

ARKADIUSZ BRUCHWALD, ELŻBIETA DMYTERKO, BOGDAN BRZEZIECKI

Dynamika i główne kierunki zmian w drzewostanach zagospodarowanej części Puszczy Białowiejskiej

Dynamics and main direction of change in forest stands constituting the managed part of Białowieża Forest

ABSTRACT

Bruchwald A., Dmyterko E., Brzezicki B. 2018. Dynamika i główne kierunki zmian w drzewostanach zagospodarowanej części Puszczy Białowiejskiej. Sylwan 162 (11): 897-906.

The paper describes current (in years 2007-2017) changes of basic parameters of forest stands that constitute the managed part of Białowieża Forest (ca. 53,000 ha), divided into three forest districts: Białowieża (12,600 ha), Hajnówka (19,700 ha) and Browsk (20,400 ha). The investigated tree stands represent different phases of ecological succession, modified by silvicultural treatments and other human activities. The course of the succession processes is varied, depending, first of all, on local site conditions, consisting mainly of fresh sites (ca. 60%) – particularly fresh broadleaved forest, and encompassing exceptionally high fraction of wet and swamp sites (40%) – especially wet broadleaved forest site type. Most stands represent the intermediate, highly productive phase of succession, with spruce and oak as the dominant tree species. In particular, such stands are common in Białowieża and Hajnówka forest districts. Recently, the share of the mentioned stands is declining, most intensely in the Browsk Forest District. In 2017 alone, 430 ha of highly productive forest stands disappeared from the Białowieża Forest. The process of decay involved mixed stands; besides of spruces which were killed by a current bark beetle infestation, also many oaks, pines, birches, alders as well as rare and valuable minor tree species (such as ashes and maples) died. Dying spruce and, more often, oak stands are often replaced by low-productive hornbeam trees, occupying earlier lower stand strata in such stands. The resulting hornbeam stands are often distinguished by low crown closure and low productivity. Tree stands occurring in the Białowieża Forest are among the most endangered by wind damage stands in Poland. It means that in case of strong winds, several trees will be broken and/or uprooted. The intensity of such phenomena will be further increased by the high tree volume of stands as well as by the presence of many gaps in forest canopy, caused by a massive mortality of spruce trees. In general, one may expect that in the nearest future many stands occurring in the Białowieża Forest, built by different tree species, will be subject to a massive decay. The list of factors contributing to this process is long and involves, among other things, recurring droughts during the growing season, unfavorable changes in ground water table and increased frequency of strong winds. All these factors negatively influence the health status of trees, which further favours the development of parasitic fungi and insects. In consequence, there is a high probability that many areas in the Białowieża Forest will, for a long time, retain a treeless character and/or will be occupied by low-productive and single species hornbeam stands.

KEY WORDS

abiotic and biotic threats, forest age structure, low-productivity stands, stand productivity, stand volume, stand stability, species composition, wind risk model

ADDRESSES

Arkadiusz Bruchwald ⁽¹⁾ – e-mail: A.Bruchwald@ibles.waw.pl

Elżbieta Dmyterko ⁽¹⁾ – e-mail: E.Dmyterko@ibles.waw.pl

Bogdan Brzeziecki ⁽²⁾ – e-mail: bogdan_brzeziecki@sggw.pl

⁽¹⁾ Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

⁽²⁾ Katedra Hodowli Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Wstęp

Lasy Puszczy Białowieskiej są obiektem zainteresowania różnych grup społecznych, również poza granicami Polski. Wynika to m.in. z opinii o pierwotnym pochodzeniu tych lasów (lub ich fragmentów), powstałych bez działalności człowieka, co w Europie jest dzisiaj rzadkością. Puszcza Białowieska położona jest w północno-wschodniej części naszego kraju, na obszarze Równiny Bielskiej, wchodzącej w skład Niziny Północnopodlaskiej [Kondracki 1978, 2002]. Od czasów II wojny światowej przedzielona jest granicą państwową, przebiegającą najpierw między Polską i ZSRR, a obecnie między Polską i Białorusią. Aktualna powierzchnia Puszczy Białowieskiej wynosi ponad 225 tys. ha, z czego około 160 tys. ha znajduje się na terenie Białorusi. Polska część Puszczy Białowieskiej składa się z Białowieskiego Parku Narodowego (10,5 tys. ha) oraz z części zagospodarowanej, zarządzanej przez trzy nadleśnictwa Lasów Państwowych (Białowieża, Brońsk oraz Hajnówka) wchodzące w skład Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku. Łączna wielkość powierzchni tych nadleśnictw wynosi około 53 tys. ha.

W ostatnim czasie dużym zagrożeniem dla Puszczy i jej wielostronnych walorów stała się trwająca od 2012 roku gradacja kornika drukarza *Ips typographus*, w wyniku której tylko do końca 2017 roku zamarły drzewostany świerkowe o łącznej miąższości około 1,4 mln m³ [Brzeziecki i in. 2018b].

Celem niniejszej pracy jest analiza zmian, którym w okresie ostatnich 11 lat (2007-2017), tj. przed gradacją i po jej wystąpieniu, podlegała struktura siedlisk, skład gatunkowy drzewostanów, ich struktura wiekowa, miąższość i przyrost miąższości. Przeanalizowano także stopień zagrożenia lasów nadleśnictw puszczańskich przez wiatr.

