik. Ruderalnih vrst iz razreda *Stellarietea mediae* je nekaj več na nepospravljenih ploskvah. Fitoindikacija s pomočjo indikatorskih vrednosti po Landoltu nakazuje toplejše razmere na pospravljenih ploskvah. Lahko zaključimo, da vsaj za zdaj dejstvo, da je bil izrivan les pospravljen oz. puščen, ni bistveno vplival na floristično sestavo poskusnih ploskev. Razlike, ki se kažejo v

podmladku drevesnih vrst, so deloma povezane z razlikami v rastišču.

2 Zala

Ploskve so v podgorskem pasu (povodje Idrijce, dinarsko fitogeografsko območje) na strmih osojnih pobočjih na dolomitno-apnenčasti podlagi, okoliške sestoje pa uvrščamo v asociacijo *Omphalodo-Fagetum* (združba bukve in spomladanske torilnice, dinarski jelovo-bukov gozd). Na Idrijskem sestoji te združbe ponekod uspevajo zelo nizko, tudi na nadmorski višini manj kot 400 m. Floristično se popisi na pospravljenih ploskvah združujejo ločeno od popisov na nepospravljenih ploskvah. Povprečno število popisanih vrst na obeh skupinah ploskev je skoraj enako (46 oz. 47). Med indikatorskimi vrstami je na nepospravljenih ploskvah lepljiva kadulja (*Salvia glutinosa*) nekoliko obilnejša kot na pospravljenih. Na eni izmed njih je uspevalo tudi precej primerkov kaduljinega pojalnika (*Orobanchae salviae*). Na nepospravljenih ploskvah je nekoliko več podmladka črnega gabra, na pospravljenih pa podmladka bukve. Ocenjujemo, da je to posledica nekaterih razlik v rastišču (nepospravljenе ploskve so na deloma neustaljenih, gruščnatih tleh). Na

pospravljenih ploskvah je bistveno večje zastiranje pisane šašulice (*Calamagrostis varia*), ki je tam skoraj združbotvorna. Vendar so tudi druge vrste bazofilnih borovih gozdov (razred *Erico-Pinetea*) pogostejše v tej skupini ploskev, medtem ko se le na nepospravljenih ploskvah pojavljajo nekatere mezofilne vrste bukovij (*Scopolia carniolica*, *Lamium orvala*, *Scrophularia nodosa*), kar je spet povezano z manjšimi razlikami v rastišču. Med vrstami posek je na večini ploskev najobilnejša malina (*Rubus idaeus*) in lahko bi te sestoje uvrstili v njeno združbo *Rubetum idaei*. Medtem ko je konjska griva (*Eupatorium cannabinum*) pogostejša v pospravljenih ploskvah, sta dlakava krčnica (*Hypericum hirsutum*) in volčja češnja (*Atropa belladonna*) obilnejši na nepospravljenih ploskvah.

3 Zadlog

Ploskve pri Zadlogu so v spodnjem delu gorskega pasu na strmih osojnih dolomitnih pobočjih nad zgornjo Idrijco. V glavnem čiste bukove gozdove v okolici uvrščamo v asociacijo *Arunco-Fagetum* (združba bukve in kresničja), vendar je uvrstitev teh gozdov mogoča tudi v asociacijo *Omphalodo-Fagetum* (in je zdajšnja prevlada bukve in zelo skromna primes jelke posledica gospodarjenja v preteklosti). Na pospravljenih in nepospravljenih ploskvah so rastiščne razmere primerljive. V obeh skupinah ploskev je zelo majhna razlika

v povprečnem številu vrst (45 oz. 46 vrst). Med indikatorskimi vrstami se je na nepospravljenih ploskvah povečala pogostnost lepljive kadulje (*Salvia glutinosa*) in alpskega negnoja (*Laburnum alpinum*), črni bezeg (*Sambucus nigra*) pa je skoraj enako obilen tudi na pospravljenih ploskvah. Na nepospravljenih ploskvah je zanimiva bistveno večja obilnost podmladka črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*). Zastiranje pisane šašulice (*Calamagrostis varia*) se je za zdaj bistveno povečalo le na eni pospravljeni ploskvi. Značilne vrste gozdnih posek so dobro razvite, kar še posebno velja za vrsti *Eupatorium cannabinum* in *Rubus idaeus*. Njune sestoje bi lahko uvrstili v asociacijo *Rubetum idaei*. Pri tem skoraj ni razlik med pospravljenimi in nepospravljenimi ploskvami. Enako lahko zapišemo za zastiranje Fuchsovega grinta (*Senecio fuchsii*= *S. ovatus*) ter za nekatere travniške in ruderalne vrste.

