

RYSZARD SZCZYGIEŁ, MIROŚLAW KWIATKOWSKI, BARTŁOMIEJ KOŁAKOWSKI

## Wpływ gradacji kornika drukarza na zagrożenie pożarowe Puszczy Białowieżskiej

Influence of bark beetle infestation on the forest fire risk  
in the Białowieża Forest

### ABSTRACT

Szczygieł R., Kwiatkowski M., Kołakowski B. 2018. Wpływ gradacji kornika drukarza na zagrożenie pożarowe Puszczy Białowieżskiej. Sylwan 162 (11): 955-964.

The Białowieża Forest, considered as the last primeval forest on the European Plain and in Poland mostly known as the oldest national park, in recent years has faced the bark beetle (*Ips typographus*) infestation located mostly in its managed part of three forest districts: Białowieża, Browsk and Hajnówka. Undertaken protection measures, mostly consisted of dead and infested trees removal, has induced the dispute regarding the question whether man should actively counteract the degradation of precious habitats or just passively observe the nature left alone. Even the European Court of Justice has stated that besides emergency situations and absolute necessity to ensure safety for citizens all trees removal must be suspended until the end of dispute. The succession of the bark beetle infestation is manifested by the increase of forest fire risk due to the large amount of dead wood (before the infestation it was around 24.9 m<sup>3</sup>/ha and in 2017 it increased up to 231.8 m<sup>3</sup>/ha). Due to the forest stands disintegration and canopy openness grass cover has spread over 10 000 ha – when dried it stimulates the origin and development of the fire. Before 2012, in the middle of which the infestation begun, the Białowieża Forest was protected by conventional forest fire protection system according to the actual forest fire risk degree. In the framework of the project 'The development of the fire protection rules for the protected objects and the use of the prescribed burning as an active method of nature protection' ordered by the General Directorate of the State Forests National Forest Holding, forest fire risk analysis was taken after the infestation of bark beetle. That was the base for the modification of forest fire protection system including current risk. The amount of the dead wood, its size and the decomposition stage as well as type of the soil cover were taken into consideration together with the data derived from dead wood inventory in years 2016-2017 (based on the 1400 sample plots, 400 m<sup>2</sup> each), annual dead wood inventory conducted by forest districts and own research regarding fuel load (amount of the biomass according to the area unit).

### KEY WORDS

fuel load, dead wood, soil cover, flammability class, fire risk

### ADDRESSES

Ryszard Szczygieł – e-mail: r.szczygieł@ibles.waw.pl

Mirosław Kwiatkowski – e-mail: m.kwiatkowski@ibles.waw.pl

Bartłomiej Kołakowski – e-mail: b.kolakowski@ibles.waw.pl

Laboratorium Ochrony Przeciwożarowej Lasu, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary,  
ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

## Analiza zagrożenia pożarowego Puszczy Białowieskiej przed gradacją

W aktualnie obowiązujących planach urządzenia lasu nadleśnictw puszczańskich za tereny szczególnie narażone na pożary uznano drzewostany rosnące na siedliskach Bśw i BMśw, które na łącznym obszarze leśnym nadleśnictw, wynoszącym 50 700,22 ha, zajmują powierzchnię 9996,74 ha (19,71%). Terenami podwyższonego ryzyka wystąpienia pożaru podpowierzchniowego są również siedliska Bb, BMb i LMb, które obejmują powierzchnię 1011,72 ha (1,99%). Drzewostany I i II klasy wieku, w których pożar pokrywy gleby może łatwo przekształcić się w pożar całkowity, stanowią 14,30% łącznej powierzchni, tj. 7250,82 ha. Zagrożenie pożarowe stwarzają także szlaki komunikacyjne (drogowe i kolejowe), bazy paliw, terminale przeładunkowe, składnica materiałów wybuchowych jednostki wojskowej oraz wzmożony ruch turystyczny i zbieranie płodów runa leśnego.