Materiał i metody

Szczegółowe dane opisujące lasy Puszczy Białowieskiej w latach 2007 i 2017 uzyskano z bazy danych Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). Dotyczyły one podstawowych cech wszystkich drzewostanów wchodzących w skład nadleśnictw puszczańskich i obejmowały takie parametry jak: powierzchnia wydzielenia drzewostanowego, czynnik zadrzewienia, typ siedliskowy lasu, udział procentowy poszczególnych gatunków drzew, ich wiek, przeciętna pierśnica i wysokość, a także rodzaj gospodarstwa.

W pierwszej kolejności zbadano, jak kształtowały się i zmieniły powyższe dane w okresie objętym analizą, tj. w latach 2007-2017. W dalszej kolejności, na podstawie wspomnianych danych, obliczono dla każdego wydzielenia drzewostanowego współczynniki ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr (W_r), wykorzystując w tym celu model skonstruowany przez Bruchwald i Dmyterko [2010a, 2013a]. Następnie określono miernik zagrożenia lasu przez wiatr (M_s) dla poszczególnych nadleśnictw, na podstawie następującego wzoru [Bruchwald, Dmyterko 2011]:

$$M_s = \frac{2\rho_5 + 3\rho_6}{5}$$

gdzie:

ρ_5 (ρ_6) – udział powierzchni drzewostanów danego nadleśnictwa, odpowiednio w 5 i 6 klasie współczynnika ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr (W_r).

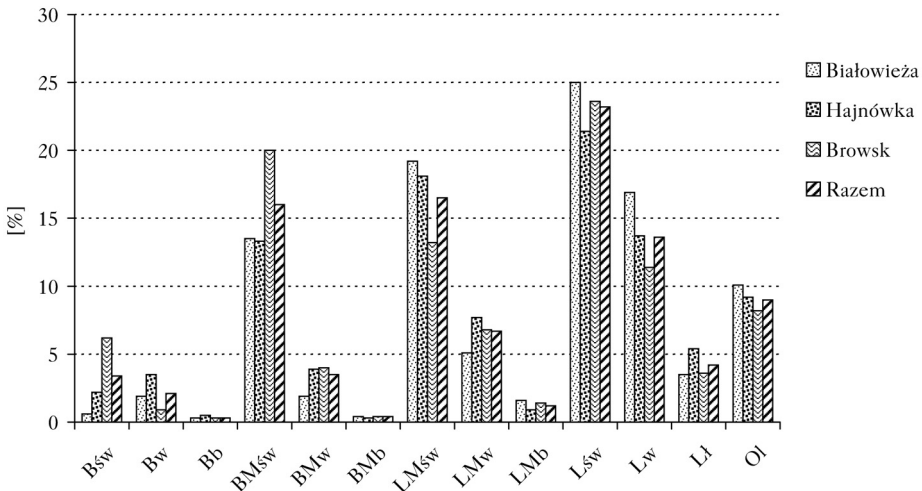
Miernik zagrożenia lasu M_s opisuje 5 stopni zagrożenia:

- stopień 1: $M_s \leq 10$ – zagrożenie niskie,
- stopień 2: $10 < M_s \leq 20$ – zagrożenie podwyższone,
- stopień 3: $20 < M_s \leq 30$ – zagrożenie średnie,
- stopień 4: $30 < M_s \leq 40$ – zagrożenie wysokie,
- stopień 5: $M_s > 40$ – zagrożenie bardzo wysokie.

Wykorzystując model wzrostu opracowany przez Bruchwalda [1986], wykonano 30-letnią prognozę rozwoju drzewostanów puszczańskich, uwzględniając stopień ich zagrożenia przez wiatr. Przy pomocy modelu określono również miąższość i przyrost miąższości w badanych drzewostanach.

Wyniki

Podstawowa charakterystyka drzewostanów. W zagospodarowanej części Puszczy Białowiejskiej występuje 5 głównych typów siedliskowych lasu. Dominuje las świeży (Lśw), stanowiący średnio 23,1%. Jego udział jest zbliżony w poszczególnych nadleśnictwach i wynosi od 21,4% w Nadleśnictwie Hajnówka do 25% w Nadleśnictwie Białowieża (ryc. 1). Nieco mniejszy jest udział boru mieszanego świeżego (BMśw – 16,0%) i lasu mieszanego świeżego (LMśw – 16,5%). Najwięcej siedlisk BMśw występuje w Nadleśnictwie Browsk (20,0%), natomiast najmniej w Nadleśnictwie Hajnówka (13,3%). Z kolei największy udział siedlisk LMśw stwierdzono



Ryc. 1.

