

Posebnosti skladiščenja lesa, pridobljenega pri sanaciji, ter upoštevanje varstveno-sanitarnih posebnosti pri sanaciji velikih poškodb

Specifics of Conservation and Utilization of Storm-Damaged Timber Considering Phytosanitary Sanctions During the Sanitation of Large-Scale Damages in Forests

Matevž TRIPLAT¹, Mitja PIŠKUR², Miha HUMAR³

Izvilleček:

Triplat, M., Piškur, M., Humar, M.: Posebnosti skladiščenja lesa, pridobljenega pri sanaciji, ter upoštevanje varstveno-sanitarnih posebnosti pri sanaciji velikih poškodb. *Gozdarski vestnik*, 71/2013, št. 1. V slovenščini z izvillečkom v angleščini, cit. lit. 34. Prevod avtorji, jezikovni pregled angleškega besedila Breda Misja, slovenskega pa Marjetka Šivic. Slovenijo pokriva več kot 60 % gozdov, ki so, podobno kot vsi drugi ekosistemi, izpostavljeni delovanju različnih ujm. Zaradi vpliva človeštva na podnebne spremembe in intenzivnih prometnih tokov se vsako leto povečuje verjetnost ekstremnih dogodkov, kot so: napadi alohtonih in avtohtonih škodljivcev, gozdni požari, vetroolomi, snegolomi ... V prispevku najprej navajamo seznam največjih ujm v Evropi in Sloveniji v zadnjih desetletjih skupaj z oceno škode. V primeru ujm je/bo treba posekati večje količine lesa in ga vsaj začasno skladiščiti zunaj skladišč primarne lesne industrije, saj je kapaciteta skladišč omejena. Les lahko skladiščimo v gozdu, priporočljivo pa je, da ga čim prej spravimo do kolikor toliko urejenih skladišč zunaj gozda. Zato v nadaljevanju predstavljamo večino možnosti za skladiščenje lesa skupaj z najpomembnejšimi prednostmi in omejitvami posamezne metode. Opisane so povsem preproste metode skladiščenja pa tudi metode, ki predvidevajo zahtevne fizikalne ukrepe ter biotehnoške rešitve. Za prekrivanje z insekti napadene hlodovine so še posebno zanimive mreže, ki so na poseben način obdelane z insekticidi in povsem preprečijo izletavanje insektov. Za vsako rešitev smo ocenili tudi stroške skladiščenja. Glede na to, da ima les, ki ga pridobimo zaradi vetrolomov, še posebno okrnjeno nadaljnjo rabo v mehanske namene, smo zelo natančno opisali vpliv vetrolomov na lastnosti lesa. Nadaljnjo uporabo lesa zaradi vetrolomov omejuje predvsem nastanek tlačnih razpok, ki nastanejo kot posledica dolgotrajne vzdolžne tlačne napetosti v deblih. V zadnjem delu pa smo izčrpnje predstavili sanitetne ukrepe, ki veljajo za les, ki so ga napadli patogeni organizmi, za katere veljajo karantenski ukrepi. Navezali smo se na obstoječe rešitve standarda ISPM 15. Trenutno je v Sloveniji v rabi predvsem toplotna obdelava, dovoljeno pa je tudi zaplinjevanje z metilbromidom, ki pa ga v Sloveniji ne uporabljamo. Navedli smo tudi povezavo do registriranih obratov za izvajanje fitosanitarnih ukrepov in opisali rešitve z impregnacijo z biocidnimi proizvodi, ki še niso vključene v nabor metod standarda ISPM 15, so pa velik potencial za boljše izrabo lesa, ki je bil poškodovan v ujmah.

Ključne besede: ujme, sanitarna sečnja, skladiščenje, vetrolom, ISPM 15, karantenski ukrepi

Abstract

Triplat, M., Piškur, M., Humar, M.: Specifics of Conservation and Utilization of Storm-Damaged Timber Considering Phytosanitary Sanctions During the Sanitation of Large-Scale Damages in Forests. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 71/2013, vol. 1. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. 34. Translated by the authors, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

More than 60% of Slovenia is covered with forests. Like any other ecosystems, forests are exposed to various disturbances. Due to the human impact on environment and intensive traffic flows, incidence of extreme events is rising rapidly (bark beetle attack, wind throw, forest fire, floods ...). In the beginning of this article we present the review of major disturbances in Europe and Slovenia together with the assessment of damages. Massive quantities of damaged wood have to be cleared away after every disturbance and this timber has to be stored for long-term periods due to satiation of the wood market. Round wood can be stored in forest without special treatment for a shorter period, but the capacities of storage areas are mostly limited. Therefore different methods of storage together with the most important advantages and disadvantages for each method are presented. This article deals with rather simple methods requiring no cost, more complex physical actions as well as biotechnological solutions. We have to

¹ M. T., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna Pot 2, 1000 Ljubljana, matevz.triplat@gozdis.si

² mag. M. P., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna Pot 2, 1000 Ljubljana, mitja.piskur@gozdis.si

³ dr. M. H., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana, miha.humar@bf.uni-lj.si

bear in mind that, with regard to mechanical damages in the stems of wind-thrown trees, wind-throw wood has limited options of further use in mechanical purposes. We are particularly detailing the impact of wind disturbances on the characteristics of wood (such as compression failures, fiber cracks...). Last but not least, we have to focus on sanctions in case of quarantine pests. Existing solutions of ISPM 15 standard have been presented along with the mainly used treatments in Slovenia. We add the link to registered establishments for the implementation of phytosanitary sanctions and describe the solutions of impregnation with biocide products which are not included in the set of ISPM 15 methods, but have great potential for better use of damaged wood.

Key words: extreme events, sanitary felling, storage, wind-thrown trees, ISPM 15, phytosanitary sanctions

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Z uporabo zdajšnje tehnologije pri zbiranju evidenc zaradi ujm ter glede na velik izbor strojev, primer- nih za varno delo v nenavadnih okoliščinah, lahko sklepamo, da bi bilo posledice mogoče odpraviti precej hitro. Vendar pa ne smemo pozabiti, da se tedaj na trgu v trenutku pojavi nenavadno velika količina lesa, ki hitro preseže zmogljivosti lesnih obratov za predelavo. Poleg tega se pojavijo še druge omejitve, povezane z uporabnostjo lesa, ki nastanejo ob poškodbah debel, ki so lahko izrazite in vidne (prelomi debel, velike deformacije lesa ...) ali pa makroskopsko težko vidne (tlačne sledi, tlačne porušitve). V najbolj črnem scenariju bi se porušilo normalno trgovanje z okroglim lesom, zato moramo razmišljati o možnostih dolgotrajnejšega skladiščenja kakovostnega lesa, ki bo kupcem na voljo tudi v času, ko se bo trg zopet normaliziral. Sčasoma bi namreč lahko izgubili še velik del ekonomske vrednejšega lesa, ki bi ga napadle žuželke, bakterije ali glive modrivke in razkrojevalke, ki lahko v relativno kratkem času povsem razvrednotijo les. V primeru ujma so ekonomske izgube že tako zelo velike, tako da si ne smemo privoščiti še izgub zaradi neprimerne skladiščenja.

