

Primerjava naravne in umetne obnove gozdov, prizadetih v naravnih ujmah

Comparison of Natural and Artificial Regeneration of Forests Affected in Natural Disturbances

Gal FIDEJ¹, Simon KLAUŽER², Klemen KLEMEN³, Andrej ROZMAN⁴, Jurij DIACI⁵

Izvleček:

Fidej, G., Klaužer, S., Klemen, K., Rozman, A., Diaci, J.: Primerjava naravne in umetne obnove gozdov, prizadetih po naravnih ujmah. *Gozdarski vestnik*, 71/2013, št. 1. V slovenščini z izvlečkom in zaključki v angleščini, cit. lit. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Podnebne spremembe vplivajo na slabšo odpornost in vitalnost gozda, povečuje se pogostnost naravnih ujm. V raziskavi smo primerjali učinkovitost naravne in umetne obnove gozdov, prizadetih zaradi ujm, s poudarkom na strukturi in rasti mladja, vplivu pritalne vegetacije in pomenu semenskih dreves. Prva raziskava proučuje uspeh setve pri treh različnih načinih dela (1: priprava tal, setev, ograditev; 2: setev, ograditev; 3: setev in saditev). V drugi raziskavi smo primerjali uspešnost naravne obnove in umetne obnove (sadtive) po vetrolomu. Rezultati kažejo, da na nasemenitev pozitivno vplivata bližina semenskih dreves in priprava tal, medtem ko zastrtost s pritalno vegetacijo vpliva negativno. Gostote naravnega mladja na ploskvah z naravno obnovo so večje od tistih na ploskvah z umetno obnovo (brez upoštevanja sadik).

Ključne besede: ujme, vetrolom, pomlajevanje, naravna obnova, setev, saditev, semenska drevesa.

Abstract:

Fidej G., Klaužer S., Klemen K., Rozman A., Diaci J.: Comparison of Natural and Artificial Regeneration of Forests Affected in Natural Disturbances. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 71/2013, vol. 1. In Slovenian, abstract and conclusions in English, lit. quot. 42. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Climatic changes affect minor resistance and vitality of the forest, incidence of natural disturbances increases. In this research we compared efficiency of natural and artificial restoration of forests affected by natural disturbances; the stress was laid on structure and growth of seedlings, impact of ground vegetation, and importance of seed trees. The first study compares success of regeneration according to three diverse treatments (1: preparation of soil, sowing, fencing; 2: sowing, fencing; 3: sowing and planting). In the second research we compared success of natural regeneration and artificial regeneration (planting) after windthrow. The results show that regeneration is positively affected by proximity of seed trees and soil preparation, while the impact of ground vegetation cover is negative. The densities of naturally grown seedlings on plots with natural regeneration surpass the ones on plots with artificial regeneration (disregarding planted seedlings).

Key words: natural disturbance, windthrow, regeneration, natural regeneration, sowing, planting, seed trees.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Podnebne spremembe in še posebno vremenske skrajnosti vplivajo na slabšo vitalnost in s tem slabšo splošno odpornost gozda, hkrati pa postajajo skrajnostni dogodki, kot so naravne ujme in škodljivo delovanje organizmov, vse pogostejši (Kajfež-Bogataj, 2007; European Commission, 2009). Tako je bilo poleti leta 2008 v dveh neurjih poškodovanih 500.000 m³ lesa na skupno 20.000 ha gozdov, od katerih je bilo 700 ha popolnoma uničenih (Pahovnik, 2011). V Sloveniji lahko s sonaravnim gospodarjenjem omilimo dovtetnost

gozda za ujme (Diaci, 2007). Po drugi strani pa smo na dogodke slabo pripravljeni, ker je ponudba semena in saditvenega materiala zelo skromna. Vzroki za to so različni in obsegajo od

¹ G. F., univ. dipl. inž. gozd., Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