4 Nemškarica

Ploskve v Nemškarici nad dolino Bele (krajinski park zgornja Idrijca) so v spodnjem delu gorskega pasu na strmih osojnih pobočjih z dolomitno podlago. V glavnem čiste bukove gozdove v okolici uvrščamo v asociacijo *Arunco-Fagetum*, vendar je uvrstitev teh gozdov mogoča tudi v asociacijo *Omphalodo-Fagetum* in je zdajšnja prevlada bukve in zelo skromna primes jelke posledica gospodarjenja v preteklosti. Pospravljene in nepospravljene

Slika 3: Navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi*) uspeva v zavetju nespravljenega lesa (objekt Nemškarica). Foto T. Rugani.

Figure 3: Chinese lantern (*Physalis alkekengi*) growing in the shelter of non-harvested wood (object Nemškarica). Photo: T. Rugani



ploskve so se po floristični podobnosti združevale ločeno. Na nepospravljenih ploskvah je povprečno število vrst precej večje (30) kot na pospravljenih (23). Med indikatorskimi vrstami je za ta objekt značilno obilno pojavljanje kranjske kozje češnje (*Rhamnus fallax*), ki je v gorskih gozdovih na strmih dolomitnih pobočjih na severnem robu Trnovskega gozda tipičen pionir na vetrolomnih površinah v sestojih asociacij *Arunco-Fagetum* in *Rhododendro hirsuti-Fagetum*. Med obema skupinama ploskev so majhne razlike v njenem pojavljanju. Pisana šašulica (*Calamagrostis varia*) ima za zdaj večje srednje zastiranje le v eni od pospravljenih ploskev. Bujno so razvite tipične vrste posek, med njimi predvsem konjska griva (*Eupatorium cannabinum*), volčja češnja (*Atropa belladonna*) in drobnocvetni lučnik (*Verbascum thapsus*), nekoliko manj malina (*Rubus idaeus*). Vendar med obema skupinama ploskev skoraj ni razlik v njihovem zastiranju. Fitoindikacija rastiščnih razmer nakazuje nekoliko večjo vlažnost in humoznost na nespravljenih ploskvah, kar morda nakazuje večje pojavljanje vrst *Fraxinus excelsior*, *Scopolia carniolica* in *Polystichum aculeatum*. Na teh ploskvah je sicer tudi nekaj več vrst gozdnih robov (npr. navadna dobra misel, *Origanum vulgare*), na eni od pospravljenih ploskev pa smo popisali tudi navadno volčje jabolko (*Physalis alkekengi*, slika 3).

5 Bohor

Gozdne sestoje, kjer so raziskovane ploskve, uvrščamo v asociacijo *Ostryo-Fagetum*. Vse ploskve so na primerljivih strmih prisojnih pobočjih. Geološka podlaga je dolomitni apnenec s primesjo skrilavih glinavcev in peščenjaka. Na pospravljenih ploskvah se popisi floristično združujejo ločeno od popisov na nepospravljenih ploskvah. Na pospravljenih ploskvah smo v povprečju določili nekoliko več vrst kot na nepospravljenih (38: 36). Na nepospravljenih ploskvah ima črni gaber v podmladku nekoliko večje zastiranje kot na pospravljenih, enako velja za obilje drugih toploljubnih vrst, značilnic reda *Quercetalia pubescentis* oz. razreda *Quercu-Fagetea* (*Convalaria majalis*, *Cornus mas*, *Fraxinus ornus*, *Hedera helix*). Na dveh nepospravljenih ploskvah ima precejšnje zastiranje gozdna šašulica (*Calamagrostis arundinacea*), kar je najbrž posledica

primese glinavca in peščenjaka. Značilnice gozdnih posek so razmeroma redke, med njimi ima konjska griva (*Eupatorium cannabinum*) večje zastiranje na pospravljenih ploskvah. Na nepospravljenih ploskvah je indikativen večji delež vrst gozdnih robov (*Trifolio-Geranietea*) in suhih travišč (*Festuco-Brometea*), na pospravljenih pa večji delež vrst gozdnega zastora in grmišč iz razreda *Rhamno-Prunetea*.