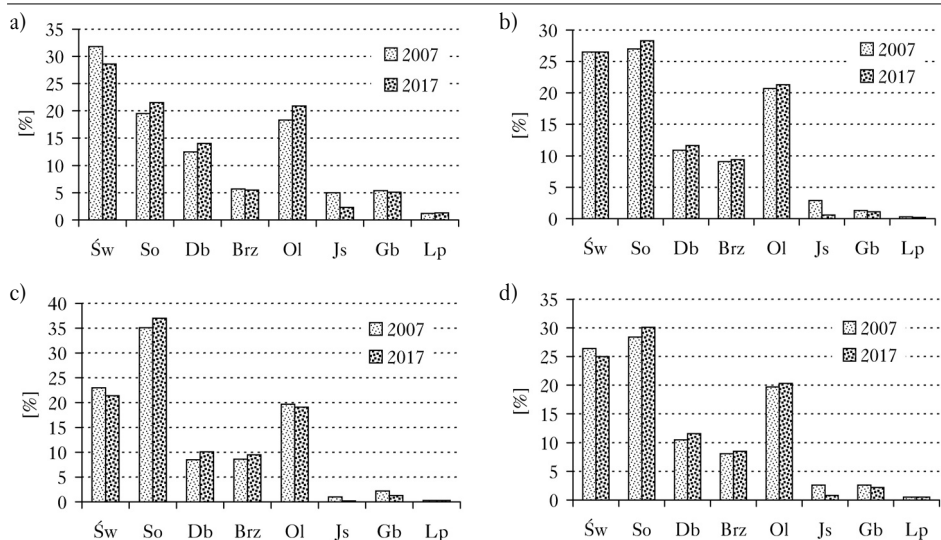
Udział [%] typów siedliskowych lasu w drzewostanach zagospodarowanej części Puszczy Białowiejskiej
 Fraction [%] of the forest site types in the managed part of the Białowieża Forest

Bśw – fresh coniferous forest, Bw – wet coniferous forest, Bb – swamp coniferous forest, BMśw – fresh mixed coniferous forest, BMw – wet mixed coniferous forest, BMb – swamp mixed coniferous forest, LMśw – fresh mixed broadleaved forest, LMw – wet mixed broadleaved forest, LMb – swamp mixed broadleaved forest, Lśw – fresh broadleaved forest, Lw – fresh broadleaved forest, Li – streamside alder-ash forest, Ol – black alder bog forest.

w Nadleśnictwie Białowieża (19,2%), a najmniejszy w Nadleśnictwie Browsk (13,2%). Na obszarze badań stosunkowo wysoki jest udział lasu wilgotnego (Lw) – około 13,6%. Wynosi on od 11,4% w Nadleśnictwie Browsk do 16,9% na Nadleśnictwie Białowieża. Łączny udział siedlisk świeżych (Bśw, BMśw, LMśw i Lśw) w obszarze badań określono na 59,3%, przy czym najwięcej jest ich w Nadleśnictwie Browsk (63,0%), a najmniej w Nadleśnictwie Hajnówka (55,1%). Udział siedlisk wilgotnych i bagiennych w Puszczy wynosi 40,7% – najmniej w Nadleśnictwie Browsk (37,0%), najwięcej w Nadleśnictwie Hajnówka 44,9% i nieco mniej w Nadleśnictwie Białowieża (41,5%).

Lasy Puszczy Białowieskiej charakteryzują się dużym zróżnicowaniem gatunków drzew (ryc. 2). Największy udział powierzchni drzewostanów (według gatunku panującego) zajmuje świerk, przy czym jego udział zmalał z 26,4% w 2007 roku do 25,0% w 2017 roku (ryc. 2d). W tym czasie obniżył się również udział drzewostanów jesionowych: z 2,6% do 0,8%. Wzrósł natomiast udział sosny z 28,4% do 30,1%, dębu z 10,5% do 11,6% i w niewielkim stopniu olszy (z 19,7% do 20,3%) oraz brzozy (z 8,1% do 8,5%). W badanym okresie w niewielkim stopniu zmalała powierzchnia drzewostanów z udziałem grabu jako gatunkiem głównym: z 2,6% do 2,2%. Drzewostany obszaru badań utworzone są najczęściej z różnych gatunków drzew, przy czym ten sam gatunek może być reprezentowany przez grupy i kępy różniące się wiekiem. Przykładowo, opis składu gatunkowego jednego z dwupiętrowych drzewostanów Nadleśnictwa Hajnówka występującego na siedlisku lasu świeżego wygląda następująco: w pierwszej warstwie 4Św 2So 1Db w wieku 100 lat, a w warstwie drugiej 1Db 1Św 1Gb w wieku 70 lat. W Puszczy Białowieskiej występuje tylko 7% drzewostanów jednogatunkowych, 21% drzewostanów zbudowanych jest z 4 różnych gatunków drzew, przy czym przynajmniej część z nich jest często zróżnicowana pod względem wieku. Stwierdzono także 2% drzewostanów utworzonych z 8 gatunków drzew.

Ważnym elementem oceny stanu lasu jest struktura powierzchniowa drzewostanów pod względem czynnika zadrzewienia. Wyższa wartość tego czynnika oznacza także wyższą miąż-



Ryc. 2.