Glede na časovno obdobje skladiščenja lahko tipe skladišč razdelimo v dve kategoriji: – skladiščenje okroglega lesa v gozdu po sečnji (trajanje do več tednov, odvisno od letnega časa), – dolgoročno skladiščenje okroglega lesa (trajanje do več let, odvisno od metode).

Splošno znano je dejstvo, da je vlažnost lesa ena izmed glavnih dejavnikov za naselitev škodljivcev. Razvoj gliv je najugodnejši pri temperaturi od 22 °C do 30 °C in od 30 % do 60 % vlažnosti lesa. Zagotavljanje nizke (< 20 %) ali visoke (> 120 %) lesne vlažnosti zelo zmanjša verjetnost glivne okužbe. Zavedati pa se je treba, da glive mehke trohnobe lahko razkrajajo tudi les, ki je povsem

prepojen z vodo. Zato dolgotrajno skladiščenje vlažnega lesa ni priporočljivo. Druga oblika nebi- ocidne zaščite temelji na vzdrževanju primernih temperatur (manj kot 5 ° C ali več kot 40 ° C), ki so najboljša naravna zaščita lesa. To pomeni, da v določenih primerih (npr. ko ujma nastane v zimskih mesecih) hitro spravilo lesa zaradi napada žuželk sploh ni potrebno oziroma so potrebe po različnih tipih skladiščenja precej odvisne tudi od okoljskih dejavnikov. Druga, nekoliko zahtevnejša rešitev je lupljenje hlodovine. Olupljena hlodovina se hitreje suši, v širši kambijevi coni je največ hran- ljivih snovi, ne nazadnje z lupljenjem preprečimo razvoj številnih podlubnikov in omejimo napad beljavarjev (Kervina - Hamović, 1990).

2 POJAV UJEM V SLOVENIJI IN PO EVROPI

2 APPERANCE OF DISTURBANCES IN SLOVENIA AND EUROPE

V Sloveniji je veter eden glavnih povzročiteljev motenj v gozdnih ekosistemih (Klopčič in sod., 2009). Naravne motnje so bile, so in bodo stal- nica v slovenskih gozdovih. Zato bo treba režime motenj, ki se razlikujejo od krajine do krajine in tudi znotraj krajine, upoštevati pri gospodarjenju z gozdovi (Papež, 2005).

3 METODE SKLADIŠČENJA

3 TIMBER CONSERVATION METHODS

V preglednici 2 so predstavljene različne možnosti skladiščenja lesa, ki so bile uporabljene v različnih primerih v Evropi. V preglednici je opredeljena metodologija, skladišča pa so razdeljena glede na skladiščne razmere (v gozdu, mokro, suho ...). Gre za izbor metod ne glede na to, kako pogosto jih uporabljamo. Lahko jih uporabljamo tudi v kombinacijah, odvisno od potreb, vendar pa so lahko učinkovite le določene kombinacije, medtem ko so določene celo zakonsko prepovedane.

Preglednica 1: Pregled najpomembnejših dogodkov v Sloveniji in Evropi (v zadnjih desetletjih)

Table 1: Overview of the most important disturbances in Slovenia and Europe (in past decades)

Lokacija in vzrok ujme	Datum	Velikost prizadetega območja	Količina prizadete lesne mase
Vetrolom centralna Evropa (Lothar) ⁽¹⁾	december 1999	70.000 ha	185 mio m ³
Požar na Krasu ⁽²⁾	konec leta 2003 in začetek leta 2004	1048 ha	/
Vetrolom na Jelovici ⁽³⁾	29. junij 2006	160 ha	85.000 bto m ³
Požar Šumka – Železna vrata – Trstelj ⁽⁴⁾	20. in 21. julij 2006	950 ha	/
Snegolom Pokljuka ⁽⁵⁾	januar 2007	20.490 ha	88.000 bto m ³
Vetrolom Nemčija (Kyrill in Emma)	17. januar 2007	/	/
Vetrolom na območju med Kamnikom in Črničcem ⁽⁶⁾	6. in 13. julij 2008	791 ha	153.000 bto m ³
Vetrolom v Pomurju ⁽⁷⁾	13. in 14. julij 2008	3.281 ha	14.140 bto m ³
Vetrolom v dolini Malinske in okrog naselja Pregara ⁽⁸⁾	7. junij 2008	15 ha	1.697 bto m ³
Vetrolom v vzhodni Sloveniji (Celje in Brežice) ⁽⁹⁾	15. avgust 2008	5.436 ha	93.992 bto m ³
Vetrolom Predmeja ⁽¹⁰⁾	7. junij 2008	178,8 ha	50.000 bto m ³
Snegolom Pokljuka ⁽¹¹⁾	15.–25. december 2008	5.000 ha	49.000 bto m ³
Požar na Krasu ⁽¹²⁾	2012	188 ha	8.000 bto m ³

Opombe k preglednici 1

¹ Schütz, 2006

² Sanacijski načrt pogorišča Sela na Krasu

³ Sanacijski načrt vetroloma na Jelovici

⁴ Sanacijski načrt pogorišč za leto 2007

⁵ Sanacijski načrt – Pospravo snegoloma, 2007

⁶ Sanacijski projekt za vetrolom Črničec, 2008

⁷ Sanacijski projekt vetroloma v Pomurju

⁸ Sanacijski projekt vetroloma v Istri

⁹ Načrt sanacije gozdov, poškodovanih v vetrolomu 15. avgusta 2008

¹⁰ Sanacijski projekt vetroloma na Predmeji

¹¹ Načrt sanacije gozdov, poškodovanih v snegolomih

¹² Načrt sanacije pogorišča Črnotiče

Omenjene metode niso vedno primerne, izbira ustrezne je odvisna od več dejavnikov, kot so: vrsta ujme, poškodbe dreves, obdobja skladiščenja, količine lesne mase, zakonske omejitve in ekonomski vidiki. V nadaljevanju bomo podrobneje spoznali metode, ki so uporabne tudi v naših razmerah, in se seznanili z njihovimi prednostmi in slabostmi.

