



Sfinansowano ze środków funduszu leśnego
Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasów Państwowych

RAPORT

Wpływ zabiegów gospodarczych w drzewostanach świerkowych Tatrzańskiego Parku Narodowego na występowanie owadów kambiofagicznych

Etap III – 2017 r.

Wykonawcy:

dr hab. Wojciech Grodzki, prof. IBL (konceptja, metodyka, opracowanie wyników)

mgr inż. Wojciech Gąsienica Fronek (prace terenowe, zestawienie wyników)

Kraków-Zakopane, 2017

Wstęp

Pod koniec 2013 roku w drzewostanach zachodniej części Tatrzańskiego P.N. (głównie w rejonie Doliny Kościeliskiej) doszło do powstania wiatrołomów obejmujących drzewostany świerkowe, położone zarówno w obszarze ochrony czynnej, jak i biernej (ściślej). Zgodnie z zasadami wynikającymi z uregulowań ustawowych, drzewa powalone i złamane w obszarze ochrony czynnej zostały w większości usunięte, natomiast w obszarze ochrony ściślej – pozostawione na gruncie. Sytuacja ta stworzyła okazję do prześledzenia dynamiki liczebności populacji kornika drukarza w ciągłym obszarze górskim objętym zróżnicowanym reżimem ochronnym. Z dotychczasowych badań, zarówno polskich jak i zagranicznych, wynika bowiem, że od drugiego sezonu wegetacyjnego po powstaniu wiatrołomów dochodzi do wzrostu liczebności populacji kornika drukarza, zwykle oznaczającego początek jego gradacji (Lindelöw, Schroeder 1998; Göthlin i in. 2000, Meier i in. 2003, Grodzki i in. 2007). Sezon ten przypadł na rok 2015.

W 2014 roku w uszkodzonych drzewostanach rozpoczęto obserwacje występowania kornika drukarza na i w otoczeniu powierzchni powiatrołomowej. W pierwszym sezonie po szkodach (2014 r.) zasiedlenie drzew powalonych i złamanych było bardzo niskie, a stojące drzewa zasiedlone nie wystąpiły wcale. W kolejnym roku rozpoczął się atak kornika drukarza na świerki w otoczeniu wiatrołomu, którego charakterystykę zawarto w raporcie z badań prowadzonych w 2015 i 2016 r. oraz w publikacji (Grodzki, Gąsienica Fronek 2017b). Niniejsze opracowanie stanowi podsumowanie obserwacji prowadzonych w czwartym sezonie po szkodach, czyli w 2017 r.

Cel badań

Celem badań było dokonanie oceny wpływu sposobu postępowania ochronnego (ochrona czynna – ochrona bierna) w drzewostanach świerkowych uszkodzonych przez wiatr na presję ze strony owadów kambiofagicznych w zachodniej części Tatrzańskiego Parku Narodowego. Umożliwi to stworzenie podstaw planowania i realizacji zabiegów czynnej ochrony lasów w warunkach przewidywanej gradacji kornika drukarza w rejonach dotkniętych szkodami od wiatru powstałymi pod koniec 2013 roku.

Teren i metodyka badań

Badania prowadzono na obszarze Tatrzańskiego Parku Narodowego, w wybranych drzewostanach silnie uszkodzonych przez wiatrołom z 2013 r., zlokalizowanych w zachodniej części Parku, w rejonie Doliny Kościeliskiej. Dla potrzeb realizacji projektu w 2015 r.

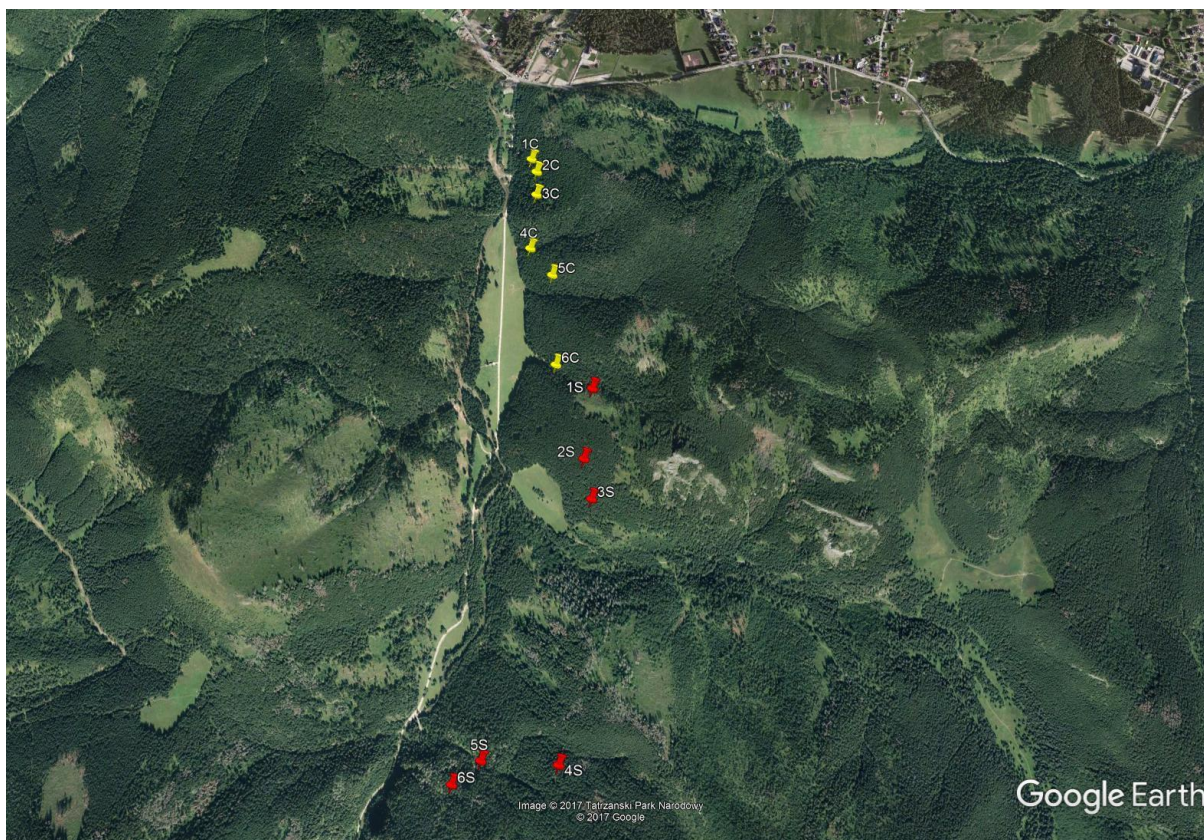
założono system 10 niewielkich powierzchni obserwacyjnych zlokalizowanych na odsłoniętych ścianach drzewostanów świerkowych na obrzeżach obszaru wiatrołomu, zlokalizowanych w równej liczbie (po 5) na obszarze ochrony czynnej i biernej. Powierzchnie te po 2 latach obserwacji przestały istnieć, bowiem wszystkie oznakowane drzewa zostały zasiedlone przez kornika drukarza. W sierpniu 2016 r. założono dodatkową parę powierzchni, a wiosną 2017 r. – kolejnych 10 powierzchni, rozmieszczonych w obszarach, z których – ze względu na różny status ochronny w latach 2013-2014 – usunięto drzewa powalone i złamane lub pozostawiono je bez ingerencji (tab. 1, ryc. 1). W kolejnych latach po wiatrołomie na całym obszarze objętym badaniami zaniechano działań z zakresu czynnej ochrony lasu przed kornikiem drukarzem, zwłaszcza – usuwania drzew zasiedlonych.

