

## 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*

Aleš POLJANEC<sup>1</sup>, Špela ŠČAP<sup>2</sup>, Andrej BONČINA<sup>3</sup>

### Izvleček

Poljanec, A., Ščap, Š., Bončina, A.: Količina, struktura in razporeditev sanitarnega poseka v Sloveniji v obdobju 1995–2012. *Gozdarski vestnik*, 72/2014, št. 3. v slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 80. Prevod avtorji, jezikovni pregled angleškega besedila in prevod povzetka Breda Misja, slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Raziskava temelji na podatkovnih zbirkah Zavoda za gozdove o sanitarnem poseku v Sloveniji v obdobju 1995–2012. Podatke o količini sanitarnega poseka (število dreves in njihov volumen) smo analizirali na ravni države, fitogeografskih regij in oddelkov. 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 odmirajoče in fiziološko oslabeled 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 debelejším 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. Količina in struktura sanitarnega poseka sta posledici naravnih motenj, hkrati pa odražata (ne)uspešnost dosedanjega gospodarjenja. Analize sanitarnega poseka so pomembno izhodišče za zmanjševanje tveganj pri gospodarjenju z gozdovi.

**Ključne besede:** sanitarni posek, dejavniki motenj, ujme, odpornost sestojev, časovna in prostorska razporeditev sečenj

### Abstract

Poljanec, A., Ščap, Š., Bončina, A.: Volume, Structure and Distribution of Salvage Logging in Slovenia in the Period 1995–2012. *Gozdarski vestnik*, 72/2014, vol. 3. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 80. Translated by the authors, proofreading of the English text and translation of the summary Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

The study is based on data on salvage logging in Slovenia in the period 1995-2012, collected by Slovenia Forest Service. The amount of salvage logging (the number of trees and their volume) was analyzed at the state, regional, and compartment level. In the studied period, salvage logging amounted to 29% of total cut, mainly due to insect infestation (34% of total salvage logging), windthrow (14%), snow-breakage (10%) and ice storm (8%). The rest of salvage logging (i.e. 33%) took place due to decaying and physiologically weakened trees, diseases and fungi, damage by forest operations, emissions, wildlife, and avalanches and landslides. The susceptibility of trees to natural disturbances differed according to tree species and its diameter. Conifers, particularly spruce, prevailed in salvage logging (61% of the total salvage logging). Wind and insects mostly affected stands with a higher proportion of medium and large diameter trees while damage due to snow and sleet was more frequent in younger stands. The quantity of salvage logging and its causes varied also among phyto-geographic regions. While damage by insects and other causes prevailed in the Dinaric region, wind and snow were the main reasons

<sup>1</sup> Dr. A. P., Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana in Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, Večna pot 83, 1000, Ljubljana, ales.poljanec@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Š. Š., univ. dipl. inž. gozd., Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, Večna pot 83, 1000, Ljubljana, spela.scap@bf.uni-lj.si

<sup>3</sup> Prof. dr. A. B., Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, Večna pot 83, 1000, Ljubljana, andrej.boncina@bf.uni-lj.si

for salvage logging in the Alps. Sleet mostly damaged forests in the Sub-Alpine region. Forest fires prevailed in the Sub-Mediterranean region. The amount and the structure of salvage logging is partly a result of natural disturbances in forest ecosystems, on the other hand it also reflects effectiveness of forest management. Analyses of salvage logging are therefore an important basis for reducing risks in forest management.

**Key words:** salvage logging, disturbance factors, large-scale disturbances, resistance of forest stands, spatiotemporal distribution of salvage logging

## 1 UVOD 1 INTRODUCTION

Sanitarni posek (ang. *salvage logging*) je pogosto opredeljen kot posek poškodovanih dreves v gozdovih, ki so jih prizadele motnje večjih jakosti, kot so gozdni požari, poplave, močan veter, bolezn, žuželke (Lindenmayer in Noss, 2006; Beghin in sod., 2010). Sanitarni posek je namenjen predvsem izkoriščanju ekonomske vrednosti prizadetih dreves in pripravi prizadete površine za obnovo (Lindenmayer in Noss, 2006). V Sloveniji je sanitarni posek opredeljen kot posek okuženega, z žuželkami napadnega, zelo poškodovanega ali podrtega drevja, ki ga iz sestoja odstranimo zaradi izboljšanja njegovega zdravstvenega stanja (Jurc in sod., 2003). Razlogi za sanitarni posek so različni; največkrat jih pojasnjujemo z naravnimi motnjami, čeprav lahko nanj pomembno posredno in neposredno vpliva gospodarjenje z gozdovi. Zaradi odsotnosti ukrepanja drevje lahko odmira, kar je razlog za sanitarni posek, ali pa postaja sestoj bolj dovzeten za naravne motnje. Zato je količina sanitarnega poseka lahko posredno tudi merilo ustreznosti in uspešnosti gospodarjenja.

Naravne motnje vplivajo na strukturo, sestavo in funkcioniranje gozdnih ekosistemov in so zato eden ključnih dejavnikov njihovega razvoja (Oliver in Larson, 1996). Motnje so definirane kot »katerikoli diskreten dogodek v času, ki vpliva na ekosistem, življenjsko skupnost ali populacijsko strukturo in spremeni vire, razpoložljivost substrata ali fizično okolje« (Anko, 1993; Pickett in White, 1985); lahko so različnih jakosti, pogostosti, lahko prizadenejo različno veliko površino, lahko so kratkotrajne ali pa trajajo daljše obdobje. Režimi motenj in njihovi vplivi na razvoj gozdnih ekosistemov so v različnih geografskih predelih različni, prav tako so različni povzročitelji motenj. V gorskih gozdovih srednje Evrope so veter, sneg in insekti poglavitni povzročitelji naravnih motenj (Schelhaas in sod., 2003; Bottero in sod.,

2013), v Mediteranu pa na dinamiko gozdnih ekosistemov značilno vplivajo požari (Schelhaas in sod., 2003; Oliveira in sod., 2012). Pojavnost motenj in njihov vpliv na gozdni ekosistem sta odvisna od interakcije med povzročitelji motenj, rastiščnimi razmerami in lastnostmi gozdnih sestojev. Zaradi spremenjene zgradbe in sestave gozdnih sestojev sta biološka in mehanska stabilnost pogosto zmanjšani (Frelich, 2002; Schütz in sod., 2006; Poljanec in sod., 2008). Zato so večje motnje, ki povzročajo tudi večjo gospodarsko škodo, pogostejše kot v gozdovih z naravnejšo drevesno sestavo in sestojno zgradbo (Spiecker in sod., 2004; Klopčič in sod., 2009).

Na režim motenj lahko pomembno vplivajo tudi klimatske spremembe (Lindner in sod., 2010), čeprav lahko posledice napovedujemo le z omejeno verjetnostjo (Gartner in sod., 2007). Poleg na splošno večjih povprečnih temperatur in spremenjenega padavinskega režima lahko pričakujemo pogostejše ekstremne dogodke, kot so dolga sušna obdobja, močni vetrovi, požari in drugi ekstremni dogodki, ki bodo povzročali motnje večjih jakosti (Kajfež Bogataj, 2005; Bergant, 2007).

Poznavanje režima motenj je pomembno za sonaravno gospodarjenje, saj omogoča razumevanje dinamike razvoja gozdnih sestojev (Franklin, 2002; Diaci, 2006). Večje motnje ali ujme terjajo posebno obravnavo pri načrtovanju in gospodarjenju (Papež, 2005; Jakša, 2007; Poljanec in sod., 2008), saj lahko povzročijo veliko ekonomsko škodo ali celo ogrozijo človeška življenja. V srednji Evropi so za ujme najbolj dovzetni zasmrečeni sestoji (npr. Schelhaas in sod., 2003), odpornejši pa so mešani, raznodobni in predvsem prebiralni sestoji (npr. Schütz in sod., 2006; Indermühle in sod., 2005; Klopčič in sod., 2009).

V Sloveniji je bilo objavljenih veliko prispevkov o naravnih motnjah v gozdovih in njihovih posledicah. O poškodbah gozdov oziroma sanitarnem poseku zaradi naravnih ujm za celotno

območje Slovenije poročajo mnogi avtorji, npr. Zupančič (1969), Bleiweis (1983), Jakša (2007), Papler-Lampe (2009a, 2009b), Jakša in Kolšek (2009). Jakša (2005) je analiziral škode v gozdovih zaradi podlubnikov za obdobje 1995–2004, obsežen pregled ujm je za blejsko območje za minulo stoletje predstavilo več avtorjev (Gartner in sod., 2007; Papler-Lampe, 2008), o časovnem pregledu vetrolomov na Pokljuki sta pisala Ogris in Jurc (2004). Klopčič in sodelavci (2011) so za blejsko območje analizirali naravne ujme v obdobju 1979–2010. Požare na Krasu so analizirali Košiček (2005) ter Košir in Jež (2008). Sinjur je s sodelavci (2010) povzel največje poškodbe gozdov zaradi žleda za celotno Slovenijo v obdobju 1980–2010. O posledicah hudih snežnih ujm v zimah 1995/1996 in 1996/1997 v slovenskih gozdovih je pisal Jakša (1997). Papler-Lampe (2009b) pa je prikazala posledice snežne ujme v blejskih gozdovih v letu 2008.

