

## Ocena stopnia uszkodzenia liści drzewostanów dębowych Nadleśnictwa Wołów dotkniętych klęską powodzi\*

Assessment of leaf damage in oak stands in the flood-affected Wołów Forest Division\*

Robert Kuźmiński<sup>1\*\*</sup>, Wojciech Szewczyk<sup>2</sup>, Ignacy Korczyński<sup>1</sup>, Piotr Łakomy<sup>2</sup>

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny, <sup>1</sup>Katedra Entomologii Leśnej,

<sup>2</sup>Katedra Fitopatologii Leśnej, ul. Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

\*\*Tel. +48 61 8487677, fax +48 61 8487679, e-mail: robertk@up.poznan.pl

**Abstract.** This study examines the effect of flood on oak stands in the Wołów Forest Division by assessing the loss of leaf area due to insect feeding as determined in laboratory analyses of samples collected from standing trees. We compared stands, in which water stagnated for at least one month and stands with no water stagnation. It was found that the mean damage to the carbon assimilating organs of stands with stagnating water was lowered by approximately 6% compared to stands that were not affected by flood. Thus, no definite effect of flood contributing to losses of carbon assimilating organs in oak trees could be shown.

**Keywords:** flood, defoliation, Wołów Forest Division, oak die-back, pest insects, oak stands

\*Tezy zawarte w niniejszym artykule zostały zaprezentowane na konferencji ekonomiczno-leśnej „Ekonomiczne problemy realizacji wielofunkcyjnej gospodarki leśnej w Polsce” – Kołobrzeg, 4–6 grudnia 2013 r.

### 1. Wstęp

Woda istotnie wpływa na wzrost, rozwój i egzystencję roślin. Jej niedostatek, spowodowany np. długotrwałymi suszami czy wahaniami poziomu wód gruntowych, wymienia się często wśród przyczyn zamierania drzewostanów dębowych (Oszako 2000, 2002; Bernadzki, Gryniewicz 2006; Oszako 2007).

Susza, jako jeden z czynników stresu, osłabia drzewa, które stają się bardziej podatne na działanie patogenów grzybowych i szkodników wtórnych (Sierota 2001; Łakomy 2004; Dobrowolska 2010 za Drenkhan, Hanso 2004; Hill et al. 2005; Bendel et al. 2006; Jabłoński et al. 2013). Brak wody, poprzez wpływ na stan fizjologiczny drzew, pośrednio oddziałuje również na owady. Osłabia m.in. oddychanie drzew, zwiększając zawartość cukrów w liściach, co skutkuje zmniejszeniem śmiertelności fitofagów i większą płodnością samic (Szujcecki 1980).

Wśród czynników negatywnie wpływających na drzewa wymienia się także powódzie. Zaliczane są one do grupy tzw. zakłóceń naturalnych, abiotycznych (Dobrowolska 2010). Mimo że ich występowanie jest znacznie rzadsze niż okresów suszy, to negatywny wpływ może się okazać znacznie bar-

dziej niebezpieczny i długotrwały. Zależy on przede wszystkim od pory roku, w jakiej miała miejsce powódź oraz od czasu stagnowania wody.

Oddziałując na drzewa, powódzie wpływają także na owady, a przede wszystkim na ich stadia związane ze środowiskiem glebowym. Mogą być bezpośrednią przyczyną zwiększonej śmiertelności w wyniku zatopienia owadów np. w stadium zimującym (Oprychałowa 1994). Zbyt wilgotna, mokra gleba, przylegając do ciała owadów, utrudnia im oddychanie, co może prowadzić do ich śmierci (Szujcecki 1980). Powódzie wpływają na owady również w sposób pośredni. W wilgotnej glebie uaktywniają się niekorzystne dla owadów czynniki, np. grzyby patogeniczne i nicienie (Oprychałowa 1994). Tym samym powódź może wpływać niekorzystnie na drzewa i drzewostany, powodując ich zamieranie, bądź korzystnie – ograniczając szkodliwe gatunki owadów, które znajdują się w tym czasie w glebie.