Pojedynczą powierzchnię stanowiła grupa oznakowanych drzew o określonej, stałej liczbie (20 szt.), które podlegały obserwacjom podczas trwania sezonu wegetacyjnego, celem określenia liczby i terminu pojawiania się drzew zaatakowanych (skutecznie zasiedlonych) przez kornika drukarza. Na wybranych drzewach, ściętych do badań w obszarze ochrony czynnej, określono według sprawdzonej, standardowej metodyki gęstość żerowisk, strukturę płciową i efektywną rozrodczość (liczebność potomstwa) kornika drukarza, jako cechy mogące wskazywać na tendencje gradacyjne badanej jego populacji kornika drukarza (Lobinger 1996, Grodzki i in. 2006c, Grodzki i in. 2014).

Tabela 1. Rozmieszczenie powierzchni z 2017 r. w Dolinie Kościeliskiej

Nr pow.	Ochrona	Oddz.	Wys. m n.p.m.
1C	czynna	235a	976
2C	czynna	235a	990
3C	czynna	235a	1002
4C	czynna	235a	979
5C	czynna	235a	1004
6C	czynna	235t	1015
1S	czynna ¹	236d	1057
2S	czynna ¹	236d	1053
3S	czynna ¹	236d	1030
4S	bierna	248b	1124
5S	bierna	248a	1056
6S	bierna	248a	1060

¹ drzewostany, w sąsiedztwie których nie usunięto wiatrołomów



Ryc. 1. Lokalizacja powierzchni obserwacyjnych w Dolinie Kościeliskiej w TPN (1C – 6C w obszarze ochrony czynnej, 1S – 6S w obszarze ochrony biernej)

W tym celu wykonywano analizy entomologiczne drzew zasiedlonych na płatach kory o wymiarach 25*25 cm (ryc. 2), pobranych z czterech charakterystycznych sekcji strzał: I – w odziomku, II – w połowie między odziomkiem a podstawą korony, III – pod koroną, IV – w połowie korony (Grodzki 2007).



Ryc. 2. Płat kory pobrany z sekcji strzały i przeznaczony do analizy

W obszarze ochrony czynnej sekcje wyznaczano po ścięciu drzewa, dokonując pomiaru ich obwodu (obliczenie powierzchni kory), natomiast w obszarze ochrony ścisłej pobierano płaty kory z sekcji I i II z drzew stojących (ryc. 3).



Ryc. 3. Pobieranie płatów kory z drzew stojących

Rejestrowano następujące parametry charakteryzujące stan i dynamikę populacji kornika drukarza:

- gęstość zasiedlenia na analizowanych drzewach (liczba żerowisk, w tym z jednym, dwoma, trzema lub czterema chodnikami macierzystymi),
- występujące stadia rozwojowe,
- strukturę płciową populacji zasiedlającej badane drzewa – przyjmując za liczbę samców liczbę komór godowych, a za liczbę samic – liczbę chodników macierzystych),
- długość chodników macierzystych (w każdej sekcji mierzono 10 chodników z żerowisk z różną liczbą samic),
- rozrodczość efektywną (liczba jaj i rozwijających się z nich larw w chodniku drążonym przez jedną samicę, 10 chodników j.w.),
- śmiertelność owadów w żerowiskach (parazytoidy, grzyby entomopatogeniczne).

Określano także liczbę żerowisk rytownika pospolitego *Pityogenes chalcographus* (L.) i innych gatunków współwystępujących z kornikiem drukarzem na opanowanych drzewach posuszowych. Dane notowano w specjalnym raptularzu, który zawiera także elementy charakterystyki analizowanych drzew, obejmujące następujące parametry: obecność i stan igliwia, wysokość (długość po ścięciu) drzewa i jego wiek, miejsce osadzenia korony i jej maksymalna szerokość, widoczne przyczyny osłabienia drzew (abiotyczne, biotyczne, antropogeniczne, lub naturalne) – o ile występują.

Obserwacje i analizy terenowe w 2017 r. prowadzono od początku maja do połowy września, rejestrując wydzielający się posusz i wykonując analizy entomologiczne drzew zasiedlonych.