² S. K., dipl. inž. gozd. (UN), Dobje pri Lesičnem 1, 3262 Prevorje

³ K. K., dipl. inž. gozd. (UN), Gradišče 1, 1219 Laze v Tuhinju

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

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

prevladujoče naravne obnove do družbeno-ekonomskih razmer. V razmerah po ujmah pogosto nastanejo evtrofikacija rastišča in druge značilne spremembe v rastiščnih dejavnikih, kar vpliva na oteženo naravno pomlajevanje (Schönenberger, 2002; Brang et al., 2004). Površine, prizadete zaradi ujm, so lahko priložnost za pionirske in polsvetloljubne drevesne vrste (Fischer A. in Fischer H., 2010). Še posebno zadnje so v zadnjem času precej pospeševali pri umetni obnovi, vendar z zelo različnim uspehom. Izkušeni in znanja o tehnični sanaciji prizadetih sestojev in saditvi je precej, manj pa je vedenja o poteku naravnih ogozditev prizadetih površin (Papler-Lampe, 2009) in možnostih alternativnih načinov sanacije; npr. puščanje poškodovanih dreves, upoštevanje naravne sukcesije, setev na izbrana mesta in kombinacije različnih ukrepov. Za izboljšanje biološke sanacije so pomembne medsebojne primerjalne analize različnih postopkov sanacij s kontrolnimi površinami, kjer ne ukrepamo. Namen prispevka je primerjati učinkovitost naravne in umetne obnove gozdov, prizadetih zaradi ujm, s poudarkom na strukturi in rasti mladja, vplivu pritalne vegetacije in pomenu semenskih dreves. Prispevek je nastal v sklopu aplikativnega projekta Ekološka sanacija naravnih ujm v gozdovih, kjer smo v letu 2012 izpeljali prve terenske meritve, zato so rezultati, ki jih predstavljamo, preliminarne narave.

2 METODE IN OBJEKTI RAZISKAVE

2 RESEARCH METHODS AND OBJECTS

V sklopu raziskave proučujemo sanacije zaradi delovanja podlubnikov, vetrolomov in požarov, v prispevku pa smo se osredotočili na sanacije vetrolomov iz leta 2008. Skupaj smo analizirali pet večjih objektov, v nadaljevanju predstavljamo dve raziskavi.

V prvi (Klemen, 2012; slika 2) smo proučevali uspeh setve pri treh različnih načinih dela. V nadaljevanju – *zgornji objekt*: SV ekspozicija, priprava tal, setev, ograja; *spodnji objekt*: Z ekspozicija, setev, ograja; *prisojni objekt*: J ekspozicija, setev in saditev. Seme je bilo posejano v letu 2009, ograje pa postavljene leto pozneje. Na zgornjem in spodnjem raziskovalnem objektu smo postavili 120 ploskvic velikosti 1 x 1 m v dveh linijah. Razdalja

med ploskvicami znotraj linije je znašala 2 m. Na prisojnem objektu pa smo zaradi slabega uspeha setve postavili le dvajset ploskvic. Med popisovanjem smo izločili za pomladitev neprimerne površine (vlake, kupi vej). Posneli smo tudi GPS-koordinate semenskih dreves in izračunali razdalje od vsake ploskve do najbližjega semenskega drevesa. Napaka meritev GPS je zaradi relativno odprtih površin znašala le ± 4 m. Na ploskvicah smo ocenjevali ali merili: obliko reliefa, ekspozicijo, nagib, delež zastopanosti različnih kategorij (organskih in mineralnih tal, opada, kamnitosti, mahovne, zeliščne plasti, odmrle lesne mase). Nato smo izmerili višino in prirastek dominantnih drevesc. Pri izbiri dreves kot dominantnih smo se osredotočili na višino, vitalnost in rastni prostor. Le-tega smo ocenjevali glede na proste kvadrante okoli drevesa (FTG – »free to grow«). Drevo je imelo FTG vrednost 4, če pri določeni višini drevesca sosednja vegetacija ni preseгла 2/3 te višine v vseh štirih kvadrantih radija, ki je enak višini obravnavanega drevesca oziroma FTG-vrednost 0, če je bilo drevo zastrto v vseh štirih kvadrantih radija (Jacobs et al., 2004). Objekti so v bližini Starega gradu nad Kamnikom, prevladujejo pa rastišča kisloljubnih bukovih gozdov.