Celem pracy była ocena wpływu stagnowania wody na stopień uszkodzenia aparatu asymilacyjnego dębów przez owady. Pracę zrealizowano na wybranych powierzchniach Nadleśnictwa Wołów, dwukrotnie dotkniętych klęską powodzi w latach 1997 i 2010.

Wpłynęło: 26.08.2014 r., zrecenzowano: 29.09.2014 r., zaakceptowano: 8.04.2015 r.

## 2. Metodyka

Na terenie Nadleśnictwa Wołów (RDLP Wrocław) wybrano 10 powierzchni badawczych zlokalizowanych w drzewostanach dębowych (tab. 1). Przy ich doborze kierowano się czasem stagnowania wody, wybierając powierzchnie, na których w trakcie powodzi w 1997 roku woda stagnowała około 3 miesiące, natomiast w roku 2010 około miesiąca. Na każdej powierzchni wytypowano i trwale oznakowano po 25 drzew (Db) oraz dokonano oceny wyjściowej każdego z nich na podstawie szczegółowej analizy stanu korony (uwzględniając m.in. zamierające konary, usychające wierzchołki pędów, przerzedzenie korony) i pni (występowanie „wilków”, pęknięć, plam, owocników grzybów, zerowisk owadów, zabitek).

Drzewa na powierzchniach badawczych podzielono na trzy grupy: przeciętne, słabsze i silniejsze od przeciętnych. Z każdej grupy wybrano losowo po jednym drzewie, z którego pobierano fragmenty gałęzi ze środkowych (dobrze nasłonecznionych) części koron (ryc. 1). Następnie laboratoryjnie określano

procent uszkodzonych przez owady liści i rozkład uszkodzeń według ich stopnia: nieuszkodzone oraz uszkodzone w następujących przedziałach: do 5%, 6–12 %, 13–25%, 26–50%, 51–75% i ponad 75%. Określono również rodzaj uszkodzeń.

W ramach pojedynczej próby poddawano kontroli co najmniej 200 liści. Następnie uzyskane wyniki posłużyły do oceny stopnia uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew. W tym celu wykorzystano metodę Towsenda-Haubergera (Czerniakowski 2008):

$$S_u = \frac{\sum nh}{HN} \times 100$$

gdzie:

$S_u$  – stopień uszkodzenia liści, %,

$n$  – liczba liści w poszczególnych stopniach uszkodzenia,

$h$  – stopień uszkodzenia liści od najmniejszego do największego, %,

$H$  – najwyższy stopień skali porażenia,

$N$  – całkowita liczba badanych liści w próbie.

**Tabela 1. Charakterystyka powierzchni badawczych\***

Table 1. Characteristics of experimental sites\*

Oddział Compartment	Skład gatunkowy Species composition	Typ siedliskowy lasu Forest site type	Powierzchnia Area [ha]	Zwarcie Closure	Zadrze- wienie Stocking	Bonitacja Quality class	Wiek Age	Wpływ powodzi The effect of flood
321a	Db	Lł	11,08	umiarkowane moderate	0,8	II	71	woda stagnująca stagnating water
331a	8Db 2Lp	Lł	20,58	umiarkowane moderate	1,1	II	81	woda stagnująca stagnating water
249c	4Db 2Db 2Ol 1Brz	Lw	3,69	umiarkowane moderate	1,0	II I II II	85	poza obszarem powodzi outside flood area
50b	Db	Lł	7,6	przerwane broken	0,8	II	96	woda stagnująca stagnating water
144k	9Db 1Lp	Lł	3,92	umiarkowane moderate	1	I	81	woda stagnująca stagnating water
144f	Db	Lł	2,5	przerwane broken	0,8	III	126/86	woda stagnująca stagnating water
334b	7Db 3Lp	Lł	2,9	umiarkowane moderate	0,9	II	101	woda stagnująca stagnating water
41i	5Db 5Lp	Lśw	1,37	przerwane broken	1,1	II	91	bez stagnowania wody outside flood area
143m	8Db 2Lp	Lł	1,68	umiarkowane moderate	0,9	I	86	woda stagnująca stagnating water
19a	9Db 1Św	Lśw	5,32	umiarkowane moderate	0,8	II	101	poza obszarem powodzi outside flood area