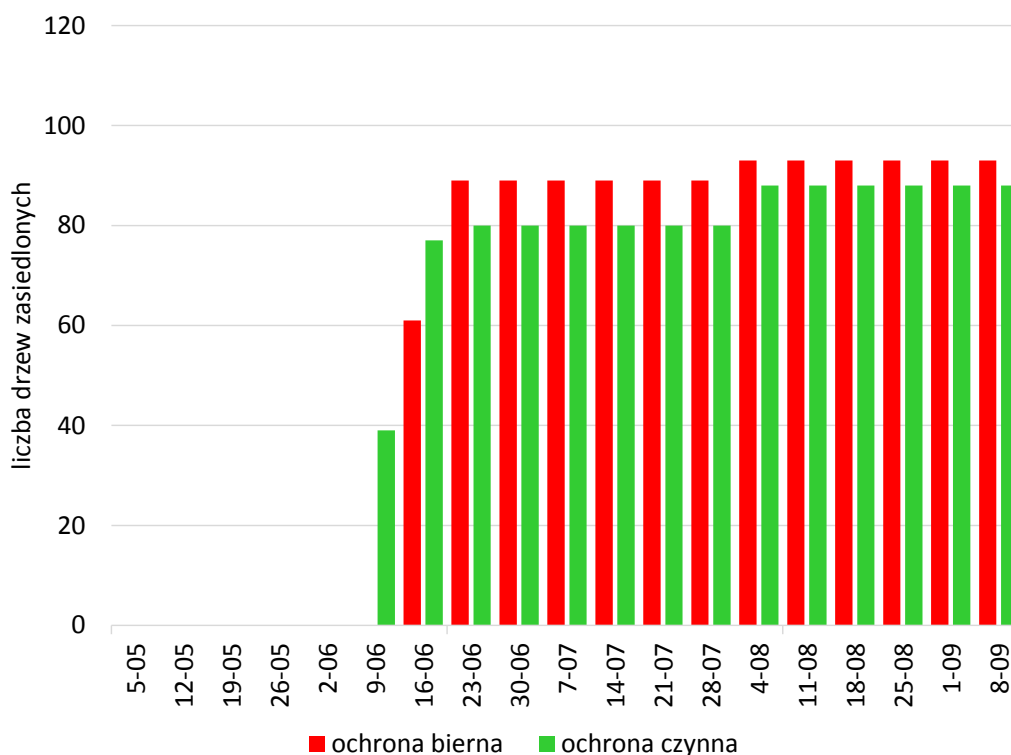
Wyniki badań

Wydzielanie się drzew zasiedlonych na powierzchniach obserwacyjnych

W sezonie wegetacyjnym 2017 r. na 12 powierzchniach obserwacyjnych zarejestrowano ogółem 181 świerków zasiedlonych przez kornika drukarza, co stanowi 75,4% początkowej liczby drzew. Na powierzchniach znajdujących się w obszarze ochrony biernej kornik zasiedlił 93 drzewa na 6 powierzchniach, a w obszarze ochrony czynnej – 88 drzew na 5 powierzchniach, co stanowi odpowiednio 77,5 i 73,3% początkowej liczby oznakowanych drzew (ryc. 4). Jedynie na jednej powierzchni (nr 3C) nie stwierdzono obecności drzew zasiedlonych.

Pierwsze drzewa zasiedlone przez kornika drukarza zarejestrowano pod koniec pierwszej dekady czerwca (39 drzew), jednak w ciągu ok. 2 tygodni ich liczba wzrosła do 169, a w pierwszej dekadzie sierpnia zwiększyła się o kolejne 12 świerków (ryc. 4).

Podczas wykonywania analiz zasiedlenia na początku sierpnia 2017 r. w dolnych sekcjach stwierdzano w żerowiskach obecność larw, a w wyższych (połowa strzały, pod koroną) – poczwerek i niewybarwionych chrząszczy kornika drukarza.



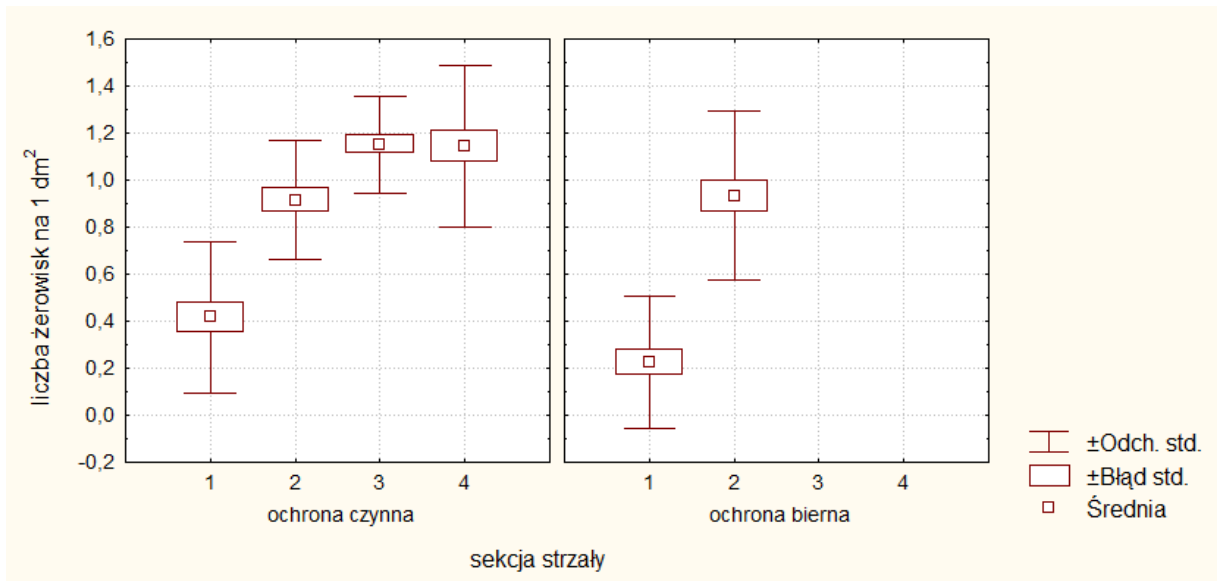
Ryc. 5. Liczba drzew zasiedlonych zarejestrowanych na powierzchniach w obszarze ochrony biernej i czynnej w kolejnych terminach kontroli w 2017 r.