Med najcenejše metode sodijo metode **skladiščenja v gozdu** z ohranjanjem živih dreves. V tem primeru pravzaprav ne gre za skladiščenje, saj drevo pustimo nedotaknjeno v poškodovanem sestoju. Pomembno je pridobivanje časa v

Preglednica 2: Metode skladiščenja hlodovine (Stodafor, 2004)

Table 2: Methods of logs conservation (Stodafor, 2004)

Način	Metoda	Opis
Skladiščenje v gozdu	Ohranjanje živih prevrnjenih dreves	Drevesa z zadostno povezavo med koreninami in vlago v zemlji je mogoče skladiščiti na mestu prevrnitve. Metoda ni primerna za prisojne lege z neposrednim sončnim obsevanjem. Za uspešnost metode je pomembno, da 20 % do 25 % koreninskega sistema ostane povezanega s tlemi.
	Sečnja na suš	Drevo odrežemo pri dnišču (kot pri podiranju) in ga in ga pustimo ležati v sestoju. Krošnja črpa vodo navzgor zaradi evapotranspiracije ter tako zmanjšuje vlažnost lesa. Metoda je uporabna le pri določenih drevesnih vrstah (npr. bukev, smreka).

Mokro skladiščenje	Škropljenje z vodo	Sortimente, zložene v tesen kup, škropimo z vodo in tako zaustavimo proces sušenja lesa (metoda je primerna za sortimente s skorjo). Glavni cilj skladiščenja s škropljenjem je povečati vlažnost lesa nad mejo, ugodno za razkroj gliv.
	Potopitev v sladki vodi	Skladiščenje sortimentov v tekoči ali stoječi vodi (metoda, primerna za sortimente s skorjo). Sušenje hlodovine preprečimo s potopitvijo v vodo, s čimer ohranjamo ali povečujemo vlažnost lesa.
Skladiščenje v suhem okolju	Navzkrižno zloženi sortimenti v pokritem okolju	Les skladiščimo v dobro prezračenih skladovnicah. Pomembno je izbrati primeren prostor za sestavo skladovnice; priporočena so vetru izpostavljena mesta. Skladovnico moramo zgraditi iz olupljene hlodovine in pri zlaganju zagotoviti dobro kroženje zraka. Priporočljivo je, da čela hlodov premažemo s pasto stipol. Takšen način skladiščenja omogoča zmerno sušenje lesa z relativno majhnim tveganjem okužb.
	Navzkrižno zloženi sortimenti v nepokritem okolju	S hitrim sušenjem hlodov v nepokritem okolju (z navzkrižno zloženimi sortimenti) lahko vlažnost lesa spravimo na raven, ko ni več tveganja za glivno okužbo (metoda, primerna za olupljene sortimente).
Skladiščenje v vlažnem okolju	Običajno skladišče	Velike skladovnice hlodov, kjer se hlodi v sredini sušijo precej počasneje. Nenadzorovane vlažnostne razmere so potencialna nevarnost za les (razkroj lesa).
	Sortimenti, zaščiteni s folijo PVC	Cilj metode je ohraniti vlažnost lesa na čim višji ravni. To storimo tako, da hlode zložimo zelo tesno skupaj v čim lepše oblikovano skladovnico. Tako prekrivane skladovnice predstavljajo dobro zaščito pred izsušitvijo lesa in napadi žuželk, obstaja pa nevarnost okužbe z glivami mehke trohnobe.
Posebne metode skladiščenja	Skladiščenje z izločitvijo kisika	Ohranjanje hlodovine z izločitvijo kisika. Skladovnice zavijemo s folijo PVC, ki jo na robovih spojimo in tako popolno onemogočimo dostop svežega zraka. Metoda ni odvisna od podnebnih razmer in omogoča dobro zaščito pred glivami in žuželkami, po drugi strani pa s tem ne zaustavimo gliv mehke trohnobe.
	Sortimenti, zaščiteni s »geotekstilno« tkanino	V bistvu je to skladiščenje v vlažnem okolju, kjer je »geotekstilna« tkanina mehanska zaščita pred žuželkami.
	Sortimenti, prekriti z mineralno suspenzijo	Skladovnico hlodov poškrbimo s tanko plastjo mineralne suspenzije, ki jo sestavljata apnenčev prah in voda. Tanko plast suspenzije je zaščita pred žuželkami in upočasni proces sušenja lesa.
	Skladiščenje v gramoznicah	Kup sortimentov, zakopanih v jamo oz. prekritih z debelejšim slojem gline ali zemlje. Tako je les zaščiten pred delovanjem gliv razkrojevalk in insektov, ne pa pred glivami mehke trohnobe.
	Skladiščenje v rudnikih	Cilj skladiščenja v odsluženih rudniških rovih je vzdrževati vlago v lesu. Nizke temperature v rudniku so pogoj za uspešno skladiščenje. Nevarnost predstavlja star, okužen jamski les.
	Skladiščenje nad gozdno mejo	S skladiščenjem v visokogorskih podnebnih okoljih (nizke temperature in dolga zimska sezona) precej zmanjšamo tveganje za napad žuželk in okužbo z glivami.
	Skladiščenje v snegu	Skladovnica hlodov, prekrita s snežno odejo, je dobra zaščita pred insekti in glivami.
	Sortimenti, prekriti z organskim materialom	Kup sortimentov, prekrit s skorjo, sekanci ali žaganjem. Organska plast ohranja les vlažen, vendar je organski material morebiti vir okužbe z glivami, predvsem glivami mehke trohnobe.
Druge možnosti skladiščenja	Biocidna zaščita	Zaščita lesa pred okužbo z glivami in napadom žuželk z biocidnimi proizvodi.
	Biotehnična zaščita	Zaščita lesa z biokontrolnimi organizmi je učinkovita zaščita pred glivami in insekti. Omejitve predstavlja vnos tujerodnih in gensko spremenjenih organizmov.
	Fizična zaščita	Zaščita lesa s tesnjenjem prepreči prehod zraka in vode v okolje. Tako preprečimo sušenje hloda (poveča se vsebnost ogljikovega dioksida v hlodu).