W latach 2000-2018 (stan na 31 sierpnia 2018 roku) w Puszczy Białowieskiej powstały 93 pożary na powierzchni 39,71 ha (w tym 24 pożary na powierzchni 4,79 ha od roku 2012 – początku gradacji). Średnia powierzchnia pożaru wynosiła 0,43 ha i była wyższa od średniej w Lasach Państwowych, wynoszącej 0,30 ha. Pod względem rodzajowym dominowały pożary pokrywy gleby (62,5%), które objęły aż 99,2% spalonej powierzchni. W Polsce pożary pokrywy gleby stanowiły 88% i ich efektem było 71% spalonej powierzchni. Bardzo liczne w Puszczy (w porównaniu do średniej krajowej, wynoszącej mniej niż 1%) były pożary pojedynczych drzew, które stanowiły 33,3%. Odnotowano także jeden pożar podpowierzchniowy, natomiast ani jednego całkowitego pożaru drzewostanu. Wśród pożarów dominowały te, które powstały wskutek podpalenia (37,5%) i te, których przyczyna była nieznana (33,3%). Kolejną grupę stanowiły pożary wynikłe z zaniedbania (16,7%). Należy zwrócić uwagę na bardzo wysoki procent pożarów powstałych wskutek wyładowań atmosferycznych (8,3%) w porównaniu do średniej krajowej, która kształtuje się na poziomie około 1%, co wynika z dużej liczby wysokich drzew w Puszczy. Przerzuty ognia z gruntów sąsiadujących z lasami były przyczyną 4,2% pożarów. Głównym sprawcą pożarów był jednak człowiek i jego celowe bądź nieumyślne działanie.

Zgodnie z obowiązującymi kryteriami, które uwzględniają częstotliwość występowania pożarów oraz warunki drzewostanowe, klimatyczne i antropogeniczne, nadleśnictwa Białowieża, Browski i Hajnówka zostały zaliczone do najniższej, III kategorii zagrożenia pożarowego lasu (ryc. 1), która determinuje zasady organizacji systemu zabezpieczenia przeciwpożarowego.

## Analiza zagrożenia pożarowego po wystąpieniu gradacji

**ZAGROŻENIE POŻAROWE MARTWEGO DREWNA.** Martwe drewno pojawiające się w lesie w wyniku stopniowych i rozłożonych w czasie naturalnych procesów biologicznych nie powoduje znaczącego wzrostu ryzyka pożarowego wskutek nadmiernej ilości paliwa. Z przyrodniczego punktu widzenia martwe drewno, bez względu na jego ilość, nie stanowi żadnego zagrożenia, chociaż martwe stojące drzewa mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa dla ludzi przebywających w lesie, szczególnie wzdłuż dróg i szlaków turystycznych, a także zwiększać zagrożenie pożarowe w wypadku ich dużej ilości przy szlakach komunikacyjnych. Według danych z Wielkoobszarowej... [2012, 2017] średnia miąższość drzew martwych stojących i leżących w lasach wszystkich form własności w Polsce wynosiła łącznie 6,3 m<sup>3</sup>/ha. Uwzględniając, że gatunki iglaste stanowią około 54% martwego drewna, oszacowano, że odpowiada to średniemu obciążeniu ogniowemu wynoszącemu około 4 t/ha.



Ryc. 1.

Nadleśnictwa Puszczy Białowieskiej według kategorii zagrożenia pożarowego lasu  
Forest districts of the Białowieża Forest according to the forest fire risk category

Zagrożenie pożarowe martwego drewna zależy przede wszystkim od jego rozmiaru, stopnia rozkładu i rodzaju [Szczygieł i in. 2016]. Ogólnie można stwierdzić, że im większy rozmiar martwego drewna, tym zagrożenie jest mniejsze. Największe zagrożenie pożarowe stwarza drobica (średnica do 7 cm), z kolei martwe drewno średniowymiarowe (średnica od 7 do 40 cm) i wielkowymiarowe (średnica powyżej 40 cm) ze względu na powolną zmianę zawartości wody i jej względną stabilność, z reguły na poziomie bliskim lub przekraczającym próg graniczny możliwości zapalenia, nie stwarza istotnego i realnego zagrożenia pod względem pożarowym.

Uwzględniając klasy rozkładu martwego drewna [Maser i in. 1979], należy stwierdzić, że leżące martwe drewno stwarza największe ryzyko możliwości powstania i szybkiego rozprzestrzeniania się pożaru w 1 klasie rozkładu. Powodowane jest to przede wszystkim występowaniem drobnych gałęzi o średnicy do 3 cm, w początkowej fazie nawet z uschniętym igliwem czy liśćmi, nienaruszoną korą i luźną strukturą przestrzenną wskutek opierania się ugałęzionej kłody o ziemię. Zagrożenie pożarowe zmniejsza się, gdy kłoda pozbawiona jest już drobnych gałęzi, tekstura jest nienaruszona lub naruszona tylko nieznacznie, a kłoda nie osiadła w pełni na podłożu. W 3 i 4 klasie rozkładu, ze względu na zmniejszenie się gęstości drewna i korzystniejszy dostęp powietrza, szczególnie gdy kłoda leży w miejscu odkrytym i nasłonecznionym, przy dłuższych okresach bezopadowych próchniejące drewno może się palić, przeważnie bezpłomieniowo, a proces spalania odznacza się długotrwałym i powolnym przebiegiem. W najwyższej, 5 klasie rozkładu zagrożenie pożarowe praktycznie nie występuje.