6 Črmošnjice

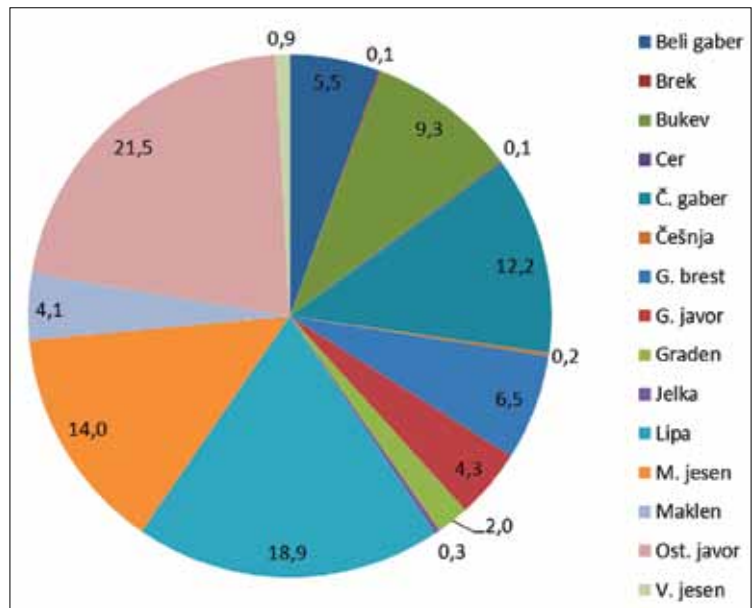
Obravnane ploskve so na rastiščih asociacije *Arunco-Fagetum*, območje pa leži v preddinarskem fitogeografskem območju. Večina popisov na nepospravljenih ploskvah se po floristični sestavi združuje ločeno od popisov na pospravljenih, izjema je en popis. Na nepospravljenih ploskvah imata primerljivo nekoliko večje zastiranje lepljiva kadulja (*Salvia glutinosa*) in črni bezeg (*Sambucus nigra*), precej pogoste so vrste gozdnih posek, predvsem konjska griva (*Eupatorium cannabinum*) in malina (*Rubus idaeus*). Na precej ploskvah, pospravljenih in nepospravljenih, se morda kaže razvoj posečne sukcesije prek sestojev asociacije *Rubetum idaei*.

7 Kosmate doline

Analizirane ploskve v Kosmatih dolinah pod Snežnikom so na stiku dinarskega jelovega-bukovja (*Omphalodo-Fagetum*) in mraziščnega dinarskega smrekovja (*Lonicero caeruleae-Piceetum*), pri čemer njihova rastišča pripadajo že slednjemu. Geološka podlaga je apnenec. Nepospravljen ploskve so na izrazito osojnim pobočju, pospravljen pa na prisojnim (zahodnem). Floristično se združujejo ločeno. V povprečnem številu popisanih vrst ni razlik med obema skupinama ploskev. Deloma se kažejo v srednjem zastiranju nekaterih vrst, npr. gozdne bekice (*Luzula sylvatica*) in maline (*Rubus idaeus*), ki je nekoliko večje na nepospravljenih ploskvah. Na splošno se od preostalih bolj razlikujeta le dve ploskvi, kjer so podrti les pospravili, in je manjši delež vrst visokih steblik iz razreda *Mulgedio-Aconitetea*. Za vse ploskve je značilno precejšnje zastiranje golega lepena (*Adenostyles glabra*). Fitocenološka analiza ni zaznala razlik v podmladku bukve in smreke med obema skupinama ploskev. Kljub različnim legam pospravljenih in nepospravljenih ploskev s fitoindikacijo nismo odkrili razlik v rastiščnih razmerah.

Slika 4: Vrsta sestava podmladka (v odstotkih od skupnega števila osebkov) na objektu Bohor (stratum pospravljeno)

Figure 4: Species composition of the regeneration (in % of the total number) on Bohor (salvaged treatment)



3.2 Vrsta sestava pomladka

3.2 Species composition of the regeneration

Vrsta sestava podmladka je na več objektih raziskave zelo pestra. Najdaljši nabor drevesnih vrst smo ugotovili na objektu Bohor (slika 4).

Vrsta sestava podmladka se razlikuje med stratumi na vseh objektih raziskave. Na več objektih je večja vrstna pestrost v stratumu nepospravljeno, drugačna je tudi zastopanost posameznih drevesnih vrst. Na primer: na objektu Kosmate doline je več smreke v podmladku v stratumu pospravljeno, kar je lahko tudi posledica ugodnejših svetlobnih razmer, ki bolj ustrezajo smreki (slika 5).

3.3 Višinska struktura pomladka

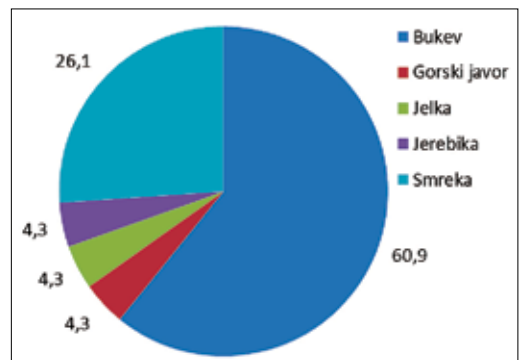
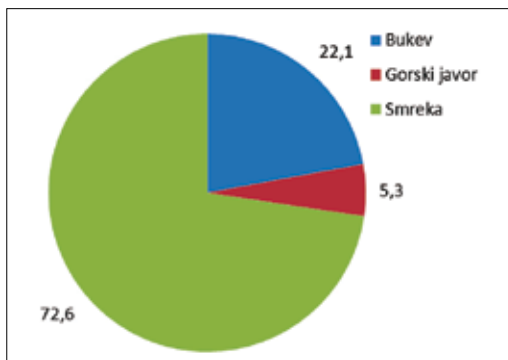
3.3 Height structure of the regeneration

Višinska struktura podmladka se med stratumi razlikuje; na nekaterih objektih razlike niso velike (Bohor, Črmošnjice), saj je obdobje po vetrolomu kratko, na drugih pa so razlike znatne (slika 6).