V drugi raziskavi (Klaužer, 2012; slika 5) smo primerjali saditev in naravno obnovo. V okolici Bohorja je bilo postavljenih sedem parov ploskev (naravna obnova, umetna obnova) velikosti 10 x 10 m. Na ploskvah z umetno obnovo smo popisali vse sadike, ploskve z naravno obnovo pa smo razdelili na šestnajst kvadrantov velikosti 2,5 x 2,5 m in znotraj vsakega poiskali dominanten osebek drevesne vrste. Znotraj obeh tipov ploskev smo v sredino ploskve postavili še dve manjši (1 x 3 m) ploskvici, pri čemer je bila razdalja med njima 2 m. Na ploskvicah smo izpeljali popis gostot podmladka in zastrtosti vseh rastlinskih vrst, kar nam je prek ordinacij omogočilo primerjavo rastišč. Le-ta so obsegala kompleks zmerno kislih bukovih gozdov. S podobno metodo smo analizirali sanacijo na Črnicu (60 ploskev) in v Trnovskem gozdu (30 ploskev). Namen raziskave je bil ugotoviti gostoto in strukturo naravnega mladja in sadik ter njihovo vitalnost (višine, višinski prirastki). Rezultati, navedeni v tem prispevku, se nanašajo le na rezultate s širšega območja Bohorja.

3 REZULTATI

3 RESULTS

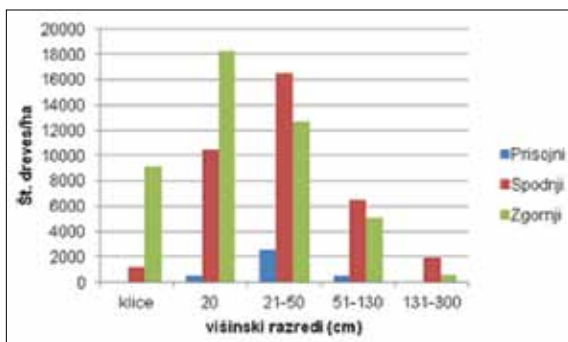
3.1 Uspešnosti setve po ujmi

3.1 Success of sowing after a natural disturbance

V zmesi popisanih drevesnih vrst v mladju je prevladoval rdeči bor (43 %), nato smreka (26 %), breza (6 %), macesen (4 %) in druge vrste (20 % – češnja, bukev, gorski javor, beli gaber, graden, jelka, kostanj, zeleni bor, iva, jerebika, lipa, maklen, nagnoj, topol). Mešanica semen, ki je bila uporabljena za setev, je vsebovala seme smreke, mokovca, malega jesena, maklena, lipe, jerebrike, gorskega javorja, divje hruške, češnje in belega gabra.

Dober pokazatelj uspeha setve so gostote mladja (slika 1). Največje so bile na zgornjem in spodnjem objektu, medtem ko so bile na prisojnem zelo majhne. 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.

Razlog za manj dreves v višinskem razredu od 21 do 50 cm na zgornjem 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 namem-



Slika 1: Število nasemenjenih dreves na hektar po višinskih razredih in objektih

Figure 1: Number of tree seedlings per hectare according to height classes and objects

bnost zemljišča v travnik in je zato odstranil tudi vse panje (slika 2). Nekaj predrastkov so ohranili zaradi preprečevanja erozije.

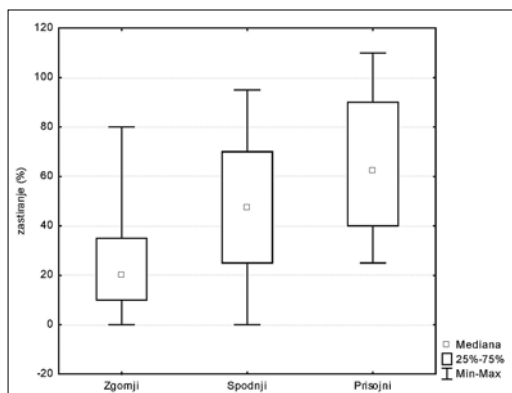
Med objekti smo ugotovili značilne razlike v zastiranju pritalne vegetacije (slika 3). Povprečno zastiranje z zelišči po objektih je znašalo: zgornji objekt 26 %, spodnji 47 % in prisojni 67 %. Iz primerjave slik 1 in 3 je razvidno, da je gostota mladja zelo odvisna od zastiranja zelišč.