Glede pojavljanja motenj, predvsem srednjih in velikih jakosti, sta za upravljanje gozdov pomembni dve vprašanji: 1) kako povečati odpornost gozdnih sestojev oziroma zmanjšati njihovo dovzetnost za motnje ter 2) kako uspešno sanirati gozdove, ki jih prizadenejo naravne ujme večjih jakosti. Za povečevanje odpornosti gozdnih sestojev za motnje je pomembno poznavanje režima motenj v času in prostoru ter dejavnikov (rastiščnih, sestojnih, gospodarskih in drugih), ki vplivajo na obseg in pogostnost motenj. Sanitarni posek je pogosto uporabljen kazalnik za ocenjevanje posledic naravnih motenj in s tem posredno tudi njihove jakosti in velikosti prizadetih površin. Sanitarni posek je eden od vrst poseka, ki ga evidentira Zavod za gozdove Slovenije (ZGS); opredeljen je s količino, drevesno vrsto in vzrokom poseka bolnega, poškodovanega ali sušečega se drevja. Prostorsko je opredeljen s parcelo oziroma odsekom ali oddelkom, če le-ta ni razdeljen na odseke (Jakša in Kolšek, 2009).

Namen naše raziskave je: 1) analizirati strukturo sanitarnega poseka v Sloveniji v obdobju 1995–2012 glede na pglavitne vzroke in 2) pojasniti prostorsko razporeditev sanitarnega poseka v gozdnem prostoru Slovenije in letne variacije poseka. Pri tem želimo preveriti hipoteze: 1) pglavitni vzrok sanitarnega poseka v Sloveniji so insekti in veter; 2) dovzetnost dreves za naravne

motnje je različna glede na debelino drevja in drevesno vrsto; 3) med fitogeografskimi območji so značilne razlike v količini sanitarnega poseka po pglavitnih vzrokih.

## 2 METODE DELA

## 2 RESEARCH METHODS

Raziskava temelji na podatkovnih zbirkah ZGS o sanitarnem poseku v Sloveniji. Prostorski in opisni podatki so pripravljene skladno s Pravilnikom o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo (2008), šifranti so del Priročnika za izdelavo gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot (2008). V raziskavi smo analizirali podatke evidence poseka za obdobje 1995–2012 za celotno Slovenijo. ZGS vodi enotno evidenco poseka od leta 1994; za to je bilo najprej razvito programsko orodje Timber, kasneje nadomeščeno s posodobljeno različico xTi (Ficko in sod., 2013). Za obdobje pred letom 1994 so evidence po gozdnogospodarskih območjih (GGO) različno dostopne, pogosto zbrani podatki med GGO niso primerljivi, zato uporaba teh podatkov na nacionalni ravni ni mogoča.

Podatkovna zbirka vsebuje podatke o vrsti poseka, številu in volumnu posekanih dreves po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah, času poseka (leto, mesec) in lokaciji poseka. Posek evidentiramo po skupno 36 vrstah in vzrokih poseka, ki kažejo na vpliv različnih dejavnikov na razvoj gozdov ter posredno na značilnosti gospodarjenja. Pri obdelavi smo podatke o poseku združili v sedem skupin; razlikovali smo sanitarni posek zaradi 1) insektov, 2) vetra, 3) snega, 4) žleda, 5) požara in 6) drugih vzrokov ter 7) redni posek. Podatke o drevesnih vrstah smo združili v sedem skupin (smreka, jelka, rdeči bor, drugi iglavci, bukev, hrasti in drugi listavci).

Lokacija poseka je bila po posameznih gozdnogospodarskih območjih (GGO) opredeljena z revirjem, parcelo in odsekom. Kljub temu prostorska analiza za celotno proučevano obdobje na ravni odsekov oziroma parcel ni bila mogoča. Mnogi odseki so bili spremenjeni, kar je onemogočilo prostorsko sledljivost podatkov o poseku. V istem obdobju so bile meje oddelkov le neznatno spremenjene, zato smo prostorsko analizo opravili na ravni oddelkov. Grafični sloj odsekov (oddelkov)

iz leta 2012 smo uporabili kot temeljni sloj. Za obdobje 1995–2012 smo vsakemu odseku v določenem ureditvenem obdobju poiskali povezavo na oddelke v letu 2012. Povezave smo poenotili s pomočjo grafičnih presekov ter kombiniranjem šifer odsekov. Na ravni oddelkov smo vzpostavili povezavo za skoraj vse odseke, registrirane v podatkovni zbirki v obdobju 1995–2012. Povezave nismo uspeli določiti za 548 odsekov. V teh odsekih je znašal posek v proučevanem obdobju 110.251 m<sup>3</sup>, kar je 0,2 % vsega registriranega poseka v proučevanem obdobju.

Prostorsko in časovno razporeditev sanitarnih sečenj smo analizirali na ravni države, fitogeografskih regij in oddelkov. Za oceno sanitarnega poseka smo uporabili uradne podatke o poseku v Sloveniji, ki jih vodi Zavod za gozdove Slovenije. Te vrednosti se lahko razlikujejo od dejanskega poseka (glej Bončina in sod., 2010). Količina poseka (debeljadi) je obračunana z enakimi tarifami, kot so sicer v rabi za obračun lesne zaloge po odsekih. Evidenca poseka temelji na odločbah za posek (odkazilo) in naknadnem pregledu sestojev. Tako so mogoča odstopanja med dejanskim posekom in odkazilom. Pri analizi podatkov nismo preverjali, ali je evidentiranje poseka po vrstah poseka pravilno ali ne. Kljub omenjenim slabostim pa so evidence poseka primerne za presojo sanitarnega poseka, posebno, če jih primerjamo z možnostmi in načini analize sanitarnega poseka v tujini. Evidence poseka posebno v večjem prostoru in daljšem časovnem obdobju omogočajo vpogled v količino, strukturo in lokacijo sanitarnega poseka glede na njegove povzročitelje. Pri analizi sanitarnega poseka smo se omejili na posekano drevje (število in volumen) po ureditvenih enotah. Obseg sanitarnega poseka oziroma posledice motenj je mogoče analizirati tudi z drugimi postopki (npr. stalnimi vzorčnimi ploskvami, zračnimi posnetki) in znaki. Proučevani znak je lahko površina prizadetih gozdov, vendar na ravni Slovenije nimamo takšnih podatkov za daljše obdobje.

Analizirali smo število dreves in količino sanitarnega poseka glede na drevesne vrste, debelinsko strukturo, vrsto sanitarnega poseka in leto poseka; uporabili smo standardne univariatne statistične teste, razlike v srednjih vrednostih smo testirali z analizo variance (ANOVA) in Tukey HSD testom ter t-testom. S  $\chi^2$ -testom smo analizirali razlike

v debelinski strukturi sanitarnega in rednega poseka. Prostorski prikaz sanitarnega poseka po vrstah sanitarnega poseka v obdobju 1995–2012 (slika 5) smo izdelali s tehniko gostitve točk (ang. *dot density map*), ki je sicer v rabi za ponazoritev gostitve nekega pojava v prostoru. Točke predstavljajo arbitrarno določeno vrednost sanitarnega poseka znotraj odseka oziroma oddelka v analiziranem obdobju: za insekte, veter in druge vzroke predstavlja točka 100 m<sup>3</sup> sanitarnega poseka, sneg in žled 50 m<sup>3</sup> in za požar 25 m<sup>3</sup>. Točke so znotraj odsekov oziroma oddelkov porazdeljene naključno. Pripravo in analizo podatkov smo opravili s programskimi orodji MapInfo Professional 9.5 in IBM SPSS Statistics 21.

### 3 REZULTATI

### 3 RESULTS

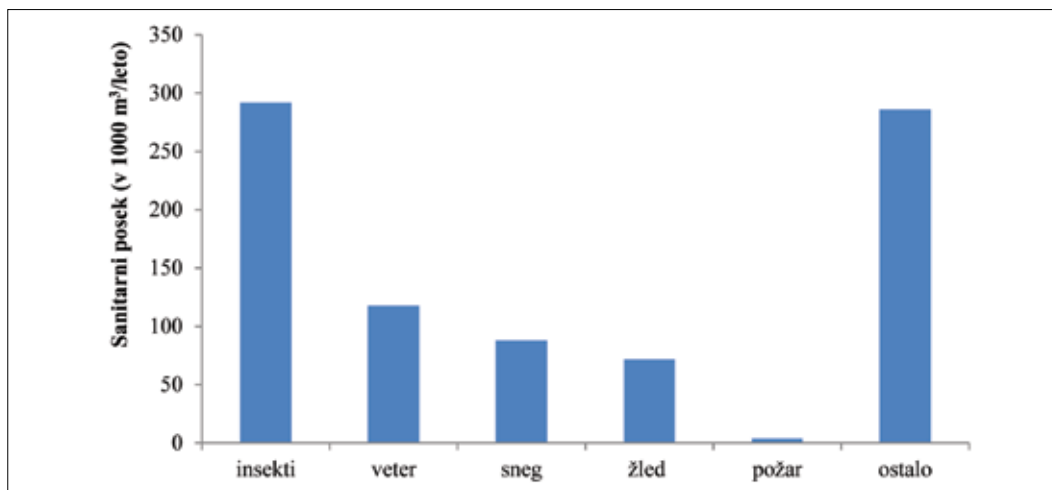
#### 3.1 Količina in struktura poseka

##### 3.1 Amount and structure of salvage logging

V obdobju 1995–2012 je bilo v slovenskih gozdovih na leto posekano v povprečju tri milijone m<sup>3</sup> drevja. Količina sanitarnega poseka je bila v istem obdobju v povprečju slabih 860.000 m<sup>3</sup>/leto, kar je 29 % celotnega poseka v gozdovih Slovenije.

Glede na vrsto sanitarnega poseka je prevladoval posek zaradi insektov, in sicer 34 % celotne količine sanitarnega poseka. To je bilo več kot 290.000 m<sup>3</sup>/leto (slika 1), kar je bilo 10 % vsega evidentiranega poseka. S slabimi 118.000 m<sup>3</sup>/leto sledi sanitarni posek zaradi vetra, kar je 14 % celotnega sanitarnega poseka in 4 % evidentiranega poseka. Količina poseka zaradi snega je znašala dobrih 88.000 m<sup>3</sup>/leto, kar je 10 % sanitarnega in 3 % vsega evidentiranega poseka. Z 8 % celotnega sanitarnega poseka (2 % vsega evidentiranega poseka) sledi posek zaradi žleda. Najmanj sanitarnega poseka (0,4 %) je bilo zaradi požarov, in sicer nekaj več kot 3.800 m<sup>3</sup>/leto.