Natomiast w przypadku martwego drewna stojącego największe zagrożenie pożarowe stwarzają drzewa żywe i zamierające (1 i 2 stadium). Wynika to z ciągłości liniowej materiału palnego zapewnianej przez drobne usychające gałęzie, co powoduje łatwe przejście pożaru pokryw

gleby w pożar wierzchołkowy. W kolejnych stadiach (3-8) zagrożenie to stopniowo, lecz zdecydowanie maleje. W stadium ostatnim (9) pniaki mogą stanowić miejsce długotrwałego utrzymywania się spalania, głównie bezpłomieniowego, wskutek wyżarzania. Ogólnie należy stwierdzić, że większe zagrożenie pod względem pożarowym stanowi martwe drewno leżące niż stojące, co wynika z braku ciągłości liniowej materiału palnego praktycznie już w 3 stadium rozkładu drzewa stojącego.

MARTWE DREWNO W PUSZCZY BIAŁOWIESKIEJ. Ilość materiału palnego i jego rodzaj są podstawowymi kryteriami oceny ryzyka pożarowego. Decydują o bilansie energetycznym pożaru, jego rozprzestrzenianiu, a w konsekwencji o stratach w drzewostanie objętym ogniem. Szczególną rolę odgrywają martwe materiały palne, nie tylko w fazie inicjacji spalania, ale także w kształtowaniu warunków rozprzestrzeniania się ognia. W latach 2010-2011, przed wystąpieniem gradacji kornika drukarza, przeprowadzono w Puszczy Białowieskiej inwentaryzację martwego drewna w ramach rewizji Planów Urządzenia Lasu Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Puszczy Białowieskiej. Średnia ilość martwego drewna w trzech nadleśnictwach puszczańskich wyniosła 24,9 m<sup>3</sup>/ha. Przy uwzględnieniu uśrednionej gęstości drewna o wilgotności 15% głównych gatunków lasotwórczych w Puszczy (świerk, sosna, dąb i grab) odpowiada to obciążeniu ogniowemu wynoszącemu około 15,8 t/ha. Dla porównania – miąższość martwego drewna w Lasach Państwowych wyniosła 5,3 m<sup>3</sup>/ha, w lasach prywatnych – 4,2 m<sup>3</sup>/ha, a w parkach narodowych – 37,3 m<sup>3</sup>/ha [Wielkoobszarowa... 2012].

W 2012 roku (od czerwca) na obszarach objętych gradacją w nadleśnictwach puszczańskich średnia miąższość martwego drewna wzrosła dwukrotnie (50,2 m<sup>3</sup>/ha), a w roku 2017 ponad dwięciokrotnie, osiągając maksymalną wartość 231,8 m<sup>3</sup>/ha (tab. 1).

W roku 2018 (stan na 30 września) łączna miąższość świerków zasiedlonych przez kornika drukarza wyniosła 1 682 666 m<sup>3</sup> na powierzchni 10 304 ha. Usuwanie i wywóz drewna (łącznie 297 831 m<sup>3</sup>) pozwoliły w niewielkim stopniu (średnio o 17,7%) zredukować masę martwego drewna pozostającego w lesie. Na podstawie przedstawionych danych źródłowych obliczono kształtowanie się zmian średniego obciążenia ogniowego dla poszczególnych lat (tab. 2). W obliczeniach przyjęto, że gęstość drewna świerkowego o wilgotności 15% wynosi 470 kg/m<sup>3</sup>.

Najmniejsze obciążenie ogniowe stwierdzono na początku gradacji kornika w 2012 roku – 23,6 t/ha. W kolejnych latach wzrosło ono do poziomu 60-70 t/ha, osiągając wartość maksy-

**Tabela 1.**

Miąższość świerków zasiedlonych przez kornika drukarza i usuniętych (odpowiednio  $V_z$  i  $V_u$  [m<sup>3</sup>]), powierzchnia zamarłych drzewostanów ( $A$  [ha]) oraz miąższość martwego drewna przed usunięciem i po usunięciu (odpowiednio  $VMD_{przed}$  i  $VMD_{po}$  [m<sup>3</sup>/ha]) w latach 2012-2018

Volume of the infested and removed spruces ( $V_z$  and  $V_u$  respectively [m<sup>3</sup>]), area of the dead stands ( $A$  [ha]) as well as volume of the dead wood before and after the removal ( $VMD_{przed}$  i  $VMD_{po}$  respectively [m<sup>3</sup>/ha]) for years 2012-2018

	$V_z$	$V_u$	$A$	$VMD_{przed}$	$VMD_{po}$
2012*	23 289	6 412	464	50,2	36,4
2013	102 592	19 610	689	148,9	120,4
2014	198 123	25 488	1 482	133,7	116,5
2015	267 080	42 288	2 088	127,9	107,6
2016	483 683	39 148	2 498	193,6	177,9
2017	366 982	162 020	1 583	231,8	129,5
2018**	267 917	2 865	1 500	178,6	176,7

\*od czerwca; since June

\*\*do września; till September

Tabela 2.

