

Wpływ wybranych elementów charakterystyki drzewostanów na intensywność występowania kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w Beskidzie Żywieckim

Impact of selected stand characteristics on the occurrence of the bark beetle *Ips typographus* (L.) in the Beskid Żywiecki Mountains

Wojciech Grodzki¹, Jerzy R. Starzyk², Mieczysław Kosibowicz¹

¹Zakład Gospodarki Leśnej Regionów Górskich, Instytut Badawczy Leśnictwa, ul. Fredry 39, 30–605 Kraków;

²Katedra Ochrony Lasu, Entomologii i Klimatologii Leśnej, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. 29 Listopada 46, 31–425 Kraków

Tel. +48 12 252 82 12, e-mail: w.grodzki@ibles.waw.pl

Abstract. Recently, Norway spruce stands in Beskid Żywiecki (Western Carpathians) have been plagued by bark beetle outbreak affecting an extensive area over a large range of altitudes. Georeferenced data (2356 records) from 2009–2011 of the volume of felled spruces showing insect infestation in forest sub-compartments were analysed with respect to selected site and stand characteristics. The infestation intensity varied between individual parts of the examined area. Spruce mortality, recorded evenly across all slope expositions, was higher in the zones 800 m – 1000 m and above 1000 m than in the zone below 800 m. The infestation intensity increased slightly with spruce representation in the stands and was higher in stands older than 80 years. There was no clear correlation between spruce mortality and site quality. However, in areas with more diverse and fertile sites mortality was lower. In overall, the results obtained in this study are in line with previous knowledge on the subject, but patterns describing bark beetle preferences in infested areas appear to be less pronounced than those found in earlier publications. Risk assessment and current planning of forest protection measures in stands affected by bark beetle outbreaks should be based on the here described characteristics of spruce susceptibility to insect infection.

Key words: insect outbreak, site, stand characteristics, spatial analysis, *Picea abies*

1. Wstęp

Kornik drukarz *Ips typographus* (L.) jest najgroźniejszym kambiofagiem świerka, który często wykazuje tendencje do masowych, gradacyjnych pojawów, mogących skutkować zamieraniem całych drzewostanów. Gradacje ciągną się nieraz przez wiele lat, obejmując rozległe obszary. W Polsce były one notowane już w XVIII wieku, zarówno na południu, jak i na północy kraju (Capecki 1986; Michalski 1998; Michalski et al. 2004; Grodzki, Michalski 2013).

Jeszcze w ostatniej dekadzie XX wieku drzewostany Beskidu Żywieckiego były uważane, w przeciwieństwie

do lasów Beskidu Śląskiego, za zdrowe, odporne i wolne od choroby opieńkowej (Capecki 1994). Począwszy od roku 2002 w Beskidzie Śląskim i Żywieckim rozwinęła się dynamiczna gradacja kornika drukarza, która w początkowych latach obejmowała drzewostany świerkowe rosnące na niewielkich wysokościach (Grodzki 2004). Proces ten stopniowo rozszerzał się na coraz wyższe położenia górskie, aż do partii szczytowych, przy stałym wzroście zasięgu i intensywności. Głównym czynnikiem sprzyjającym gradacji na tym obszarze jest podatność świerczyn objętych epifitozą choroby opieńkowej (Grodzki 2007a, 2009a), której symptomy stwierdzane są na znacznych obszarach Beskidu Żywieckiego (Lech,

Żółciak 2006). W kulminacyjnym okresie gradacji – w latach 2007–2008 (Szabla 2013) obserwowano, że przy wysokiej liczebności populacji i sprzyjających warunkach pogodowych kornik drukarz atakował również świerczyny w wyższych położeniach górskich (Grodzki 2009b, 2010).

Gradacyjne występowanie kornika drukarza pozostaje zawsze w zależności od dwóch elementów: stanu jego populacji oraz odporności/podatności drzew na jego atak (Christiansen et al. 1987). Stan populacji kornika to oprócz liczebności także struktura płciowa (Lobinger 1996) oraz rozrodczość i stopień wyniszczenia przez zespół wrogów naturalnych, decydujące o dynamice jego liczebności. O podatności świerczyny na atak kornika drukarza decydują m.in. wiek i udział świerka, położenie (wysokość n.p.m. i ekspozycja), warunki siedliskowe oraz stan fizjologiczny i zdrowotny drzew, związany głównie z warunkami hydrotermicznymi (Nef 1994; Jakuš 1995; Dutilleul et al. 2000; Netherer, Nopp-Mayr 2005; Grodzki 2007a,b).

Netherer i Nopp-Mayr (2005), na podstawie wieloczynnikowej analizy wybranych cech drzewostanów rosnących w obszarach chronionych, zaproponowały stosunkowo prosty system oceny podatności drzewostanów, znany jako tzw. system PAS (Predisposition Assessment System). W warunkach polskich gór istotność niektórych spośród tych cech jako źródeł zmienności potwierdzono w odniesieniu do danych dotyczących odłowów chrząszczy kornika drukarza do pułapek feromonowych (Grodzki 2007b), a także – do pewnego stopnia – poprzez analizy przestrzenne nasilenia wydziałania się posuszu zasiedlonego przez owady kambiofagiczne, zarówno w lasach chronionych (Grodzki et al. 2006), jak i gospodarczych (Grodzki 2009b).

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu wybranych cech opisujących siedliska i drzewostany na nasilenie wydziałania się posuszu w końcowej fazie gradacji kornika drukarza w świerczynach Beskidu Żywieckiego, z zastosowaniem analizy danych przestrzennych. Wydaje się bowiem, że wobec dostępności danych cha-

rakteryzujących ukształtowanie terenu oraz cechy drzewostanów, zawartych w Systemie Informacji Przestrzennej Lasów Państwowych (bazy danych i mapy numeryczne), możliwe byłoby ich wykorzystanie do prognozowania zagrożenia gradacyjnym występowaniem kornika drukarza.

2. Teren i metodyka badań

Analizy prezentowane w niniejszej pracy przeprowadzono z wykorzystaniem danych o wydziałaniu się posuszu w latach 2009–2011 w drzewostanach leżących na obszarze Beskidu Żywieckiego w zasięgu dwóch Nadleśnictw: Jeleśnia i Ujsoły. Położone między nimi drzewostany Nadl. Węgierska Górka pominięto, z uwagi na dokonane już w latach wcześniejszych znaczne wylesienia spowodowane gradacyjnym występowaniem kornika drukarza *I. typographus*. Od roku 2002 na obszarze tym miała miejsce jego dynamiczna gradacja, której kulminacja przypadła na lata 2007–2008 (Szabla 2013). Przebieg gradacji był zróżnicowany przestrzennie (Grodzki 2009b), stąd też możliwe było wybranie części tego obszaru znajdujących się w różnych jej fazach.

Dla potrzeb analiz wykonanych w ramach niniejszej pracy zebrano dane dotyczące wielkości cięć sanitarnych w wydziałeniach leśnych Nadleśnictw: Jeleśnia (lata 2009–2010) i Ujsoły (lata 2010–2011), przyporządkowane do 9 kategorii uszkodzeń (tab. 1). Wszystkie dane pochodziły z baz Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP).