Velik delež sanitarnega poseka zavzemajo tudi »drugi vzroki«, in sicer je znašal njihov posek v povprečju 286.000 m<sup>3</sup>/leto, kar je 33 % vsega sanitarnega oziroma 10 % vsega evidentiranega poseka. Med drugimi vzroki so pomembni posek oslabelega drevja zaradi bolezni in gliv (46 % vsega poseka zaradi drugih vzrokov), posek poškodovanega drevja zaradi del v gozdu (20 %), posek



Slika 1: Količina poseka po vrstah sanitarnih sečenj v obdobju 1995–2012

Figure 1: Volume of salvage logging by disturbance types in the period 1995–2012

zaradi emisij (2,8 %), divjadi (1,7 %) ter plazov in usadov (1,5 %). Preostali delež (28 %) večinoma zavzema posek odmirajočega in fiziološko oslabelega drevja, ki ga revirni gozdarji z odkazilom sproti izločajo iz gozdnih sestojev.

Med sanitarnim in rednim posekom so opazne razlike v strukturi drevesnih vrst (preglednica 1): v sanitarnem poseku zelo prevladujejo iglavci (80 %), v rednem pa listavci (51 %).

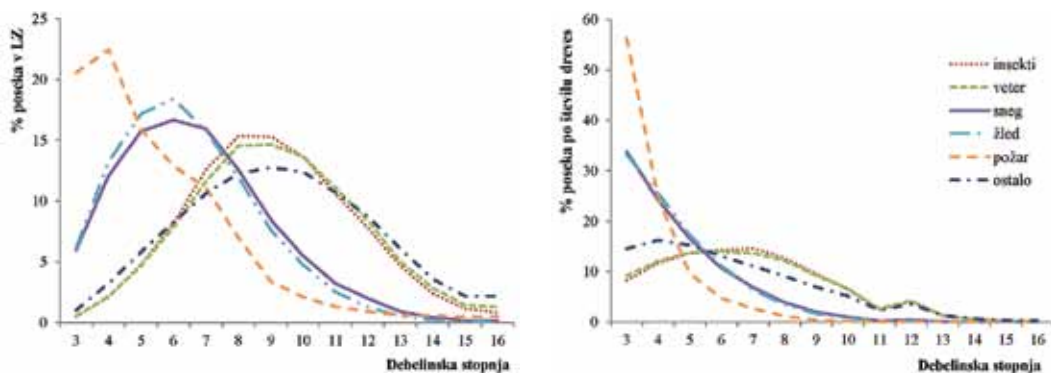
Med drevesnimi vrstami v sanitarnem poseku prevladuje smreka (preglednica 1). V obdobju 1995–2012 je bil letni sanitarni posek smreke 520.000 m<sup>3</sup>/leto. Poglavitni vzrok zanj so bili podlubniki (53 % sanitarnega poseka smreke), pa tudi »drugi vzroki«, kot so bolezni, glive in poškodbe

zaradi dela v gozdu (18 %), sledita veter (14 %) in sneg (11 %). Sanitarni posek jelke je znašal 121.000 m<sup>3</sup>/leto; poglavitni so bili »drugi vzroki«, predvsem bolezni in glive ter emisije. Relativno velik je bil sanitarni posek rdečega bora (34 % vsega poseka rdečega bora), ki ga ogrožajo snegolomi in žledolomi. Povprečni sanitarni posek bukke je znašal 81.000 m<sup>3</sup>/leto; poglavitni vzroki so bili žled (33 %), sledijo »drugi vzroki« (28 %), med katerimi povsem prevladujejo poškodbe zaradi dela v gozdu, pomembne so še bolezni in glive. Delež hrastov v skupnem sanitarnem poseku je 3 %; prevladujejo »drugi vzroki« (bolezni in glive) ter žled in veter. Delež drugih listavcev (npr. kostanj, gorski brest, gorski javor, robinija) v sanitarnem

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

Table 1: Salvage logging (m<sup>3</sup>/year) by disturbance types and tree species

Vrsta poseka	Drevesne vrste						
	smreka	jelka	rdeči bor	d. iglavci	bukev	hrast	d. listavci
Insekti	276.077	11.710	997	1.081	337	860	776
Veter	71.720	9.487	2.933	2.473	19.988	3.780	7.498
Sneg	54.900	2.588	12.688	1.513	10.850	1.966	3.555
Žled	23.980	2.188	6.063	1.019	27.118	4.134	7.026
Požar	192	97	58	3.008	153	26	284
Ostalo	92.957	95.023	4.881	7.568	22.544	15.836	47.193
Redni posek	756.516	194.761	54.310	44.175	752.724	104.463	233.834
Skupaj	1.276.341	315.853	81.929	60.836	833.714	131.064	300.166



Slika 2: Debelinska struktura sanitarnega poseka v obdobju 1995–2012 po vzrokih poseka glede na volumen (levo) in število (desno) vsega posekanega drevja

Figure 2: Diameter structure of salvage cutting in the period 1995–2012 by the main agents in percentage with regard to volume (left) and number (right) of harvested trees

poseku je 8 %, predvsem zaradi »drugih vzrokov« (bolezni in glive) ter vetra in žleda.

Srednje posekano drevo pri sanitarnem poseku meri  $0,77 \text{ m}^3$ , pri rednem pa  $0,76 \text{ m}^3$ . Tudi struktura poseka po debelinskih stopnjah ni opazno različna med obema skupinama poseka. Opazne razlike v debelinski strukturi dreves pa so med različnimi vrstami sanitarnega poseka (slika 2). Razlike v srednjem drevesu so razen med posekom zaradi vetra in posekom zaradi insektov značilne med vsemi vrstami sanitarnega poseka (Tukey HSD test,  $p < 0,05$ ). Največ debelega drevja je bilo posekanega zaradi insektov (slika 2): srednje posekano drevo je merilo  $1,14 \text{ m}^3$ , po številu pa je prevladovalo drevje 6. in 7. debelinske stopnje (25–35 cm). V sanitarnem poseku zaradi vetra je prevladovalo drevje s prsnim premerom 20–35 cm, srednje posekano drevo je merilo  $1,10 \text{ m}^3$ . Povsem drugačna struktura drevja je značilna za snegolome in žledolome. V prvih je merilo srednje drevo  $0,40 \text{ m}^3$ , v drugih pa  $0,36 \text{ m}^3$ . Sneg in žled sta prizadela tanjše in debelejše drevje; glede na število je v poseku prevladovalo drevje 3. debelinske stopnje (prсни premerom 10–15 cm), njihovo število pa se je z debelino drevja opazno zmanjševalo. Tudi požari prizadenejo predvsem tanko drevje, kar je verjetno posledica manj produktivnih rastišč. Povprečno drevo zaradi požarov je merilo  $0,16 \text{ m}^3$ , srednje drevo zaradi drugih vzrokov pa  $0,93 \text{ m}^3$ , v številu je prevladovalo drevje s prsnim premerom 15–25 cm.

Med drevesnimi vrstami so opazne razlike v debelinski strukturi sanitarnega poseka. Glede

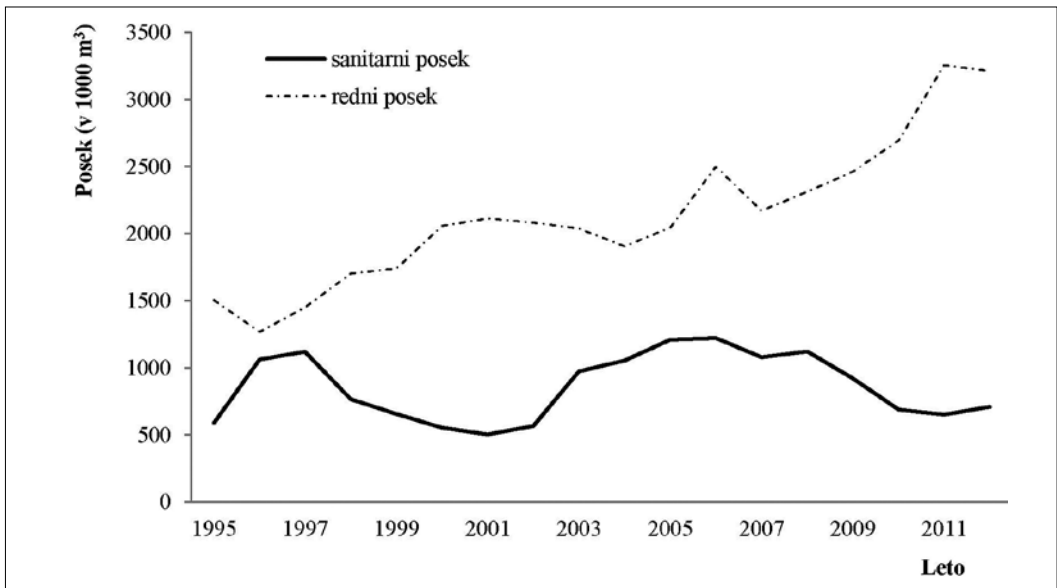
na število dreves prevladuje pri smreki pa tudi pri rdečem boru, drugih iglavcih, bukvi in drugih listavcih posek drobnega drevja, pri jelki drevje 8. in 9. debelinske stopnje, pri hrastih pa drevje 4. in 5. debelinske stopnje. Pri bukvi je modus sanitarnega poseka pri 7. in 8. debelinski stopnji, pri drugih iglavcih pa 6. in 7. debelinski stopnji. Zato so med drevesnimi vrstami razlike v srednjem drevesu sanitarnega poseka značilne (Tukey HSD test;  $p < 0,05$ ); pri jelki meri  $1,77 \text{ m}^3$ , sledijo smreka ( $0,83 \text{ m}^3$ ), hrast ( $0,77 \text{ m}^3$ ) in bukev ( $0,58 \text{ m}^3$ ); rdeči bor, drugi iglavci in drugi listavci pa merijo manj od  $0,5 \text{ m}^3$ .