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

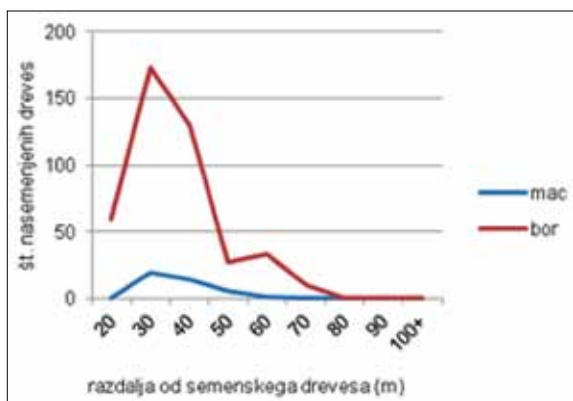


Slika 2: Leva slika: vetrolomna površina v bližini Starega gradu nad Kamnikom (zgornji objekt). Priprava tal značilno zmanjša konkurenco pritalne vegetacije in izboljša nasemenitev vrst, ki se lažje pomlajujejo na mineralnih tleh (macesen, bor). Po drugi strani lahko nepremišljena priprava tal uniči predraslo mladje in sproža erozijo. Desna slika: bujna vegetacija na spodnjem objektu ovira naravno nasemenitev (foto: Jurij Diaci).

Figure 3: Left photo: wind-disturbed area near Stari grad above Kamnik (upper object). Preparation of soil can reduce the ground layer and improve natural regeneration of species that prefer mineral soil (European Larch, Scots Pine). On the other hand soil preparation can destroy advanced regeneration and cause soil erosion. Right photo: strong competition of ground layer inhibits natural regeneration.



Slika 3: Zastiranje zelišč po objektih
Figure 3: Herb cover according to objects



Slika 4: Frekvenčna porazdelitev nasemenjenih dreves v odvisnosti od razdalje do najbližjega semenskega drevesa za vseh 260 vzorčnih ploskev.

Figure 4: Frequency distribution of tree seedlings in relation to the distance to the first seed tree for all 260 sampling plots.

bora in macesna (Pearsonov korelacijski koeficient za bor je znašal $-0,3403$, $p < 0,05$; za macesen pa $-0,3984$, $p < 0,05$). Zadovoljive gostote nasemenitve so se razvile v razdalji od 30 do 40 m od semenskih dreves, odvisno od drevesne vrste (slika 4) (Klemen, 2012).

3.2 Primerjava saditve in naravne obnove

3.2 Comparison of planting and natural regeneration

Analiza vegetacije na temelju Ellenbergovih fitoindikacijskih vrednosti je pokazala značilne ekološke razlike med posameznimi raziskovalnimi lokacijami

na širšem območju Bohorja, kar kaže, da je težko dosegati neposredno primerljivost in ponovljivost tudi na relativno majhnem območju. Povprečne vrednosti zastiranja so pokazale, da je v zeliščni plasti največ malega zimzelena, navadnega srobotra, vrst iz rodu robide (*Rubus sp.*), navadne črnoge in navadnega vimčka. Po treh letih je bila uspešnost saditve 76 %. Zastiranje drevesnih vrst, brez upoštevanja saditve, je bilo večje pri naravni obnovi (8,1 %) v primerjavi z umetno (2,7 %). Vrste smo iz ekonomskega vidika ločili na klimaksne (ciljne): bukev, gorski javor, češnja, graden, brek, gorski brest in pionirske: mali jesen, črni gaber, maklen, breza, iva. Tudi gostote naravnega mladja klimaksnih in pionirskih drevesnih vrst na ploskvah z naravno obnovo so bistveno večje od tistih z umetno obnovo – brez upoštevanja sadik (preglednica 1).

Preglednica 1: Gostote naravnega mladja na ploskvah z različnimi načini obnove (sadike niso upoštewane)
Table 1: Densities of natural regeneration on plots with diverse regeneration methods (planted seedlings are not taken into account)

Št./ha	Umetna	Naravna
Klimaksne	3.332	9.375
Pionirji	4.761	14.524
Skupaj	8.093	23.899

Razlog za večje gostote in zastiranje naravnega mladja na ploskvah z naravno obnovo je v izpeljavi umetne obnove v slabše pomlajenih predelih in kasnejših obžetvah ter odstranitvi mladja pri pripravi sestoja za saditev. Zastiranje robide je negativno vplivalo na gostoto dreves (Spearmanov kor. koef.: $-0,633$, $p = 0,01$) (Klaužer, 2012). 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.