**Objaśnienia** / Explanations: Brz – brzoza / beech, Db – dąb / oak, Lp – lipa / linden, Św – świerk / spruce; Lł – las łęgowy / flood plain forest, Lśw – las świeży / fresh hardwood forest, Lw – las wilgotny / moist hardwood forest.

\*źródło / source: Plan Urządzania Lasu Nadleśnictwa Wołów..., 2005



Na bazie pobranego materiału (ryc. 1) dokonano laboratoryjnej oceny rozmiaru uszkodzeń aparatu asymilacyjnego wybranych drzew, a następnie na tej podstawie określono przeciętny stopień uszkodzenia liści. W celu przeprowadzenia analizy statystycznej wyniki procentowe przekształcono przy pomocy formuły Bliss'a (Snedecor, Cochran 1976).

### 3. Wyniki

Ślady żeru owadów znajdowały się na większości liści. Na każdej powierzchni badawczej przeciętny procent uszkodzonych blaszek liściowych oscylował w granicach 90–100%. Tylko w jednym przypadku (oddz. 144k) był niższy i wynosił 85% (tab. 2).

W ujęciu ogólnym stwierdzono podobny procent uszkodzonych liści w obu grupach drzewostanów (popowodziowych i kontrolnych). Przeprowadzona analiza (test t dla grup niezależnych) nie wykazała statystycznie istotnych różnic na poziomie istotności  $\alpha=0,05$  ( $p=0,484414$ ). Porównując odse-

tek liści uszkodzonych w poszczególnych stopniach, można zauważyć, że w zakresie powyżej 25% uszkodzenia blaszki liściowej było ich więcej w drzewostanach, w których woda nie stagnowała (ryc. 2).

Mimo porównywalnej przeciętnej liczby uszkodzonych liści w drzewostanach popowodziowych i bez wpływu powodzi średni ubytek powierzchni aparatu asymilacyjnego ( $S_{u(pow.)}$ ) określony na podstawie metody Townsenda-Haubergera był niższy w drzewostanach, w których woda stagnowała (ryc. 3). Wynosił on dla tych powierzchni około 56%, natomiast w drzewostanach kontrolnych – 62%.

W zakresie rodzaju uszkodzeń zarysowały się pewne prawidłowości (ryc. 4). Liście bez uszkodzeń, podobnie jak te z otworami w blaszkach, stanowiły w obu grupach drzewostanów poniżej 5%. Poza minowaniem, które było większe w drzewostanach ze stagnującą wodą, pozostałe rodzaje uszkodzeń przeciętnie częściej występowały w drzewostanach kontrolnych. Jednak nawet minowanie charakteryzowało się stosunkowo dużą zmiennością w ramach danej grupy drzewostanów.