### 3.2 Časovna in prostorska dinamika sanitarnega poseka

#### 3.2 Temporal and spatial dynamics of salvage logging

Letna količina sanitarnega poseka se je v opazovanem obdobju spreminjala (slika 3); od leta 1995 do 1997 se je skoraj podvojila, nato se je zmanjševala do leta 2001 in se potem ponovno večala do leta 2006. Po letu 2006 je sledilo ponovno zmanjšanje sanitarnih sečenj, izjemi sta bili leti 2008 in 2012, ko se je količina v primerjavi s predhodnim letom nekoliko povečala.

Količina evidentiranega poseka v posameznem letu je posledica ujm istega leta, lahko pa tudi ujm iz prejšnjega, saj sanacije ujm pogosto trajajo daljše obdobje ali pa je evidentiranje poseka zamaknjeno. V določenem letu na količino sanitarnega poseka pomembno vplivajo prav ekstremni dogodki; ti so



Slika 3: Letna količina sanitarnega in rednega poseka v obdobju 1995–2012

Figure 3: Volume of salvage logging and regular felling in the period 1995–2012

se v obravnavanem obdobju pojavljali na vsakih nekaj let, izrazitejša odstopanja pa smo opazili v letih 1996, 1997, 2005, 2006 in 2008. V letih 1996 in 1997 sta velik del Slovenije prizadela sneg in žled (slika 4), leta 2006 sta bili dve hudi ujmi, in sicer junijski vetrolom na Jelovici, mesec kasneje pa požar na Krasu. Julija 2008 je zopet nastal vetrolom, in sicer na območju Trnovskega gozda, Gornjega Grada ter delno v celjskem in brežiškem gozdnogospodarskem območju. Podlubniki so v sanitarnem poseku stalno prisotni, večjo namnožitvev pa smo registrirali v obdobju 2003–2007, ko je bila skupna količina poseka zaradi insektov v poprečju 589.000 m<sup>3</sup>/leto, kar je bilo 53 % skupnega sanitarnega poseka. Sanitarni posek zaradi insektov se od takrat zmanjšuje, vendar je leta 2012 še vedno znatno večji (kar za 39 %) kot leta 1995.

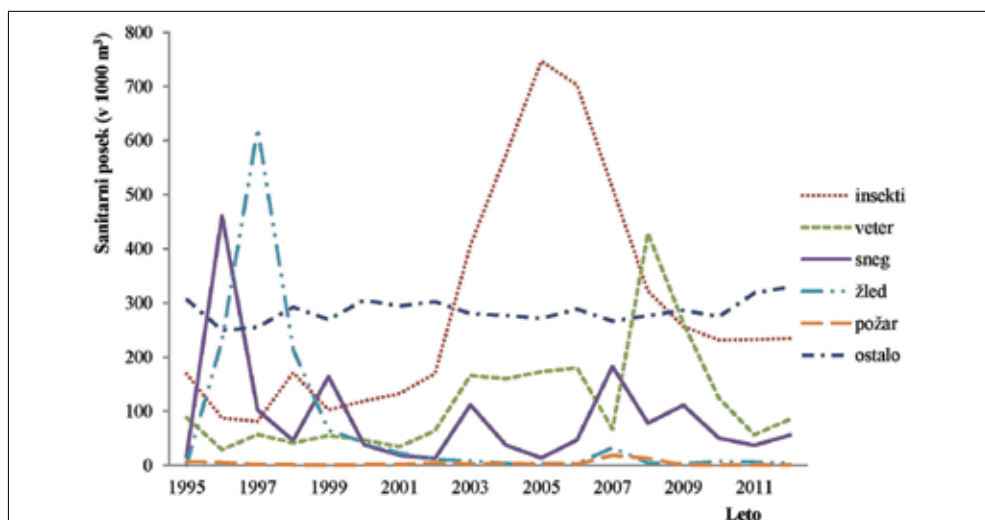
Največ sečenj zaradi vetra poškodovanih dreves je bilo v letih 2006, 2008 in 2009, ko so neurja po Sloveniji uničila gozdne sestoje na velikih površinah. V teh treh letih je bilo zaradi vetra podrtih dobrih 870.000 m<sup>3</sup> debeljadi, kar je bilo 27 % skupnega sanitarnega poseka. Rekordna količina posekane debeljadi je bila v letu 2008, in sicer kar 430.000 m<sup>3</sup>.

Količina poseka zaradi snega je bila daleč največja v letu 1996, ko je znašala 460.000 m<sup>3</sup> ali 43 % celotnega sanitarnega poseka. Obsežnejši posek

zaradi snegolomov je bil še v letih 1999, 2003, 2007 in 2009. Žled kot vzrok za večje količine sanitarnega poseka se praviloma pojavlja le občasno; največja količina poseka je bila leta 1997, in sicer dobrih 620.000 m<sup>3</sup> debeljadi. Sicer pa je bila skupna količina poseka zaradi žleda sorazmerno majhna.

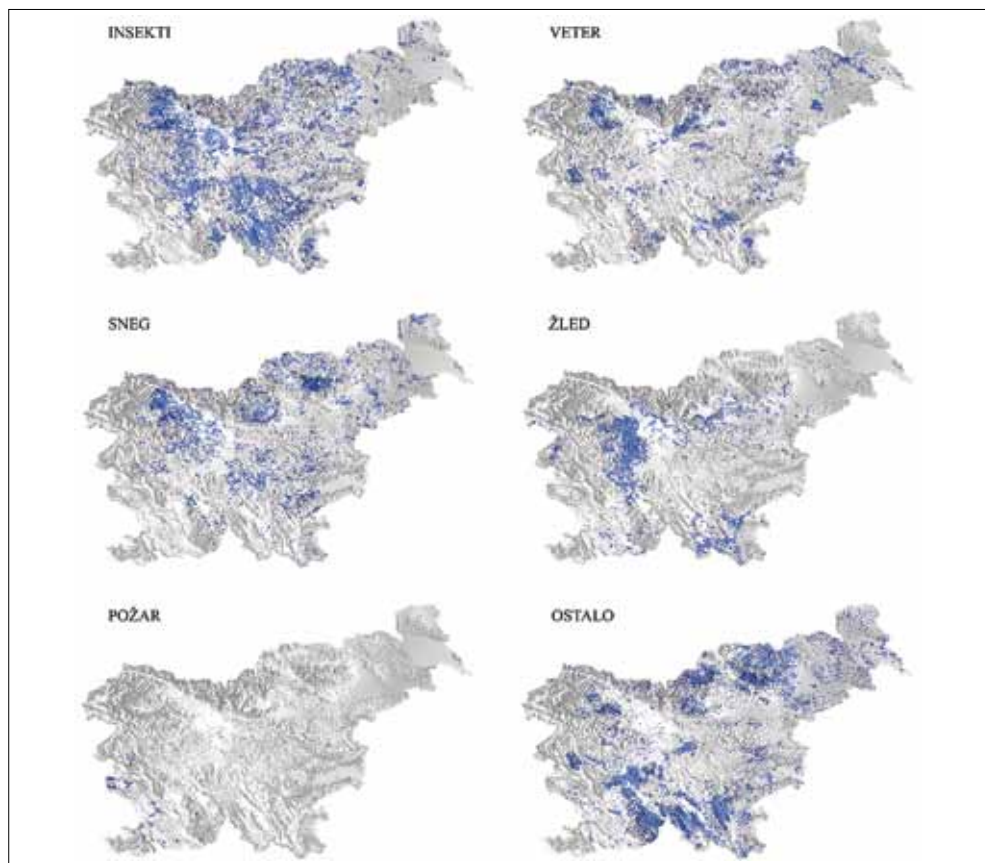
Požari so v primerjavi z drugimi vzroki povzročili manj sanitarnega poseka; največji posek zaradi požarov je bil zabeležen v letih 2007 in 2008. Količina poseka zaradi drugih vzrokov se v obdobju ni bistveno spreminjala.

Količina sanitarnega poseka se razlikuje med fitogeografskimi območji (slika 5). Tako je bil sanitarni posek zaradi insektov največji v dinarskem, alpskem in preddinarskem območju. Posek zaradi vetra je bil največji v alpskem prostoru, saj je znašal skoraj polovico celotnega poseka zaradi vetra v Sloveniji. 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, saj je tam količina sanitarnega poseka zaradi požarov skoraj 90 % celotnega poseka zaradi požarov v Sloveniji. Količina sanitarnega poseka zaradi »drugih vzrokov« pa je največja v dinarskem in alpskem svetu.



Slika 4: Letni posek po vrstah sanitarnih sečenj v obdobju 1995–2012

Figure 4: Annual volume of salvage logging by disturbance types in the period 1995–2012



Slika 5: Prostorski prikaz vrst sanitarnega poseka v obdobju 1995–2012. Lokacije sanitarnega poseka so obarvane modro.

Figure 5: Spatial distribution of salvage logging by disturbance types in the period 1995–2012. Locations of salvage logging are coloured blue.