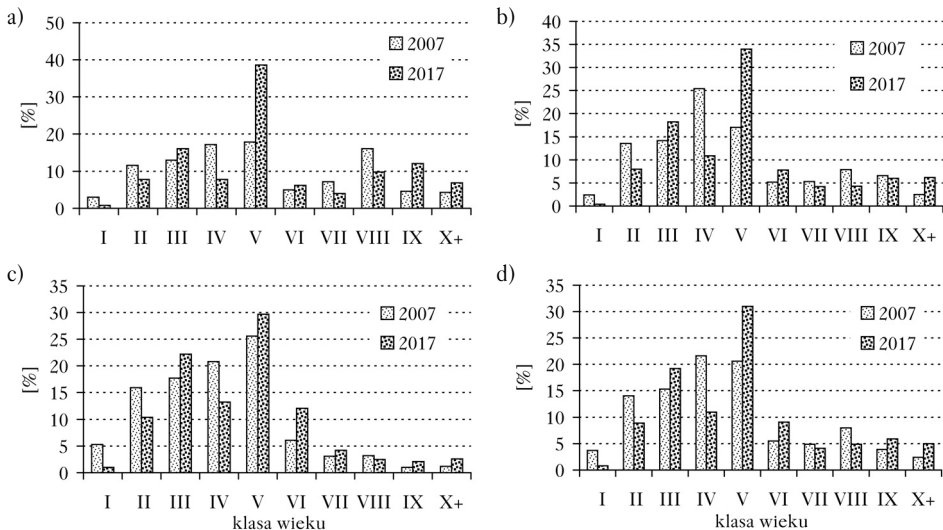
Udział [%] drzewostanów według gatunków panujących w latach 2007 i 2017 w nadleśnictwach Białowieża (a), Hajnówka (b), Browsk (c) i razem (d)

Fraction [%] of the dominant species in 2007 and 2017 in Białowieża (a), Hajnówka (b), Browsk (c) forest districts and altogether (d)

szość drzewostanu. Najwięcej drzewostanów charakteryzuje się czynnikiem zadrzewienia w granicach 0,8-1,0 (57,3% powierzchni), co oznacza, że duża część drzewostanów Puszczy cechuje się wysoką miąższością (adekwatnie do ich wieku). Równie ważną informacją jest powierzchnia drzewostanów o niskim czynniku zadrzewienia. W niniejszej pracy przyjęto jako wartość graniczną czynnik zadrzewienia równy 0,3 i mniej. Powierzchnia takich drzewostanów wynosiła w 2017 roku 975 ha, co stanowi 2,0% ogólnego areálu nadleśnictw puszczańskich. Najwięcej drzewostanów o niskim zadrzewieniu znajdowało się w Nadleśnictwie Browsk (515 ha), stosunkowo dużo w Nadleśnictwie Hajnówka (360 ha), a najmniej w Nadleśnictwie Białowieża (100 ha). Wśród takich drzewostanów dominowały świerczyny (39%) i brzeziny (33%). W latach 2013-2016 powierzchnia drzewostanów o niskim czynniku zadrzewienia była niższa i wynosiła około 560 ha, co stanowiło 1,1% ogólnej powierzchni Puszczy.

Charakterystyczną cechą lasów Puszczy Białowieckiej jest występowanie drzewostanów w klasach wieku od I do X oraz drzewostanów starszych, przy czym duży jest udział drzewostanów w wieku 40-100 lat oraz mały w wieku 1-20 lat (ryc. 3). W okresie 2007-2017 udział ten maleje w I, II i IV klasie wieku, natomiast rośnie w III, V i VI klasie. Udział drzewostanów w wyższych klasach jest niski i wynosi średnio około 5%. Na obszarze badań występują drzewostany dębowe w wieku powyżej 200 lat. Ich udział wynosi 0,9%, przy czym największy jest w Nadleśnictwie Białowieża (2,1%), a najmniejszy w nadleśnictwie Browsk (0,2%). Najstarsze puszczańskie drzewostany świerkowe i sosnowe uzyskują wiek do 180 lat, a ich udział w klasie 160-180 lat wynosi po 1,1%. Średni wiek drzewostanów Puszczy Białowieckiej jest wysoki. W 2007 roku wynosił 83 lata i wzrósł do 92 lat w 2017 roku. Wzrost średniego wieku drzewostanów stwierdzono w Nadleśnictwie Białowieża (z 95 do 104 lat), na Nadleśnictwie Hajnówka (z 86 do 94 lat) i w Nadleśnictwie Browsk (z 72 do 83 lat).

Średnia miąższość drzewostanów w obszarze badań jest również wysoka i wzrosła od 303 m³/ha w 2007 roku do 398 m³/ha w 2017 roku. Najniższą miąższość stwierdzono w Nadleśnictwie Browsk,



Ryc. 3.

Powierzchniowy udział [%] drzewostanów według klas wieku w latach 2007 i 2017 w nadleśnictwach Białowieża (a), Hajnówka (b), Browsk (c) i razem (d)

Fraction [%] of the age classes in 2007 and 2017 in Białowieża (a), Hajnówka (b), Browsk (c) forest districts and altogether (d)

gdzie parametr ten wzrósł z 289 m³/ha w 2007 roku do 367 m³/ha w 2017 roku. Wzrost miąższości w okresie badań odnotowano również w dwóch pozostałych nadleśnictwach: w Białowieży z 304 do 422 m³/ha, a w Hajnówce z 315 do 411 m³/ha. Przyrost miąższości w drzewostanach puszczańskich wynosi 9,0 m³/ha/rok (2017 rok) i w analizowanym okresie wzrósł o 0,6 m³/ha/rok. Przyrost ten w 2017 roku kształtował się w poszczególnych nadleśnictwach następująco: Browsk – 9,0 m³/ha/rok (wzrost o 0,3 m³/ha/rok), Hajnówka – 9,3 m³/ha/rok (wzrost o 0,8 m³/ha/rok) i Białowieża – 8,7 m³/ha/rok (wzrost o 1,0 m³/ha/rok).