Z uzyskanych baz odfiltrowano rekordy dotyczące świerka, a do dalszych analiz wykorzystano wyłącznie dane odnoszące się do drzew zasiedlonych przez owady kambiofagiczne, opisane w systemie symbolem PZ (kod 23).

Do analizy wybranych cech siedliskowo-drzewostanowych, mogących mieć wpływ na wydziałanie się posuszu zasiedlonego, wykorzystano opisy taksacyjne

Tabela 1. Kategorie drewna usuniętego w ramach cięć sanitarnych, rejestrowane w Systemie Informatycznym Lasów Państwowych (SILP)

Table 1. Categories of timber processed within sanitary felling, registered in the State Forests IT System (SILP)

Kategorie Category	Kod rodzaju uszkodzenia Damage code		
	posusz standing dead trees	złomy broken trees	wywroty uprooted trees
Nieokreślony Undetermined	PN (13)	ZN (11)	WN (12)
Zasiedlony Infested by bark beetles	PZ (23)	ZZ (21)	WZ (22)
Opuszczony Left by bark beetles	PO (33)	ZO (31)	WO (23)

zawarte w odpowiednich tabelach baz SILP z nadleśnictw objętych badaniami. Były to w szczególności następujące dane:

- powierzchnia wydzielenia leśnego,
- typ siedliskowy lasu,
- udział świerka (w klasach 10-procentowych)
- wiek świerka (do 80, 81–100 oraz ponad 100 lat).

Dla potrzeb analiz przestrzennych uzyskano z nadleśnictw kopie wybranych warstw map numerycznych, zawierające podział powierzchniowy (oddziały i wydzielenia leśne) oraz warstwice.

Opisy taksacyjne oraz dane dotyczące wydzielenia się posuszu zasiedlonego przez owady kambiofagiczne połączono z warstwą wydzieleni mapy numerycznej, uzyskując geometryczną bazę danych. Uzupełniono ją o atrybuty przestrzenne – wysokość n.p.m. i ekspozycję stoku, uzyskane z cyfrowego modelu terenu wygenerowanego z warstwic. Dla uzyskania tych danych warstwę wydzieleni (poligony) sprowadzono do postaci punktowej, przyporządkowując odpowiednie dane do centroid poligonów. Dane dotyczące wydzielenia się posuszu zasiedlonego poddano standaryzacji, obliczając dla poszczególnych poligonów miąższość pozyskanych drzew przypadającą na 1 ha. W celu urealnienia wyników powierzchnie wydzieleni, do których odnoszono dane zredukowano, przemnażając je przez udział procentowy świerka. Do obliczeń użyto wyłącznie wydzieleni, w których w danym roku zarejestrowano pozyskanie drzew zasiedlonych przez owady kambiofagiczne.

Dane źródłowe zebrane w postaci geometrycznej bazy danych poddano wizualizacji, w celu zobrazowania przestrzennego zróżnicowania nasilenia wydzielenia się świerków zasiedlonych przez kornika drukarza w obszarze badań. Do obróbki danych przestrzennych wykorzystano oprogramowanie ArcView 3.2 z rozszerzeniami.

Przeprowadzono także analizy statystyczne w celu przetestowania istotności wpływu wybranych czynników (cech siedliskowo-drzewostanowych) na zmienność nasilenia wydzielenia się posuszu. Analizy statystyczne prowadzono w kierunku testowania istotności różnic metodą analizy wariancji i testów post-hoc (RIR Tukeya). Obliczenia wykonywano z zastosowaniem oprogramowania MSEXcel oraz Statistica v. 5.0 (StatSoft, Inc. 1997).

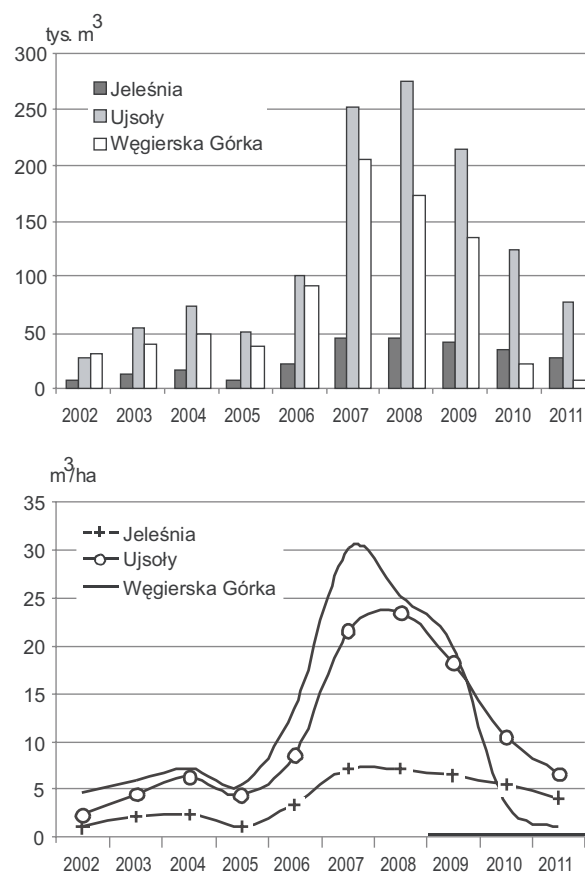
3. Wyniki badań

Charakterystyka obszaru badań

Dane dotyczące nasilenia wydzielenia się drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w latach 2002–2011 wskazują, że ostatnia gradacja, która osiągnęła kulmi-