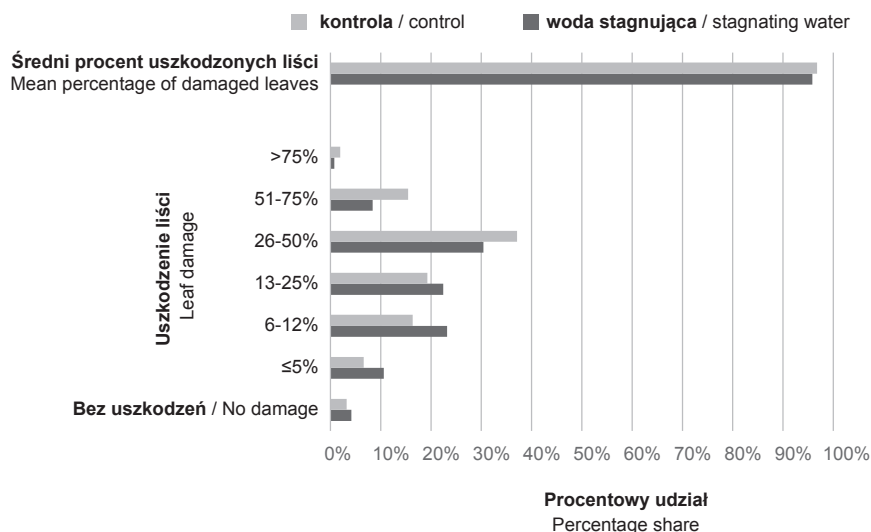


Rycina 1. Pobieranie materiału badawczego z drzew (Nadleśnictwo Wołów)  
Figure 1. Collection of experimental material from trees (Wołów Forest Division)

**Tabela 2. Stopień uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew na powierzchniach badawczych**

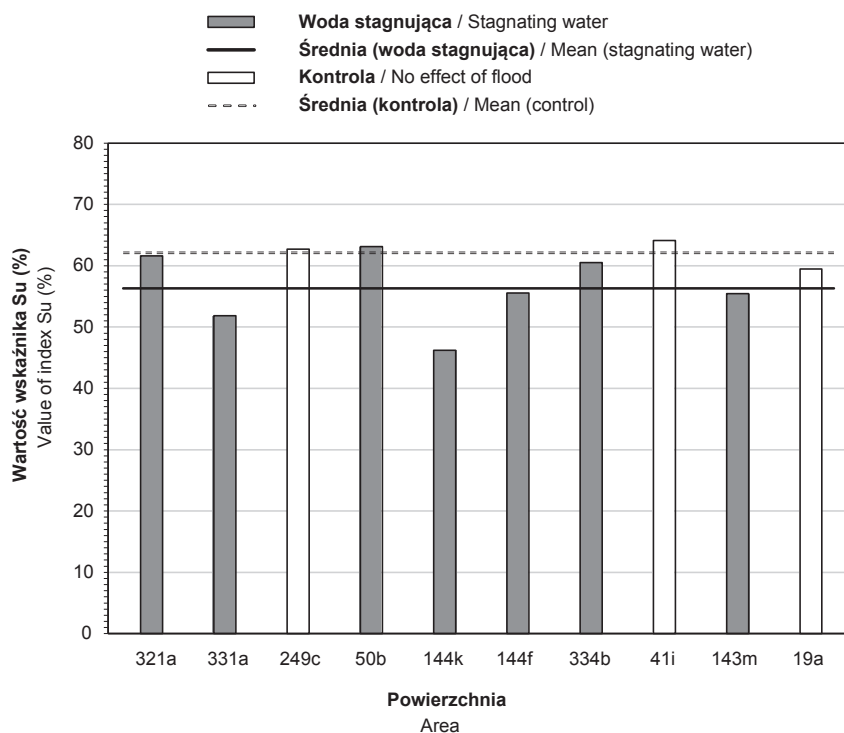
Table 2. The degree of assimilating organ damage in trees growing on experimental sites