3.4 Objedanje

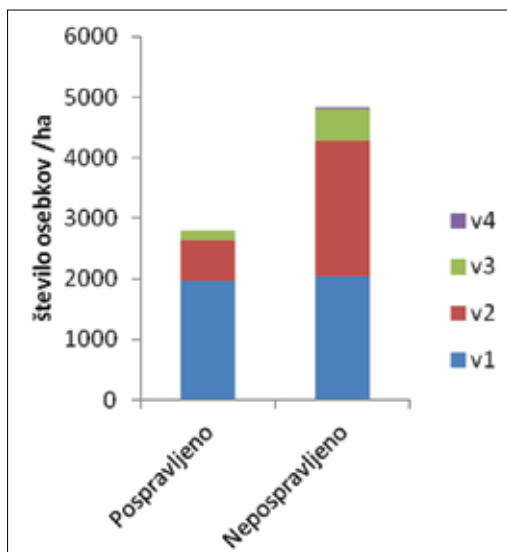
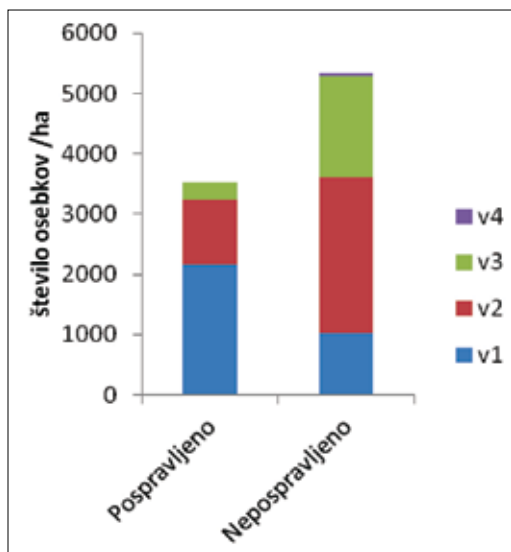
3.4 Browsing

Objedenost podmladka se med stratumi razlikuje na petih objektih. Na treh objektih je objedanje večje v stratumu pospravljeno, na dveh pa v stra-



Slika 5: Vrsta sestava podmladka (v odstotkih od skupnega števila osebkov) na objektu Kosmate doline (levo – stratum nepospravljeno, desno – stratum pospravljeno)

Figure 5: Species composition of the regeneration (in % of the total number) on Kosmate doline (left – treatment non-salvaged, right – treatment salvaged)



Slika 6: Višinska struktura podmladka na objektih Zadlog (levo) in Nemškarca (desno). Legenda: v1 – 20 cm ≤ h ≤ 50 cm; v2 – 51 ≤ h ≤ 130; v3 – 131 ≤ h ≤ 5 cm d_{1,3}; v4 – d_{1,3} > 5cm.

Figure 6: Height structure of the regeneration on Zadlog (left) and Nemškarca (right). Legend: v1 – 20 cm ≤ h ≤ 50 cm; v2 – 51 ≤ h ≤ 130; v3 – 131 ≤ h ≤ 5 cm d_{1,3}; v4 – d_{1,3} > 5cm.

tumu nepospravljeno. Na dveh objektih so razlike neznatne (npr. Zala), drugje pa so razlike v stopnji objedenosti mladja večje (slika 7).

3.5 Višinsko priraščanje pomladka

3.5 Height increment of the regeneration

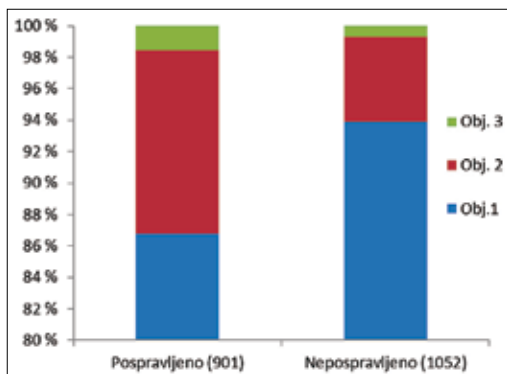
Višinsko priraščanje se razkuje med objekti, med stratumi ter med samimi drevesnimi vrstami. Največje razlike smo zaznali na objektu Bohor, kjer posamezne drevesne vrste bolje priraščajo v stratumu nepospravljeno (slika 8).

Predvsem plemeniti listavci (gorski javor, ostro-listni javor, lipa, češnja) in nekatere minoritetne vrste (mokovec, brek) kažejo ugodnejši odziv na neukrepanje po vetrolomu (slika 9).