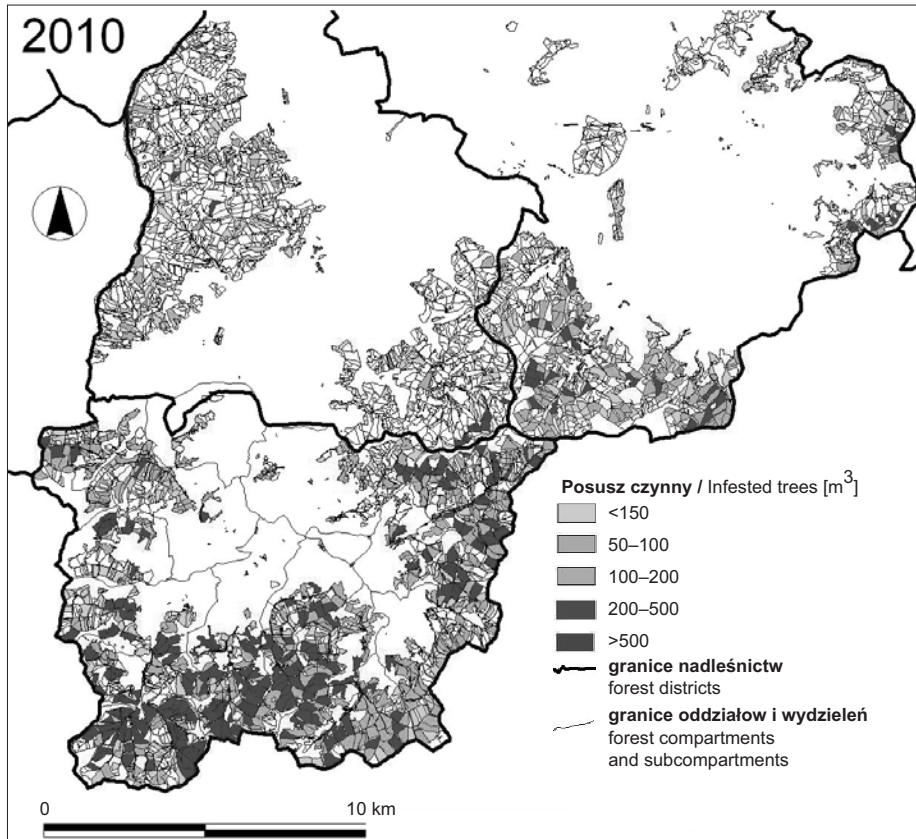
nację w latach 2007–2008, miała przebieg odmienny na terenie każdego z analizowanych nadleśnictw (ryc. 1), jednak we wszystkich jednostkach w okresie prowadzenia badań populacje kornika drukarza znajdowały się w fazie retrogradacji (Nadl. Ujsoły i Węgierska Górka) lub w okresie względnej stabilizacji (Nadl. Jeleśnia).

Dowodem przestrzennego zróżnicowania przebiegu gradacji są wyniki wizualizacji przestrzennego rozkładu miąższości drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w latach 2010–2011 (ryc. 2), zwłaszcza pomiędzy częścią południową tego obszaru, obejmującą Nadl. Ujsoły i Węgierska Górka (retrogradacja) a częścią wschodnią w Nadl. Jeleśnia (stabilizacja). Dla dwóch spośród tych jednostek przeprowadzono analizę szczegółową, której wyniki zamieszczono w dalszej części artykułu. W celu



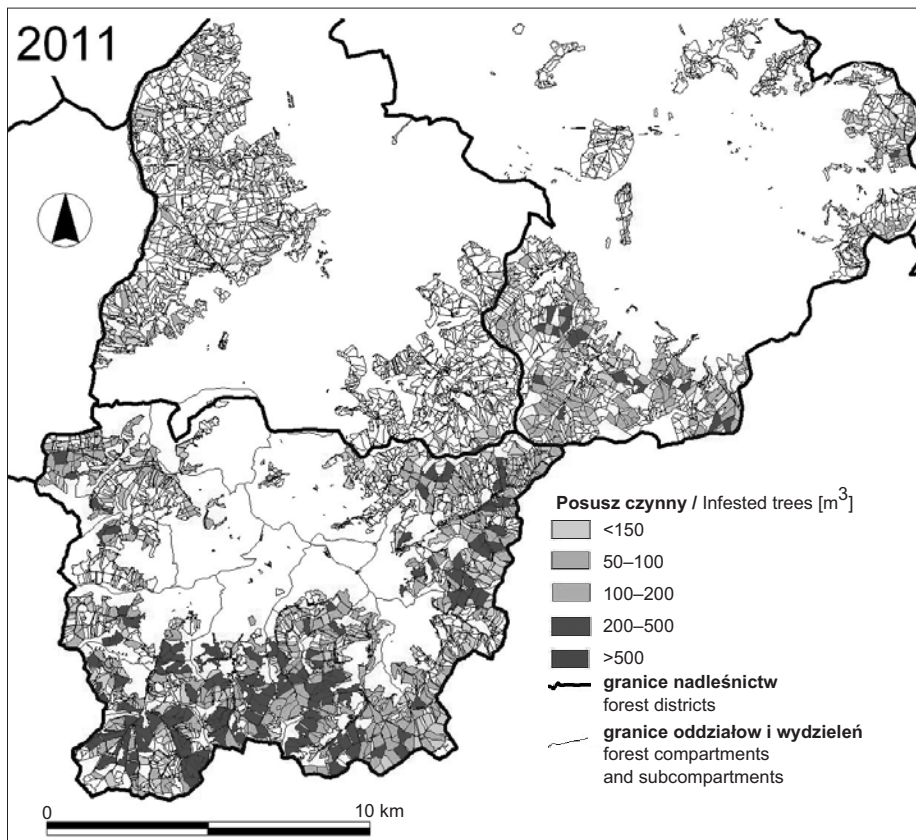
Rycina 1. Miąższość drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w nadleśnictwach Jeleśnia, Ujsoły i Węgierska Górka w latach 2002-2011; u góry – ogółem, u dołu – w przeliczeniu na 1 ha. Zaznaczono okres objęty badaniami.

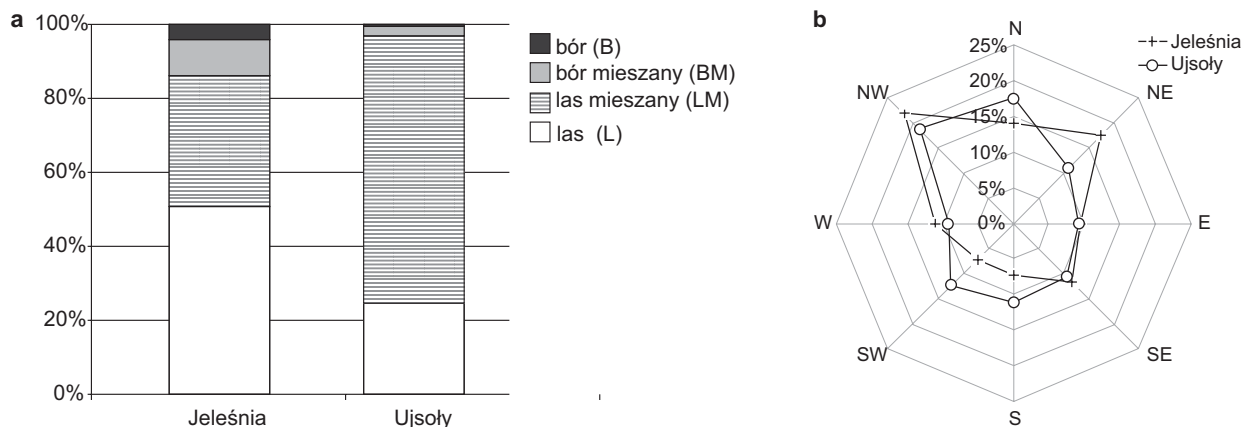
Figure 1. Volume of trees infested by bark beetles in the Forest Districts Jeleśnia, Ujsoły and Węgierska Górka in 2002-2011; in total (above) and per 1 ha of stands (below). The period of research marked by solid line.