Masa (M [t]) i masa skumulowana (skM [t]) zasiedlonych świerków, obciążenie ogniowe oraz skumulowane obciążenie ogniowe zasiedlonych świerków przed usunięciem i po usunięciu (odpowiednio OOpzed, OOp, skOOprzed i skOOpo [t/ha]) w latach 2012-2018

Mass (M [t]) and cumulative mass (skM [t]) of the infested spruces as well as fuel load and cumulative fuel load before and after the removal (OOprzed, OOp, skOOprzed and skOOpo respectively [t/ha]) in years 2012-2018

	M	OOprzed	OOpo	skM	skOOprzed	skOOpo
2012*	10 945,8	23,6	17,1	10 945,8	23,6	17,1
2013	48 218,2	70,0	56,6	59 164,0	51,3	40,7
2014	93 117,8	62,8	54,7	152 281,8	57,8	48,6
2015	125 527,6	60,1	50,6	277 809,4	58,8	49,5
2016	227 331,0	91,0	83,6	505 140,4	69,9	61,3
2017	172 481,5	108,9	60,8	677 621,9	77,0	59,8
2018**	125 921,0	83,9	83,0	803 542,9	78,0	77,8

\*od czerwca; since June

\*\*do września; till September

malną w roku 2017 – 108,9 t/ha (tab. 2). Według szczegółowych danych inwentaryzacyjnych maksymalna ilość martwego drewna w niektórych wydzieleniach wynosiła 629 m<sup>3</sup>/ha, co odpowiada obciążeniu ogniowemu wynoszącemu 295,6 t/ha. Castellnou Ribau i Hernández [2018] uważają, że granicą, powyżej której ugaszenie pożaru staje się niemożliwe, jest wielkość obciążenia ogniowego przekraczająca 10 t/ha. Szacują oni, że w większości europejskich lasów obciążenia te dochodzą do 30 t/ha, co w wypadku powstania pożaru w okresie długotrwałych susz i ekstremalnie wysokiej temperatury powietrza prowadzi do intensywnych i katastrofalnych pożarów lasów, jakie miały np. miejsce w Portugalii w 2017 roku oraz w Grecji i Szwecji w 2018 roku.

Ponieważ martwa drobnica stwarza największe zagrożenie pożarowe, przeprowadzono terenowe pilotażowe pomiary obciążenia ogniowego, wybierając losowo 5 miejsc szczególnie dużej koncentracji leżącego posuszu, aby określić maksymalne obciążenie. Na każdej wybranej powierzchni (średnio 16 m<sup>2</sup>) wytyczano jej granice, a następnie ważono leżące martwe drewno. Ustalone obciążenie ogniowe wahało się od 86,76 do 139,88 t/ha, średnio wynosząc 105,77 t/ha w stanie suchym. Taka ilość martwego drewna potęguje ryzyko powstania pożaru o zwiększonej dynamice rozprzestrzeniania się. Zagrożenie to narasta szczególnie w tych miejscach, w których martwe drzewa z uschniętymi gałęziami, o luźnej strukturze przestrzennej, sprzyjającej inicjacji i intensyfikacji spalania, zalegają na dnie lasu, ułatwiając dodatkowo możliwość przejścia ognia w korony żywych jeszcze drzew i stojących martwych z uschniętą koroną. Stojące martwe świerki będą w miarę upływu czasu się przewracać lub łamać (zdaniem ekspertów proces ten może potrwać średnio około 3-6 lat, maksymalnie 10), co doprowadzi do wzrostu obciążenia ogniowego drewna martwego leżącego, które z punktu oceny ryzyka stwarza większe zagrożenie pożarowe niż drewno stojące. Leżące na dnie lasu kłody, ze względu na swoją gęstość, stanowią mniejsze zagrożenie pod względem pożarowym, z uwagi na ich mniejszą podatność na zapalenie w porównaniu do innych rodzajów materiałów leśnych. Jednak z upływem czasu, w miarę postępującego rozkładu drewna, ich rola pożarowa będzie się zmieniała i w wypadku powstania pożaru będą stanowiły podatny na zapalenie materiał, który będzie wydłużał czas trwania spalania. Leżące martwe drzewa mogą także stanowić znaczne utrudnienie w prowadzeniu działań ratowniczo-gaśniczych, wskutek blokowania dojazdu jednostkom ratowniczym oraz blokowania dostępu do miejsc objętych ogniem.