W okresie 2007-2011 w Puszczy Białowieskiej funkcjonowały dwa rodzaje gospodarstw: przerębowo-zrębowe i specjalne. Gospodarstwo przerębowo-zrębowe charakteryzuje się możliwością stosowania w drzewostanach złożonych sposobów zagospodarowania lasu, np. rębni stopniowej. W pierwszych latach badań do gospodarstwa przerębowo-zrębowego zaliczono 28% powierzchni Nadleśnictwa Białowieża, 72% powierzchni Nadleśnictwa Hajnówka i 66% powierzchni Nadleśnictwa Browsk. Pozostałą część powierzchni zaliczono do gospodarstwa specjalnego, w którym w rezerwatach ścisłych nie prowadzi się żadnych cięć, a w rezerwatach częściowych ewentualnie cięcia służące osiągnięciu celu, dla jakiego utworzono dany rezerwat. Począwszy od 2012 roku wszystkie drzewostany Puszczy Białowieskiej zostały zaliczone do gospodarstwa specjalnego, co istotnie ograniczyło działalność człowieka w tych lasach.

OCENA STOPNIA ZAGROŻENIA DRZEWOSTANÓW PRZEZ WIATR. Lasy obszaru badań charakteryzują się bardzo małym udziałem powierzchni w trzech najniższych klasach współczynnika ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr (W_p) i wysokim udziałem w dwóch najwyższych klasach tego współczynnika. Z przeprowadzonej prognozy wynika, że we wszystkich trzech nadleśnictwach maleje z czasem udział 4 klasy współczynnika W_p , rośnie natomiast udział klasy najwyższej (6) (ryc. 4a-c).

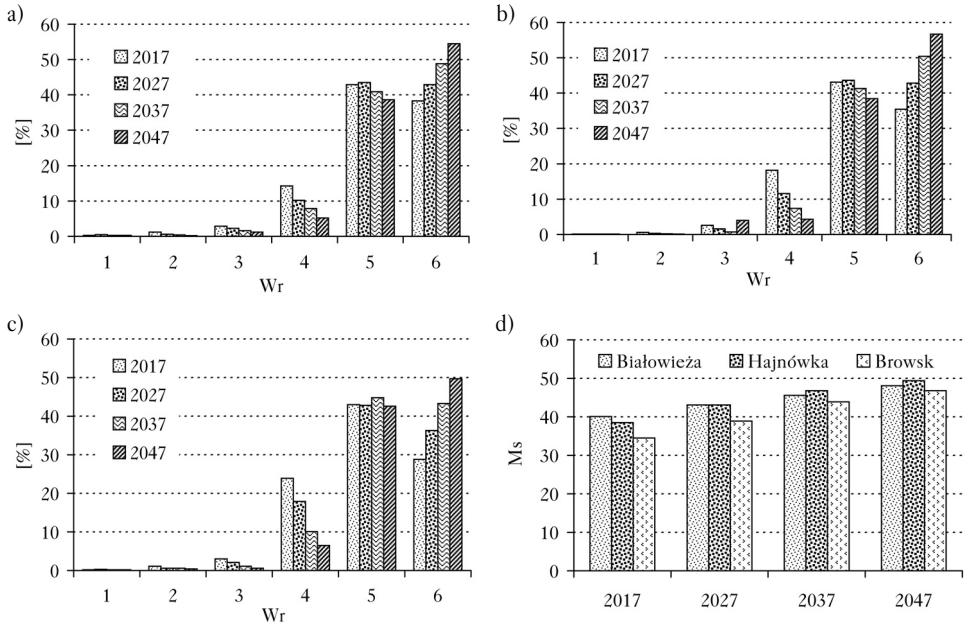
Syntetyczna miara stopnia zagrożenia lasu przez wiatr, tj. miernik zagrożenia M_s , uzyskuje bardzo wysokie wartości dla lasów wszystkich nadleśnictw. Należą one do najwyższych w skali całego kraju. W przypadku Nadleśnictwa Białowieża wartości miernika wzrastają od 40,1 w 2017 roku do prognozowanej na rok 2047 wartości 48,1 (ryc. 4d). Podobne trendy występują także w przypadku pozostałych dwóch nadleśnictw.

Dyskusja

Przeprowadzona w pracy analiza obejmuje stosunkowo krótki okres (lata 2007-2017), z tego względu zmiany wartości podstawowych charakterystyk drzewostanów w zagospodarowanej części Puszczy Białowieskiej okazały się stosunkowo niewielkie.