Rycina 2. Nasilenie wydziałania się posuszu czynnego w rejonie badań w roku 2010 i 2011

Figure 2. Intensity of spruce mortality due to bark beetle infestation in the study area in 2010 and 2011





Rycina 3. Udział procentowy grup typów siedliskowych lasu (a) oraz rozkład powierzchniowy drzewostanów na poszczególnych ekspozycjach (b) w obrębie Jeleśnia i w Nadl. Ujszoły

Figure 3. The percentage of poor (B) to rich (L) site types (a) and distribution of stands among slope exposures (b) in the Forest Sub-district Jeleśnia and in the Forest District Ujszoły

zachowania jednorodności warunków w obrębie jednego masywu górskiego zakres analizy zawężono do obszaru całego Nadl. Ujszoły (obręby: Ujszoły, Rycerka) oraz obrębu Jeleśnia w Nadl. Jeleśnia, leżącego w Beskidzie Żywieckim (ryc. 2).

Drzewostany objęte badaniami w Nadl. Ujszoły zajmują powierzchnię niecałych 13,1 tys. ha, a w obrębie Jeleśnia – ok. 5,8 tys. ha. Rosną one na zasobnych siedliskach: w obrębie Jeleśnia przeważają grupy siedlisk lasu górskiego (51%) i lasu mieszanego górskiego (35%), a w Nadl. Ujszoły dominują siedliska lasu mieszanego górskiego (72%), przy znacznym (25%) udziale lasu górskiego (ryc. 3a). W ukształtowaniu terenu w obu jednostkach dominują ekspozycje północne (od NE do NW), stanowiące odpowiednio 53 i 47%, przy mniejszym udziale wystaw południowych (ryc. 3b).

Czynniki wpływające na wydzielanie się posuszu

Dla potrzeb pracy zestawiono bazy danych z dwóch analizowanych nadleśnictw. Baza z Nadl. Ujszoły obejmowała 1712 rekordów z obu obrębów, w tym 850 z 2009 roku i 862 z 2010 roku, a baza z obrębu Jeleśnia zawierała 644 rekordy, w tym 334 z 2010 roku i 310 z 2011 roku. Średnia wartość rzeczywista nasilenia wydzielania się posuszu czynnego (przypadająca na 1 ha wydzielania leśnego) w Nadl. Ujszoły w latach 2009–2010 wyniosła 14,51 m³/ha, a w Nadl. Jeleśnia w latach 2010–2011 – 7,70 m³/ha, natomiast wartości odniesione do powierzchni zredukowanej udziałem świerka – odpowiednio 15,68 i 12,21 m³/ha. Wartości rzeczywiste i zredukowane były silnie skorelowane w Nadl. Jeleśnia ($r^2=0,51$; $p<0,05$), a bardzo słabo w Nadl. Ujszoły ($r^2=0,12$; $p<0,05$).

Strefa wysokości n.p.m.

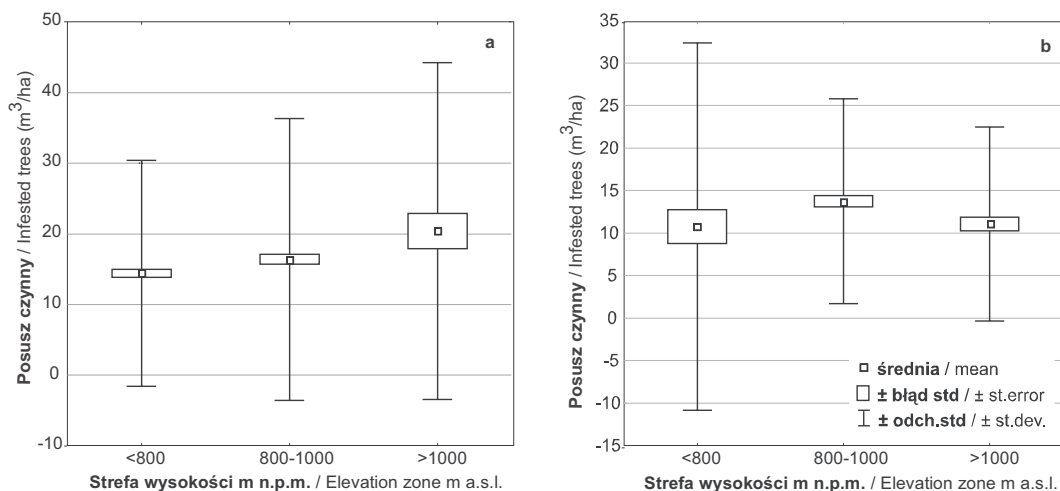
W Nadl. Ujszoły miąższość drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w latach 2009–2010 była największa (20,41 m³/ha) w drzewostanach rosnących w strefie wysokości ponad 1000 m n.p.m. (ryc. 4a), przy czym wpływ czynnika wysokości był statystycznie istotny (tab. 2). Natomiast w Nadl. Jeleśnia w latach 2010–2011 miąższość drzew zasiedlonych była największa (13,6 m³/ha) w drzewostanach rosnących w strefie wysokości 800–1000 m n.p.m. (ryc. 4b), a różnice wynikające z czynnika wysokości także były statystycznie istotne (tab. 2).

Ekspozycja stoku

W obu analizowanych jednostkach posusz czynny wydzieliał się na wszystkich ekspozycjach (ryc. 5), a jego miąższość przeliczona na 1 ha powierzchni zredukowanej wynosiła średnio 15,63 m³ w Nadl. Ujszoły i 12,05 m³ w Nadl. Jeleśnia. W Nadl. Ujszoły najwięcej posuszu czynnego wydzielano na ekspozycji południowo-wschodniej (17,88 m³/ha) oraz zachodniej i południowo-zachodniej (odpowiednio 17,29 i 16,08 m³/ha). W Nadl. Jeleśnia najwięcej posuszu czynnego stwierdzano na ekspozycji wschodniej (14,24 m³/ha) oraz północno-zachodniej i południowo-zachodniej (odpowiednio 13,12 i 12,94 m³/ha). Wpływ czynnika wystawy w żadnym z nadleśnictw nie był statystycznie istotny (tab. 2).