Cechy populacji *I. typographus* zasiedlającej drzewa posuszowe

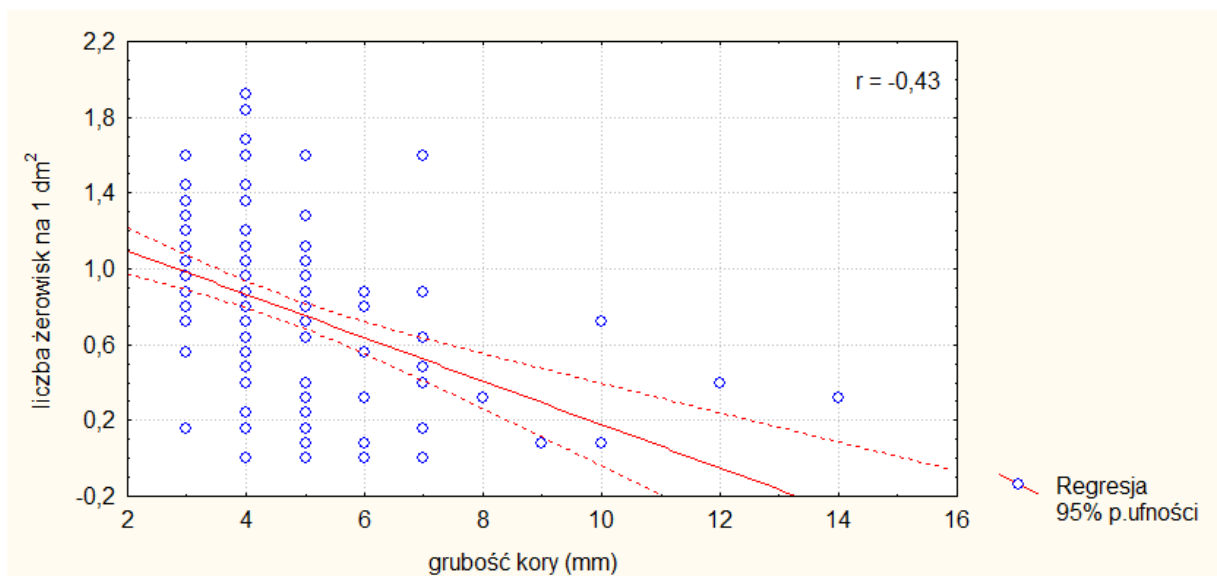
W sezonie wegetacyjnym 2017 r. wykonano analizy zasiedlenia 52 świerków: 25 w strefie ochrony czynnej (po 4 sekcje na drzewach ściętych, w sumie 100 sekcji) oraz 27 świerków w strefie ochrony biernej (po 2 sekcje na drzewach stojących, w sumie 54 sekcje). Średnie (\pm odch. stand.) zagęszczenie żerowisk kornika drukarza z wszystkich analizowanych sekcji strzał wyniosło 0,79 ($\pm 0,46$) i było wyższe w strefie ochrony czynnej (0,91 $\pm 0,41$) niż biernej (0,58 $\pm 0,48$). Na drzewach ściętych w strefie ochrony czynnej, analizowanych w 4 sekcjach, zagęszczenie żerowisk było najwyższe w sekcji III (1,15 $\pm 0,21$) i IV (1,15 $\pm 0,34$), stopniowo zmniejszało się w coraz niżej położonych sekcjach strzał, do wartości 0,91 $\pm 0,41$ w sekcji I (ryc. 6). Natomiast na drzewach w strefie ochrony biernej zagęszczenie żerowisk w sekcji II było zbliżone (0,93 $\pm 0,36$), a w sekcji I nieco niższe (0,23 $\pm 0,28$) niż w analogicznych sekcjach w strefie ochrony czynnej, przy czym średnie obliczone dla tych dwóch sekcji w strefach ochrony czynnej i biernej (odpowiednio 0,67 $\pm 0,38$ i 0,58 $\pm 0,48$) nie wykazywały różnic statystycznie istotnych (ryc. 6)

Grubość korowiny w analizowanych sekcjach strzał wahała się w przedziale od 3 do 14 mm (średnio 4,64 mm), jednak w większości (81%) analizowanych sekcji jej grubość pozostawała w przedziale 3-5 mm, a korowinę o grubości powyżej 7 mm stwierdzono w 7

przypadkach na 154. Stwierdzono jej słaby negatywny ($r=-0,43$, $p<0,001$) wpływ na zagęszczenie żerowisk *I. typographus* (ryc. 7).



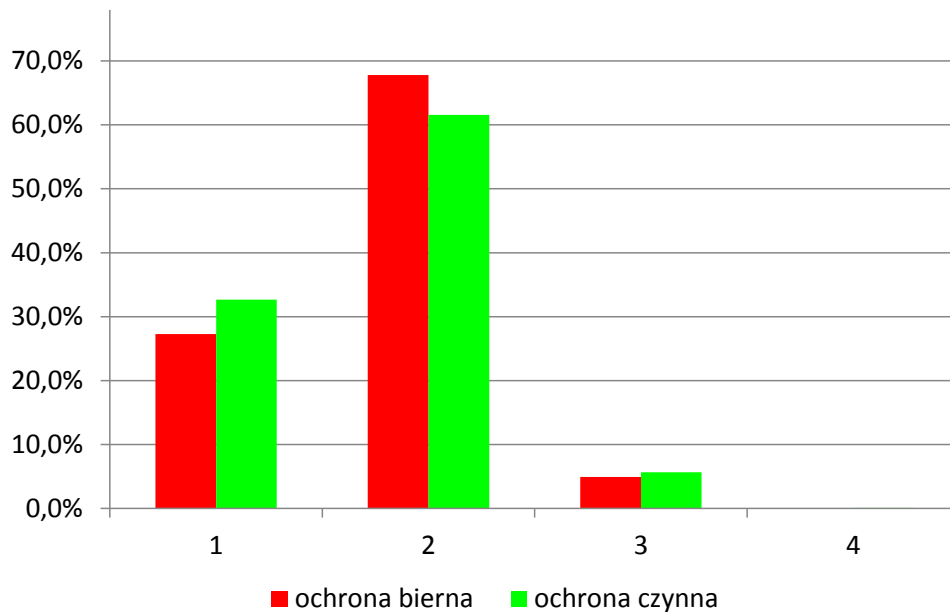
Ryc. 6. Zagęszczenie żerowisk *I. typographus* w sekcjach strzał świerków analizowanych w obszarze ochrony czynnej (4 sekcje) i biernej (2 sekcje) na powierzchniach w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.