Jednym z najważniejszych czynników wpływających na drzewostany Puszczy w ostatnich latach była niewątpliwie gradacja kornika drukarza, która rozpoczęła się w 2012 roku i trwa nadal. Najbardziej widocznym efektem gradacji jest szybko rosnąca powierzchnia tzw. drzewostanów negatywnych (płazowin i halizn). W 2016 roku w Puszczy Białowieskiej stwierdzono 560 ha drzewostanów negatywnych, podczas gdy w 2017 roku było już ich 975 ha. Większość z nich powstała w Nadleśnictwie Browsk. Nie ulega wątpliwości, że główną przyczyną tak szybkiego przyrostu powierzchni drzewostanów negatywnych był rozpad drzewostanów świerkowych wskutek gradacji kornika drukarza. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że według danych SILP na obszarze badań zamierały nie tylko świerki, ale również brzozy, dęby, sosny i olsze, a także jesiony.

Do drzewostanów negatywnych zaliczono w tej pracy drzewostany, w których czynnik zadrzewienia spadł poniżej wartości 0,4, tj. osiągnął wartość 0,3 lub mniej. Tak niska wartość współczynnika zadrzewienia oznacza, że zwarcie drzewostanu jest przerywane i występują w nim liczne luki,



Ryc. 4.

Udział [%] drzewostanów w klasach współczynnika ryzyka uszkodzenia przez wiatr (W_r) w nadleśnictwach Białowieża (a), Hajnówka (b) i Browsk (c) oraz miernik zagrożenia przez wiatr (M_s) i jego zmiany w czasie (d) Fraction [%] of the stands in various classes of wind-related damage index (W_r) to the stands in Białowieża (a), Hajnówka (b), Browsk (c) forest districts and synthetic wind-related damage (M_s) and its predicted evolution over time (d)

zwykle bardzo duże. Przyrost miąższości w drzewostanach negatywnych jest bardzo mały, a ich naturalne przekształcenie w drzewostany nawet o średniej produktywności jest bardzo trudne, o ile w ogóle możliwe. Wynika to stąd, że skuteczne naturalne odnowienie takich powierzchni wymaga łącznego spełnienia szeregu warunków, w tym m.in.: 1) powierzchnia nie może być porośnięta roślinnością zielną, zwłaszcza trzcinnikiem, 2) zapewniony musi być dopływ dostatecznej ilości żywotnych nasion gatunków drzew właściwych dla danego siedliska, 3) nasiona te nie zostaną zjedzone przez zwierzęta, nie przemarzną w ziemi i nie zostaną zaatakowane przez pasożytnicze grzyby, 4) w okresie wschodów nasion i początkowego wzrostu siewek panują odpowiednie warunki pogodowe (szczególnie wystarczająca ilość opadów), 5) odnawiające się gatunki drzew nie zostaną zgryzione przez zwierzynę. Gdy choćby jeden z powyższych warunków nie jest spełniony, wówczas dana powierzchnia na długie lata pozostaje halizną lub płazowiną. Zaczyna ją porastać roślinność trawiasta oraz krzewy, co jeszcze bardziej utrudnia proces odnowienia drzew i powoduje, że przez długi okres zachowuje ona bezleśny charakter. Ponadto miejsca takie są chętnie odwiedzane przez zwierzynę, intensywnie zgryzającą wszystkie pojawiające się naloty i podrosty.

Należy podkreślić, że w rozwoju lasu można wyróżnić okresy o bardzo małej lub bardzo wysokiej produktywności drzewostanów. Przy dużej powierzchni Puszczy różne jej części mogą charakteryzować się zróżnicowaną produktywnością. Są okresy, gdy duże powierzchnie zostają opanowane wyłącznie przez brzozę lub osikę, a drzewostany z nich utworzone są niskoprodukcyjne. Stan lasu zbudowanego z wymienionych gatunków drzew można nazwać początkową fazą rozwoju (sukcesji) [Kowalski 1982]. Gdy w składzie drzewostanów pojawiają się wysokopro-

dukcyjne gatunki drzew, w pierwszej kolejności sosna, a następnie świerk, a także dąb, wówczas okres taki można zaliczyć do środkowej fazy rozwoju lasu. Końcową fazą sukcesji leśnej w warunkach Puszczy Białowieskiej jest zajmowanie terenu przez grab i lipę, czyli gatunki niskoprodukcyjne. Wyparcie tych gatunków z lasu może nastąpić tylko w wyniku pojawienia się niszczącego je czynnika zewnętrznego.

Wynika stąd, że sztuczne i naturalne (jeżeli powstanie) odnowienie w większości przypadków jest jedyną drogą pozwalającą na w miarę szybką odbudowę zniszczonych drzewostanów i zastąpienie ich nowymi, składającymi się z różnych gatunków drzew, ważnych z punktu widzenia zachowania wielostronnych walorów Puszczy [Brzeziecki i in. 2013, 2018]. Tak dużą powierzchnię drzewostanów negatywnych, jaka pojawiła się w Puszczy Białowieskiej w wyniku gradacji kornika, trudno będzie jednak odnowić w krótkim czasie. W większości nadleśnictw w Polsce, w których stosuje się zrębowy lub przerębowo-zrębowy sposób zagospodarowania, wielkość powierzchni do odnowienia waha się najczęściej od 100 do 200 ha w ciągu jednego roku. Powierzchnię taką udaje się zalesić w ciągu 1-2 lat gatunkami drzew właściwymi dla danego siedliska. Dotychczasowe doświadczenia wskazują przy tym jednoznacznie, że w warunkach Puszczy Białowieskiej wszelkie próby odnowienia powierzchni pozbawionych drzewostanu wymagają ich grodzienia, ze względu na wysokie stany zwierzyny, w tym żubra.