Udział świerka

Nasilenie wydzielania się posuszu czynnego w wartościach rzeczywistych było silnie skorelowane z udziałem świerka w drzewostanie (Nadl. Ujszoły:



Rycina 4. Miąższość drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w strefach wysokości n.p.m. w Nadl. Ujsoły w latach 2009–2010 (a) i w Nadl. Jeleśnia w latach 2010–2011 (b)

Figure 4. Volume of trees infested by bark beetles in elevation zones in Forest District Ujsoły in 2009–2010 (a) and in Forest District Jeleśnia in 2010–2011 (b)

Tabela 2. Wpływ wybranych czynników na wydzielanie się posuszu czynnego w Nadl. Ujsoły i obr. Jeleśnia w latach 2009–2011 roku – wyniki analizy wariancji

Table 2. Effect of selected factors on the spruce mortality due to bark beetle infestation in the Forest District Ujsoły and Forest Sub-district Jeleśnia in 2009–2011 – results of one-way ANOVA

Czynnik Factor	Ujsoły		Jeleśnia	
	F	p	F	p
Strefa wysokości n.p.m. Elevation zone (m a.s.l.)	5,456	**	3,625	*
Ekspozycja stoku Slope exposition	0,790	n.s.	1,311	n.s.
Udział świerka Percentage of spruce	2,192	*	4,062	***
Wiek świerka (przedział) Age of spruce	18,292	***	4,055	*
Typ siedliskowy lasu Forest site type	5,837	**	3,860	**

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; n.s. – brak istotnych różnic / no significant differences

$r^2=0,90$; $p < 0,001$; Nadl. Jeleśnia: $r^2=0,86$; $p < 0,001$). Przy zastosowaniu danych przeliczonych na powierzchnię zredukowaną najwyższe wskaźniki nasilenia wydzielania się posuszu czynnego uzyskano dla drzewostanów o niskim udziale świerka, przy zaznaczającej się w obu nadleśnictwach słabej tendencji wzrostowej wraz ze wzrostem jego reprezentacji w składzie, widocznej zwłaszcza w klasach 4–10 (ryc. 6). Wpływ udziału świerka był statystycznie istotny, zaznaczając się silniej w Nadl. Jeleśnia (tab. 2).

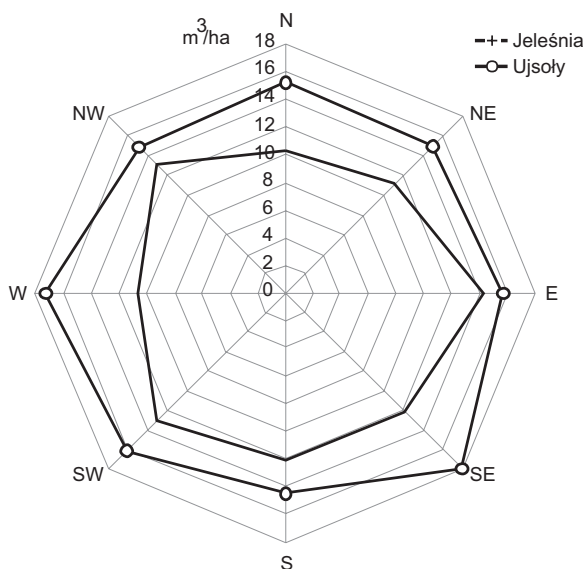
Wiek świerka

Nasilenie wydzielania się posuszu czynnego przyjmowało najwyższe wartości w drzewostanach w

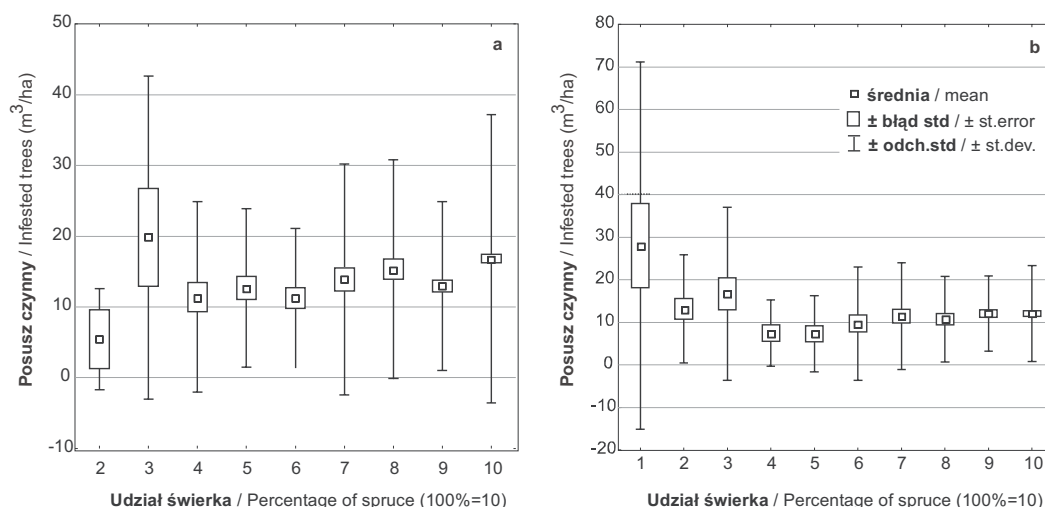
wieku 80–100 lat, a nieco niższe (zwłaszcza w Nadl. Ujsoły) w świerczynach ponad 100-letnich. W obu jednostkach wpływ czynnika wieku był statystycznie istotny, przy czym zaznaczał się silniej w Nadl. Ujsoły (tab. 2), a układ różnic między rozpatrywanymi przedziałami wieku był w obu nadleśnictwach nieco odmienny (ryc. 7).

Siedlisko

W Nadl. Ujsoły wydzielanie się posuszu w roku 2009 obejmowało cztery, a w 2010 – trzy typy siedliskowe lasu. W obu latach dotyczyło ono drzewostanów rosnących na siedliskach lasu górskiego (LG), lasu łęgowego górskiego (LŁG), lasu mieszanego górskiego



Rycina 5. Ilość posuszu zasiedlonego przez kornika drukarza, przypadająca na 1 ha drzewostanów w Nadl. Ujsoły (lata 2009–2010) i Jeleśnia (lata 2010–2011) według ekspozycji stoku
 Figure 5. Volume of trees infested by bark beetles per 1 ha of stands in the Forest District Ujsoły (2009–2010) and Jeleśnia (2010–2011) by the slope exposition

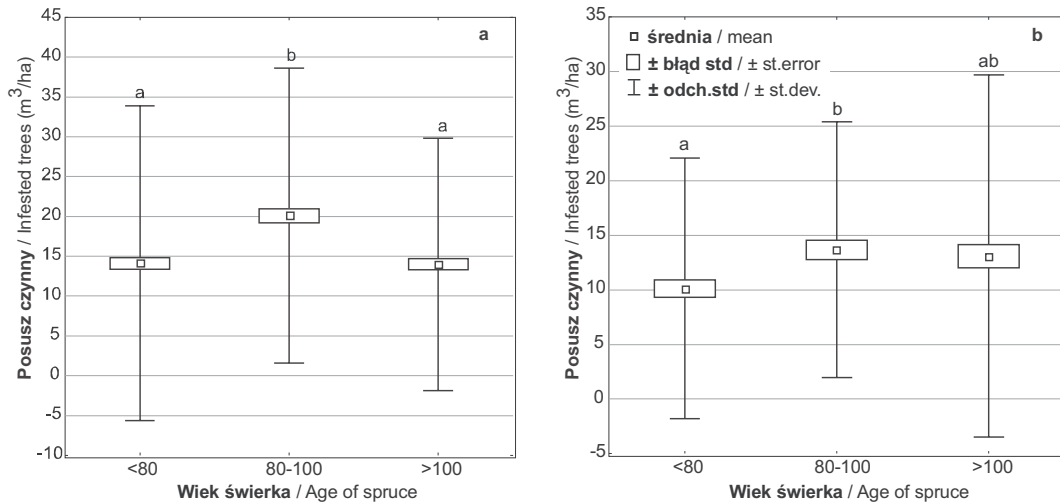


Rycina 6. Miąższość drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w drzewostanach o różnym udziale świerka w Nadl. Ujsoły w latach 2009 i 2010 (a) i w Nadl. Jeleśnia w latach 2010–2011 (b)