Slika 1: Skladiščenje z namakanjem (foto: dokumentacija podjetja Pollmeier Massivholz GmbH&Co.KG; www.pollmeier.com)

Figure 1: Wet storage – compact pile with water sprinkling (photo: Pollmeier Massivholz GmbH&Co.KG, www.pollmeier.com)



primerih, ko drevo še lahko ohrani rastne funkcije in ga zato ne napadejo škodljivi organizmi. To je mogoče zgolj v primeru, ko drevo nima povsem pretrganega koreninskega sistema ali povsem polomljene krošnje. Tako bo še nekaj časa vzdrževalo vsebnost vode in bo ostalo pri življenju, kar posledično pomeni tudi, da je bolj odporno proti zunanjim dejavnikom.

Po mednarodnih izkušnjah se je **mokro skladiščenje** izkazalo kot najprimernejše za daljša obdobja brez večjih izgub kakovosti lesa (Odenthal-Kahabka, 2005). Metoda temelji na vzdrževanju vlažnosti lesa na čim višji ravni, in sicer z namakanjem ali potapljanjem. Celični lumni so povsem prepojeni z vodo. Le-ta omejuje vstop kisika, ki je potreben za življenje gliv razkrojevalk in insektov. Obstaja pa nevarnost, da se v mokrem lesu razvijejo anaerobne bakterije in glive mehke trohnobe. Na srečo je delovanje omenjenih organizmov počasnejše. Zato je ta metoda primerna za velike količine lesa, ki jih hranimo daljše obdobje (4 do 5 let).

Nasprotno mokremu skladiščanju, kjer vlažnost lesa presega 120 %, je **skladiščanja v suhem okolju**, kjer je glavni namen sušenje lesa z manj kot 20 % vlažnostjo lesa, saj relativno suhi hlodi niso primerni za življenje žuželk in gliv modrvik in razkrojevalk. Pri tem načinu skladiščanja je najbolje upoštevati pravilo škornjev in dežnika, torej da preprečimo navlaževanje s tal in neba. Če nastane zatekanje, poskrbimo, da voda lahko

čim preje odteče. Hlodi se sušijo v naravnem okolju, zloženi so navzkrižno, tako da je zagotovljeno dobro prezračevanje, kar pospeši sušenje. Uspešnost metode je zelo odvisna od vremenskih razmer. Za večjo uspešnost v vlažnem obdobju je priporočljivo skladovnici zagotoviti streho in ustrezno odtekanje vode s tal. Ključna je tudi urejenost površine. Priporočena so tla, nasuta z gramozom, trava in drugo rastje je nezaželeno, saj ovira zračenje. Upoštevati je treba dejstva, da če les sušimo prehitro, se pojavijo razpoke, ob počasnem sušenju pa les lahko naselijo lesne glive in tako v obeh primerih les zgubi svojo vrednost. Prehitro sušenje lahko upočasnimo z uporabo paste stipol za čela. Metoda je preprosta in ne prinaša dodatnih stroškov investicije ter nima zakonskih omejitev. Idealna je v primerih, ko imamo kupca, ki želi suh les.

Relativno preprosto je tudi **skladiščanje v vlažnem okolju**, kjer je les zložen v kupih, razdeljenih po drevesnih vrstah in kakovostnih razredih. Metoda je preprosta in poceni, saj ne terja nobenih investicij, ob gozdnih cestah pa je praviloma dovolj prostora. Slabost te rešitve je, da les ostane povsem nezaščiten, kar poveča verjetnost napada lesnih škodljivcev. V kategorijo skladiščanja v vlažnem okolju sodi tudi prekrivanje s plastično folijo, katere glavni namen je zadrževanje vode v lesu. Po izkušnjah, povzetih iz tehničnega priročnika STODAFOR, ugotovljamo, da prekrivanje s plastično folijo ni učinkovito, saj so v večini primerov les okužile lesne glive.



Slika 2: Običajno skladiščenje lesa v kupih ob kamionski cesti (foto: Vida Papler-Lampe)

Figure 2: In-situ storage – compact pile (photo: Vida Papler-Lampe)

Učinkovitejša alternativa skladiščenju s prekrivanjem je **metoda z izločanjem kisika**, kjer hlude zložimo in jih nepredušno zavijemo v folijo. Tako preprečimo dostop zraka do lesa. Žive lesne celice porabijo kisik in tako ustvarijo okolje, v katerem večina škodljivih organizmov ne more razkrajati lesa (Tavzes in sod., 2001). Metoda je primerna za daljša obdobja skladiščenja neodvisno od vremenskih razmer. Zagotoviti pa je treba stalen nadzor, saj se atmosferske razmere v skladovnici lahko hitro spremenijo, predvsem zaradi poškodb folije (glodavci, veter, vandalizem ...). Zaradi velikih stroškov naložbe je metoda primerna zgolj za najkakovostnejši les.

V seriji umetnih mas za prekrivanje sortimentov je tudi **zaščita s »geotekstilno« mrežo**, ki žuželkam preprečuje napad sortimentov. Mreža lesa ne ščiti pred vremenskimi razmerami, ampak zgolj pred žuželkami in je kot takšna primerna za suha obdobja v letu, ko so napadi žuželk najbolj problematični. Eno izmed takšnih rešitev ponuja podjetje BASF s svojim izdelkom Storanet. To je mreža, ki je prepojena z insekticidom in je mehanska in insekticidna ovira za preprečevanje okužbe ali širjenje insektov iz okuženega lesa v okolico. Metoda je relativno poceni, saj sta za samo postavitev mreže potrebna zgolj dva delavca, ki prekrijeta skladovnico. Slabost mreže je povezana

z dejstvom, da insekticidi v mreži negativno učinkujejo tudi na preostale žuželke.

Po vetrolomu Lothar so Švicarji preizkusili tudi **skladiščenje nad gozdno mejo** in ugotovili, da je zaradi daljše zimske sezone in nasploh nižjih temperatur precej manjša možnost razgradnje lesa. V Sloveniji imamo nekaj prelazov, ki bi bili primerni za skladiščenje. A je treba razmišljati racionalno in se zavedati, da je takšen način skladiščenja primeren zgolj, ko je prelaz vmesna postojanka na poti do kupca. Tako bi lahko npr. les iz okolice Tržiča skladiščili na Ljubelju, od koder bi ga nato prodali v Avstrijo.