4 DISKUSIJA 4 DISCUSSION

Po ujmi se pogosto soočamo z vprašanjem, v kakšnih razmerah in koliko časa je smiselno čakati na naravno obnovo. Na to je težko odgovoriti

enoznačno. S takojšnjo saditvijo prehitimo razvoj pritalne vegetacije in hitreje zagotovimo ekološke funkcije gozda; saditev na nepomlajena mesta po uveljaviti sekundarne sukcesije pa je lahko cenejša. Za odločanje je pomembno poznavanje rastišča in funkcij ter dosedanje izkušnje. Pri odločitvi o načinu biološke sanacije je treba upoštevati, da je umetna obnova bistveno dražja od naravne. Šelb (2008) navaja stroške umetne obnove s saditvijo (brez zaščite in vzdrževalnih del) 2.000 sadik na ha od 1.700 €/ha (smreka) pa do 2.900 €/ha (češnja, bukev). Stroški saditve z zaščito (kemakol pri smreki in tulci pri listavcih) in vzdrževanjem (obžetve in vzdrževanje tulcev) znašajo že 4.500 €/ha za smreko in 10.630 €/ha za javor oz. 14.160 €/ha za bukev. Zato je smiselno, da se za saditev odločamo takrat, ko je potrebna hitra vnovična vzpostavitev razvrednotenih funkcij gozda (varovalna in zaščitna funkcija), in na mestih, kjer so oz. bodo velike težave s pritalno vegetacijo.

Setev je zanimiva izbira za sanacijo naravnih ujm, ki jo, razen setve črnega bora po požarih, redko uporabljamo. Setev ima ekonomske in biološke prednosti, a tudi omejitve – predvsem v bolj skrajnostnih razmerah (npr. prisojni objekt na Kamniškem). Gledano z vidika rastišč sta si spodnji in prisojni objekt zelo podobna, glavna razlika je le ekpozicija. Ključnega pomena za uspeh setve je priprava tal (npr. zgornji objekt), ki je ni treba opraviti na celotni površini, ampak jo usmerjamo na mesta brez starega mladja in

na ugodna mikrorastišča (npr. ob panjih). Kjer je nevarnost erozije, pripravo tal lahko uredimo v obliki majhnih teras. Na uspešnost setve zelo vpliva lega. Južne in grebenske lege so za setev zahtevnejše zaradi nevarnosti suše. Na splošno sejemo spomladi zaradi mortalitete semena in predatorstva pozimi, vendar bi bilo treba preveriti tudi uspešnost jesenske setve, predvsem zaradi vse pogostejših zim z malo snega. V srednji Evropi v zadnjem času sejejo predvsem bukev in jelko v nižinah ter sredogorju; macesen, pokončno rušje, cemprin in smreko v visokogorju; na severu pa rdeči bor (Redaktion LWF, 2004; Engešer et al., 2011).

Za uspeh naravne obnove in dopolnitev umetne so izjemno pomembna semenska drevesa, še zlasti na velikih obnovitvenih površinah, kjer je do roba sestoja velika razdalja (npr. več kot 50 m). Podobne rezultate smo ugotovili tudi za javor in bukev v dinarskih (Roženbergar, 2012) ter alpskih jelovo-bukovih gozdovih (Rozman, 2007; Sagnard et al., 2007). Pri saditvi smo ugotovili nekoliko manjšo uspešnost v primerjavi s tujino, pri čemer bolj odstopamo pri listavcih, še posebno pri bukvi (Burschel in Huss 1997; Schönnenberger, 2002; Jacobs 2004). Listavci nimajo pionirskega značaja smreke in so bolj dovzetni za abiotične in biotične dejavnike, zelo pa vpliva kakovost sadik. Preživetje sadik je odvisno od kakovosti sadik in saditve, vremenskih razmer in še posebno nege nasada (prim. Jacobs, 2004,

Slika 5: Umetna obnova z redko saditvijo gorskega javorja na vetrolomni površini v okolici Bohorja. Pri pripravi sestoja za saditev in pri obžetvah je potrebno ohraniti predraslo in kasneje nasemenjeno mladje (foto: Jurij Diaci).

Figure 5: Artificial regeneration with sparse planting of sycamore maple on windthrow area in surroundings of Bohor. Both, recent and advanced regeneration must be preserved while preparing the stand for planting and removing ground vegetation around young trees (Photo: Jurij Diaci).