Szczegółowa inwentaryzacja przyrodnicza w Puszczy Białowieskiej wykonana w latach 2016 i 2017 przez Lasy Państwowe w ramach wielkoskalowej inwentaryzacji przyrodniczej poz-

woliła na szczegółową ocenę stopnia rozkładu martwego drewna. W metodyce inwentaryzacji wyróżnia się 3 klasy rozkładu:

1. drewno nierozłożone – o niezmienionej strukturze drewna, nieporośnięte przez grzybnie lub porosty, w przypadku drzew ściętych o jasnym czole lub przeżywiczonej powierzchni ścięcia,
2. drewno częściowo rozłożone – charakteryzuje się występowaniem grzybni lub porostów, ciemnym zabarwieniem czoła, widocznymi śladami zgnilizny na obwodzie lub w części twardej,
3. drewno silnie rozłożone – silnie porośnięte przez grzybnie, porosty i mchy, niekiedy z całkowicie rozłożoną częścią bielastą i częściowo zachowaną twardej.

Największe zagrożenie pożarowe stwarza martwe drewno w 1 klasie rozkładu (podobnie jak według klasyfikacji Maseri), małe zagrożenie powoduje drewno w 2 klasie rozkładu, a minimalny poziom zagrożenia odnosi się do klasy 3. Szczegółowa analiza uwzględniająca stopnie rozkładu oraz gatunki (tab. 3) pokazuje dominację martwego świerka, którego udział w martwym drewnie ogółem osiągnął 49,38% w roku 2016 i 58,78% w roku 2017, czyli znacznie więcej niż

**Tabela 3.**

Udział [%] martwego drewna na terenie Puszczy Białowieskiej w zależności od gatunku i stopnia rozkładu w latach 2016 i 2017

Fraction [%] of the dead wood in the Białowieża Forest in relation to the species and decomposition stage in 2016 and 2017

	Złomy Lying dead wood	Stopień rozkładu Decomposition stage			Łącznie In total
		1	2	3	
2016					
So	0,11	1,13	2,68	0,74	4,66
Brz	0,04	0,74	1,52	1,96	4,26
Db	0,09	3,70	2,30	3,17	12,10
Gb	0,08	0,24	0,65	1,59	2,56
Js	0,00	4,55	4,70	2,89	12,14
Ol	0,03	3,32	3,50	4,39	11,23
Św	0,29	24,45	12,51	12,12	49,38
Inne Other	0,05	0,88	1,17	1,57	3,67
Łącznie In total	0,69	40,02	30,27	29,02	100,00
2017					
So	0,04	1,28	2,40	0,71	4,42
Brz	0,05	0,73	1,24	1,79	3,81
Db	0,07	2,45	1,60	1,35	9,36
Gb	0,11	0,30	0,47	1,38	2,26
Js	0,00	2,95	4,53	2,04	9,52
Ol	0,02	2,66	2,57	3,43	8,68
Św	0,61	39,65	10,65	7,86	58,78
Inne Other	0,04	0,71	1,14	1,26	3,15
Łącznie In total	1,04	51,40	26,53	21,03	100,00

So – Scots pine, Brz – silver birch, Db – oaks, Gb – hornbeam, Js – ash, Ol – alder, Św – spruce

ogólny udział świerka na terenie Puszczy Białowieskiej, wynoszący nieco poniżej 30%. Co bardzo istotne, udział świerka w 1 klasie rozkładu, gdy drzewa mają jeszcze znaczną ilość drobnych gałęzi, wzrósł z 24,45% w 2016 roku do 39,65% w 2017 roku. Łącznie martwe drewno w 1 klasie rozkładu, stwarzającej potencjalnie największe ryzyko pożarowe, stanowiło nieco ponad 40% w 2016 roku, a w 2017 roku już ponad 50%.