Zaščito substrata pred patogeni lahko dosežemo z razprševanjem ustreznega **biokontrolnega** organizma (na primer ustrezne glive) po sveže posekanem lesu. Mikroorganizem lahko inokuliramo tudi v luknjo, zvrtno v les. Prav tako lahko biokontrolni organizem (na primer spore glive) razpršimo po lesnih sekancih. Gliva kolonizira substrat, zavre rast obstoječih neželenih organizmov ter prepreči nadaljnji vdor le-teh (Preston in sod., 1982). Trenutno najelegantnejša biološka rešitev za težave z obarvanjem lesa je inokulacija debel ali lesnih sekancev z albino sevom glive modrivke *Ophiostoma piliferum*. Ta mutant ne povzroči obarvanja na lesu (Farrell in sod., 1993). Proizvod z imenom

Slika 3: Zaščita lesa z impregnirano mrežo (foto: Miha Humar)

Figure 3: Compact pile covered with pesticide-treated net (photo: Miha Humar)



Cartapip 97™ je tržna oblika takšnega albino mutanta za inokulacijo lesnih sekancev, produkt Sylvanex 97™ pa za uporabo na hlodovini (Parrac Limited, 2008). Uporabljajo ju že v ZDA, Kanadi in Južnoafriški republiki (Behrendt in Blanchette, 2001). V EU je uporaba tujerodnih in gensko spremenjenih biokontrolnih organizmov zelo otežena, zato v EU še ne uporabljamo navedenih rešitev.

Zaščita z biocidnimi proizvodi je izjemno učinkovita rešitev zaščite, ki jo lahko izvajamo v skladiščih v gozdu in tudi na začasnih skladiščih ali skladiščih lesnih obratov. Področje zaščite posekanega lesa ureja zakonodaja o biocidih, področje biocidne zaščite rastočih dreves pa zakonodaja o fitofarmacevtskih pripravkih. Za biocidno zaščito lesa lahko uporabimo le biocidne proizvode, ki vsebujejo aktivne učinkovine skupine 8 (Sredstva za zaščito lesa) z Aneksa I Direktive o biocidih (Aneks I, 2012) (BPD, 1998; Humar, 2012). Vse biocidne proizvode je treba priglasiti na Uradu za kemikalije RS. Seznam priglašanih biocidnih proizvodov je javen in razviden iz spletne strani ministrstva. Pri delu z biocidnimi proizvodi je treba upoštevati vsa pravila varstva pri delu in varstva okolja. V primeru upoštevanja omenjenih predpisov uporaba biocidov ne pomeni večjega tveganja za okolje in ljudi. Aktivne učinkovine, ki se uporabljajo za zaščito sveže posekanega lesa, se

razlikujejo od aktivnih učinkovin, ki se uporabljajo za zaščito vgrajenega. Taki biocidi morajo imeti: kratkotrajno delovanje (1 do 24 mesecev), širok spekter delovanja (glive modrivke, insekti), nizko ceno, ne sme obarvati lesa, ne sme motiti nadaljnje obdelave, preprosto se mora nanašati, biti mora brez vonja, biti mora robusten (široko temperaturno območje uporabe, primere za različne lesne vrste, puferske lastnosti ...), okoljsko primeren (delavci, VOC, vezava, biorazgradljivost) ... V svetu v te namene uporabljajo predvsem borove spojine, karbamate, kvartarne amonijeve spojine, fenpropimorf ... Biocidne proizvode lahko najlažje nanašamo z brizganjem ali pa s potapljanjem. Veliko izkušenj s potapljanjem imajo v Luki Koper. Strojna oprema za potapljanje je relativno poceni in niso potrebna velika vlaganja.

Ne glede na izbrani postopek zaščite je treba v okolici skladišča postaviti feromonske pasti, s katerimi kontroliramo populacijo škodljivih žuželk. Oblika pasti in tip feromona je treba prilagoditi drevesni vrsti in letnemu času v skladu z navodili proizvajalca. Poleg tega je treba poskrbeti za higieno in iz okolice skladišča odstraniti vse lesne ostanke in okuženo oziroma napadeno hlodovino.

Kot je razvidno iz predstavljenih podatkov v preglednici 3, so stroški skladiščenja lahko precej različni in so v odvisni od začetnih investicij, ki so



Slika 4: Nanos biocidnih proizvodov na les z mehaniziranim potapljanjem v Luki Koper (foto: Miha Humar)
Figure 4: Application of biocidal products on wood by mechanized dipping in the Port of Koper (photo: Miha Humar)

potrebne za izbrane metode. Izbrati je treba racionalno in optimalno rešitev glede na kakovost oz. vrednost sortimentov, kar pomeni, da investicija v skladišče s celuloznim lesom ni smiselna. Smiselne so zgolj investicije za skladiščenje vrednejšega lesa za daljša obdobja. Tako se trg z lesom že stabilizira in cene lesa se normalizirajo.

4 VPLIV UJM NA KAKOVOST LESA 4 INFLUENCE OF NATURAL DISTURBANCES ON WOOD QUALITY

Posledice ujm se pojavijo predvsem pri iglavcih (smreka, bori), kjer se poleg vidne škode, ki zajema podrtje in prelomljeno drevje, pojavljajo tudi poškodbe v lesu, ki dodatno zmanjšujejo možnosti predelave in predvsem končno uporabnost. Zaradi delovanja vetra in prevelikih tlačnih obremenitev v vzdolžni smeri debla se pojavijo tlačne sledi in tlačne porušitve. Torelli (1998) opredeli tlačne sledi (compression failures) kot mikroskopske strižne porušitve, ki jih povzročajo dolgotrajne vzdolžne tlačne napetosti v debelih deblih. Navaja tudi, da vzajemni učinek rastnih napetosti in upogibnih napetosti zaradi vetra povzroči povečanje natezних napetosti na vetrni strani in tlačnih napetosti na odvetrni. Negativne posledice so dvojne: zmanjšanje stabilnosti še stoječih dreves in zmanjšanje uporabnosti hlodovine pri podrtih drevesih.