3.6 Erozija tal

3.6 Soil erosion

Rezultati merjenja erozije tal ne nakazujejo večjih razlik med stratumi. Razlike so znatne pri večjih naklonih in pri bolj erodibilni kamninski podlagi (npr. dolomit). Tako smo na objektu Nemškarca ugotovili večje razlike, saj je povprečni delež površine, prizadete zaradi površinske erozije, v stratumu pospravljeno znašal 90 %, v stratumu nepospravljeno pa le 17 %.



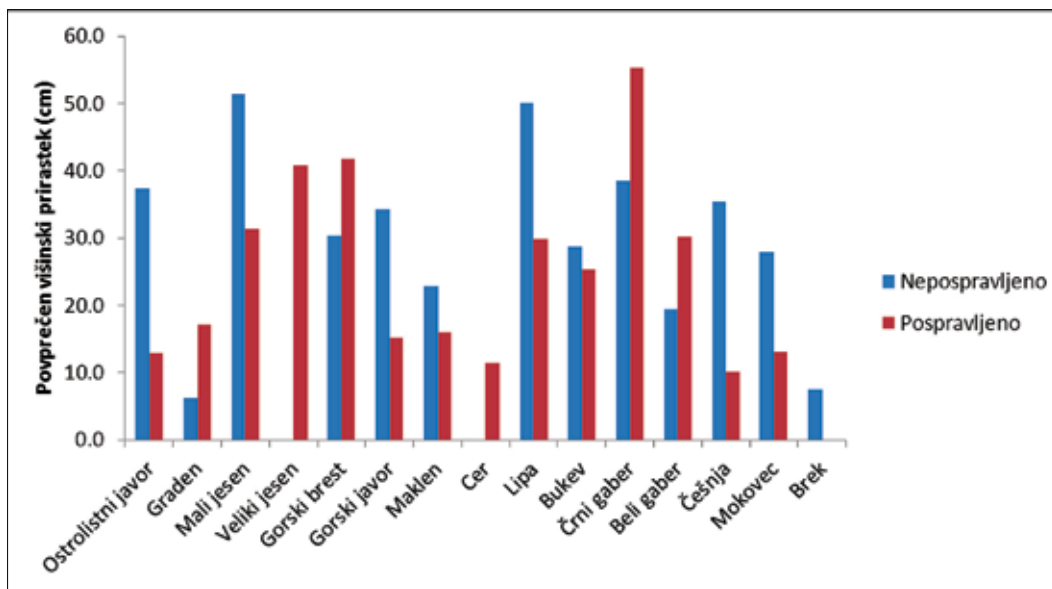
Slika 7: Objedenost podmladka na objektu Bohor. Številki v oklepaju pomenita skupno število izmerjenih osebkov.

Figure 7: Browsing of the regeneration in Bohor. Numbers in the brackets represent total number of measured individuals.

4 RAZPRAVA

4 DISCUSSION

V zadnjih desetletjih se je veliko raziskav ukvarjalo z obnovo sestojev po naravnih ujmah (Schönenberger, 2002, Fisher in sod., 2002, Angst in sod., 2004, BAFU, 2008). Takšni dogodki so prizadeli tudi slovenske gozdove, vendar v manjšem obsegu (Papler, 2006, Jakša, 2007, Ščap, 2010, Košir in Jež,



Slika 8: Višinsko priraščanje podmladka na objektu Bohor

Figure 8: Height increment of the regeneration Bohor

Slika 9: Plemeniti listavci in minoritetne vrste bolje priraščajo, če po ujmi ne ukrepamo (objekt Bohor, foto T. Rugani).

Figure 9: Noble broadleaved trees and minority species show a higher increment in non-salvaged treatments after a disturbance (Bohor, Photo by T. Rugani)



2008). Prizadeta območja so navadno označena kot "uničena," "poškodovana" ali "izgubljena" – izrazi, ki so jih včasih uporabljali celo ekologi. Ko nastanejo takšni dogodki, je naš odziv pogosto usmerjen na sečnjo, spravilo in sajenje; ti ukrepi morajo biti hitri in učinkoviti. Največja skrb je prenamnožitev žuželk na velikih območjih, prizadetih zaradi vetrolomov (Smith in sod., 1997), zmanjšanje verjetnosti ponovitve požara (Košir in Jež, 2008), izguba vrednih sortimentov in ponovna

vzpostavitev varovalnih ter socialnih funkcij gozda. Mnogokrat so ekonomski razmisleki vodilo pri izvedbi sanacije, saj so ob naravnih ujmah velike koncentracije lesa (npr. NETSA, 1943). V Sloveniji so velikopovršinske ujme redke, vendar je njihovo pojavljanje poleg od podnebnih razmer odvisno tudi od zgradbe in strukture sestojev, orografskih razmer, kamninske podlage in vitalnosti ter odpornosti sestojev. V tujini so opravili pomembne analize vpliva ekološke sanacije (neukrepanja po