Figure 6. Volume of trees infested by bark beetles in the stands with various percentage of spruce in the Forest District Ujsoły in 2009–2010 (a) and Jeleśnia in 2010–2011 (b)

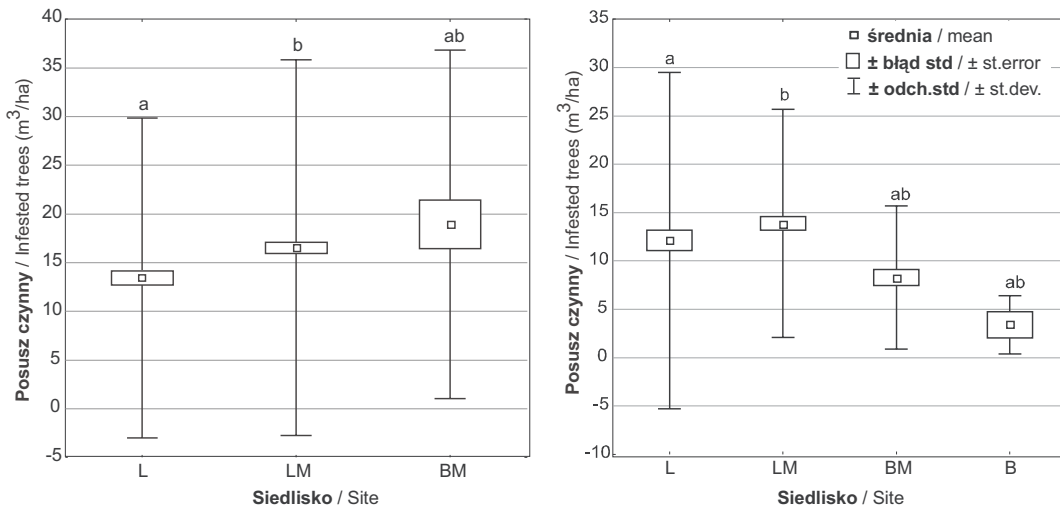
(LMG) i boru mieszanego górskiego (BMG). Natomiast w Nadl. Jeleśnia obejmowało ono 7 typów siedliskowych lasu: lasu górskiego (LG) w dwóch wariantach uwilgotnienia, lasu łągowego górskiego (LŁG), lasu mieszanego górskiego (LMG) w dwóch wariantach uwilgotnienia, boru mieszanego górskiego (BMG) i boru wysokogórskiego (BWG). Dla potrzeb analizy wyróżnione typy siedliskowe zagregowano w cztery grupy żywności: las, las mieszany, bór mieszany i bór. W Nadl. Ujsoły najwyższy średni wskaźnik wydzielania się posuszu czynnego stwierdzono na siedliskach najuboższych (boru mieszanego), a najniższy – na najbogatszych – lasowych (ryc. 8a). Natomiast w Nadl. Jeleśnia wskaź-

nik ten przyjmował najwyższą wartość na siedlisku lasu mieszanego, a nieco niższą na siedlisku boru mieszanego, natomiast na najuboższym siedlisku boru wysokogórskiego wskaźnik ten był najniższy (ryc. 8b). Warto jednak dodać, że w Nadl. Ujsoły na wysokości ponad 1000 m n.p.m. drzewostany z wydzielającym się posuszem występowały jedynie na siedliskach lasu mieszanego i boru mieszanego, podczas gdy w Nadl. Jeleśnia w tej samej strefie wysokości było to 5 typów siedlisk – od borowych po lasowe. Generalnie zasobność siedliska miała istotny wpływ na wydzielanie się posuszu czynnego (tab. 2), jednak kierunek tego wpływu nie był jednakowy w obu jednostkach.



Rycina 7. Miąższość drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w drzewostanach w trzech przedziałach wieku świerka w Nadl. Ujsoły w latach 2009–2010 (a) i w Nadl. Jeleśnia w latach 2010–2011 (b) Różne litery oznaczają różnice statystycznie istotne.

Figure 7. Volume of trees infested by bark beetles in the stands with various age of spruce in the Forest District Ujsoły in 2009–2010 (a) and Jeleśnia in 2010–2011 (b). Different letters indicate statistically significant differences.



Rycina 8. Miąższość drzew zasiedlonych przez kornika drukarza w zależności od siedliskowego typu lasu w Nadl. Ujsoły w latach 2009–2010 (a) oraz Jeleśnia w latach 2010–2011 (b) Różne litery oznaczają różnice statystycznie istotne.

Figure 8. Volume of trees infested by bark beetles in the stands on various site types – from rich (L) to poor (B) in the Forest District Ujsoły in 2009–2010 (a) and Jeleśnia in 2010–2011 (b). Different letters indicate statistically significant differences.

4. Podsumowanie i dyskusja

Podczas badań przeprowadzonych na obszarze dwóch nadleśnictw w ciągu trzech sezonów wegetacyjnych zebrano i przeanalizowano dane opisujące dynamikę wydzielania się świerków zasiedlonych przez kornika drukarza oraz charakteryzujących drzewostany objęte niedawną jego gradacją. Z analizy tej wyłania się skomplikowany układ wpływów cech kształtujących podatność drzewostanów na gradacyjne występowanie

I. typographus. Wiadomo bowiem, że sukces ataku kornika drukarza na świerku zależy zarówno od liczebności populacji atakujących chrząszczy, jak i podatności drzew i wynikających z niej ich zdolności do obrony (Christiansen et al. 1987). Na ryzyko wystąpienia ataku ze strony kornika drukarza wpływają warunki wilgotnościowe (dostępność wody w glebie), a także ekspozycja stoku, udział świerka i trend jego przyrostu (Lexer 1997). Stwierdzone zależności, określone na podstawie danych zebranych w Beskidzie Żywieckim,

pozostają generalnie w zgodności z dotychczasową wiedzą w tym zakresie, potwierdzającą rolę tych czynników w kształtowaniu się podatności drzewostanów na gradację *I. typographus* (Netherer, Nopp-Mayr 2005).