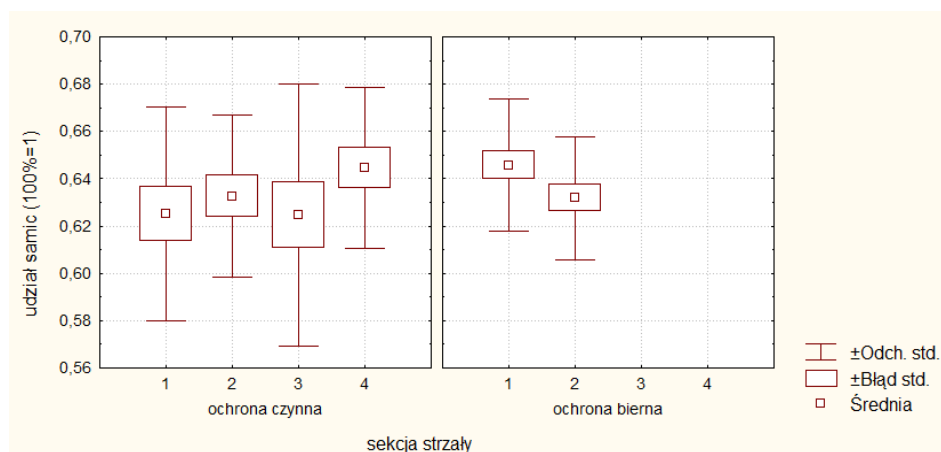
Ryc. 7. Zależność między zagęszczeniem żerowisk *I. typographus* a grubością korowiny w sekcjach strzał świerków analizowanych w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.

W próbie 1496 żerowisk *I. typographus* przeanalizowanych w 2017 r. przeważały te z dwoma chodnikami macierzystymi (63,2%), liczne były żerowiska jednochodnikowe (31,3%), natomiast żerowiska z trzema lub czterema chodnikami występowały bardzo rzadko (odpowiednio 5,5 i 0,1%), niezależnie od statusu ochronnego powierzchni (ryc. 8). Średni udział samic z populacji, określony na podstawie analizy żerowisk z 52 drzew, wyniósł 55,6

($\pm 20,7$) % i był wyższy w strefie ochrony czynnej ($57,9 \pm 17,6$) niż biernej ($51,2 \pm 25,0$) (ryc. 9). Biorąc pod uwagę wyłącznie sekcje I i II nadal, choć słabo, zaznaczają się różnice między strefami (odpowiednio $52,9 \pm 23,8$ oraz $51,2 \pm 25,0$), wskazujące na nieznacznie wyższy udział samic w strefie ochrony czynnej, bez różnic statystycznie istotnych.



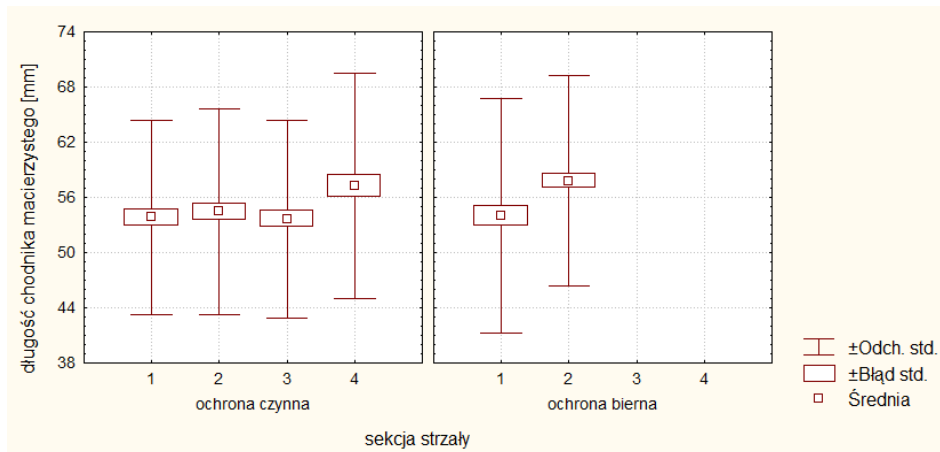
Ryc. 8. Udział żerowisk z 1-4 chodnikami macierzystymi, stwierdzonych w analizowanych sekcjach strzał zasiedlonych świerków w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.



Ryc. 9. Udział samic stwierdzony w żerowiskach *I. typographus* w sekcjach strzał świerków analizowanych w obszarze ochrony czynnej i biernej w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.

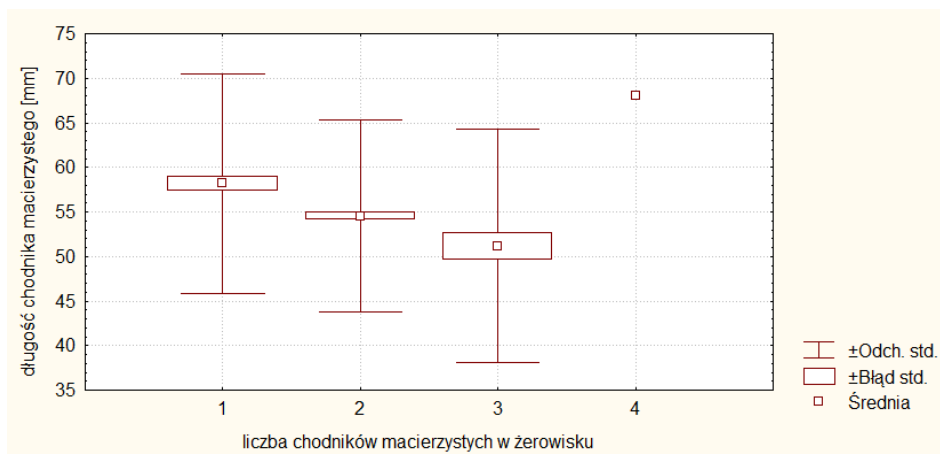
Średnia (\pm odch. stand.) długość chodnika macierzystego, obliczona z żerowisk ze wszystkich analizowanych sekcji (ryc. 10), wyniosła $55,9 (\pm 12,8)$ mm i była wyższa w strefie ochrony czynnej ($57,2 \pm 14,2$) niż biernej ($52,9 \pm 12,4$), a różnice pomiędzy żerowiskami z poszczególnych stref były statystycznie istotne [ANOVA $F(1, 1091)=23,65, p<0,001$]. Biorąc pod uwagę wyłącznie sekcje I i II średnia długość chodników macierzystych także była

wyższa w strefie ochrony czynnej ($59,6 \pm 14,4$) przy statystycznie istotnych różnicach [ANOVA $F(1, 636)=40,41$; $p<0,001$].