Pozostaje pytanie o dalsze losy drzewostanów na obszarze badań. Można oczekiwać, że przy istniejącym podejściu do gospodarki leśnej w Puszczy będzie tam nadal postępował proces rozpadu drzewostanów, nie tylko świerkowych, obejmujący wszystkie nadleśnictwa puszczańskie. Poza czynnikami biotycznymi dużym zagrożeniem dla trwałości i stabilności tamtejszych drzewostanów są również niekorzystne zmiany stosunków wodnych oraz huraganowe wiatry. Problem potęgują mało odporne na wymienione czynniki bardzo stare drzewostany, występujące w Puszczy na dużych powierzchniach.

Zjawiska masowego zamierania w Polsce drzewostanów, głównie świerkowych, miały już miejsce w Górach Izerskich [Capecki i in. 1991], w Beskidzie Śląskim i Żywieckim [Boratyński i in. 1998; Szabla 2009, 2017; Bruchwald, Dmyterko 2010b; Dmyterko, Bruchwald 2018], a na terenach nizinnych w północnej części naszego kraju w okresie gradacji brudnicy mniszki (1978-1983) i wystąpienia huraganowych wiatrów (1980 i 1983) [Śliwa 1989; Kawecka, Gutowski 1988; Puchniarski 2008].

Silne wiatry stanowią duże zagrożenie także dla lasów Puszczy Białowieskiej. Huraganowy wiatr w 1983 roku zniszczył drzewa o łącznej miąższości około 500 tys. m³ [Kawecka, Gutowski 1988]. W 1993 roku bardzo silny wiatr, w postaci trąby powietrznej, przeszedł wąskim pasem przez całe Nadleśnictwo Browsek, przewracając również bardzo grube dęby. Model ryzyka uszkodzenia drzewostanów przez wiatr wskazuje na bardzo wysokie zagrożenie nadleśnictw puszczańskich ze strony tego czynnika. Stwierdzono, że lasy Nadleśnictwa Białowieża już obecnie należą do najbardziej zagrożonych w Polsce. Do grupy tej dołączą również za 10 lat lasy Nadleśnictwa Hajnówka i za 20 lat lasy Nadleśnictwa Browsek. Pod tym względem lasy Puszczy dorównają niektórym górskim nadleśnictwom, takim jak np. Ujsoły, Wisła, Międzyzylesie czy Kamienna Góra [Bruchwald, Dmyterko 2013b].

Wnioski

✦ Drzewostany zagospodarowanej części Puszczy Białowieskiej reprezentują różne stadia ekologicznej sukcesji. Jej przebieg jest dynamiczny i powierzchniowo zróżnicowany, przede wszystkim ze względu na występujące tam typy siedliskowe lasu, z dużym (około 60%) udziałem siedlisk świeżych, zwłaszcza lasu świeżego, i wyjątkowo dużym (około 40%), w stosunku do innych nadleśnictw w Polsce, siedlisk wilgotnych i bagiennych, głównie lasu wilgotnego.

- ✦ Większość lasów zagospodarowanej części Puszczy znajduje się w środkowej fazie sukcesji reprezentowanej przez wysokoprodukcyjne drzewostany świerkowe i dębowe, które występują szczególnie często w nadleśnictwach Białowieża i Hajnówka. Drzewostanów takich obecnie w Puszczy systematycznie ubywa, szczególnie mocno ten problem dotyczy Nadleśnictwa Browsk.
- ✦ W lasach Puszczy tylko w jednym roku (2017) ubyło około 430 ha wysokoprodukcyjnych drzewostanów. Rozpadowi uległy drzewostany mieszane, w których zamarły nie tylko świerki, ale również brzozy, dęby, sosny i olsze, a także rosnące w małej ilości cenne gatunki drzew, takie jak jesiony i klony.
- ✦ Powierzchnie po drzewostanach świerkowych oraz dębowych przekształcają się w niskoprodukcyjne grabiny, zajmujące wcześniej dolne warstwy drzewostanu. Często są to drzewostany o małym zwarciu i zwykle, w przypadku braku ingerencji człowieka, tworzą się z nich halizny lub płazowiny, na których odtworzenie się drzewostanów w sposób naturalny może trwać bardzo wiele lat.
- ✦ Lasy Puszczy należą do najbardziej zagrożonych w Polsce przez wiatr. Oznacza to, że w przypadku wystąpienia silnego wiatru bardzo dużo drzew zostanie złamanych lub wyrwanych z korzeniami, czemu sprzyja zarówno wysoka miąższość drzewostanów, jak i obecność licznych luk powstałych w wyniku zamierania drzew, zwłaszcza świerka.
- ✦ Można oczekiwać, że dla dużej części lasów Puszczy Białowieskiej nadchodzi okres rozpadu wielu drzewostanów utworzonych z różnych gatunków drzew, na co wskazuje również prognoza zagrożenia tych drzewostanów przez wiatr.