**POKRYWA GLEBY.** Na powierzchniach, na których nastąpił rozpad drzewostanów świerkowych, masowo pojawiła się pokrywa trawiasta, którą tworzy głównie trzcinnik oraz w mniejszym stopniu paproć i malina. Roślinność tworząca te zbiorowiska w stanie przesuszonym (wczesna wiosna, okresy letnich susz, wczesna jesień) stwarza duże zagrożenie pożarowe, sprzyjając powstaniu pożaru i jego szybkiemu rozprzestrzenianiu się. W 2016 roku w nadleśnictwach została przeprowadzona inwentaryzacja terenowa takich powierzchni i stopnia ich pokrycia przez roślinność, z uwzględnieniem przede wszystkim obszarów, na których doszło do gradacji kornika (tab. 4). Wyniki zbiorcze inwentaryzacji przedstawiono w tabeli 5, zawierającej zestawienie powierzchni według dominującego rodzaju roślin pokrywy gleby i stopnia pokrycia.

Łączna powierzchnia z pokrywą gleby stwarzającą duże zagrożenie pożarowe wyniosła 7527,76 ha, co stanowi blisko 15% powierzchni leśnej nadleśnictw puszczańskich. Największy obszar zajmowała pokrywa trawiasta, następnie pokrywa z orlicą pospolitą lub z domieszką maliny, a najmniejszą pokrywa wrzosowa z występującym jałowcem. W 2018 roku (stan na 30 wrześ-

**Tabela 4.**

Powierzchnia [ha] obszarów z pokrywą gleby stwarzającą duże zagrożenie pożarowe według stopnia pokrycia i dominujących roślin

Area [ha] with the soil cover of high fire risk according to degree of cover and dominant species

	Stopień pokrycia [%] Degree of coverage				Łącznie In total
	10	20	30	40-100	
Wrzos i jałowiec Heather and juniper	159,73	219,28	218,96	20,48	618,45
Paprocie Ferns	288,90	440,34	269,99	216,39	1215,62
Trawy Grasses	1539,50	1446,66	1290,54	1416,99	5693,69
Łącznie In total	1988,13	2106,28	1779,49	1653,86	7527,76

**Tabela 5.**

Średnia wysokość warstwy (śrH [cm]) i przeciętne obciążenie ogniowe (śrOO [t/ha]) dla wybranych rodzajów pokrywy gleby

Average layer height (śrH [cm]) and fuel load (śrOO [t/ha]) for the selected soil cover types

	śrH	śrOO
Trawiasta Grass	129	2,50
Paprociowa Fern	116	3,67
Paprociowa z maliną Fern and raspberry	89	2,87
Trawiasta – referencyjna Grass – reference	15	0,97

nia – dane będą podlegały jeszcze weryfikacji) obszar tych szczególnie zagrożonych powierzchni (głównie traw) wzrósł do 20%.

W celu ustalenia ilości palnej biomasy wykonano także pilotażowe pomiary terenowe obciążenia ogniowego tych pokryw w miejscach, gdzie doszło do prześwietlenia drzewostanów, oraz na powierzchni referencyjnej w przypadku pokrywy trawiastej. Pomiary polegały na zważeniu roślinności na powierzchni 1 m<sup>2</sup> oraz ustaleniu wilgotności materiału, aby móc obliczyć obciążenie materiałów w stanie suchym. Wykonano je na 35 powierzchniach, w tym na 15 reprezentatywnych dla traw, 10 dla paproci, 5 dla pokrywy porośniętej maliną i na 5 referencyjnych.

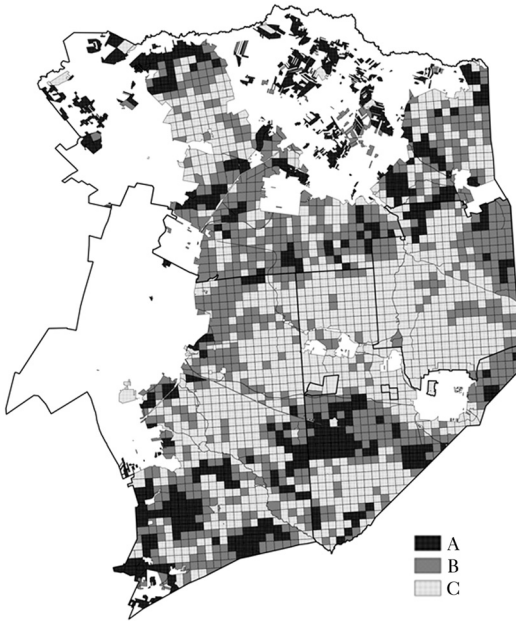
Ustalone obciążenie ogniowe dla pokrywy trawiastej wahało się w granicach od 1,17 do 4,56 t/ha, dla pokrywy z maliną od 2,36 do 3,27 t/ha, a dla pokrywy z paprocią od 1,92 do 7,99 t/ha (tab. 5), co świadczy o dużej zmienności kształtowania się ilości palnej biomasy dla wszystkich rodzajów badanych pokryw. Na powierzchniach referencyjnych dla pokrywy trawiastej średnie obciążenie ogniowe było około 2,5-krotnie mniejsze w porównaniu do powierzchni prześwietlonych i zawierało się w granicach od 0,44 do 1,36 t/ha. Obciążenie ogniowe dla traw w innych drzewostanach nizinnych, w których wcześniej wykonywano badania, wynosiło średnio 0,5 kg/m<sup>2</sup>, czyli aż 5-krotnie mniej niż w drzewostanach silnie prześwietlonych wskutek gradacji kornika.