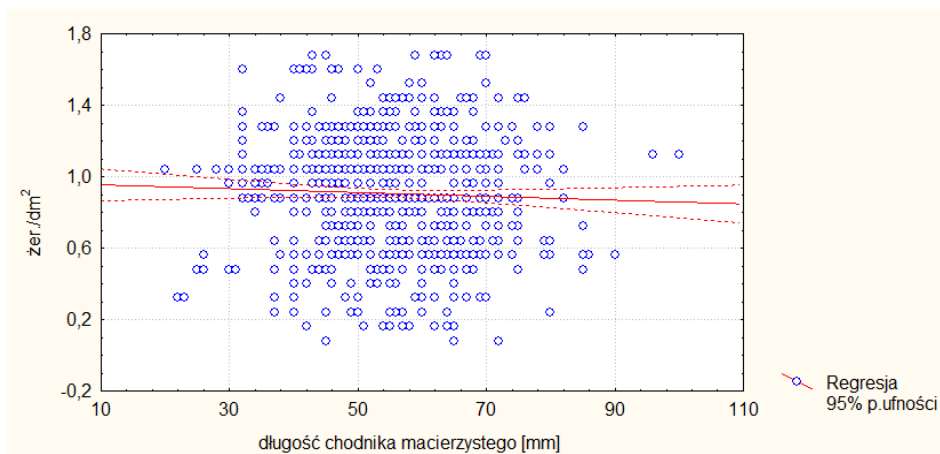


Ryc. 10. Długość chodników macierzystych samic *I. typographus* w sekcjach strzał analizowanych świerków w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.

Długość chodnika macierzystego zmniejszała się wraz ze wzrostem liczby chodników macierzystych w żerowisku (ryc. 11), a efekt liczby chodników w żerowisku był statystycznie istotny [ANOVA $F(2, 635)= 9,75$, $p<0,001$]. Średnia długość chodnika macierzystego nie była skorelowana z zagęszczeniem żerowisk w analizowanej sekcji (ryc. 12).



Ryc. 11. Długość chodników macierzystych *I. typographus* w żerowiskach z różną ich liczbą w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.

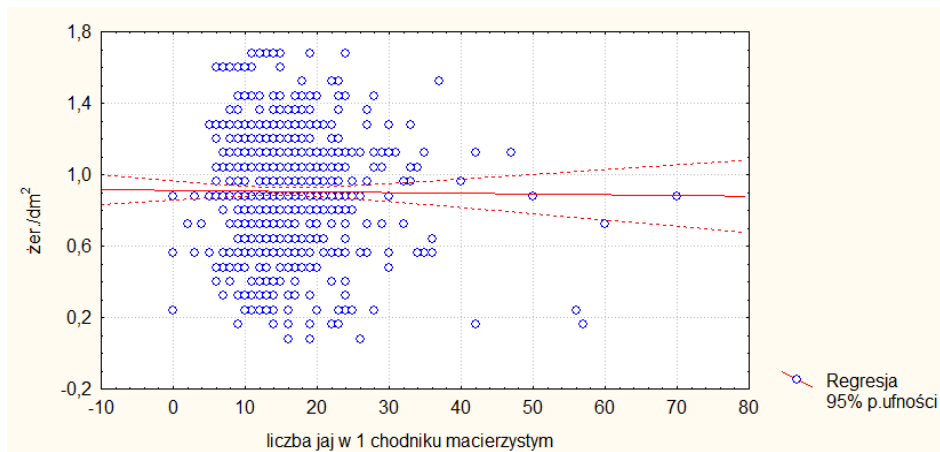


Ryc. 12. Zależność między zagęszczeniem żerowisk *I. typographus* a długością chodników macierzystych w sekcjach strzał analizowanych w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.

Średnia liczba potomstwa (rozumiana jako liczba złożonych jaj i rozwijających się larw) przypadająca na 1 samicę, obliczona ze wszystkich analizowanych sekcji strzał, wyniosła 16,57 ($\pm 6,98$) i była wyższa w strefie ochrony czynnej ($17,60 \pm 7,30$) niż biernej ($14,26 \pm 5,53$). Była ona zróżnicowana w poszczególnych sekcjach strzał świerków: najniższa w sekcji I (odziomkowej), następnie stopniowo wzrastająca do sekcji IV (w koronie). Należy przypuszczać, że układ taki miał miejsce zarówno na drzewach zasiedlonych w strefie ochrony czynnej, jak i biernej (ryc. 13). Liczba potomstwa 1 samicy nie była związana z zagęszczeniem żerowisk w analizowanej sekcji (ryc. 14).



Ryc. 13. Średnia liczba potomstwa 1 samicy w analizowanych sekcjach strzał zasiedlonych świerków w strefie ochrony czynnej i biernej w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.



Ryc. 14. Średnia liczba potomstwa 1 samicy w zależności od zagęszczenia żerowisk w zasiedlonych w analizowanych sekcjach strzał świerków w strefie ochrony czynnej i biernej w Dolinie Kościeliskiej w 2017 r.

Gatunki towarzyszące i antagonistyczne

W 2017 r. frekwencja *P. chalcographus* zmniejszyła się w stosunku do 2016 r. – jego żerowiska stwierdzono w 14,5% ogólnej liczby analizowanych sekcji, przy czym najczęściej w sekcji III i IV, w których występował z frekwencją odpowiednio 28 i 44%. Średnie zagęszczenie żerowisk rytownika, obliczone z sekcji ze stwierdzoną jego obecnością, wynosiło $0,47/\text{dm}^2$ (niemal dwukrotnie więcej niż przed rokiem). Spasożytność na poziomie 2-20% stwierdzono w 17 spośród 154 analizowanych sekcji.