Raziskave v Švici so pokazale (Arnold, 2003), da je bila v sestojih, poškodovanih zaradi vetra, pojavnost tlačnih sledi in porušitev splošno razširjena in je v povprečju znašala 1,35 pojava na tekoči meter debela. Pri analizi izdelanega žaganega lesa so bile v 41 % desk prisotne tlačne sledi in porušitve. Zanimivo je, da med skupinami dreves, 'podrto', 'zlomljeno' ter 'stoječe' ni bilo statistično značilnih razlik v obsegu pojavljanja teh poškodb v lesu. Največja intenzivnost pojavljanja je bila v spodnjem delu drevesa, in sicer v območju od 10 % do 30 % glede na višino drevesa. Arnold in Steiger (2007) navajata, da tlačne sledi, ki se kažejo kot tlačne deformacije vlaken, povzročijo zmanjšanje mehanskih lastnosti lesa. Ko vzdolžne tlačne napetosti preokorajajo mejo proporcionalnosti, se celice deformirajo in v skrajnem primeru tudi pretrgajo. Te napake so šibka mesta, ki pozneje v uporabi lahko povzročijo prelome pri obremenitvah na upogib. Uporabnost lesa zaradi vetrolomov je zato omejena. Sonderegger in Niemz (2004) navajata značilno zmanjšanje udarne žilavosti za 40 % in upogibne trdnosti za 20 % glede na les brez tlačnih sledi in deformacij.

Podrobni raziskavi, ki sta ovrednotili del neposredne ekonomske škode zaradi vetroloma in snegoloma v Sloveniji (Žgajnar, 1989; 1991), sta pokazali, da neposredne ekonomske škode

Preglednica 3: Stroški in obdobje skladiščenja (Stodafor, 2004)
Table 3: Cost and time perspective of conservation (Stodafor, 2004)

Način	Metoda	Stroški skladiščenja	Obdobje skladiščenja
Skladiščenje v gozdu	Ohranjanje živih dreves	Stroški nastajajo zgolj z občasnimi obhodi in merjenjem vlažnosti lesa.	Obdobje skladiščenja je odvisno od drevesne vrste (6 do 12 mesecev).
	Sečnja na suš	Stroški nastajajo zaradi posebne metode sečnje (prečni prerez debla na panju) ter povečanega nadzora.	Metoda je primerna zgolj za krajša obdobja (nekaj tednov) in je precej odvisna od podnebnih okoliščin.
Mokro skladiščenje	Škropljenje z vodo	Postavitev infrastrukture (do 34 €/m ³), stroški obratovanja (2,2 €/m ³), transportni stroški (do 8,5 €/m ³) in drugi stroški skladiščenja (do 3 €/m ³).	Zanesljiva metoda skladiščenja z dolgim obdobjem skladiščenja (do 5 let).
	Potopitev v vodi	Stroški skladiščenja v namakalnih bazenih nastajajo predvsem z gradnjo, vzdrževanjem, polnjenjem in praznjenjem bazenov (18 €/m ³ do 42 €/m ³).	Skladiščenje v vodi je primereno do dveh let, spremembe v lesu so odvisne od drevesne vrste in prisotnosti gliv mehke trohnobe in bakterij.
Skladiščenje v suhem okolju	Navzkrižno zloženi sortimenti v pokritem okolju	Stroški transporta na mesto skladiščenja (8,18 €/m ³), ter stroški manipulacije in vzdrževanja (1,80 €/m ³).	Metoda skladiščenja je primerna za krajša obdobja skladiščenja (do petih mesecev). Pozneje je tveganje za razvrednotenje lesa precej večje.
	Navzkrižno zloženi sortimenti v nepokritem okolju	Stroški transporta na mesto skladiščenja (8,18 €/m ³), ter stroški manipulacije in vzdrževanja (1,80 €/m ³).	Skladiščenje naj ne presega pet mesecev.
Skladiščenje v vlažnem okolju	Običajno skladišče	Brez investicij, priporočeni so občasni obhodi.	Metoda ni primerna za daljša obdobja (do enega leta oz. odvisno od letnega časa).
	Sortimenti, prekriti s PVC-folijo	Stroški skladiščenja znašajo približno 15 €/m ³ .	Primerno za skladiščenje lesa do šestih mesecev, daljša obdobja prinašajo precej raznolike rezultate.
Posebne metode skladiščenja	Skladiščenje z manjšo koncentracijo kisika	Stroški skladiščenja so odvisni od kakovosti folije. Za krajša obdobja lahko uporabimo cenejšo folijo (10 do 15 €/m ³), medtem ko za daljša obdobja skladiščenja potrebujemo kakovostnejšo folijo (30 do 35 €/m ³).	Metoda omogoča skladiščenje za daljše obdobje brez posebnih negativnih učinkov na lesu (2 do 3 leta).
	Sortimenti, zaščiteni s »geotekstilno« tkanino	2,4 €/m ³ do 15 €/m ³	Primerno za skladiščenje do šest mesecev.
	Skladiščenje nad gozdno mejo	Izjemni stroški niso predvideni.	Primerno za skladiščenje do dveh let.
Druge možnosti skladiščenja	Kemična zaščita	2 €/m ³ do 20 €/m ³	Primerno za skladiščenje do dveh let.
	Biološka zaščita	2 €/m ³ do 25 €/m ³	Primerno za skladiščenje do dveh let.
	Fizična zaščita	2,4 €/m ³ do 15 €/m ³	Primerno za skladiščenje do šest mesecev.

na donos iz podrtega drevja nastajajo zaradi večjih količin neuporabnih ostankov (odrezov), spremenjene sortimentacije ter potencialnega negativnega odziva na trgu. Pri snegolomu je delež neuporabnega lesa, ki ostane v gozdu, znašal 9,9 %; največji je bil v primeru odlomov dreves v spodnjem delu debla, do višine dveh metrov. Pri snegolomih je bil ta delež 6,1 %. Poleg tega so nastale spremembe v sortimentni strukturi. V obeh vrstah velikih poškodb se je zmanjšal delež hlodovine zaradi večjega deleža lesa za celulozo in plošče. Večji vpliv na spremembo sortimentne strukture je povzročil vetrolom. Pri finančnem ovrednotenju obeh posledic je znašala zmanjšana vrednost pri vetrolomu 12,6 %, pri snegolomu pa 9,5 %. Večina izgub je bila posledica sečnih ostankov pri krojenju zaradi poškodb. Pri vetrolomih so pri poškodovanih drevesih prevladovala izravana drevesa (43 %), sledila so drevesa s prelomi (39 %). Pri snegolomu je bilo največ prelomov dreves (70 %). Pri vetrolomih so bili prelomi v spodnji četrtini višine dreves, pri snegolomih pa v zgornji četrtini.