Największe zagrożenie pożarowe spośród badanych rodzajów pokryw stwarza pokrywa trawiasta w stanie przesuszonym – ze względu na luźną strukturę przestrzenną, wysokość złoża paliwowego i fakt występowania na powierzchniach odkrytych, na których wiatr osiąga zdecydowanie większą prędkość niż w drzewostanie, co wpływa również na jej szybkie przesychanie. Przeprowadzone obliczenia modelowe rozprzestrzeniania się ognia w takich warunkach wykazały, że prędkość frontu pożaru będzie około 6 razy większa, a jego powierzchnia aż 30 razy większa w porównaniu do pożaru pokrywy gleby istniejącej przed rozpadem drzewostanów.

### Klasyfikacja zagrożenia pożarowego nadleśnictw puszczańskich

Klasyfikacji obszarów leśnych nadleśnictw puszczańskich dokonano według nowej metody – klas palności [Szczygieł i in. 2017]. Klasa palności drzewostanów odzwierciedla ich podatność na pożar i ustalana jest na podstawie typu siedliskowego lasu i rodzaju pokrywy gleby oraz na podstawie skumulowanego wskaźnika palności uwzględniającego wskaźniki palności dla liczby pożarów i powierzchni spalonej. Umożliwia ona zaliczenie drzewostanów do jednej z trzech klas palności: A – klasa palności duża, B – klasa palności średnia i C – klasa palności mała. Klasy ustalone są dla wydzieleń i mogą być generalizowane do poziomu oddziału lub leśnictwa. Zgeneralizowana klasa jest średnią ważoną z klas poszczególnych wydzieleń, gdzie wagą jest powierzchnia tych wydzieleń, z zastrzeżeniem, że jeżeli powierzchnia drzewostanów którejś z klas stanowi więcej niż 50%, to cały obszar zostaje zaliczony do tej klasy. Taki sposób określania zagrożenia lokalnego (w odróżnieniu od stosowanej obecnie klasyfikacji obszarów leśnych według kategorii zagrożenia pożarowego lasu, w której najmniejszą klasyfikowaną jednostką jest obszar nadleśnictwa) stanowi przesłankę do efektywniejszej organizacji systemu ochrony przeciwpożarowej, szczególnie w zakresie budowy infrastruktury oraz planowania operacyjnego służb ratowniczych. Wdrażana obecnie w Polsce unijna dyrektywa INSPIRE wymaga także mapowania ryzyka zagrożenia pożarowego lasów w skali mniejszej niż obszar nadleśnictwa. Metoda ta, oparta na tzw. klasach palności, projektowana jest jako uzupełnienie istniejącego sposobu klasyfikacji lasów do kategorii zagrożenia pożarowego. Opracowane mapy zagrożenia pożarowego Puszczy Białowieskiej (łącznie z Białowieskim Parkiem Narodowym) przedstawiono na rycinach 2 i 3. Przy porównaniu ich z ryciną 1 widać wyraźnie występujące zróżnicowanie zagrożenia pożarowego w Puszczy Białowieskiej, na którego zmianę miała wpływ gradacja kornika drukarza.



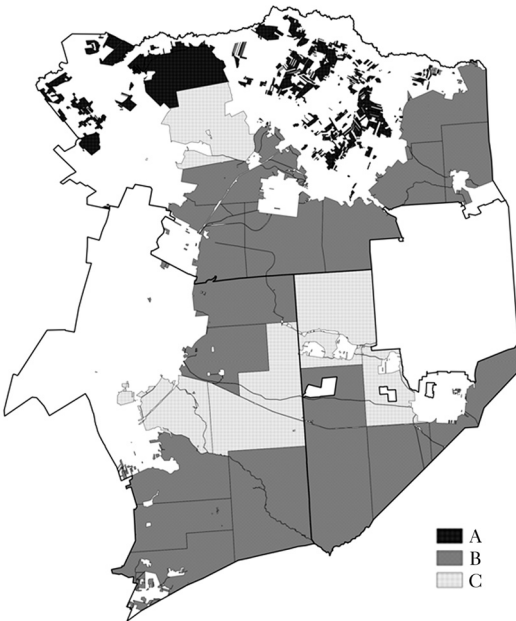


**Ryc. 2.**

Zagrożenie pożarowe Puszczy Białowieżskiej w 2017 roku według oddziałów

Forest fire risk of the Białowieża Forest in 2017 by compartments

klasa palności: A – duża, B – średnia, C – mała  
flammability classes: A – high, B – medium, C – low