Oddział Compartment	Nr drzewa No. of tree	Stopień uszkodzenia liści-drzew kontrolnych $S_{u(1-3)}$ (%) Degree of leaf damage in control trees $S_{u(1-3)}$ (%)	Wielkość uszkodzeń Damage volume (%)							Średni stopień uszkodzenia liści $S_{u(100)}$ (%) Mean degree of leaf damage $S_{u(100)}$ (%)	Procent uszkodzonych liści Percentage of damaged leaves (%)	
			bez uszkodzeń no damage	$\leq 5$	6–12	13–25	26–50	51–75	$>75$		drzewa kontrolne control trees	średnio mean
321a	12	58,18									100,00	
	1	66,50	0,16	6,49	19,16	21,59	42,05	10,23	0,32	61,61	100,00	99,84
	5	60,14									99,52	
331a	7	55,32									98,58	
	1	46,11	3,50	12,18	33,33	24,81	22,68	3,50	0,00	51,82	92,27	96,50
	13	54,04									99,06	
249c	2	72,11									100,00	
	22	53,32	1,29	5,83	18,61	19,09	39,32	14,24	1,62	62,70	96,24	98,71
	23	62,68									100,00	
50b	2	67,93									99,78	
	5	59,29	2,57	4,08	16,31	21,60	38,37	15,71	1,36	63,11	95,72	97,43
	17	62,21									96,79	
144k	15	45,76									92,39	
	10	41,50	10,49	20,26	30,75	19,11	15,09	4,17	0,14	46,19	85,40	89,51
	1	51,30									92,00	
144f	23	58,98									93,36	
	6	51,39	5,91	11,15	20,44	25,17	26,69	8,95	1,69	55,54	90,29	94,09
	1	56,25									100,00	
334b	2	58,05									98,31	
	13	65,32	1,64	5,06	18,90	26,19	40,33	7,29	0,60	60,49	99,07	98,36
	10	58,12									97,73	
41i	24	58,73									97,36	
	14	73,18	1,89	6,36	14,91	19,09	36,88	18,29	2,58	64,10	98,78	98,11
	20	60,40									98,22	
143m	4	67,23									98,97	
	15	42,75	4,90	14,97	23,64	18,60	27,69	8,95	1,26	55,44	89,80	95,10
	20	56,34									97,37	
19a	1	54,26									90,22	
	12	63,36	6,49	7,68	15,57	19,66	35,13	13,77	1,70	59,46	95,20	93,51
	24	60,77									94,86	



**Rycina 2. Procentowy rozkład średnich uszkodzeń aparatu asymilacyjnego drzew**

Figure 2. Percentage distribution of mean assimilating organ damage in trees



**Rycina 3. Przeciętny ubytek powierzchni aparatu asymilacyjnego określony metodą laboratoryjną**

Figure 3. Average loss of assimilating organ area determined in laboratory analyses