Podsumowanie

Tempo wydzielania się drzew na powierzchniach założonych w sezonie wegetacyjnym 2017 r. było bardzo wysokie i niemal identyczne w drzewostanach objętych ochroną czynną i bierną. Tempo tego zamierania w ciągu trzech kolejnych lat bardzo silnie wzrosło, a proces ma już obecnie charakter powierzchniowy (ryc. 15). Świadczy to o rozwoju dynamicznej gradacji kornika drukarza, podobnie jak miało to miejsce po wiatrołomie z 2002 r. we wschodniej części Tatrzańskiego Parku Narodowego (Grodzki i in. 2006b). Wiadomym jest bowiem, że wywroty i złomy powstałe w przeszłości w Tatrach w większości przypadków stanowiły czynnik wyzwalaający następujące po nich gradacje kornika drukarza (Grodzki, Guzik 2009; Mezei i in. 2014).

Zagęszczenie żerowisk kornika drukarza na drzewach posuszowych analizowanych w 2015 i 2016 r. nie było szczególnie wysokie (odpowiednio $0,86$ i $0,85$ szt./ dm^2) i uległo dalszemu zmniejszeniu w 2017 r. ($0,79$). Było ono nadal wyższe niż zanotowane w Sudetach Zachodnich ($0,54$) w fazie retrogradacji kornika drukarza w latach 1988-1994 (Grodzki

1997), czy też w znajdujących się w fazie retrogradacji świerczynach w Beskidzie Śląskim w 2002 r. (Grodzki 2004) i bliższe raczej poziomowi zanotowanemu w Tatrach w latach 2000-2001, także w fazie retrogradacji (Grodzki i in. 2002). Obniżanie się średniego zagęszczenia żerowisk w kolejnych latach wskazuje na pogłębianie się kryzysu odporności świerków osłabionych przez suszę na atak kornika drukarza (Christiansen i in. 1987), którego populacja stopniowo zwiększa swoją liczebność. Zjawisko wzrostu gęstości zasiedlenia stojących świerków przez korniki znane jest np. z uszkodzonych przez wiatrołomy świerczyn Tatr (Grodzki i in. 2007, Mezei i in. 2014). Schemat ten powtarza się także w otoczeniu Doliny Kościeliskiej, jednak atak na coraz bardziej osłabione drzewa stojące wymaga coraz mniejszej koncentracji wgryzających się chrząszczy, skutkujące zmniejszającym się zagęszczeniem żerowisk.



Ryc. 15. Zamarły drzewostan świerkowy w Dolinie Kościeliskiej

Zaobserwowany w Dolinie Kościeliskiej w 2015 i 2016 r. wysoki (na poziomie ok. 63-64%) udział samic, świadczący o tendencji kornika drukarza do dalszego rozwoju gradacji (Lobinger 1996), w 2017 r. uległ zmniejszeniu do 55,6%, co jest nieco zaskakujące wobec obserwowanego gwałtownego wzrostu intensywności zamierania drzew zasiedlonych. Obserwowana obecnie struktura płci w populacji kornika drukarza zbliża się bowiem do charakterystycznej dla okresów międzygradacyjnych, kiedy udział samic wynosi ok. 50%. W populacjach atakujących świerki Tatrach, Gorcach i Beskidzie Żywieckim w warunkach progradacji i kulminacji udział samic wynosił około 64-69% (Grodzki i in. 2006c, 2007, 2014). Poziom efektywnej rozrodczości kornika drukarza w 2017 r. (16,57 jaj/larw na 1

samicę) był jednak nieco wyższy niż stwierdzony w 2016 r. (15,54), co stanowi pewne wytłumaczenie wzrostu nasilenia zamierania zaatakowanych świerków (Grodzki, Gąsienica Fronck 2017a). Atakowane są natomiast świerki o coraz grubszej korowinie, choć jest to czynnik w pewnym stopniu ograniczający rozrodczość (Grünwald 1986) Nadal niski stopień spasożytowania oraz niewielki udział innych gatunków korników (Grodzki 1997), także może świadczyć o nadal wysokim potencjale gradacyjnym kornika drukarza.

Wyniki badań przeprowadzonych podczas sezonów wegetacyjnych w latach 2014-2017 wskazują na rozwój gradacji kornika drukarza, zgodnie ze prawidłowościami znanymi z innych terenów (Forster 1998; Göthlin i in. 2000; Grodzki, Guzik 2009). Równocześnie jednak widoczny jest efekt zaniechania działań ochronnych w obszarze powiatrolomowym, skutkujący wzrostem nasilenia wydzielania się posuszu świerkowego w wyniku zasiedlenia przez kornika drukarza. Prowadzenie tych działań, zmierzających do ograniczania liczebności i możliwości rozrodczych kornika drukarza, ma jednak swoje uzasadnienie, a o jego skuteczności świadczą dane w wcześniejszych gradacji w Tatrach (Grodzki, Guzik 2009; Mezei i in. 2017).

Wobec zaniechania działań ochronnych w Dolinie Kościeliskiej, skutkującego brakiem zróżnicowania sposobów ochrony w tym obszarze, kontynuowanie badań terenowych w tym rejonie w kolejnych latach jest bezcelowe. Koniecznym jest założenie nowej sieci powierzchni obserwacyjnych w innej części TPN, w drzewostanach uszkodzonych przez wiatr, co pozwoliłoby na dalszą weryfikację celowości stosowania ochrony czynnej w świerczynach. Wskazane jest także w obszarze ochrony czynnej kontynuowanie działań zmierzających do hamowania tempa rozrodu kornika drukarza, odpowiednio do istniejących możliwości i lokalnej sytuacji.

Wnioski

1. Obserwacje wykonane w ciągu trzech kolejnych sezonów po wiatrolomie wskazują, że w Dolinie Kościeliskiej realizuje się typowy schemat rozrodu kornika drukarza znany z innych obiektów w Polsce i Europie.
2. Rozród ten ma coraz większą dynamikę, obejmując drzewostany objęte ochroną bierną oraz czynną, w których zaniechano działań ochronnych. W efekcie rozród obejmuje kolejne drzewostany, niezależnie od ich formalnego statusu ochronnego.
3. Struktura płciowa populacji kornika drukarza wskazuje na spadek jego potencjału gradacyjnego, jednak wysoka rozrodczość w połączeniu z osłabieniem drzewostanów

wskazują na możliwość dalszego wzrostu jego liczebności w drzewostanach w otoczeniu Doliny Kościeliskiej.

4. Kontynuowanie obserwacji rozrodu kornika drukarza w kolejnych, uszkodzonych przez wiatr, drzewostanach TPN o różnym statusie ochronnym pozwoli na lepsze planowanie dalszego postępowania ochronnego.