W warunkach górskich istotne znaczenie dla podatności świerka na atak *I. typographus* ma czynnik wysokości nad poziomem morza. W Nadl. Węgierska Górka, leżącym w Beskidzie Śląskim i Żywieckim, gdzie gradacja kornika drukarza przebiegała nieco wcześniej, nasilenie wydzielania się posuszu świerkowego w jej kulminacyjnej fazie (w roku 2008) osiągało najwyższe wartości w strefach 800–1000 i ponad 1000 m n.p.m. (Grodzki 2010). Podobna prawidłowość zarysowała się kilka lat później w sąsiednich nadleśnictwach Beskidu Żywieckiego, gdzie intensywność zamierania zasiedlonych świerków była największa w strefach leżących ponad 800 m n.p.m. Jest to wynik rozszerzania się w ostatnich dziesięcioleciach pionowego zasięgu choroby opieńkowej, kształtującej kondycję świerczyn i ich podatność na atak kornika drukarza (Grodzki 2009b), a obszar Beskidu Żywieckiego to obecnie jeden z najsilniej opanowanych przez tę chorobę regionów Polski (Lech, Żółciak 2006). Mimo odmiennych przyczyn i przebiegu ostatniej gradacji w Beskidach oraz tej z lat 80. XX wieku w Sudetach Zachodnich, w obu przypadkach drzewostany rosnące w wyższych położeniach górskich okazały się być najbardziej podatne na atak kornika drukarza (Grodzki 2009a).

W obu analizowanych jednostkach posusz czynny wydzieliał się na wszystkich ekspozycjach, a różnice między nimi były niewielkie. Najwyższe jego nasilenie stwierdzono na wystawach od wschodniej przez południową do zachodniej, choć w terenie badań wyraźnie dominują ekspozycje zbliżone do północnej. Jest to generalnie zgodne z dotychczasową wiedzą o preferencjach kornika drukarza (Grodzki et al. 2006), zwłaszcza względem nasłonecznienia drzewostanu (Lobinger, Skatulla 1996; Turčani et al. 2000; Netherer, Nopp-Mayr 2005). Silne wydzielanie się posuszu na wszystkich wystawach wskazuje jednak, że w warunkach gradacji mechanizmy wyboru u kornika drukarza ulegają znacznemu osłabieniu (Grodzki 2013).

Istotną cechą determinującą ryzyko rozrodu kornika drukarza jest duży udział świerka, zwłaszcza w formie monokultur, a także jego wysoki wiek (Lexer 1997; Netherer, Nopp Mayr 2005; Grodzki 2007b). W obu nadleśnictwach wydzielanie się posuszu czynnego wyrażone w wartościach rzeczywistych wzrastało wraz ze zwiększającym się udziałem świerka, co jest bezpośrednim efektem ilości dostępnego materiału lęgowego. Wysokie zredukowane wskaźniki miąższościowe wydzielania się posuszu czynnego w drzewostanach o niskim (10–30%) udziale świerka, także tam, gdzie drzewostany takie otoczone są litymi lub niemal litymi

świerczynami, mogą wskazywać na wspomniane wcześniej osłabienie mechanizmów wyboru w warunkach gradacji. Biorąc pod uwagę wysoki udział świerka w drzewostanach obu jednostek, wynoszący 75% na obszarze obrębu Jeleśnia oraz 93% w Nadl. Ujsoły (Wyniki aktualizacji stanu powierzchni leśnej 2010), można przyjąć, że sytuacje takie zdarzają się powszechnie. Wyrównane (o słabym trendzie wzrostowym) ilości posuszu drzewostanach w kolejnych klasach udziału świerka dowodzą wysokiej presji kornika drukarza na drzewostany, w których występuje ten gatunek drzewa.

Ryzyko wystąpienia gradacji kornika drukarza wzrasta wraz z wiekiem świerka. O odporności drzew w pierwszej połowie życia decyduje ich znaczna żywotność, objawiająca się zwiększającym się – do ok. 50–65 lat – przyrostem (Capecki 1981). Najbardziej podatne na ten atak są drzewostany w wieku ponad 100 lat (Becker, Schröter 2000; Netherer, Nopp Mayr 2005). W naturalnych drzewostanach Tatrzańskiego Parku Narodowego intensywność zamierania drzew zasiedlonych przez kornika drukarza wzrastała liniowo wraz z wiekiem świerka, a największa była w świerczynach ponad 180-letnich (Grodzki et al. 2006). Stwierdzone w Nadl. Ujsoły najwyższe tempo wydzielania się drzew zasiedlonych w drzewostanach w wieku 80–100 lat, a w Nadl. Jeleśnia – w wieku powyżej 100 lat, wpisuje się w prawidłowości znane z literatury. Oczywistym jest także, że w starszych i najstarszych drzewostanach zapas jest większy, co z pewnością także wpłynęło na uzyskanie wartości wskaźników miąższościowych.

Warunki siedliskowe, zwłaszcza zawartość składników odżywczych w glebie, mają istotne znaczenie dla podatności świerczyn na atak kornika drukarza (Nef 1994; Dutilleul et al. 2000). Kula (1992) wspomina o typach siedliskowych zbliżonych do lasu mieszanego, w których stwierdził zwiększone wydzielanie się posuszu. Natomiast wyniki z Beskidów są niejednoznaczne. W Nadl. Ujsoły, o mniejszym zróżnicowaniu siedlisk, wydzielanie się posuszu czynnego było największe na siedliskach uboższych (bór mieszany), których udział powierzchniowy był największy (72%), a najmniejsze – na siedliskach najbogatszych (las). Natomiast w bardziej urozmaiconym siedliskowo Nadl. Jeleśnia posusz wydzieliał się najsilniej na siedlisku lasu mieszanego i boru mieszanego, stanowiących w sumie 45% powierzchni obrębu, a najsłabiej na najuboższym siedlisku boru wysokogórskiego, którego udział wynosił 4%. Możliwym jest, że na taki układ wyników decydujący wpływ miał udział poszczególnych typów siedliskowych lasu. Warto natomiast zauważyć, że na obszarze obrębu Jeleśnia, o generalnie zasobniejszych siedliskach, ogólny poziom wydzielania się posuszu czynnego był niższy niż na terenie Nadl. Ujsoły.

5. Wnioski

1. Największy wpływ na nasilenie wydzielania się posuszu czynnego w analizowanych nadleśnictwach Beskidu Żywieckiego miały: udział procentowy i wiek świerka w drzewostanach, a mniejszy – strefa wysokości n.p.m. i warunki siedliskowe. Ekspozycja stoku nie miała istotnego znaczenia dla podatności drzewostanów na występowanie kornika drukarza.

2. Niejednoznaczne wyniki analiz dotyczących preferencji kornika drukarza w zakresie badanych cech drzewostanów wskazują na rozluźnienie mechanizmów wyboru przez niego drzew do zasiedlenia w warunkach gradacji i silnej presji na drzewostany.

3. Analiza wybranych cech drzew i drzewostanów świerkowych w warunkach górskich może być wykorzystana do prognozowania ich podatności na gradacje kornika drukarza.

4. Metoda ta powinna znaleźć zastosowanie w planowaniu i realizacji aktywnej ochrony przed kornikiem drukarzem zarówno drzewostanów gospodarczych, jak i lasów w obszarach objętych statusem ochrony czynnej.

Podziękowania

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010–2013 jako projekt badawczy, na podstawie decyzji nr 4278/B/P01/2010/38.

Autorzy serdecznie dziękują nadleśnictwom Ujsoły i Jeleśnia za udostępnienie danych z baz SILP oraz warstw mapy numerycznej, wykorzystanych w niniejszej pracy.