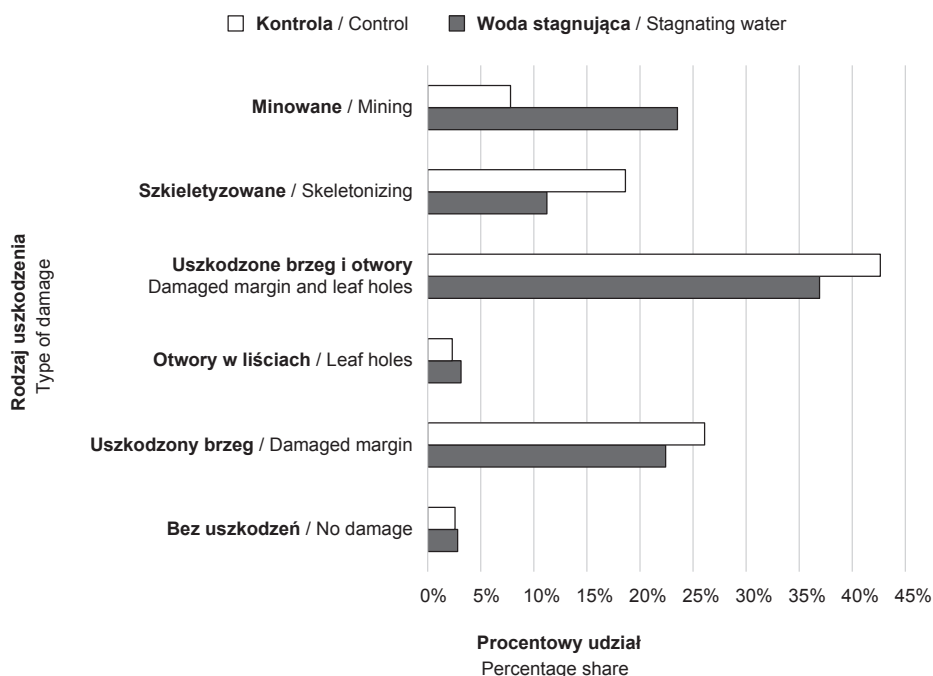
#### 4. Dyskusja

Drzewostany dębowe Nadleśnictwa Wołów od dłuższego czasu zaliczane były do drzewostanów o wysokim stopniu uszkodzenia (Szewczyk, Czeryba 2010). Badania prowadzone w latach dziewięćdziesiątych XX wieku wykazały średnią defoliację drzew wynoszącą ok. 45%, spowodowaną prawdopodobnie obniżeniem poziomu wód gruntowych tego obszaru (Dmyterko, Bruchwald 1998). W roku 1997 teren ten dotknęła powódź. Woda stagnowała miejscami nawet około trzech miesięcy, powodując zamieranie drzew (Praca zbiorowa 2001). Kolejne badania przeprowadzone w latach 2001–2002 wykazały średnią defoliację na poziomie 21,9%, przy czym więk-

szkość drzew znalazła się w klasie defoliacji 10–25%, a nie jak poprzednio 30–40%. Stwierdzono, że po powodzi nastąpiła poprawa witalności koron (Dobrowolska 2007). Z kolei badania prowadzone na wybranych powierzchniach Nadleśnictwa Wołów w latach 2001–2003 wykazały średnią defoliację rzędu 46% i 56%, przy czym prawie 97% dębów analizowanych na tych powierzchniach zaliczonych zostało do 2. lub 3. klasy defoliacji, co odpowiada uszkodzeniu aparatu asymilacyjnego powyżej 25% (Tarasiuk, Szczepkowski 2006).

Badania przeprowadzone 2 lata po powodzi z 2010 r. pozwoliły na bezpośrednie porównanie stopnia uszkodzenia liści drzewostanów, w których woda stagnowała w trakcie powodzi z lat 1997 i 2010 z drzewostanami, gdzie to zjawi-





**Rycina 4. Procentowy udział poszczególnych rodzajów uszkodzeń liści**

Figure 4. Percentage share of individual leaf damage types

sko nie wystąpiło. Mimo krótszego okresu stagnowania wody i dwóch lat jakie upłynęły od ostatniej powodzi na tym terenie a okresem prowadzonych badań daje się zauważyć pewną prawidłowość. Przeciętnie mniejsze uszkodzenie liści przez owady określone metodą Towsenda-Haubergera wystąpiło w drzewostanach, w których woda stagnowała, wyższe natomiast w drzewostanach, które nie były poddane wpływom powodzi. Tym samym nadal utrzymuje się przeciętnie mniejsze uszkodzenie aparatu asymilacyjnego drzewostanów popowodziowych w porównaniu z drzewostanami kontrolnymi. To potwierdza wyniki uzyskane przez Dobrowolską (2007). Ten zarysowujący się podział można np. tłumaczyć zmniejszeniem liczby foliofagów, których obszar występowania ulega powolnym zmianom. Chodzi tu o gatunki, których nielotne samice mają ograniczone możliwości migracyjne. Stagnująca przez dłuższy czas woda, w przypadku powodzi z lipca 1997 roku, która wystąpiła w okresie letnim mogła być przyczyną dużej śmiertelności wśród gatunków przechodzących w tym czasie przeobrażenie pod ściółą. Podobny, choć nieco mniejszy jej wpływ mógł się zaznaczyć w roku 2010 z uwagi na wcześniejszy termin powodzi. Co prawda mała liczba powtórzeń w drzewostanach bez wpływu powodzi, jak i tych w których woda nie stagnowała nie pozwala na wyciągnięcie jednoznacznych i pewnych wniosków. Niemniej zarysowująca się zależność skłania ku takim przypuszczeniom. Tym bardziej, że znany jest negatywny wpływ nadmiernej wilgotności gleby na owady. Dotyczy to gatunków, dla których gleba stanowi środowisko życia lub miejsce diapauzy czy zimowania. Przykładowo, w glebach próchnicznych – lepiej utrzymujących wilgoć – procent pędaków porażonych przez kłębczaka *Beauveria brongniartii* (Sacc.) jest większy (Szujewski 1980). Stonka ziemniaczana, zimując w nadmiernej wilgotnej glebie, może charakteryzować się obniżoną