ujmi) ujm po dogodkih, ki so poškodovali od nekaj sto do več tisoč hektarjev površine gozda. Ujme tolikšnih razsežnosti so povzročili izjemno močni vetrovi (npr. tornadi) in gozdni požari. Tudi v Evropi se dogajajo tovrstne motnje, vendar predvsem v iglastih gozdovih. Poskusi (oblikovanje več različnih stratumov ukrepanja) so potekali pri enovitih abiotskih (naklon, kamninska podlaga, ekspozicija,...) in biotskih razmerah (rastišče, mešanost drevesnih vrst, vrsta in intenzivnost ujme ...). Na takšen način so ugotovili in potrdili številne ugodne učinke ekološke sanacije naravnih ujm.

V naši raziskavi smo poiskali nekatere površine, kjer sanacije na delu površine, prizadete po ujmi, niso izvedli. Največkrat so bile take površine izrazito manjše od tistih, kjer so ujmo sanirali. Ker so vse analizirane ploskve na strmih pobočjih (na štirih objektih je bilo izvedeno žično spravilo), sami stratumi pa večkrat na nekoliko raznolikih rastiščnih, sestojnih in talnih razmerah, je primerjava deloma otežena. Prav tako so bile ujme na izbranih objektih razmeroma majhnih razsežnosti, kjer je velik robni vpliv gozda. Tudi ekspozicija (svetlobne razmere) pomembno vpliva na odziv podmladka po ujmi. Objedenost je v veliki meri odvisna od količine mrtvih drevesnih ostankov, ki omejuje dostopnost do podmladka velikim rastlinojedom (srnjadi, jelenjadi, gamsu). Razlike v priraščanju in višinski strukturiranosti mladja so izrazitejše, če je čas meritev po ujmi daljši. Vpliv erozije je pomembnejši na bolj erodibilnih (krušljivih, hitro razkrojljivih) podlagah. Puščeno mrtvo drevje po naravni ujmi lahko bistveno pripomore k zmanjšanju verjetnosti pojavljanja snežnih plazov, ki lahko še bolj poškodujejo že poškodovane in nižje ležeče sestoje. Fitocenološka analiza, ki vključuje tudi analizo petrografskih in pedoloških razmer, je nakazala na delno neprimerljivost stratumov znotraj posameznih objektov raziskave. Ponekod namreč ploskve ni bilo mogoče izbrati tako, da bi bile v celoti primerljive rastiščne razmere med pospravljenimi in pospravljenimi deli. Zato je pomembno, da v prihodnosti po srednjih in večjih ujmah gozdarska stroka začne poizkuse na različnih tipih gozdov, vrstah ujm ter da so razmere v različnih stratumih ukrepanja znotraj posameznega objekta čim bolj primerljive. Smiselno je preverjati učinke več vrst ukrepov, npr:

- neukrepanje,
- opravimo samo posek,
- opravimo posek in spravilo,
- opravimo posek in spravilo ter umetno obnovo.

Pri odločanju o načinu sanacije naravnih ujm je treba upoštevati predvsem: 1) velikost ujme, 2) lego terena, 3) nadmorsko višino, 4) naklon, 5) kamninsko podlago, 6) rastiščne razmere, 7) stanje podmladka, 8) škodni potencial (sestoj, podmladek, tla) in 9) tehnološko-ekonomske možnosti. Načrtovano neukrepanje in različne kombinacije so lahko ekonomske in okoljske primernejši kot popolna umetna obnova na: 1) težje dostopnih predelih gozda z nizko vrednostjo lesnih sortimentov, 2) kjer ni tveganj, povezanih z zdravjem gozda, in na 3) delih gozda, kjer varovalne funkcije niso poudarjene.

5 POVZETEK

Velikopovršinske ujme so vse pomembnejši dejavnik motenj v slovenskih gozdovih. V tujini so ugotovili številne ugodne učinke neukrepanja po takšnih dogodkih. V zahodni in južni Sloveniji smo izbrali sedem objektov, kjer smo na 45 vzorčnih ploskvah izmerili značilnosti podmladka in opravili fitocenološko analizo. Objekti so bili poškodovani po vetrolomu in žledolomu v obdobju med letoma 1983 in 2008. Na posameznih objektih sta bila izvedena sečnja in spravilo le na delu poškodovane gozdne površine, preostali del pa je bil prepuščen naravnemu razvoju. Razlike med pospravljenimi in nepospravljenimi deli objektov se kažejo v vrstni sestavi, objedanju, višinski strukturiranosti in v višinskem priraščanju mladja. Floristično-fitocenološka analiza je nakazala nekatere razlike med stratumoma "pospravljenost" in "nepospravljenost" v številčnosti rastlinskih vrst, deležu vrst gozdnih robov in posek ter v značilnostih rastišča (na primer humoznosti, toploljubnosti in vlažnosti). Vendar so razlike deloma povezane z razlikami v rastiščih in ne z (ne)ukrepanjem po ujmi. Vrstna pestrost drevesnih vrst je v stratumu nepospravljenost enaka oz. nekoliko večja kot v stratumu pospravljenost. Tudi višinska strukturiranost podmladka je izrazitejša na nepospravljenih delih sestojev. Razlike med posameznimi stratumi so lahko povezane tudi s prisotnostjo podmladka pred samo ujmo (sklep krošenj oz. razvojna faza sestojev pred ujmo).