Piśmiennictwo:

- Christiansen E., Waring R.H., Berryman, A.A. 1987. Resistance of conifers to bark beetle attack: searching for general relationships. *For. Ecol. Manage.* 22, 89–106.
- Forster B. 1998. Storm damages and bark beetle management: how to set priorities. [In:] Grodzki W., Knížek M., Forster B: Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe. Proceedings, First Workshop of the IUFRO WP 7.03.10, Ustroń – Jaszowiec. IUFRO – Forest Research Institute, Warsaw: 161-165
- Göthlin E., Schroeder L.M., Lindelöw A. 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling. *Scand. J. For. Res.* 15: 542-549.
- Grodzki W. 1997. Changes in the occurrence of bark beetles on Norway spruce in a forest decline area in the Sudety Mountains in Poland. In J.-C. Grégoire, A.M. Liebhold, F.M. Stephen, K.R. Day, and S.M. Salom (Eds.), Proceedings of the IUFRO conference, *Integrating cultural tactics into the management of bark beetles and reforestation pests*, Vallombrosa 1-4 september 1996. USDA, Forest Service General Technical Report NE-236: 105-111.
- Grodzki W. 2004. Zagrożenie górskich drzewostanów świerkowych w zachodniej części Beskidów ze strony szkodników owadzich. *Leśne Prace Badawcze* 2/2004: 35-47.
- Grodzki W. 2007. Wykorzystanie pułapek feromonowych w monitoringu kornika drukarza w wybranych parkach narodowych w Karpatach. *Prace Inst. Bad. Leśn., Rozpr. i monogr.* 8: 1-127.
- Grodzki W., Gąsienica Fronek W. 2017a. Reproduction abilities of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in the stands damaged by the wind in 2013 in the Kościeliska Valley (Tatra National Park). *Folia Forestalia Polonica* 59(4) (w druku).
- Grodzki W., Gąsienica Fronek W. 2017b. Występowanie kornika drukarza *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) po wiatrołomie z 2013 roku w Dolinie Kościeliskiej w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Leśne Prace Badawcze* 78 (2), 113–119.
- Grodzki W., Guzik M. 2009. Wiatro- i śniegołomy oraz gradacje kornika drukarza w Tatrzańskim Parku Narodowym na przestrzeni ostatnich 100 lat. Próba charakterystyki przestrzennej. Konferencja „Długookresowe zmiany w przyrodzie i użytkowaniu obszaru TPN”, Zakopane: 33-46.
- Grodzki W., Jakuš R., Lajzová E., Sitková Z., Mączka T., Škvarenina J. 2006a. Effects of intensive versus no management strategies during an outbreak of the bark beetle *Ips typographus* (L.) (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in the Tatra Mts. in Poland and Slovakia. *Annals of Forest Science* 63: 55 – 61.
- Grodzki W., Loch J., Armatys P. 2006c. Występowanie kornika drukarza *Ips typographus* L. w uszkodzonych przez wiatr drzewostanach świerkowych masywu Kudłonia w Gorczańskim Parku Narodowym. *Ochrona Beskidów Zachodnich*.
- Grodzki W., McManus M., Knížek M., Meshkova V., Mihalcu V., Novotny J., Turčani M., Slobodyan Y. 2002. The response of *Ips typographus* (L.) populations in polluted and non-polluted spruce stands in the Carpathian Mountain region. In: Robert C. Szaro, A. Bytnerowicz and J. Oszlanyi (eds). *Effects of Air pollution on Forest Health and biodiversity in Forests of the Carpathian Mountains*, IOS Press, NATO Science Series, Series I - Life and Behavioural Sciences, Vol. 345, Amsterdam. 236-249.
- Grodzki W., Starzyk J.R., Kosibowicz M. 2006b. Wiatrołomy i owady kambiofagiczne, a problemy

- ochrony drzewostanów świerkowych w Tatrzańskim Parku Narodowym. [W:] Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek. Tom II – Nauki biologiczne (red. Mirek Z., Godzik B.), TPN – PTPNoZ, Zakopane – Kraków: 115-124.
- Grodzki W., Starzyk J.R., Kosibowicz M., Michalcewicz J., Mączka T. 2007. Wpływ wiatrołomów na populacje owadów kambiofagicznych i zagrożenie drzewostanów świerkowych w Tatrzańskim Parku Narodowym. Sprawozdanie końcowe z realizacji projektu badawczego: 2 P06L 046 27, Instytut Badawczy Leśnictwa, maszynopis 55 s.
- Grodzki W., Starzyk J.R., Kosibowicz M. 2014. Variability of selected traits of *Ips typographus* (L.) (Col.: Scolytinae) populations in an area affected by bark beetle outbreak in Beskid Żywiecki (Western Carpathians, Poland). *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 56(2): 79-92.
- Grünwald M. 1986. Ecological segregation of bark beetles (*Coleoptera, Scolytidae*) of spruce. *Z. angew. Ent.* 101: 176-187.
- Lindelöw A., Schroeder L.M. 1998. Spruce bark beetle (*Ips typographus*) attack within and outside protected areas after a stormfelling in November 1995. [In:] Grodzki W., Kniżek M., Forster B: Methodology of forest insect and disease survey in Central Europe. Proceedings, First Workshop of the IUFRO WP 7.03.10, Ustroń – Jaszowiec. IUFRO – Forest Research Institute, Warsaw: 177-180.
- Lobinger G. 1996. Variations in sex ratio during outbreak of *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in Southern Bavaria. *Anz. Schädl., Pflanz., Umweltschutz*, 69, 3: 51-53.
- Meier F., Gall R., Forster B. 2003. Ursachen und Verlauf der Buchdrucker-Epidemien (*Ips typographus* L.) in der Schweiz von 1984 bis 1999. *Schweiz. Z. Forstwes.* 11: 437-441.
- 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* 01/2014; 312: 67–77. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.10.020.
- Mezei P., Blaženec M., Grodzki W., Jakuš R. 2017. Influence of different forest protection strategies on spruce tree mortality during a bark beetle outbreak. *Annals of Forest Science*, 74. DOI 10.1007/s13595-017-0663-9.