### 3.3 Značilnosti pojavljanja ujm v gozd-nem prostoru v obdobju po letu 1995

#### 3.3 Characteristics of natural disturbance patterns in forests in the period after 1995

Gozdarska stroka in javnost namenjata večjo pozornost motnjam večje jakosti (ujmam) zaradi velikih ekonomskih posledic in zahtevnosti sanacije. V zadnjih dveh desetletjih je kar nekaj večjih ujm prizadelo gozdove v različnih delih Slovenije

(preglednica 2), kar je zelo vplivalo na količino sanitarnega poseka. Izrazito povečanje sanitarnih sečenj smo opazili v letih 1996 in 1997, ko sta velik del slovenskih gozdov prizadela sneg in žled, in med letoma 2005 in 2008, ko so na povečanje sanitarnega poseka značilno vplivali vetroloma na Jelovici in v okolici Gornjega Grada, snegolom na Zgornjem Gorenjskem, požar na Krasu in delno tudi namnožitve insektov v različnih predelih Slovenije.

**Preglednica 2:** Pregled večjih ujm v slovenskih gozdovih v obdobju 1995–2012

*Table 2: Review of major disturbances in Slovenian forests in the period 1995-2012*

Leto	Kratek opis
1995/1996	Moker sneg in žled sta poškodovala 680.700 m <sup>3</sup> debeljadi, od tega največ na ljubljanskem, kranjskem in blejskem območju. Skupno je bilo poškodovanih okrog 87.000 ha gozdov (Jakša, 1997; Sinjur in sod., 2010).
1996/1997	Žledolom in snegolom sta prizadela večji del gozdov v Sloveniji na nadmorski višini 400–900 m. Posek je znašal 867.400 m <sup>3</sup> , poškodovanih je bilo 82.000 ha gozdov, največ v kranjskem in ljubljanskem območju (Jakša, 1997; Sinjur in sod., 2010).
1998	Po snegolomu in žledolomu leta 1995 do 1997, ki sta v GGO Kranj poškodovala 462.000 m <sup>3</sup> debeljadi, je bilo v tem območju posekano še 52.004 m <sup>3</sup> drevoja zaradi podlubnikov (GGN Kranj, 2002).
2002	Viharni veter je novembra povzročil škodo v gozdovih Gorenjske, Podravja, Primorske in osrednje Slovenije. Najbolj prizadeto je bilo območje Pokljuke, Mežakle in Radovne, kjer je veter podrl 21.000 m <sup>3</sup> debeljadi (Ogris in Jurc, 2004).
2003	Velik požar je konec julija prizadel območje Sel na Krasu na površini 1048 ha, od tega je bilo 958 ha gozda. Uničeni so bili pretežno gozdovi listavcev (Košček, 2005).
2003–2007	Namnožitev podlubnikov je zelo prizadela gozdove po vsej Sloveniji, najbolj pa na Kočevskem. Izrazita suša je bila ključni razlog za fiziološko oslabelelost drevoja in namnožitev podlubnikov. Na kočevskem območju je znašal sanitarni posek smreke zaradi podlubnikov okrog 820.000 m <sup>3</sup> , od tega največ leta 2005 (227.000 m <sup>3</sup> ) (GGN Kočevje, 2012; Poročilo ..., 2012).
2006	Na Jelovici je orkanski veter v trenutku podrl 85.000 m <sup>3</sup> večinoma smrekovih debeljakov na površini 160 ha (Papler-Lampe, 2006).
2006	Požar je na kraškem območju med Branikom in Trsteljem poškodoval 830 ha odraslih borovih gozdov s primesjo listavcev. Posek je znašal 80.000 m <sup>3</sup> , od tega je bilo 75 % črnega bora (Košir in Jež, 2008; GGN Sežana, 2012).
2007	Januarski sneg je na nadmorskih višinah 800–1200 m botroval sanitarnemu poseku okrog 150.000 m <sup>3</sup> večinoma iglavcev na površini 20.500 ha. Najbolj so bili prizadeti gozdovi na Jelovici, Pokljuki in Mežakli (Papler-Lampe, 2008).
2008	Orkanski veter je julija prizadel Trnovski gozd in območje med Komendo, Črničcem in Gornjim Gradom v skupni površini 14.400 ha. Sanitarni posek je znašal 400.000 m <sup>3</sup> (Kolšek, 2008).
2008	Vetrolom v kozjansko-brežiškem območju je prizadel 5.440 ha mešanih gozdov. Močan veter je poškodoval 94.000 m <sup>3</sup> drevoja (Kolšek, 2008).
2008	Težak in obilen sneg je decembra na planotah Pokljuke in Mežakle (GGO Bled) poškodoval 49.000 m <sup>3</sup> debeljadi na okoli 5.000 ha gozdov, najbolj na nadmorskih višinah 1.000–1.300 m (Papler-Lampe, 2009b).
2012	Konec oktobra in v začetku novembra je sneg poškodoval največ gozdov v osrednjem, vzhodnem in jugovzhodnem delu države na nadmorski višini 300–600 m. Najbolj poškodovani so bili gozdovi na območju Brežic. Sanitarni posek je bil 354.500 m <sup>3</sup> , od tega je bilo 97 % listavcev (Načrt sanacije ..., 2012)

## 4 RAZPRAVA

## 4 DISCUSSION

### 4.1 Obseg in struktura sanitarnega poseka

#### 4.1 Amount and structure of salvage logging

Delež sanitarnih sečenj v skupnem poseku se povečuje v Evropi (Schelhaas in sod., 2003) in v Sloveniji (Jakša in Kolšek, 2009). Vsaj delno je to posledica večje pogostnosti in jakosti ekstremnih dogodkov – ujm v gozdovih (npr.: Dale in sod., 2001; Fuhrer in sod., 2006; Schumacher in Bugmann, 2006). Vzroki za to so različni: spreminjanje podnebja, večja dovzetnost sestojev za poškodbe zaradi spremenjene drevesne sestave gozdov, večje starosti sestojev, opuščanja nege v gozdovih pa tudi slabše vitalnosti sestojev zaradi onesnaženosti okolja. Tudi sedanje natančnejše evidentiranje motenj v primerjavi s preteklostjo lahko vsaj delno prispeva k prepričanju o večji pogostnosti motenj v gozdovih Evrope.

Posledice naravnih motenj najpogosteje spremljamo s površino prizadetega gozda ali količino poškodovanega drevja, redkeje pa z oceno razvrednotenja gozdnih lesnih sortimentov ali oceno poškodb na gozdni infrastrukturi (npr. Jakša, 2010). Površine poškodovanega gozda zaradi ujm so pogosto ocenjene z metodami daljinskega pridobivanja podatkov – zlasti s satelitskimi posnetki z visoko spektralno ločljivostjo, radarskimi snemanji in letalskimi posnetki (npr. Waser in Schwarz, 2001; Gartner in sod., 2007; Froking in sod., 2009; Wang in sod., 2010; Japelj in sod., 2013). Pri nas je za oceno posledic ujm in drugih motenj ključna evidenca poseka, ki vsebuje podatke o količini poseka, vrsti oziroma vzroku poseka, času poseka ter strukturi in drevesni sestavi poseka. Količina evidentiranega poseka se lahko pomembno razlikuje od dejanske količine poseka (Bončina in sod., 2010), kar verjetno velja tudi za sanitarni posek. Zato bi veljalo občasno preveriti zanesljivost ocen skupnega in posebno še sanitarnega poseka.

Sanitarni posek je v gozdovih stalen, spreminjajo pa se vzroki zanj ter njegova jakost in pogostnost v prostoru in času. V Evropi je bil v obdobju 1950–2000 letni povprečni sanitarni

posek 8,6 milijonov m<sup>3</sup>, kar je 8,1 % celotnega poseka (Schelhaas in sod., 2003); najpomembnejši vzrok je bil veter, ki je v povprečju botroval poseku 4,6 milijona m<sup>3</sup>/leto, kar je 53 % celotnega sanitarnega poseka. Drugi najpomembnejši vzrok so bili požari (16 % celotnega sanitarnega poseka), namnožitev podlubnikov (8 %) in sneg (3 %) (Schelhaas in sod., 2003). V Sloveniji je v obdobju 1995–2012 sanitarni posek znašal 29 % celotnega poseka drevja, največ zaradi insektov in drugih vzrokov, med najpomembnejšimi abiotičnimi dejavniki pa so bili veter, sneg in žled. Znatno večji obseg sanitarnih sečenj v Sloveniji od evropskega povprečja v veliki meri izhaja iz razlik v evidentiranju sanitarnih sečenj, saj se rezultati raziskave Schelhaasa in sodelavcev (2003) zaradi velike variabilnosti zajemanja podatkov o sanitarnem poseku med evropskimi državami, praviloma omejujejo na »večji« sanitarni posek in ne vključujejo poseka drevja zaradi manjših motenj in poškodb fiziološko oslabelega drevja. Razlike v obsegu sanitarnih sečenj so lahko posledica različnih naravnih danosti; večina slovenskih gozdov leži v gorskem pasu, hkrati pa znaten del Slovenije pripada alpski regiji, kjer so pogostejše in intenzivnejše motnje zaradi ekstremnejših naravnih razmer. Razlike v obsegu sanitarnih sečenj so lahko tudi posledica različnih časovnih obdobj analiz sanitarnega poseka; v naši raziskavi prikazujemo sanitarni posek za obdobje, za katero sta sicer značilni večja pogostnost in jakost ujm (Fuhrer in sod., 2006; Schumacher in Bugmann, 2006; Klopčič in sod., 2009).

V Sloveniji so bili pglavitni vzrok sanitarnega poseka insekti. Namnožitve insektov so pogostejše po abiotičnih motnjah, ki poškodujejo in oslabijo gozdno drevje na večjih površinah; v Evropi so značilne za zasmrečene gozdove (Schelhaas in sod., 2003; Hanewinkel in sod., 2008; Seidl in sod., 2011). Vzroki namnožitve podlubnikov so lahko kompleksni, saj nanje vplivajo tudi vremenske razmere, kakovost izvajanja gozdnega reda, širše tudi čas in način izvajanja del, s katerimi vplivamo na možnost namnožitve podlubnikov. V Sloveniji je v strukturi sanitarnega poseka stalen posek zaradi »drugih vzrokov«. V to skupino uvrščamo poškodbe zaradi boleznih in gliv, dela v gozdu,

emisij, divjadi ter plazov in usadov, pa tudi posek odmirajočega in fiziološko oslabelega drevja, ki ga revirni gozdarji z odkazilom sproti izločajo iz gozdnih sestojev, s čimer zmanjšujejo tveganja pri gospodarjenju z gozdovi.

