

## Zamieranie jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) w rezerwacie Jesionowe Góry

### Dying of ash (*Fraxinus excelsior* L.) in the Jesionowe Góry Nature Reserve

Michał Orzechowski<sup>1\*</sup>, Jakub Kacprzak<sup>2</sup>, Wojciech Kędziora<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Zakład Urządzania Lasu, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa; <sup>2</sup>Nadleśnictwo Czarna Białostocka, ul. Marszałkowska 27, 16-020 Czarna Białostocka

\*Tel. +48 22 5938202, e-mail: [michal.orzechowski@wl.sggw.pl](mailto:michal.orzechowski@wl.sggw.pl)

**Abstract.** The aim of this study was to analyse changes in the health status of ash stands belonging to the age classes VI and VIII growing in optimal site conditions and to compare the ash dieback with other age classes in the Jesionowe Góry Nature Reserve. Our research was conducted during the growing season in 2006 and 2007 on 22 permanent and 54 temporary sample plots. The health condition of the stands and the structure of natural regeneration were determined with a one-year interval. The amount of damage was defined using leaf loss, pest infestation and shoot dieback. Based on our estimation of natural regeneration, the capability for stand evolution in the future was determined.

**Keywords:** ash stands, Jesionowe Góry Nature Reserve, dying of ashes

## 1. Wstęp i cel pracy

Objawy zamierania drzew i drzewostanów jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) obserwowane są w całej Polsce. Obecny rozmiar szkód prowadzi w skrajnych przypadkach do rezygnacji z produkcji materiału sadzeniowego i eliminacji gatunku z celów hodowlanych w nadleśnictwach. Problematyczna jest również trwałość drzewostanów w rezerwach, w których jesion jest ważnym gatunkiem lasotwórczym.

Procesy zamierania pojawiają się zwykle po działaniu niesprzyjających czynników środowiskowych, ponieważ jesion należy do gatunków bardzo wrażliwych na wszelkie zmiany wilgotności i temperatury. Obniżenie poziomu wód gruntowych, anomalie pogodowe, ekstremalne temperatury, a także zmiana kwasowości podłoża osłabiają drzewostany, powodując dalszy rozwój objawów chorobowych. Szczególnie intensywne zamieranie występuje w okresie suszy. Według Jaworskiego (2011) wyjątkiem są drzewostany jesionowe rosnące na glebach bogatych w węglan wapnia. W takich warunkach siedliskowych jesion powinien wykazywać podwyższoną odporność.

Przykładem takiego środowiska jest rezerwat Jesionowe Góry, położony na młodoglacjalnych wzniesieniach (kermach) zasobnych w węglan wapnia (Czerwiński 1981). Na takich siedliskach jesion znajduje optymalne warunki wzrostu, które powinny zwiększać odporność na działanie czynników powodujących zamieranie.

Zamieranie drzewostanów jesionowych obserwowane jest w Polsce od 1992 roku (Sierota et al. 1993; Grzywacz 1995; Stocki 2001; Kowalski 2006; Przybył 2002). W latach 1995–1996 procesy chorobowe jesionów znacznie nasiliły się we wszystkich klasach wieku (Stocki 2006). Obecnie większość naturalnego arealu występowania jesionu wyniosłego w Europie jest zagrożona (Pautasso et al. 2013). Sygnalizowany powolny spadek powierzchni drzewostanów jesionowych z objawami zamierania (IBL 2014) nie musi oznaczać lepszej kondycji zdrowotnej tego gatunku, a może być wynikiem zmian składu gatunkowego drzewostanów, w których zamarły jesion stracił funkcję gatunku panującego. Prawie połowę powierzchni wszystkich zamierających lasów liściastych stanowią właśnie drzewostany jesionowe (IBL 2014).

Początkowo, ze względu na wysoką wrażliwość jesionu na czynniki abiotyczne (Jaworski 2011), zamieranie jesionu było związane z niekorzystnym wpływem czynników nieożywionych (Bakys et al. 2013). Jednak stale rozszerzający się areal i nasilenie procesu chorobowego zaczęły wskazywać na charakter infekcyjny zjawiska. Badania Kowalskiego (2007) w tym zakresie doprowadziły do stwierdzenia, że nekrozy tkanek jesionu są ściśle związane z działalnością grzyba *Chalara fraxinea* T. Kowalski. Odnotowano znaczne obniżenie przyrostu grubości drzew na 3–5 lat przed wystąpieniem symptomów zamierania (Cieśla, Gil 2008). Kowalski i Czekaj (2010) zauważyli, że nasilenie objawów choroby jest zmienne i zależy od wieku

Wpłynęło: 10.02.2015 r., zrecenzowano: 19.02.2015 r., zaakceptowano: 16.02.2016 r.

oraz sposobu odnowienia. Bardziej podatne na chorobę są drzewostany młode.