Šelb, 2008). Zaradi eutrofikacije rastišč po ujmah je zelo razvita pritalna vegetacija, ki značilno zavira rast in razvoj mladja; zelo pomembna je obžitev, vendar z njo lahko odstranimo številne ciljne vrste (pomen izobraževanja delavcev in lastnikov gozdov). Na proučevanih objektih smo zaznali velik potencial naravne nasemenitve in obnove, delno zaradi manjših obnovitvenih površin, delno zaradi panjevskega odganjanja. Tudi v tujini v podobnih razmerah ugotavljajo velik potencial naravne obnove (Schönenberger, 2002; Brang et al., 2004; Borchert in Mößnang, 2004; Fischer A. in Fischer H., 2010), ki vodi do raznomernih – strukturiranih sestojev. Hkrati pa opozarjajo, da je mladje pogosto slabe kakovosti, neenakomerno zastopano, prevladujejo pa lahko pionirji in vrste, ki niso ciljne (npr. smreka). Ugotovili smo tudi precejšnje razlike v rastiščnih in sestojnih razmerah med raziskovalnimi objekti, kar kaže na previdnost pri posploševanju.

5 Zaključki

5 Conclusions

Zaključki

- Sanacijski načrt, ki sledi po ujmi, mora upoštevati ekološke, ekonomske, tehnološke in socialne vidike. Pomembni gozdnogojitveni vidiki so ohranjanje skupin poškodovanih dreves (semenjaki, nega, biotopi) in predrastkov ter izogibanje večjim poškodbam tal.
- Če je mogoče, pri biološki sanaciji zagotovimo primerjavo različnih načinov dela: 1) kontrola (brez ukrepanja), 2) sečnja, spravilo in naravna obnova ter 3) umetna obnova s setvijo ali saditvijo.
- Po ujmi je treba oceniti, katera mikrorastišča imajo dobre možnosti za naravno obnovo. Te so odvisne od rastiščnih in sestojnih razmer in velikosti prizadete površine, pogosto so to srednja rastišča do revnejša, vendar ne skrajnostna, s slabše razvito pritalno vegetacijo, skupinami starega mladja in nasemenitvijo, kjer so poškodovani naravni sestoji na manjših površinah (do 50 m od sestojnega roba) in kjer so nakazane možnosti panjevskega odganjanja.
- Na drugih površinah je smiselno čim prej odločiti za umetno obnovo zaradi razvoja pritalne vegetacije. Slabost hitre saditve je, da so razmere

na prizadeti površini lahko skrajnostne zaradi slabo razvite pritalne vegetacije (južne lege).

- Prednostne površine za umetno obnovo so: erozijsko ogroženi predeli, prisojne strme lege, varovalni in zaščitni gozdovi, najbolj produktivna rastišča brez predrastkov, površine z že razvito pritalno vegetacijo brez naravnega podmladka, površine z malo semenskimi drevesi oziroma predeli, ki so zelo odmaknjeni od gozdnega roba. Predvideti je treba mesta, kje bo obnova najtežja, kajti kasneje ob bujnem razvoju zelišč je naravna nasemenitev praktično nemogoča.
- Za izboljšanje biološke sanacije je pomembno spremljanje uspešnosti obnove in zastavitev eksperimentalnih sanacij na delu površin. Slednje omogočajo objektivno primerjavo med različnimi načini obnove. Pri tem je pomembno ustrezno beležiti dejavnike, ki vplivajo na preživetje in kakovost nasadov (npr. zapisnik prevzema sadik).

Conclusions

- Forest restoration plan following a natural disturbance must comply with ecological, economic, technological, and social aspects. Important silvicultural aspects comprise preservation of damaged tree groups (seed trees, tending by canopy cover, biotopes) and advanced regeneration as well as avoidance of major soil damage.
- If possible, we ensure comparison of diverse treatments in biological restoration: 1) control (no measures), 2) felling, harvesting, and natural regeneration, 3) artificial regeneration by the means of sowing or planting.
- After a natural disturbance we have to assess which micro-sites have good chances for natural regeneration. These depend on site and stand conditions and size of the affected area; for e.g. they often include medium to poor, but not extreme sites, where groups of advanced regeneration are present, natural regeneration is occurring and ground vegetation is less developed. Natural regeneration is more appropriate in smaller damaged areas of natural stands (up to 50 m from stand edge) and where possibilities of stump sprouts are indicated.
- Due to lush development of ground vegetation it is reasonable to perform artificial regenera-

tion as soon as possible. Deficiency of a quick planting is the fact that the conditions on the affected area can be extreme due to poorly developed ground vegetation (especially in southern aspect).