5 SANITARNI UKREPI ZA PREPREČEVANJE ŠIRJENJA BIOLOŠKIH ŠKODLJIVCEV

5 SANITARY PRINCIPLES FOR PESTS SPREAD PREVENTION

Področje sanitetnih ukrepov lesa, ki bi bil lahko okužen ali napaden s škodljivimi organizmi, v največji meri zajema mednarodni standard ISPM 15. Mednarodni standard za fitosanitarne ukrepe ISPM 15 je leta 2002 sprejela Začasna komisija za fitosanitarne ukrepe ICPM, ki deluje v okviru Mednarodne konvencije za varstvo rastlin (FAO - IPPC), veljati pa je začel 1. januarja 2004. Standard je bil revidiran v letu 2009. Standard ureja fitosanitarne zahteve za leseni pakirni material, ki je narejen iz neobdelanega lesa in se uporablja v mednarodnem prometu.

Trenutno sta dovoljena dva postopka sterilizacije, in sicer:

Toplotna obdelava (šifra tretiranja za oznako: HT)

Material za leseno embalažo je treba segreti v skladu z načrtom čas – temperatura, da doseže najnižjo temperaturo 56 °C za najmanj 30 minut

nepretrgoma skozi celoten prerez lesa (vključno z jedrom). Te parametre je mogoče doseči s pomočjo različnih virov energije ali postopkov. Sušenje v peči, toplotna impregnacija s kemičnim stiskanjem, mikrovalovi ali druge vrste obdelave se lahko štejejo za toplotne obdelave, če izpolnjujejo ustrezne zahteve.

Tretiranje z metilbromidom (šifra tretiranja za oznako: MB)

Ob uporabi metilbromida je treba upoštevati Priporočilo CPM o nadomestilu ali zmanjšanju uporabe metilbromida kot fitosanitarnega ukrepa (2008). NPPO se spodbujajo za pospeševanje uporabe nadomestnih tretiranj. V Sloveniji je uporaba metilbromida trenutno prepovedana, dovoljena je le z dovoljenjem pristojnih ministrov v primeru naravnih ujm.

Zaplinjevanje materiala za leseno embalažo z metilbromidom mora potekati v skladu z načrtom, da se pri določeni temperaturi v 24 urah doseže vsaj najnižji predpisani zmnožek koncentracije in časa. Najnižja temperatura lesa in okoliške atmosfere ne sme biti nižja od 10 °C in najkrajši čas izpostavljenosti ne sme biti manj kot 24 ur.

Vsi obrati, kjer poteka posebna dodelava lese-nega pakirnega materiala v skladu s standardom ISPM 15, morajo biti registrirani pri Fitosanitarni upravi RS. V septembru leta 2012 sta bila v ta namen registrirana 102 obrata, vsi za toplotno obdelavo, saj je v Sloveniji uporaba metilbromida v skladu z Montrealsko konvencijo trenutno prepovedana.

ICCP trenutno proučuje možnost izvajanja sanitetnih ukrepov z impregnacijo z biocidnimi proizvodi (Uzunovic in sod., 2011). Če se les prepoji z biocidnimi proizvodi, lesni škodljivci v njem propadejo in se v njem ne naselijo več. Kot predlog so bile predlagane tri metode sterilizacije: vakuumsko tlačna impregnacija (les se v industrijskem kotlu za impregnacijo prepoji z biocidnimi proizvodi. Uporabiti je treba ustrezno kombinacijo podtlaka in nadtlaka (postopek polnih celic ali postopek dvojnega vakuuma)), vroče hladna impregnacija (les se najprej segreje v bazenu z biocidnim proizvodom višje temperature, nato pa se ga prestavi v bazen z nižjo temperaturo. Zaradi temperaturne razlike se v lesu vzpostavi podtlak, kar omogoči prodiranje biocidnega proizvoda v

les) in postopek impregnacije po metodi Boucherie (na dnišče hloda se pritrdi kapa, prek katere s pomočjo nadtlaka vodo v beljavi nadomestimo z biocidnim proizvodom).

Kakorkoli, zavedati se moramo, da se bo v prihodnosti vloga standarda ISPM 15 verjetno spremenila, saj je bil prvotno namenjen le za zatiranje borove ogorčice, v prihodnosti pa bo namenjen tudi zatiranju drugih lesnih škodljivcev.

6 ZAKLJUČEK

6 CONCLUSION

Pojavnost in intenzivnost ujm v Evropi se v zadnjem obdobju povečujeta, kar se odraža v vedno večjih poškodovanih površinah gozda in posledično v vedno večjih količinah lesa s takih žarišč (Preglednica 1). V našem prostoru so najpomembnejše ujme: napadi alohtonih in avtohtonih škodljivcev, gozdni požari, vetrolomi, snegolomi ... Z ustreznim ukrepanjem lahko zelo zmanjšamo potencialno škodo. Ukrepe moramo prilagoditi vrsti in intenzivnosti ujm, vrsti in količini lesa ter dostopni tehnologiji. Pogosto so najprimernejše najpreprostejše rešitve, kot so: skladiščenje v vlažnem okolju ali prekrivanje z mrežami, ki so obdelane z insekticidi. Še posebno pa je pomembno, da s skrbnim ravnanjem preprečimo širjenje patogenih organizmov. V takem primeru so nam v veliko pomoč priporočila standarda ISPM 15. S pravilno izbranimi ukrepi lahko zelo zmanjšamo potencialno škodo zaradi delovanja ujm. Najpomembnejše rešitve so opisane v tem prispevku.

7 ZAHVALA

7 ACKNOWLEDGEMENT

Članek je nastal v sklopu ciljno raziskovalnega projekta V4 - 1069: Povečanje učinkovitosti sanacij velikih poškodb v slovenskih gozdovih. Za financiranje projekta se zahvaljujemo Ministrstvu za kmetijstvo in okolje in Javni agenciji za raziskovalno dejavnost RS

8 VIRI

8 REFERENCES

Arnold, M. 2003. Compression Failures in wind-damaged Spruce Trees. In: Proceedings International GozdV 71 (2013) 1

Conference, Wind Effects on Trees, 16. – 18. September 2003, University of Karlsruhe, Germany, (Ed. B. Ruck et al., Karlsruhe), 253–260.

Arnold, M., Steiger, R. 2007. The influence of wind-induced compression failures on the mechanical properties of spruce structural timber. *Materials and Structures*, 40, 1: 57–68.