Oszako (2006) wyróżnia następujące typowe objawy chorobowe związane z procesem zamierania: atrofia liści, zamieranie wierzchołków pędów, zakłócenie owocowania, nekrotyczne plamy na korze, spękanie kory, zamieranie korzeni. Obserwowane objawy zamierania jesionów wykazują cechy choroby wieloczynnikowej, podobnie jak w przypadku dębów, brzoź, topól i innych zagrożonych gatunków.

Celem pracy była charakterystyka stanu zdrowotnego drzew na stałych powierzchniach próbnych założonych w latach 2006 i 2007. Charakterystyka ta została uzupełniona analizą zaawansowania zamierania na sieci losowo wybranych powierzchni próbnych założonych w pozostałych drzewostanach jesionowych badanego rezerwatu.

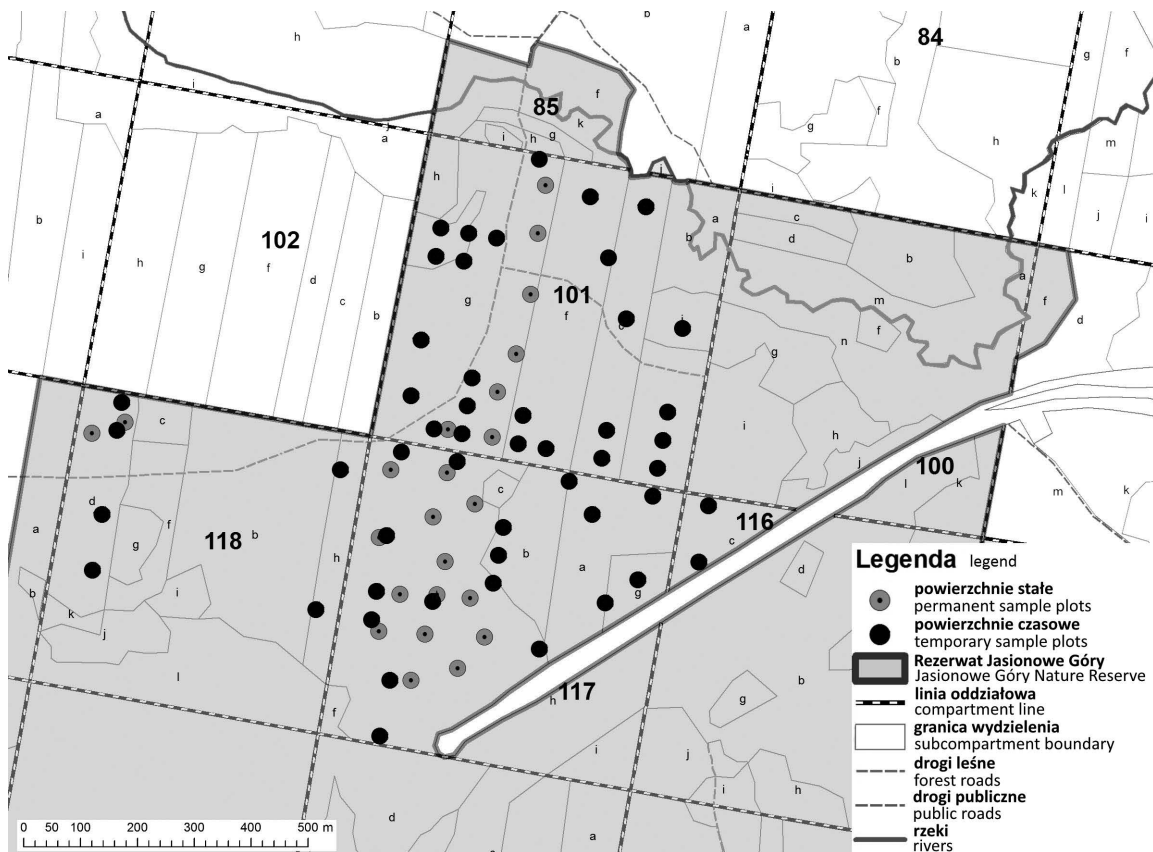
## 2. Obiekt badań

Rezerwat Jesionowe Góry (53°20'47"N, 23°17'28"E) o powierzchni 376,55 ha utworzony został w 1987 roku (Zarządzenie 1987). Obecnie znajduje się na terenie zarządzanym przez Nadleśnictwo Czarna Białostocka. Celem ochrony było zachowanie fragmentu Puszczy Knyszyńskiej o zróżnicowanej serii zbiorowisk na siedliskach bagiennych i mieszanych o wysokim stopniu naturalności i z dorodnym wielogatunko-