Motnje, ki jih povzročajo abiotiski dejavniki, se pojavljajo občasno in navadno prizadenejo večje površine gozdov. V srednji Evropi in tudi pri nas je veter najpomembnejši povzročitelj abiotiskih motenj (Schelhaas in sod., 2003; Hanewinkel in sod., 2008). V Evropi so poškodbe gozdov zaradi vetra najboljšežnejše v subatlantski, alpski in osrednji panonski regiji (Schelhaas in sod., 2003), v Sloveniji pa v gorskih predelih alpskega in predalpskega fitoklimatskega območja (Gartner in sod. 2007; Jakša in Kolšek, 2009; Klopčič in sod., 2009, 2013). Pri nas sta pomembna povzročitelja abiotiskih motenj tudi sneg in žled. V strukturi sanitarnega poseka se snegolomi pojavljajo praktično vsako leto, najpogosteje pa prizadenejo gozdove v alpskem območju in območju Pohorja (Jakša in Kolšek, 2009). V naši raziskavi smo ugotovili relativno majhno količino sanitarnega poseka zaradi žleda. Takšen rezultat je glede na letošnji izjemen žledolom na prvi pogled presenetljiv. Izjemen žled je od 31. januarja do 5. februarja 2014 povzročil poškodbe na okoli 40 % površine slovenskih gozdov (Jurc in sod., 2014). Za objektivnejšo oceno pomena žleda kot naravne motnje v slovenskih gozdovih bi torej morali analizirati veliko daljše obdobje, kot je obravnavano v naši raziskavi. Mnogi starejši zapisi o pomenu in pojavu žleda pri nas kažejo, da je žled lahko pomemben povzročitelj motenj, ki sicer občasno, vendar takrat na veliki površini zelo poškoduje gozdne sestoje (npr.: Blaj in sod., 1984; Kordiš, 1985; Trontelj, 1997; Rebul, 2001, 2002). Zanimiv zapis o »izjemnem« žledu na Pivškem v letu 1899 (Domicelj, 1900) je posredoval študent Robi Saje.

V slovenskih gozdovih so požari manj pomemben vzrok sanitarnega poseka. Če pa njihov pomen presojava v okviru submediteranske regije ali širše v celotnem evropskem mediteranskem prostoru, potem jih lahko označimo kot najpomembnejše povzročitelje motenj in posledično sanitarnega poseka. V gozdovih Mediterana je bilo v obdobju 1980–2007 povprečno več kot 50.000 požarov na leto, ki so na leto poškodovali skoraj

0,5 milijona ha gozdne površine (Schelhaas in sod., 2010). Po podatkih Evropske komisije (2011) je v tej evropski regiji okoli 45.000 požarov na leto. V slovenskih gozdovih je bilo po podatkih ZGS (2011) v obdobju 1995–2010 povprečno 86 požarov na leto, povprečna površina požara pa je bila 6 ha.

Obseg sanitarnih sečenj se v času spreminja. Manjše motnje so v gozdovih bolj ali manj stalno prisotne, motnje srednjih in večjih jakosti pa so praviloma občasne. O tem poročajo mnogi raziskovalci; na primer Hanewinkel s sodelavci (2008) ugotavlja, da se velikopovršinske motnje zaradi vetra in snega v jugozahodni Nemčiji (Schwarzwald) pojavljajo periodično na vsakih 10, 11 ali 15 let. Analize arhivskih podatkov za območje Julijskih Alp so tudi pokazale, da so bile ujme stalne in so si praviloma sledile v razdobju 6–10 let (Gartner in sod., 2007).

## 4.2 Dovzetnost sestojev in dreves za naravne motnje

### 4.2 Susceptibility of stands and trees to natural disturbances

Naša raziskava kaže, da veter in insekti pogosto prizadenejo sestoje z debelejšim drevjem, poškodbe zaradi snega in žleda pa so pogostejše v mlajših sestojih (sliki 2 in 3). Velik delež debelega drevja in velike lesne zaloge gozdnih sestojev so pogosto označene kot dejavnika, ki povečujeta dovzetnost gozdnih sestojev za naravne motnje, predvsem vetrolome in namnožitve insektov (npr. Ulanova, 2000; Schelhaas in sod., 2003; Hanewinkel in sod., 2008; Klopčič in sod., 2009). Drugače velja za snegolome; Klopčič in sodelavci (2009) ugotavljajo, da večji delež tankega drevja v lesni zalogi sestojev ali pa večji delež drogovnjakov v celotni površini gozdnih sestojev značilno povečujeta verjetnost pojavljanja snegolomov v Alpah. Enako kažejo analize posameznih snegolomov v zadnjem desetletju na območju gorskih planot Pokljuke, Jelovice in Mežakle, kjer je sneg večinoma zelo poškodoval predvsem drugotne smrekove drogovnjake (Papler-Lampe, 2008, 2013; Papler-Lampe in Kolšek, 2009). Podobno ugotavljajo tudi drugi, npr. Pellikka in Järvenpää (2003). Tudi žled je podobno kod sneg povzročal poškodbe predvsem

na drobnejšem drevju, vendar nekatere druge raziskave (npr. Bragg in sod., 2003) kažejo, da žled bolj poškoduje tudi debelejša, zlasti silaško razrasla drevesa.

Pomemben sestojni parameter ogroženosti gozdnih sestojev je drevesna sestava. Pri nas je smreka od drevesnih vrst najbolj ogrožena, zavzema kar 61 % vsega sanitarnega poseka v proučevanem obdobju. Sestoji s prevladujočim deležem smreke so pogosto dovzetnejši za namnožitve insektov, vetrolome in snegolome kot sestoji drugih iglavcev in sestoji s prevladujočim deležem listavcev (npr.: Spiecker in sod., 2004; Hanewinkel in sod., 2008; Papler-Lampe, 2008; Klopčič in sod., 2009). Listavci so občutljivejši za žled, domnevno zaradi velike površine in oblike krošenj, na katere se oprijema žled (Jakša in Kolšek, 2009). Pri nas rdeči bor ni pogosta drevesna vrsta, kljub temu pa je pomembno spoznanje, da ga pogosto ogrožata sneg in žled (Jakša in Kolšek, 2009). Razlogi za sušenje jelke so pogosto opisani kot »drugi« ali »neznani« vzroki (Ficko in sod., 2011), kar je glede na to, da na njeno sušenje vplivajo različni dejavniki, tudi razumljivo. Kljub temu je prevladujoče mnenje, da je onesnaženost ozračja ključni razlog sušenja jelke v Evropi (Elling in sod., 2009).

Tudi zgradba sestojev pomembno vpliva na dovzetnost sestojev za različne motnje in s tem na količino sanitarnega poseka. Zasmrečeni sestoji z enoerno zgradbo na velikih površinah so praviloma najmanj odporni (npr. Dobbertin, 2002), veter in insekti najbolj ogrožajo sestoj v razvojni fazi debeljak (Klopčič in sod., 2009, 2013), sneg in žled pa drogovnjake (Papler-Lampe, 2008; Jakša in Kolšek, 2009).

### 4.3 Zaključek

#### 4.3 Conclusions

Vedno večje tveganje pri gospodarjenju z gozdovi terja dopolnitve pri upravljanju in načrtovanju. Vsekakor je poznavanje režima motenj in njegovih poglavitnih vplivnih dejavnikov pomembno izhodišče za to. Z daljšim časovnim obdobjem spremljave na večji gozdni površini lahko zanesljiveje predvidimo tveganja pri gospodarjenju z gozdovi.

Sanitarnih sečenj ne moremo povsem odpraviti. Postavlja pa se vprašanje, kako zaradi škodljivih posledic čim bolj omejiti njihov obseg. To je izziv za usmerjanje razvoja gozdov (Diaci, 2007). Aktivno gospodarjenje z gozdovi, ki vključuje redno izvajanje poseka ter gojitvenih, varstvenih in drugih ukrepov, krepi odpornost gozdov in tako zmanjšuje tveganja. K njihovemu zmanjševanju lahko pomembno prispevajo tudi učinkovite sanacije poškodovanih gozdov (Gartner in sod., 2007). Med dejavniki tveganja lahko izpostavimo spremenjeno naravno drevesno sestavo gozdov, enomerne sestojne zgradbe gozdnih sestojev in nezadostno ali nekakovostno izvajanje nege, sečnje in varstvenih del. Na drevesno sestavo gozdnih sestojev lahko bistveno vplivamo že z izbiro gojitvenega sistema. Znotraj skupinsko postopnega gospodarjenja, ki prevladuje v Sloveniji, lahko z načinom obnavljanja gozdnih sestojev oblikujemo malopovršinske zgradbe, ki so odpornejše za motnje; v primeru ujm sta stopnja poškodovanosti gozdnih sestojev in škoda manjši, uspešnost naravne obnove po motnji pa znatno večja (Klopčič in sod., 2013). Z uravnavanjem zmesi vplivamo na drevesno sestavo, z redčenji pa prispevamo k večji mehaniki stabilnosti in odpornosti sestojev. Redčenja kratkoročno sicer povečajo dovzetnost sestojev za naravne motnje, dolgoročno pa izboljšajo stabilnost dreves in sestojev (Kotar, 2005; Schütz in sod., 2006). Tudi z rednim posekom lahko zmanjšujemo tveganja. Zdravstveno stanje dreves je pomembno merilo za odkazilo drevja. S sprotnim odstranjevanjem fiziološko oslabeledih dreves iz gozdnih sestojev pomembno zmanjšamo tveganja; to je pomembno predvsem v zasmrečenih sestojih, ki jih ogrožajo podlubniki (Stadelmann in sod., 2013; Mezei in sod., 2014). 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 pri izvajanju ukrepov, tudi tistih, ki vplivajo na večjo stabilnost in odpornost gozdnih sestojev. Za zmanjševanje tveganj sta pomembni tudi pravočasnost in stalnost ukrepanja, kar ostaja v naših razmerah

velika težava. K zmanjševanju tveganja znatno pripomore hitra in uspešna sanacija poškodovanih gozdov. Sanacija ujm je strokovno zahtevna, saj je potrebno usklajeno timsko delo in sodelovanje med gozdarsko stroko, lastniki gozdov in javnostjo (Gartner in sod., 2007). Hitra in učinkovita sanacija prispeva k večji prodajni vrednosti poškodovanih dreves in s tem manjši škodi, znatno zmanjša tveganja za pojav sekundarnih motenj (Stadelmann in sod., 2013), prispeva pa tudi k ustvarjanju ugodnih razmer za obnovo poškodovanih gozdov.