plodnością lub bezplodnością (Oprychałowa 1994), a zatapanie może skutecznie zlikwidować niektóre gatunki żerujące w glebie (Oprychałowa 1994). Jednak należy zauważyć, że wykazana 6% różnica w ubytku powierzchni aparatu asymilacyjnego między drzewostanami popowodziowymi ze stagnującą wodą i drzewostanami kontrolnymi została stwierdzona laboratoryjnie. Ocena defoliacji prowadzona w warunkach terenowych przy pomocy atlasu opracowanego przez Boreckiego i Keczyńskiego (1992), zarówno według skali np. Instrukcji Ochrony Lasu (2012), jak i klasyfikacji europejskiej (Wyrzykowski i Zajaczkowski 1995) może nie wykazać tak małych różnic. Tym samym prawdopodobne jest, że niemożliwe będzie wykazanie wpływu stagnującej wody na defoliację kontrolowanych drzewostanów dębowych dwa lata po ostatniej powodzi na tym terenie.

## 5. Wnioski

1. Drzewostany popowodziowe i kontrolne charakteryzuje wysoki i porównywalny udział uszkodzonych liści, odpowiednio 96% i 97%.
2. W drzewostanach ze stagnującą wodą stwierdzono nieco większy udział liści bez uszkodzeń oraz uszkodzonych w przedziale do 25% ubytku blaszki liściowej. Liście uszkodzone w stopniu powyżej 25% powierzchni częściej występowały w drzewostanach kontrolnych.
3. W drzewostanach, w których woda stagnowała, przeciętny ubytek powierzchni aparatu asymilacyjnego był niższy niż w drzewostanach kontrolnych.
4. Wykazana 6% różnica w ubytku powierzchni aparatu asymilacyjnego między drzewostanami popowodziowymi ze stagnującą wodą i drzewostanami kontrolnymi może być wynikiem wpływu powodzi i stagnującej wody na stadia dia-

pauzujące pod ściolą i w glebie. Jednak wielkość ta może być trudna do stwierdzenia w przypadku prowadzenia naziemnej oceny defoliacji drzewostanów.

## Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

## Podziękowania i źródła finansowania

Praca stanowi część badań realizowanych w ramach tematu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki nr NN309712140, pt. „Ekologiczne uwarunkowania zdrowotności drzewostanów dębowych dotkniętych klęską powodzi”.