**Ryc. 3.**

Zagrożenie pożarowe Puszczy Białowieżskiej w 2017 roku według leśnictw

Forest fire risk of the Białowieża Forest in 2017 by forest ranges

klasa palności: A – duża, B – średnia, C – mała  
flammability classes: A – high, B – medium, C – low

## Podsumowanie

Analiza pojęcia bezpieczeństwa publicznego (na które powoływał się Trybunał Sprawiedliwości Unii Europejskiej) pokazuje, że nie jest to kategoria jednorodna, co prowadzi do kształtowania się różnych stanowisk i funkcjonowania różnych definicji [Józwiak 2016]. Nie wdając się w szerszą dyskusję i prezentację istniejących pojęć oraz ich uzasadnień, za bezpieczeństwo publiczne

(odnoszące się także do aspektów bezpieczeństwa pod względem pożarowym lasu) należy uznać ogół warunków i urządzeń społecznych chroniących obywateli przed zjawiskami groźnymi dla życia i zdrowia oraz groźącymi poważnymi stratami gospodarczymi i społecznymi w wyniku klęski żywiołowej (pożaru lasu). W świetle tak rozumianego pojęcia bezpieczeństwa publicznego, obejmującego również aspekt zabezpieczenia przeciwpożarowego lasu, należy uznać, że działaniami koniecznymi zmierzającymi do jego zapewnienia będzie ogół przedsięwzięć minimalizujących ryzyko powstania pożaru lasu i ograniczających jego skutki. W ich zakresie mieści się zgodne z obowiązującymi przepisami z zakresu ochrony przeciwpożarowej zagospodarowanie lasu minimalizujące prawdopodobieństwo powstania pożaru, ograniczające jego rozprzestrzenianie i skutki oraz tworzenie niezbędnej infrastruktury przeciwpożarowej, pozwalającej na szybkie wykrycie ognia, odpowiednie alarmowanie i podjęcie działań ratowniczych. Na podstawie analizy aktualnego zagrożenia pożarowego Puszczy Białowieskiej, uwzględniającej wyniki inwentaryzacji terenowej obszarów szczególnie podatnych na możliwość powstania pożaru, stanu istniejącej infrastruktury przeciwpożarowej, przeprowadzonych badań terenowych w zakresie pomiarów obciążenia ogniowego martwego drewna oraz rodzajów pokrywy gleby stwarzających ryzyko powstania i szybkiego rozprzestrzeniania się ognia (badania własne, badania wykonane w ramach projektu Life+ ForBioSensing oraz wyniki inwentaryzacji terenowej ilości martwego drewna z lat 2012-2017 wykonywanej przez nadleśnictwa) zarekomendowano działania zmierzające do zwiększenia efektywności istniejącego systemu ochrony przeciwpożarowej, których celem jest minimalizacja zagrożenia pożarowego oraz ograniczenie skutków pożarów.

## Literatura

- Castellnou Ribau M., Garcia Hernández A. 2018. Incendios como bombas atómicas. El País. <https://elpais.com>
- Józwiak J. 2016. Zapewnienie bezpieczeństwa i porządku publicznego jako zadanie jednostek samorządu terytorialnego – zarys problematyki. Zeszyty Naukowe Instytutu Administracji AJD 2 (14): 169-187.
- Maser C., Anderson R. G., Cromack K., Williams J. T., Martin R. E. 1979. Dead and down woody material. USDA Forest Service. Portland – Washington D.C. Agriculture Handbook 553.
- Szczygieł R., Kwiatkowski M., Kołakowski B. 2016. Martwe drewno a zagrożenie pożarowe lasu. Postępy Techniki w Leśnictwie 135: 33-38.
- Szczygieł R., Kwiatkowski M., Kołakowski B. 2017. Opracowanie modeli paliw leśnych materiałów roślinnych pokrywy gleby. IBL, Sękocin Stary.
- Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasów w latach 2007-2011. 2012. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Sękocin Stary.
- Wielkoobszarowa inwentaryzacja stanu lasów w latach 2012-2016. 2017. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej, Sękocin Stary.