## 5 SUMMARY

Salvage logging is one of the causes for harvesting which the Slovenia Forest Service records in forests. It is specified by the amount of wood, tree species, and the cause of felling. Salvage logging may be explained with natural disturbances, but also forest management may have direct and indirect impact on the amount of salvage logging. A lack of management interventions may cause the trees to die off, or make the stand more susceptible to natural disturbances. The aim of our research is to analyze the structure of salvage logging in Slovenia in the period 1995 – 2012 with regard to the main causes and to explain spatial distribution of salvage logging and annual fluctuations.

The research is based on the database on salvage logging in Slovenia in the period 1995–2012 maintained by the Slovenia Forest Service. We analyzed spatial and temporal distribution of salvage logging at the level of state, phyto-geographic region and compartment. We analyzed the number of trees and the amount of salvage logging with respect to tree species, diameter structure, cause of salvage logging, and the year of felling. We used dot density map which has been frequently used to illustrate the density of a phenomenon in a space to map the spatial distribution of salvage logging in Slovenia with respect to the causes for salvage logging.

In the studied period, in average salvage logging amounted to nearly 860,000 m<sup>3</sup>/year on average which represents 29 % of total cut in Slovenian forests. The main causes for salvage logging were insects (34 %), wind (14 %), snow

(10 %) and sleet (8 %), the rest 33 % of salvage logging was due to decaying and physiologically weakened trees, diseases and fungi, damages by forest operations, emissions, wildlife, and avalanches and landslides. The susceptibility of trees to natural disturbances differed by diameter and tree species. Given our research, wind and insects mostly affect stands with higher proportion of medium and large diameter trees while snow and sleet damage is more frequent in younger stands. The most endangered tree species in Slovenia is spruce; 61 % of total salvage logging in the studied period belongs to spruce. Stands with the prevailing share of spruce are often more susceptible to insect infestation, windthrow and ice breakage than the pure stands of other conifers or the stands with a prevailing share of deciduous trees. Deciduous trees, above all beech, are more susceptible to sleet, likely due to larger crown surface and the form of the crown. »Other causes« (28%) for salvage logging are also important for beech; among which the damage due to forest work prevail.

The quantity of salvage logging and the causes varied also among phyto-geographic regions. Salvage logging due to insects and »other causes« was the most important in the Dinaric region, salvage logging due to wind and snow prevailed in the Alpine region, while sleet and fires mostly affected forests in the Sub-Alpine region and the Sub-Mediterranean region, respectively. The amount and the causes for salvage loggings are changing in time. Minor disturbances seem to be a constant in the forests, while the medium and large scale disturbances are episodic.

The amount and the structure of salvage logging is a consequence of natural disturbances. Hence, salvage logging cannot be fully eliminated. However, they also reflect the effectiveness of forest management. The question is how to limit the amount of salvage logging and how to minimize harmful consequences. Risks in forest management can be reduced by planning forest development carefully. An important aspect thereby is to incorporate the risks into the decisions on future tree species composition and the structure of forest stands. A planning task is also to set priorities for carrying out the measures, particularly the ones affecting

stability and resistance of forest stands. Timely and permanent measures may contribute significantly to risk lowering. In addition to anterior measures also fast and successful rehabilitation of damaged forests helps to reduce the risks for total stand failure.

Increasing risks in forest management require the complementary work of management and planning. Knowing the disturbance regime and the main impact factors certainly represents an important starting point for this. Using longer time span and larger forest area we can foresee risks in forest management more reliably. Salvage logging analyses are therefore an important basis for reducing risks in forest management.

## 6 ZAHVALA

## 6 ACKNOWLEDGEMENT

Raziskava je bila opravljena v okviru raziskovalnega projekta Ekološka sanacija naravnih ujm v gozdovih (L4-4091). Prof. Diaciju in doc. Kaduncu se zahvaljujemo za pripombe.

## 7 VIRI

## 7 REFERENCES

- Anko, B., 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in na gospodarjenje z njim. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42: 85–109.
- Beghin, R., Lingua, E., Garbarino, M., Lonati, M., Bovio, G., Motta, R., Marzano, R., 2010. Pinus sylvestris forest regeneration under different post-fire restoration practices in the northwestern Italian Alps. Ecological Engineering, 36: 1365–1372.
- Bergant, K., 2007. Projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo. V: Jurc, M. (ur.). Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo. Studia forestalia Slovenica, 130: 67–86.
- Blaj, S., Čehovin, S., Vrtovec, P., Kmecl, M., Prelec, F., 1984. Žled v brkinskih gozdovih 1980: sanacija. Sežana, Zavod za pogozdovanje in melioracijo Krasa, 31 s.
- Bleiweis, S., 1983. Pogostost in obseg škod zaradi ujm v slovenskih gozdovih. Gozdarski vestnik, 41, 6: 234–249.
- Bottero, A., Garbarino, M., Long, J., Motta, R., 2013. The interacting ecological effects of large-scale disturbances and salvage logging on montane spruce forest regeneration in the western European Alps. Forest Ecology and Management, 292: 19–28.
- Bončina, A., Hladnik, D., Kadunc, A., 2010. Presoja ocenjevanja količine poseka na stalnih vzorčnih ploskvah. Gozdarski vestnik, 68/3: 135–144.
- Dale, V. H., Joyce, L. A., McNulty, S., Neilson, R. P., Ayres, M. P., Flannigan, M. D., Hanson, P. J., Irland, L. C., Lugo, A. E., Peterson, C. J., Simberloff, D., Swanson, F. J., Stocks, B. J., Wotton, B. M., 2001. Climate change and forest disturbances. BioScience, 51: 723–734.
- Diaci, J., 2006. Gojenje gozdov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 348 s.
- Diaci, J., 2007. Prilagajanje gojenja gozdov podnebnim spremembam. V: Jurc, M. (ur.). Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo. Studia forestalia Slovenica, 130: 117–132.
- Dobbertin, M., 2002. Influence of stand structure and site factors on wind damage comparing the storms Vivian and Lothar. Forest, Snow and Landscape Research, 77, 1/2: 187–205.
- Domicelj, A., 1900. Huda nesreča na Notranjskem. Dom in svet 13/2: 60–61.
- Elling, W., Dittmar, C., Pfaffelmoser, K., Rötzer, T., 2009. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. Forest Ecology and Management, 257: 1175–1187.
- Evropska komisija., 2011. Forest fires in Europe 2010. Luksemburg, Institute for Environment and Sustainability, Publications office of the European Union: 92 s.
- [http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms\\_page\\_media/9/forest-fires-in-europe-2010.pdf](http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/forest-fires-in-europe-2010.pdf)
- Ficko, A., Poljanec, A., Bončina, A., 2011. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? Forest Ecology and Management, 261: 844–854.
- Ficko, A., Trobiš, T., Poljanec, A., 2013. Supporting knowledge management with the Forest information system of the Slovenia Forest Service. V: Tuček, J. (ur.). Implementation of DSS into the forestry practice: reviewed conference proceedings. Zvolen, Technical University, 111–122 s.
- Franklin, J. F., Spies, T. A., Van Pelt, R., Carey, A. B., Thornburgh, D. A., Rae Berg, D., Lindenmayer, D. B., Harmon, M. E., Keeton, W. S., Shaw, D. C., Bible, K., Chen, J., 2002. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests

- as an example. *Forest Ecology and Management*, 155: 399–423.
- Frelich, L. E., 2002. Forest dynamics and disturbance regimes. Studies from temperate ever-green-deciduous forests. *Cambridge Studies in Ecology*, Cambridge University Press, 266 s.
- Frolking, S., Palace, M. W., Clark, D. B., Chambers, J. Q., Shugart, H. H., Hurtt, G. C., 2009. Forest disturbance and recovery: A general review in the context of spaceborne remote sensing of impacts on aboveground biomass and canopy structure. *Journal of Geophysical research-Biogeosciences*, 114: 1–27.
- Fuhrer, J., Beniston, M., Fischlin, A., Frei, C., Goyette, S., Jasper, K., Pfister, C., 2006. Climate risks and their impact on agriculture and forests in Switzerland. *Climatic Change*, 79, 1: 79–102.
- Gartner, A., Papler-Lampe, V., Poljanec, A., Bončina, A., 2007. Upoštevanje katastrof pri načrtovanju in gospodarjenju z gozdovi na primeru vetroloma na Jelovici. *Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo*: 153–175.
- GGN Bled, 2002. *Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Bled za desetletje 2001–2010*. Bled, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, 318 s.
- GGN Kranj, 2002. *Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kranj za desetletje 2001–2010*. Kranj, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj, 201 s.
- GGN Kočevje, 2012. *Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kočevje za desetletje 2011–2020*. Kočevje, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kočevje, 362 s.
- GGN Sežana, 2012. *Gozdnogospodarski načrt kraškega gozdnogospodarskega območja za desetletje 2011–2020*. Sežana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Sežana, 164 s.
- Hanewinkel, M., Breidenbach, J., Neeff, T., Kublin, E., 2008. Seventy-seven years of natural disturbances in a mountain forest area—the influence of storm, snow, and insect damage analysed with a longterm time series. *Canadian Journal of Forest Research*, 38, 8: 2249–2261.
- Indermühle, M., Raetz, P., Volz, R., 2005. *Lothar ursächliche zusammenhänge und Risikoentwicklung. Synthese des Teilprogramms 6*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, 145 s.
- Jakša, J., 1997. Posledice snežnih in lednih ujm v slovenskih gozdovih v zimah 1995/96 in 1996/97. *Gozdarski vestnik*, 55, 5/6: 263–274.
- Jakša, J., 2005. Podlubniki v slovenskih gozdovih v obdobju 1995–2004. *Ujma*, 19: 154–162.
- Jakša, J., 2007. Naravne ujme v gozdovih Slovenije. *Gozdarski vestnik*, 65, 3: 161–176.
- Jakša, J., 2010. <http://www.vizijavarnosti.com/vsebina/e-vizija/2010/4/revija5.html>.
- Jakša, J., Kolšek, M., 2009. Naravne ujme v slovenskih gozdovih. *Ujma*, 23: 72–81.
- Japelj, A., Kobler, A., Skudnik, M., 2013. Tehnike zaznavanja velikih poškodb v gozdovih. *Gozdarski vestnik*, 71, 1: 26–38.
- Jurc, D., Jakša, J., Jurc, M., Mavsar, R., Matijašič, D., Jonozovič, M., 2003. *Zdravje gozdov – Slovenija 2002*. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 69 s.
- Jurc, M., Kolšek, M., Sinjur, I., 2014. Les je lep, gozd še lepši – če ga ne uniči žled. Delo, Sobotna priloga (22. februar 2014), 15–17.
- Kajfež-Bogataj, L., 2005. Podnebne spremembe in ranljivost kmetijstva. *Acta agriculturae Slovenica*, 85, 1: 25–40.
- Klopčič, M., Poljanec, A., Gartner, A., Bončina, A., 2009. Factors related to nature disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Ecoscience*, 16, 1: 48–57.
- Klopčič, M., Poljanec, A., Bončina, A., 2011. Natural disturbances in Norway spruce dominated forests in the Julian Alps: their extent, influential factors, and importance in forest stand dynamics. V: Klopčič, M., Sestojna dinamika jelovo-bukovih gozdov v Sloveniji od začetka načrtnega gospodarjenja do danes: doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 34–57 s.
- Klopčič, M., Pahovnik, A., Bončina, A., 2013. Vplivni dejavniki pojava in jakosti vetroloma na območju Črnicva. *Gozdarski vestnik*, 71, 7/8: 331–345.
- Kolšek, M., 2008. Poškodovanost gozdov v poletnih neurjih 2008 in potek sanacije. *Gozdarski vestnik*, 66, 7/8: 385–387.
- Kordiš, F., 1985. Ali idrijskemu gozdu grozi uničenje zaradi požleda. *Gozdarski vestnik*, 43, 7/8: 265–275.
- Košiček, B., 2005. Požar pri Selih na Krasu – pogled gozdarjev. *Ujma*, 19: 108–113.
- Košir, B., Jež, P., 2008. Sanacija sestojev po požaru na območju Komna. *Gozdarski vestnik*, 66, 4: 212–225.
- Kotar, M., 2005. *Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah*. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 500 s.
- Lindenmayer, D. B., Noss, R. F., 2006. Salvage logging, ecosystem processes, and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 20: 949–958.

- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698–709.
- Mezei, P., Grodzki, W., Blaženec, M., Jakuš, R., 2014. Factors influencing the wind–bark beetles' disturbance system in the course of an *Ips typographus* outbreak in the Tatra Mountains. *Forest Ecology and Management*, 312: 67–77.
- Načrt sanacije ..., 2012. Načrt sanacije gozdov poškodovanih v snegolomu in obilnem deževju ter v poplavah v obdobju 27. oktober – 5. november 2012. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 38 s.
- Ogris, N., Jurc, M., 2004. Posledice viharnega vetra na Pokljuki v letu 2002. *Gozdarski vestnik*, 62, 7/8: 316–325.
- Oliveira, S., Oehler, F., San-Miguel-Ayanz, J., Camia, A., Pereira, J. M. C., 2012. Modeling spatial patterns of fire occurrence in Mediterranean Europe using multiple regression and random forest. *Forest Ecology and Management*, 275: 117–129 s.
- Oliver, C. D., Larson, B. C., 1996. *Forest stand dynamics*. New York, Wiley, 520 s.
- Papež, J., 2005. Motnje in dinamične spremembe vegetacije v gozdni krajini. *Gozdarski vestnik*, 63, 2: 68–73.
- Papler-Lampe, V. 2006. Vetrolom na Jelovici. *Gozdarski vestnik*, 64, 9: 446–448.
- Papler-Lampe, V., 2008. Snegolom, ki je januarja 2007 prizadel blejske gozdove. *Gozdarski vestnik*, 66, 5/6: 309–319.
- Papler-Lampe, V., 2009a. Presoja ukrepov pri sanacijah ujm 2006–2008. *Gozdarski vestnik*, 67, 5/6: 365–376.
- Papler-Lampe, V., 2009b. Načrt sanacije gozdov poškodovanih v snegolomu decembra 2008. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled.
- Papler-Lampe, V., 2013. Nega zasmrečenih drogovnjakov na Jelovici. *Gozdarski vestnik*, 71, 7/8: 346–353.
- Papler-Lampe, V., Kolšek, M. 2009. Posledice snegoloma decembra 2008 v Gozdnogospodarskem območju Bled. *Novice iz varstva gozdov*, 2: 9–10. <http://193.2.23.10/nvg/prispevek.aspx?idzapis=2-7>
- Pellikka, P., Järvenpää, E., 2003. Forest stand characteristics and wind and snow induced forest damage in boreal forest. V: *Proceedings of the international conference on wind effects on trees*. B. Ruck (ur.). Karlsruhe, University of Karlsruhe: 269–276.
- Pickett, S. T. A., White, P., 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Orlando FL, Academic press, 472 s.
- Poljanec, A., Gartner, A., Papler-Lampe, V., Bončina, A., 2008. Sanacija v ujmah poškodovanih gozdov. V: *Naravne nesreče v Sloveniji 2008: zbornik posvetovanja*. Ljubljana, ZRC, 76 s.
- Poročilo ..., 2012. Poročilo o posledicah suše v gozdovih. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 4 s.
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. Uradni list RS, št. 91/2010.
- Priročnik za izdelavo gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot. 2008. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 112 s.
- Rebula, E., 2001. Poškodbe zaradi žleda v Hrušici in Nanosu. *Gozdarski vestnik*, 59, 3: 147–154.
- Rebula, E., 2002. Žled v notranjskih gozdovih in njegove posledice. *Ujma*, 16: 156–166.
- Schelhaas, M. J., Nabuurs, G. J., Schuck, A., 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries. *Global Change Biology*, 9: 1620–1633.
- Schelhaas, M. J., Hengeveld, G., Moriondo, M., Reinds, G. J., Kundzewicz, Z. W., Maat, H., Bindi, M., 2010. Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15, 7: 681–701.
- Schumacher, S., Bugmann, H., 2006. The relative importance of climatic effects, wildfires and management for future forest landscape dynamics in the Swiss Alps. *Global Change Biology*, 12, 8: 1435–1450.
- Schütz, J. P., Götz, M., Schmid, W., Mandallaz, D., 2006. Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. *European Journal of Forest Research*, 125: 291–302.
- Seidl, R., Fernandes, P. M., Fonseca, T. F., Gillet, F., Jönsson, A. M., Merganičová, K., Netherer, S., Arpacı, A., Bontemps, J. D., Bugmann, H., Gonzáles-Olabarria, J. R., Lasch, P., Meredieu, C., Moreira, F., Schelhaas, M. J., Mohren, F., 2011. Modelling natural disturbances in forest ecosystems: a review. *Ecological Modelling*, 222: 903–924.
- Sinjur, I., Kolšek, M., Race, M., Vertačnik, G., 2010. Žled v Sloveniji januarja 2010. *Gozdarski vestnik*, 68, 2: 123–130.
- Spiecker, H., Hansen, J., Klimo, E., Skovsgaard, J. P., Sterba, H., von Teuffel, K., 2004. Norway spruce



- conversion – options and consequences. European Forest Institute, Joensuu, Finland, 269 s.
- Stadelmann, G., Bugmann, H., Meier, F., Wermlinger, B., Bigler, C., 2013. Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *Forest Ecology and Management*, 305: 273–28.
- Trontelj, M., 1997. Snegolom ob koncu leta 1995 in januarski žled. *Ujma*, 11: 46–48.
- Ulanova, N. G., 2000. The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review. *Forest Ecology and Management*, 135: 155–167.
- Wang, W., Qu, J. J., Hao, X., Liu, Y., Stanturf, J. A., 2010. Post-hurricane forest damage assessment using satellite remote sensing. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150: 122–132.
- Waser, L., Schwarz, M., 2001. Using eCognition to detect storm losses in Swiss alpine forest areas from high resolution satellite data. *eCognition Application note 2*: 11 s.
- ZGS, 2011. Požarna ogroženost slovenskih gozdov. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije. <http://www.zdravgozd.si/dat/dogodki/20.pdf>
- Zupančič, M., 1969. Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi. *Gozdarski vestnik*, 8–9: 199–208.