Neukrepanje po ujmi vpliva tudi na zmanjšano objedenost mladja, saj so ti deli sestojev težje prehodni. Pri analizi višinskega priraščanja smo ugotovili boljše priraščanje nekaterih plemenitih listavcev in minoritetnih drevesnih vrst v posameznih nesaniranih sestojih. Kadar poškodovani sestoji poraščajo bolj erodibilno matično podlago (npr. dolomit), lahko sečnja in spravilo povečata tveganje za nastanek erozijskih procesov. Neukrepanje po ujmi je zato lahko ugodnejša izbira pri ujmah večjih razsežnosti (več hektarjev), na prisojnih legah (južnih legah terena), pri velikih strminah (naklonih), na bolj erodibilni podlagi, nižjih nadmorskih višinah in na območjih, kjer je naravno pomlajevanje oteženo. Pri odločanju o načinu sanacije naravnih ujm je treba upoštevati predvsem: 1) velikost ujme, 2) lego terena, 3) nadmorsko višino, 4) naklon, 5) kamninsko podlago, 6) rastiščne razmere, 7) stanje podmladka, 8) škodni potencial (sestoj, podmladek, tla) in 9) tehnološko-ekonomske možnosti. Načrtovano neukrepanje in različne kombinacije so lahko ekonomsko in okoljsko primernejši kot popolna umetna obnova na: 1) težje dostopnih predelih gozda z nizko vrednostjo lesnih sortimentov, 2) kjer ni tveganj, povezanih z zdravjem gozda, in na 3) delih gozda, kjer varovalne funkcije niso poudarjene.

6 SUMMARY

Large-scale natural disturbances represent an increasingly important disturbance factor in Slovenian forests. Numerous beneficial effects of not salvaging after such events have been documented worldwide. This paper reports results from a study that compared characteristics of the herb and tree regeneration layers in both salvaged and non-salvaged treatments following natural disturbance in seven locations in Slovenia. The study sites were damaged by windthrow and ice breakage during the period 1983 – 2008. At individual sites, felling and salvage harvesting were performed only on a part of the damaged area and the rest of the area was left to natural development. The salvaged and non-salvaged treatments differed in species composition, browsing damaged, height structure, and height increment of the regeneration. Floristic analysis indicated some differences between the salvaged and non-salvaged strata in overall plant

diversity, the portion of plant species dependent on forest edge and cleared areas, and in site characteristics (e.g. humic, thermophilic and humid conditions). However, these differences are partly related to the differences in the sites and not with treatment after disturbance. Tree species diversity in salvaged areas is equal or slightly larger than in non-salvaged areas. The height structure of the regeneration was more heterogeneous on the non-salvaged parts of the stands. The differences between individual strata can also be connected to the presence of advance regeneration that established before the disturbance. Leaving dead wood on site after a disturbance also decreased browsing of the regeneration, likely because these areas are less accessible. We found a higher increment of some noble broadleaved trees and minority species in individual non-salvaged stands. When the damaged stands occur on an erodible parental material (e.g. dolomite), felling and harvesting can increase the risk of erosion processes. Doing nothing after a disturbance can thus be a more appropriate choice following large-scale disturbances (several hectares) on southern expositions, steep slopes, areas with erodible material, at lower altitudes, and on areas with problematic natural regeneration. When deciding on the restoration approach after natural disturbances, the following factors should be considered: 1) size of the disturbance, 2) exposition of the terrain, 3) altitude, 4) inclination, 5) bedrock and soil conditions, 6) site conditions, 7) regeneration potential, 8) damage potential (stand, regeneration, soil), 9) harvesting technology and 10) economics. Planned non-management and various combinations can be economically and environmentally more suitable than a total site replanting on: 1) areas which are difficult to access and have a low value of wood, 2) areas without risks connected with forest health and 3) areas without emphasized protection functions.