Behrendt, C.J., Blanchette, R.A. 2001. Biological control of blue stain in pulpwood: mechanisms of control used by *Phlebiopsis gigantea*. *Holzforschung*, 55: 238–245.

Biocides: Substances included in Annex I or IA to Directive 98/8/EC – Environment – European Commission. 2012. http://ec.europa.eu/environment/biocides/annexi_and_ia.htm (10. 10. 2012).

Černigoj, V. 2008. Sanacijski projekt – Vetrolom Predmeja. Zavod za gozdove Slovenije. OE Tolmin. 22 str.

Denša, M., Štancar, G., Gerl, T. 2008. Sanacijski projekt za vetrolom Črnivec 2008. Zavod za gozdove Slovenije. OE Nazarje. 27 str.

Direktiva 98/8/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 16. februarja 1998 o dajanju biocidnih pripravkov v promet (UL L, št. 123 z dne 24. 4. 1998, str. 1)

Farrel, R.L., Hata, K., Wall, M.B. 1997. Solving pitch problems in pulp and paper processes by the use of enzymes or fungi. V: *Advances in biochemical engineering: Biotechnology*, Vol. 57. Scheper T. (ed.). Berlin, Springer-Verlag: 198–212.

Grecc, Z., Beguš, J. 2008. Načrt sanacije gozdov poškodovanih v vetrolomu 15. avgusta 2008. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana. 28 str.

Humar, M. 2012. Spremembe na trgu biocidnih proizvodov za zaščito lesa na slovenskem tržišču. *Les*, letnik 64, št. 1/2, str. 21–24.

Kervina-Hamović, L. 1990. Zaščita lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 126 str.

Klopčič, M., Poljanec, A., Gartner, A., Bončina, A. 2009. Factors related to natural disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Ecoscience*, 16, 1:48–57.

Košiček, B., Zadnik, A. 2006. Sanacijski načrt pogorišč za leto 2007 – Šumka, Staje in Debela Griža. Zavod za gozdove Slovenije. OE Sežana. 12 str.

Odenthal-Kahabka, J. 2005. Handreichung Sturmschadensbewältigung. Hrsg.: Landesforstverwaltung Baden-Württemberg und Landesforsten Rheinland-Pfalz.

Papež, J. 2005. Motnje in dinamične spremembe vegetacije v gozdni krajini. *Gozdarski vestnik*, 63, 2: 68–73.

Papler - Lampe, V. 2009. Načrt sanacije gozdov, poškodovanih v snegolomih decembra 2008. Zavod za gozdove Slovenije. OE Bled. 14 str.

Papler - Lampe, V., Bajželj, B., Černe, B., Gartner, A., Gašperin, M., Rozman, J., Šemrl, J., Škrlep, B. 2006. Sanacijski načrt vetroloma na Jelovici – 29. junij 2006.

- Zavod za gozdove Slovenije. OE Bled, OE Kranj. 17 str.
- Papler - Lampe, V., Bajželj, B., Šemrl, J. 2007. Sanacijski načrt pospravila snegoloma. Zavod za gozdove Slovenije. OE Bled. 27 str.
- Parrac Limited. 2008. Announcing the new release of Cartapip 97. Hamilton, Parrac: 1 str. http://www.parrac.co.nz/asset/files/announcement_cartapip.pdf (14. maj 2012).
- Prebevšek, M., Janežič, V., Magajna, B., Košiček, B. 2012. Načrt sanacije pogorišča Črnotiče. Zavod za gozdove Slovenije. OE Sežana. 11 str.
- Prebevšek, M., Zadnik, A., Košiček, B. 2008. Sanacijski projekt vetroloma v Istri z dne 7.7.2008. Zavod za gozdove Slovenije. OE Sežana. 30 str.
- Preston, A.F., Erbisch, F.H., Kramm, K.R., Lund, A.E. 1982. Developments in the use of biological control or wood preservation. *Proceedings of the American Wood Preservers' Association*, 78: 53–61.
- Register biocidnih proizvodov. 2012. <http://www.uk.gov.si/fileadmin/uk.gov.si/pageuploads/pdf/RBP31avg2012.pdf> (10. 10. 2012).
- Schütz, J.P., Götz, M., Schmid, W., Mandallay, D. 2006. Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stand to storms and consequences for silviculture. *Eur J Forest Res* 125, str. 291–302.
- Sonderegger, W., Niemz P. 2004. The influence of compression failure on the bending, impact bending and tensile strength of spruce wood and the evaluation of non-destructive methods for early detection. *Holz Roh Werkst*, 62:335–342.
- State of the Art Paper. Log Conservation. 2005. http://www.ctba.fr/stodafor/documents/StateofTheArt_march05.pdf . (10. 6. 2012)
- Škrk, B., Pirjevec, A., Košiček, B. 2004. Sanacijski načrt pogorišča Sena na Krasu. Zavod za gozdove Slovenije. OE Sežana. KE Sežana. 12 str.
- Tavzes, Č., Pohleven, F., Koestler, R.J. 2001 Effect of anoxic conditions on wood-decay fungi treated with argon or nitrogen. *Int. biodeterior. biodegrad.* [Print ed.], vol. 47, no. 4, str. 225–231.
- Technical Guide on Harvesting and Conservation of Storm Damaged Timber. 2004. http://www.ctba.fr/stodafor/STODAFOR_TECHNICAL%20GUIDE.pdf . (10. 6. 2012).
- Torelli, N. 1998. Rastne napetosti v drevesu in lesu. *Les*, 50, 4: 91–95.
- Trajber, D., Vajndorfer, B., Kovač, Š., Horvat, D., Rojko, S. 2008. Sanacijski projekt vetroloma v Pomurju – 13. in 14. julij 2008. Zavod za gozdove Slovenije. OE Murska Sobota. 35 str.
- Uzunovic, A., Stirling, R., Morrell, J.J., Morris, P.I., Schauwecker, C.F. 2011. Phytosanitary standards and the potential for acceptance of chemical treatments as a phytosanitary measure. The International Research Group on Wood Protection. Queenstown. New Zealand. IRG/WP 11–30558.
- Žgajnar, L. 1989. Poskus ovrednotenja škode zaradi snegoloma na podlagi količinskih in kakovostnih izgub lesne surovine. *Gozdarski vestnik*, 47, 10: 420–426.
- Žgajnar, L. 1991. Poskus ovrednotenja škode zaradi vetroloma na podlagi količinskih in kakovostnih izgub lesne surovine. *Gozdarski vestnik*, 49, 5: 218–233.