- Priority areas for artificial regeneration include: areas endangered by erosion, sun-exposed southern and steep slopes, protection forests, the most productive sites without advanced regeneration, areas with already dense ground vegetation without regeneration, areas with a small number of seed trees or areas with a long distance from forest edge. The micro-sites where the regeneration is unlikely to appear must be anticipated, since later the regeneration may be extremely retarded due to the lush growth of herbs. Monitoring success of regeneration and setting of experimental restoration studies on a part of the disturbed area is important for improving biological restoration. Such experimental studies enable an unbiased comparison between diverse regeneration methods. Thereby appropriate recording of factors affecting survival and quality of tree plantations (e.g. record of receipt of saplings) is important.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Raziskava je potekala v sklopu projekta Ekološka sanacija naravnih ujm, ki sta jo omogočila Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Zahvaljujemo se osebju krajevnih enot Kamnik in Senovo za pomoč pri iskanju primernih raziskovalnih objektov in posredovanju podatkov.

7 LITERATURA

7 REFERENCES

- Borchert, H., Mößnang, M., 2004. Von Nichts kommt Nichts. LWF aktuell, 46: 8–9.
- Brang, P., Schönenberger, W., Fischer, A., 2004. Reforestation in Central Europa: lessons from multi-disciplinary filed experiments. *Forest Snow and Landscape Research*, 78: 53–69.
- Burschel, P., Huss, J. (ed.). 1997. *Grundriss des Waldbaus: ein Leitfaden für Studium und Praxis*. Parey Buchverlag, Berlin.
- Diaci, J. 2007. Prilaganje gojenja gozdov podnebnim spremembam. V: *Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo*. Jurc M. (ur.). *Studia forestalia Slovenica*, Ljubljana: 117–132.
- Engelßer, E., Habereeder, R., Mages, V. 2011. Tannensaaten im Forstbetrieb Kelheim. *LWF aktuell* 80: 8–10.
- European Commission. 2009. *Impacts of Climate Change on European Forests and Options for Adaptation*. Report to the European Commission Directorate – General for Agriculture and Rural Development, 173 p.
- Fischer, A., Fischer, H. 2010. Sturmwurf – und was dann? *LWF aktuell*, 77: 46–49.
- Jacobs, F. D., Ross-Davis, L. A., Davis, S. A. 2004. Establishment success of conservation tree plantations in relation to silvicultural practices in Indiana, USA. *New Forests*, 28: 23–36.
- Kajfež - Bogataj, L. 2007. Spreminjanje podnebja – zdaj in v prihodnje. V: *Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo*. Jurc M. (ur.), *Studia forestalia Slovenica*, Ljubljana: 13–26.
- Klaužer, S. 2012. *Uspešnost naravne in umetne obnove vetrolomnih površin na širšem območju Bohorja: diplomsko delo*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 48 str.
- Klemen, K. 2012. *Uspešnost sanacije vetrolomnih površin s setvijo na primeru GGE Kamnik: diplomsko delo*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 50 str.
- Pahovnik, A. 2011. *Analiza vetroloma na območju Črničva leta 2008: diplomsko delo*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 47 str.
- Papler-Lampe, V. 2009. *Presoja ukrepov pri sanacijah ujm 2006-2008*. *Gozdarski vestnik* 67: 365-376; 271–282.
- Redaktion LWF, 2004. *Erfolg von Buchensaaten steigern*. *LWF-Merkblatt* 16, 4 s.
- Rozman, J. 2007. *Ekologija pomlajevanja drugotnega smrekovega gozda v visokogorskem vegetacijskem pasu Karavank: magistrsko delo*. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 190 str.
- Roženberger, D. 2012. *Analiza podatkov iz raziskav s Krasa v sklopu projekta Ukrepi za izboljšanje izkoriščenosti proizvodnih potencialov gozdov*. (neobjavljeno)
- Sagnard, F., Pichot, C., Dreyfus, P., Jordano, P., Fady, B. 2007. Modelling seed dispersal to predict seedling recruitment: Recolonization dynamics in a plantation forest. *Ecological Modelling*, 203: 464–474.
- Schönenberger, W. 2002. *Post windthrow stands regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian*. *Forest Snow and Landscape Research*, 77: 61–80
- Šelb, M. 2008. *Analiza uspešnosti zaščite mladja s tulci in mrežami*. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj: 55 str.