7 ZAHVALA

7 ACKNOWLEDGEMENTS

Raziskava poteka v okviru projekta Ekološka sanacija naravnih ujm, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Zahvaljujemo se dr. Aleksandru Marinišku za fitocenološke popise na

ploskvah Bohor in Kosmate doline. Prav tako se zahvaljujemo študentom (Živa Bončina, Luka Dimnik, Katja Geltar, Klemen Gorup, Simon Klaužer in Rok Kvas) za opravljene terenske meritve. Hvala tudi inž. Erazmu Poženelu (ZGS OE Tolmin), univ. dipl. inž. Andreju Držaju (ZGS OE Novo mesto), mag. Špeli Habič (ZGS OE Postojna) in Milanu Kostevcu (ZGS OE Brežice) za nenadomestljivo pomoč pri iskanju objektov.

8 VIRI

8 REFERENCES:

- Angst C., Volz R., 2002. A decision support tool for managing storm damaged forests. *Forest Snow and Landscape Research* 77, 1/2: 217–224.
- Angst, C., Bürgi, A., Duelli, P., Egli, S., Heiniger, U., Hindenlang, K., Kuhn, M., Lässig, R., 2004. Waldentwicklung nach Windwurf in tieferen Lagen der Schweiz 2000–2003. Schlussbericht eines Projektes im Rahmen des Programms «Lothar Evaluationsund Grundlagenprojekte». Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Birmensdorf, 2004.
- BAFU, 2008. Sturmschaden Handbuch. Vollzugshilfe für die Bewältigung von Sturmschadeneignissen von nationaler Bedeutung im Wald. UmweltVollzug Nr. 0801. Bundesamt für Umwelt, Bern. 3. überarbeitete Auflage, 241 p.
- Braun-Blanquet, J., 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, Springer Verlag, Wien, New York: 865 str.
- Fischer, A., Lindner, M., Abs, C., Lasch, P., 2002. Vegetation dynamics in central European forest ecosystems (nearnatural as well as managed) after storm events. *Folia Geobotanica*, 37, 17–32.
- Foster, D. R., Aber, J. B., Melillo, J. M., Bowden, R.D., Bazzaz, F. A., 1997. Forest response to disturbance and anthropogenic stress. *BioScience*, 47:437–445.
- Foster, D. R., Orwig, D. A., 2006. Preemptive and salvage harvesting of New England Forests: When doing nothing is a viable alternative. *Conservation Biology*, 20, 4: 959–970.
- Franklin, J. F., Lindenmayer, D. B., MacMahon, J. A., McKee, A., Magnusson, J. D., Perry, A., Waide, R., Foster, D. R., 2000. Threads of continuity: ecosystem disturbances, biological legacies and ecosystem recovery. *Conservation Biology in Practice*, 1:8–16. Lindenmayer, D. 2006. Salvage harvesting – past lessons and future issues. *The forestry chronicle* 82(1), 48–53.
- Jakša, J., 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 65, 3: 161–176.
- Košir, B., Jež, P., 2008. Sanacija sestojev po požaru na območju. *Gozdarski vestnik*, 66, 4: 212–225.
- Landolt, E., Bäumler, B., 2010. Flora indicativa: ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen = ecological indicator values and biological attributes of the Flora of Switzerland and the Alps, Ed. des Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève. Haupt, Bern-Stuttgart-Wien: 377 str.
- Lindenmayer, D., 2006. Salvage harvesting – past lessons and future issues. *The forestry chronicle* 82(1), 48–53.
- Lindenmayer, D., Noss, R. F., 2006. Salvage logging, ecosystem processes, and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 20, (4), 949–958.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B., 2007. Mala flora Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana: 967 str.
- NETSA (Northeastern Timber Salvage Administration), 1943. Report of the U.S. Forest Service Programs resulting from the New England hurricane of September 21, 1938. NETSA, Boston.
- Papler-Lampe, V., 2006. Vetrolom na Jelovici. *Gozdarski vestnik*, 64, 9: 446–448.
- Saint-Germain, M. in Green, D. F., 2009. Salvage logging in the boreal and cordilleran forests of Canada: Integrating industrial and ecological concerns in management plans. *The forestry chronicle* 85(1): 120–134.
- Schönenberger, W., 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian. *For. Snow Landsc. Res.*, 77, 1/2, 61–80.
- Schönenberger, W., 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: In: Schönenberger, W., Fischer, A., Innes, J.L. (ed.) 2002: Vivian's Legacy in Switzerland - impact of windthrow on forest dynamics. *Forest Snow and Landscape Research*, 77, 1/2: 12–24.
- Smith, D. L., Larson, B. C., Kelty, M. J., Ashton, P. M., 1997. The practice of silviculture. Applied forest ecology. John Wiley and Sons, New York.
- Ščap, Š., 2010. Sanacija vetrolomne površine na Jelovici. Diplomaska naloga. Biotehnična fakulteta, Ljubljana, 44 str.
- Šilc, U., Čarni, A., 2012: Conspectus of vegetation syntaxa in Slovenia. *Hacquetia*, 11, 1: 113–164.
- Waldron, K., Ruel, J. C., Gauthier, S., 2013. Forest structural attributes after windthrow and consequences of salvage logging. *Forest ecology and management*, 289: 28–37.