Literatura

Becker T., Schröter H. 2000. Ausbreitung von rindenbrütenden Borkenkäfern nach Sturmschäden. *Allgemeine Forstzeitung*, 55: 280–282.

Capecki Z. 1981. Zasady prognozowania zagrożenia oraz ochrona górskich lasów świerkowych przed owadami na tle szkód wyrządzanych przez wiatr i okiść. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 584: 3–44.

Capecki Z. 1986. Gradacja zagrożenia lasów górskich i możliwości ich ochrony. *Sylwan*, 2/3: 13–23.

Capecki Z. 1994. Rejony zdrowotności lasów zachodniej części Karpat. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 778/782: 61–125.

Christiansen E., Waring R.H., Berryman A.A. 1987. Resistance of Conifers to Bark Beetle Attack: Searching for General Relationships. *Forest Ecology and Management*, 22: 89–106.

Dutilleul P., Nef L., Frigon D. 2000. Assessment of site characteristics as predictors of the vulnerability of Norway

spruce (*Picea abies* Karst.) stands to attack by *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 124: 1–5.

Grodzki W. 2004. Zagrożenie górskich drzewostanów świerkowych w zachodniej części Beskidów ze strony szkodników owadzi. *Leśne Prace Badawcze*, 2: 35–47.

Grodzki W. 2007a. Spatio-temporal patterns of the Norway spruce decline in the Beskid Śląski and Żywiecki (Western Carpathians) in southern Poland. *Journal of Forest Science*, 53 (Special Issue): 38–44.

Grodzki W. 2007b. Wykorzystanie pułapek feromonowych w monitoringu kornika drukarza w wybranych parkach narodowych w Karpatach. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Rozprawy i monografie*. 8, Sękocin Stary Instytut Badawczy Leśnictwa, s. 1–127. ISBN 978-83-87647-69-8.

Grodzki W. 2009a. Forest decline in mountain spruce stands affected by bark beetle outbreaks in Poland. Attempt to spatial characteristics. *Forest, Wildlife and Wood Sciences for Society Development*. Prague, 16–18. April 2009: 259–266.

Grodzki W. 2009b. Przestrzenne uwarunkowania rozwoju obecnej gradacji kornika drukarza *Ips typographus* (L.) w Beskidzie Śląskim i Żywieckim. *Prace Komisji Nauk Rolniczych, Leśnych i Weterynaryjnych PAU*, 11: 73–82.

Grodzki W. 2010. The decline of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. stands in Beskid Śląski and Żywiecki: theoretical concept and reality. *Beskydy*, 3(1): 19–26.

Grodzki W. 2013. Cechy siedliska i drzewostanu. w: W. Grodzki (red.) *Kornik drukarz *Ips typographus* (L.) i jego rola w ekosystemach leśnych*. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: 95–99.

Grodzki W., Jakuš R., Lajzová E., Sitková Z., Mączka T., Škvarenina J. 2006. 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., Michalski J. 2013. Historia gradacji kornika drukarza. w: W. Grodzki (red.) *Kornik drukarz *Ips typographus* (L.) i jego rola w ekosystemach leśnych*. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: 109–125.

Jakuš R. 1995. Bark beetle (Col. Scolytidae) communities and host and site factors on tree level in Norway spruce primeval natural forest. *Journal of Applied Entomology*, 119: 643–651.

Kula E. 1992. Poznámky k disperzi kůrovcové hmoty v porostech Lesního závodu Horní Blatná. *Lesnictví – Forestry*, 38(3–4): 221–238.

Lech P., Żółciak A. 2006. Uwarunkowania występowania opieńkowej zgnilizny korzeni w lasach Beskidu Żywieckiego. *Leśne Prace Badawcze*, 2: 33–49.

Lexer M.J. 1997. Risikoanalyse und Ableitung waldbaulicher Massnahmen zur Beeinflussung des Borkenkäferisikos in Fichtenbeständen. W: Müller F. (Hrsg.). *Waldbau an der unteren Waldgrenze. FBVA-Berichte*, 95: 79–89.

Lobinger G. 1996. Variations in sex ratio during an outbreak of *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) in Southern Bavaria. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz Umweltschutz*, 69: 51–53.

- Lobinger G., Skatulla U. 1996. Untersuchungen zum Einfluss von Sonnenlicht auf das Schwärmverhalten von Borkenkäfern. *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz Umweltschutz*, 69, 183–185.
- Michalski J. 1998. Gradacje kornikowe w ostatnim 50-leciu w drzewostanach świerkowych Polski. w: A. Boratyński, W. Bugała (red.) *Biologia świerka pospolitego*. Poznań, Bogucki Wydawnictwo Naukowe: 468–508.
- Michalski J., Starzyk J.R., Kolk A., Grodzki W. 2004. Zagrożenie świerka przez kornika drukarza – *Ips typographus* (L.) w drzewostanach Leśnego Kompleksu Promocyjnego „Puszcza Białowieska” w latach 2000–2002. *Leśne Prace Badawcze*, 3: 5–30.
- Nef L. 1994. Estimation de la vulnérabilité de pessières aux attaques d'*Ips typographus* L. à partir de caractéristiques stationnelles. *Silva Belgica*, 101, 4: 7–14.
- Netherer S., Nopp-Mayr U. 2005. Predisposition assessment systems (PAS) as supportive tools in forest management – rating of site and stand-related hazards of bark beetle infestation in the High Tatra Mountains as an example for system application and verification. *Forest Ecology and Management*, 207: 99–107.
- StatSoft, Inc. 1997. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK. StatSoft, Inc., <http://www.statsoft.com>
- Szabla K. 2013. Praktyczna realizacja strategii ograniczania liczebności kornika drukarza na przykładzie świerczyn Beskidu Śląskiego i Żywieckiego w latach 2007–2010. w: W. Grodzki (red.). *Kornik drukarz *Ips typographus* (L.) i jego rola w ekosystemach leśnych*. Warszawa, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych: 161–178.
- Turčani M., Pajtik J., Pôbis I., Zúbrik M. 2000. Relationship between amounts of trees killed by *Ips typographus* and orientation of slopes in model area Vajskovska – Lomnista valley in Slovakia. w: Knižek M., Forster B., Grodzki W. *Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe. Proceedings of the IUFRO WP 7.03.10 Workshop, September 24–28, 2000, Bușteni, Romania: 178–180.*
- Wyniki aktualizacji stanu powierzchni leśnej i zasobów drzewnych w Lasach Państwowych na dzień 1 stycznia 2009 r. Praca wykonana przez Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej na zamówienie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych. DGLP Warszawa, 2010.

Wkład autorów

W.G. – koncepcja i projekt badań, opracowanie metodyki, analiza i interpretacja danych, przegląd literatury, przygotowanie maszynopisu; J.R.S. – projekt badań, opracowanie metodyki, przegląd literatury, przygotowanie maszynopisu; M.K. – opracowanie metodyki, pozyskanie i zestawienie danych, przygotowanie maszynopisu.