wym starodrzewem. Drzewostany jesionowe starszych klas wieku są prawdopodobnie naturalnego pochodzenia, młodsze natomiast powstały wskutek sztucznych nasadzeń. Wszystkie drzewostany jesionowe rosną w optymalnych warunkach środowiskowych (Czerwiński 1981). Trwałość tego starodrzewu została jednak zagrożona przez proces zamierania głównego gatunku lasotwórczego, który osiąga największe rozmiary wśród wszystkich drzew rezerwatu. Teren rezerwatu jest fałlisty, porośnięty przez grąd szczyrowy (*Aceri-Tilietum* Faber 1936 = *Tilio-Carpinetum* Tracz 1962) (Plan Ochrony Rezerwatu 2004).

## 3. Metodyka

W drzewostanach o znacznym udziale jesionów VI i VIII klasy wieku, rosnących na kemach, ocena stanu zdrowotnego została wykonana dwukrotnie. Po raz pierwszy badania przeprowadzone były w sezonie wegetacyjnym w roku 2006 (połowa sierpnia), a powtórzono je w tym samym okresie w roku 2007. Zakres przestrzenny badań ograniczono do drzew na 22 kołowych powierzchniach próbnych (o powierzchni 5 arów każda), losowo rozmieszczonych w drzewostanach jesionowych rezerwatu o powierzchni 20,41 ha (ryc. 1). Ta część powierzchni próbnych usytuowana była na wzniesieniach. Łączna powierzchnia badań



Rycina 1. Mapa poglądowa z umiejscowieniem powierzchni próbnych w rezerwacie Jesionowe Góry w Nadleśnictwie Czarna Białostocka

Figure 1. Map of sample plots in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District

wyniosła 1,1 ha, co stanowiło 5,4% badanej powierzchni. Pomiarami objęto: 226 wiązków szypułkowych, 156 grabów pospolitych, 79 jesionów wyniosłych (w tym 8 martwych), 21 świerków pospolitych, 12 klonów zwyczajnych, 8 lip drobnolistnych, 5 dębów szypułkowych, 5 topól osik, 4 brzozy brodawkowate.

Drugim etapem charakterystyki stanu zdrowotnego było porównanie drzewostanów jesionowych rosnących na terenie rezerwatu także poza wzniesieniami. W tym celu założono 54 powierzchnie kołowe w węzłach siatki kwadratów, które rozmieszczone były na terenie 56,32 ha drzewostanów jesionowych w klasach wieku IIa, IIb, IIIa, VI i VIII. Areal powierzchni próbnych dopasowano do wieku drzewostanów (IUL 2003). Łączna powierzchnia badawcza wyniosła 1,275 ha, co stanowiło 2,26% badanej powierzchni. Pomiarami objęto: 283 wiązki szypułkowe, 152 graby pospolite, 133 jesiony wyniosłe, 89 świerków pospolitych, 62 brzozy brodawkowate, 41 klonów zwyczajnych, 31 dębów szypułkowych, 28 lip drobnolistnych, 14 olsz czarnych, 11 leszczyń pospolitych, 4 topole osiki, 1 modrzew europejski.

Wszystkie jesiony na powierzchni próbnej podlegały szczegółowym pomiarom pod względem oceny: stopnia uszkodzenia aparatu asymilacyjnego, wielkości, przebarwień i uszkodzenia blaszek liściowych, stopnia zamierania pędów, stopnia zasiedlenia przez owadzie szkodniki wtórne oraz obecności widocznych oznak występowania grzybów patogennych.

Stopień defoliacji zapisywano z dokładnością do 5%. Z powodu braku uwzględnienia jesionu w atlasach oceniających ubytek aparatu asymilacyjnego pomocnicze okazały się tablice stopnia defoliacji dębu i buka opracowane przez Boreckiego i Keczyńskiego (1992). Dodatkowo wykonane zostały fotografie koron drzew o różnym stopniu defoliacji, które później zostały porównane do zdjęć z atlasu. Porównanie to zwiększyło dokładność określania ubytku aparatu asymilacyjnego w terenie.