## Literatura

- Bendel M., Kienast, F., Bugmann, H., Rigling, D. 2006. Incidence and distribution of Heterobasidion and Armillaria and their influence on canopy gap formation in unmanaged mountain pine forests in the Swiss Alps. *European Journal of Plant Pathology* 116(2): 85–93. DOI 10.1007/s10658-006-9028-1.
- Bernadzki E., Gryniewicz J. 2006. Konsekwencje hodowlane obumierania dębów. *Sylvan* 150(8): 61–69.
- Borecki T., Keczyński A. 1992. Atlas ubytku aparatu asymilacyjnego drzew leśnych. Agencja ATUT. Warszawa. ISBN 3-8001-3308-3.
- Czerniakowski Z.W. 2008. Wizualna metoda oceny zdrowotności drzew. Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej z siedzibą w Rzeszowie i Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego. Oddział w Rzeszowie, nr 10: 21–26. ISSN: 1642-3828
- Dmyterko E., Bruchwald A. 1998. Weryfikacja metod określania uszkodzenia drzewostanów dębowych. *Sylvan* 142(12): 11–21.
- Dobrowolska D. 2007. Witalność drzewostanów dębowych w dolinie środkowej Odry uszkodzonych podczas powodzi w 1997 r. *Sylvan* 151(7): 39–48.
- Dobrowolska D. 2010. Rola zaburzeń w regeneracji lasu. *Leśne Prace Badawcze* 71(4): 391–405. DOI 10.2478/v10111-010-0034-x.
- Drenkhan R., Hanso M. 2004. Recent natural disturbances in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantations and stands of South-East Estonia: Causes and consequences. *Transactions of the Faculty of Forestry, Estonian Agricultural University*, 37: 17–22. ISSN 1406-5894
- Hill S.B., Mallik A.U., Chen H.Y.H. 2005. Canopy gap disturbance and succession in trembling aspen dominated boreal forests in northeastern Ontario. *Canadian Journal of Forest Research* 35(8): 1942–1951. DOI 10.1139/X05-126
- Instrukcja Ochrony Lasu. 2012. CILP, Warszawa.
- Jabłoński T., Tarwacki G., Ślusarski S. 2013. Określenie stref zagrożenia lasów Polski przez wybrane czynniki abiotyczne i biotyczne, w: *Zagrożenie lasów zależne od stanu atmosfery*. P. Lech, M. Kwiatkowski, T. Zachara (red.) Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa, 137–154. ISBN 978-83-62830-21-3
- Łakomy P. 2004. Środowiskowe uwarunkowania zasiedlenia pnin drzew liściastych przez wybrane gatunki grzybów saprotroficznych oraz grzyby rodzaju *Armillaria*. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe* 355.
- Oprychałowa J. 1994. Wybrane działy ekologii owadów z uwzględnieniem tematyki dotyczącej ochrony środowiska rolniczego. Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.
- Oszako T. 2000. Oak declines in Europe's forests – history, causes and hypothesis, w: *Recent advances on oak health in Europe*. T. Oszako, C. Delatour (red.). Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa, 11–41.
- Oszako T. 2002. Zamieranie dębów w Europie. CILP, Warszawa.
- Oszako T. 2007. Przyczyny masowego zamierania drzewostanów dębowych. *Sylvan* 151(6): 62–72.
- Plan Urządzania Lasu Nadleśnictwa Wołów na lata 2005-2014. 2005. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej Oddział w Brzegu.
- Sierota Z. 2001. Choroby lasu. CILP, Warszawa.
- Snedecor W., Cochran W.G. 1976. *Statistical methods*. 6th ed. Ames, Iowa, USA: The Iowa State University Press.
- Sprawozdanie końcowe z realizacji tematu pt. „Zagospodarowanie lasów na terenach popowodziowych w Dolinie Środkowej Odry” 2001. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Szewczyk W., Czeryba Z. 2010. Ocena zdrowotności dębu na podstawie stopnia ubytku aparatu asymilacyjnego wybranych drzewostanów dębowych Nadleśnictwa Wołów. *Sylvan* 154(2): 100–106.
- Szujecki A. 1980. *Ekologia owadów leśnych*. PWN, Warszawa. ISBN 83-01-00692-7.
- Tarasiuk S., Szczepkowski A. 2006. The health status of endangered oak stands in Poland. *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria* 5(1): 91–106.
- Wyrzykowski S., Zajączkowski S. 1995. Wskazówki metodyczne w sprawie sporządzania ocen stanu lasu. PIOŚ Bibl. Monit. Środ. Warszawa.

## Wkład autorów

R.K – opracowanie koncepcji badawczej, obserwacje terenowe i analiza materiału badawczego, przygotowanie maszynopisu, W.S – obserwacje terenowe i analiza materiału badawczego, przygotowanie maszynopisu, I.K. – analiza materiału badawczego oraz udział w omówieniu wyników, P.Ł. – obserwacje terenowe oraz udział w dyskusji.