Literatura

- Boratyński A., Konca B., Zientarski J. 1998. Rozmiary prognozy zamierania świerczyn górskich w Polsce. W: Boratyński A., Bugała W. [red.]. *Biologia świerka pospolitego*. PAN, Instytut Dendrologii. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań. 508-528.
- Bruchwald A. 1986. Simulation growth model MDI-1 for Scots pine. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. SGGW-AR, For. And Wood Technol.* 34: 47-52.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2010a. Metoda określenia ryzyka uszkodzenia drzewostanu. *Leś. Pr. Bad.* 2: 165-148.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2010b. Lasy Beskidu Śląskiego i Żywieckiego – zagrożenia, nadzieja. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2011. Zastosowanie modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr do oceny zagrożenia lasów nadleśnictwa. *Sylvan* 155 (7): 459-471.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2012. Zagrożenie lasu przez wiatr na przykładzie nadleśnictw Puszczy Białowieskiej. *Sylvan* 156 (10): 750-2012.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2013a. Model ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr z uwzględnieniem cech rzeźby terenu. W: Okła K. [red.]. *Geomatyka w lasach państwowych. Część II. Poradnik praktyczny*. CILP, Warszawa. 268-288.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2013b. Zastosowanie modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr do oceny zagrożenia lasów Polski. W: Lech P., Kwiatkowski M., Zachara T. [red.]. *Zagrożenia lasów zależne od stanu atmosfery*. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary. 56-83.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2013c. Modele ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr i ich zastosowanie do oceny zagrożenia lasów Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku. W: 10 lat po huraganie w Puszczy Piskiej. Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Białymstoku. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok. 37-69.
- Brzeziecki B., Andrzejczyk T., Żybura H. 2018a. Odnowienie naturalne drzew w Puszczy Białowieskiej. *Sylvan* 162 (11): 883-896.
- Brzeziecki B., Drozdowski S., Bielak K., Buraczyk W., Gawron L. 2013. Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów w warunkach nizinnych. *Sylvan* 157 (8): 597-606.
- Brzeziecki B., Hilszczański J., Kowalski T., Łakomy P., Małek S., Miściński S., Modrzyński J., Sowa J., Starzyk J. R. 2018b. Problem masowego zamierania drzewostanów świerkowych w Leśnym Kompleksie Promocyjnym „Puszcza Białowieska”. *Sylvan* 162 (5): 373-386.
- Brzeziecki B., Keczyński A., Zajączkowski J., Drozdowski S., Gawron L., Buraczyk W., Bielak K., Szeliński H., Dzwonkowski M. 2012. Zagrożone gatunki drzew Białowieskiego Parku Narodowego (Rezerwat Ścisły). *Sylvan* 156 (4): 252-261.

- Brzeziecki B., Pommerening A., Miścicki S., Drozdowski S., Żybura H. 2016. A common lack of demographic equilibrium among tree species in Białowieża National Park (NE Poland): evidence from long-term plots. *J. Veget. Sci.* 27: 460-467.
- Capecki Z., Głaz J., Gorzelak A., Hawryś Z., Król A., Łopusiewicz R., Sierota A., Rykowski K., Szukiel E., Trampl T., Walendzik R., Tysza J., Zwoliński A. 1991. Stan lasów w Sudetach (przyczyny, przebieg i konsekwencje zamierania lasów oraz zadania dla gospodarki leśnej). Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa. 1-44.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2018. Dynamika rozpadu drzewostanów świerkowych w Beskidzie Śląskim. *Sylwan* 162 (3): 189-199.
- Kawecka A., Gutowski J. M. 1988. Skutki huraganowych wiatrów z zimy 1982/83 r. w Puszczy Białowieskiej. *Prace Inst. Bad. Leśn.* 677: 125-144.
- Kondracki J. 1978. Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Kowalski M. 1982. Rozwój drzewostanów naturalnych na powierzchni badawczej w Białowieskim Parku Narodowym. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- Puchniarski T. 2008. Zagrożenie trwałości produkcji leśnej na przykładzie skutków wiatrołomów z listopada 1980 r. na terenie RDLP Olsztyn. W: Kłęski żywiolowe w lasach zagrożeniem dla wielofunkcyjnej gospodarki leśnej. SITLiD. Wydawnictwo „Świat”, Warszawa. 42-47.
- Szabla K. 2009. Aktualny stan drzewostanów świerkowych w Beskidach i ich geneza. W: Starzyk J. [red.]. Problem zamierania drzewostanów świerkowych w Beskidzie Śląskim i Żywieckim. Oficyna Wydawniczo-Drukarska „Secesja”, Kraków. 13-43.
- Szabla K. 2017. Proces rozpadu drzewostanów świerkowych w Beskidzie Śląskim i Żywieckim w następstwie gradacji owadów kambiofagicznych i grzybów patogenicznych oraz sposób zagospodarowania tych drzewostanów w latach 2003-2015. *Postępy Techniki w Leśnictwie* 137: 23-31.
- Śliwa E. 1989. Przebieg masowego pojawu brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) i jej zwalczania w Polsce w latach 1978-1985 oraz regeneracja aparatu asymilacyjnego w uszkodzonych drzewostanach. *Prace Inst. Bad. Leśn.* 710: 1-120.
- Trampl T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.