Do oceny stanu uszkodzenia przyjęto klasyfikację europejską International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forest – ICP (Borecki et al. 1995). Wielkość blaszek liściowych była szacowana na różnych wysokościach korony każdego jesionu za pomocą lornetki.

Przy określaniu przebarwień i uszkodzeń blaszek liściowych oraz do określenia stopnia zamierania pędów wykorzystano fotografie porównawcze zawarte w opracowaniu Hartmanna (1992).

Intensywność zamierania pędów wyrażono w czterostopniowej skali (Dmyterko 2006). Ocena stopnia intensywności zasiedlenia przez owady polegała na zliczeniu otworów (żerowisk jesionowca lub jeśniaka) lub skupisk trocin (żerowisk jeśniaka czarnego) na korze od szyi korzeniowej do wysokości około 2 m na całym obwodzie pnia. Ocena występowania grzybów patogennych ograniczała się do oceny owocników.

Dodatkowo przeprowadzono badanie liczebności nalotu wszystkich gatunków. W roku 2006 nalot pomierzono na całej powierzchni kołowej. W roku następnym nalot zmierzono na pasie o szerokości 2 m na północnym promieniu powierzchni próbnej (ryc. 2). Ocena przydatności hodowlanej

młodego pokolenia odbywała się wg metodyki zawartej w Zasadach Hodowli Lasu (2003).

Kompleksowa ocena uszkodzeń jesionów wykorzystywała trzy cechy: stopień ograniczenia aparatu asymilacyjnego, stopień zamierania pędów oraz stopień zasiedlenia przez owadzie szkodniki wtórne. Każdej z wymienionych cech przypisano cztery stopnie nasilenia zmian w skali 0, 1, 2, 3 (IUL 1994). Obliczono przeciętny wskaźnik uszkodzenia drzew jako średnią ze wszystkich drzew. Przeciętny wskaźnik uszkodzenia ( $W$ ) stanowił podstawę do ustalenia stopnia uszkodzenia, który kształtuje się następująco (IUL 1994): 0 – brak uszkodzeń ( $W \leq 0,50$ ), I – uszkodzenia słabe ( $0,50 < W \leq 1,50$ ), II – uszkodzenia średnie ( $1,50 < W \leq 2,50$ ), III – uszkodzenia silne ( $W \geq 2,50$ ).

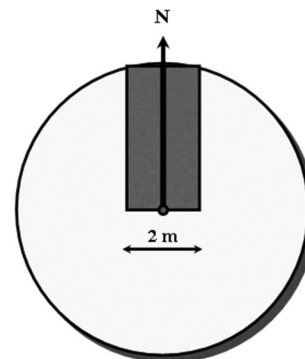
W celu stwierdzenia istotności różnic między dwoma terminami pomiarowymi użyto testu t-Studenta.

## 4. Wyniki

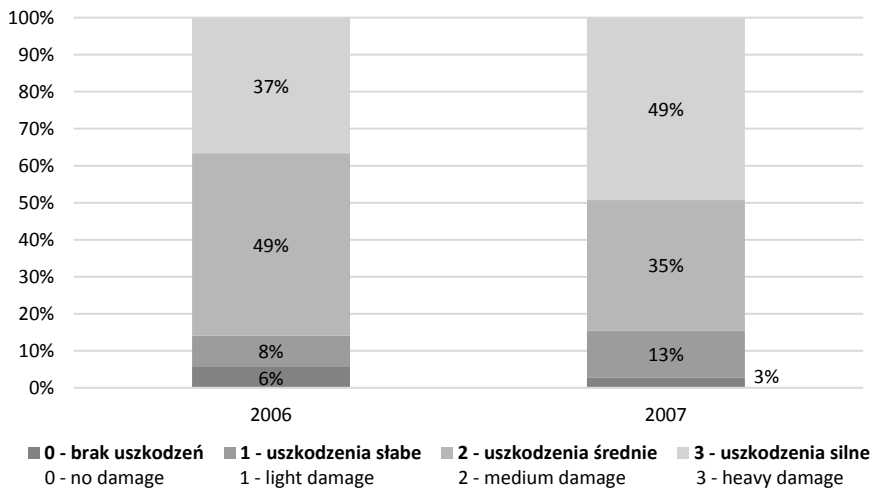
### 4.1. Badania na stałych powierzchniach próbnych

Pod względem oceny jakościowej badane były wyłącznie żywe drzewa. Do próby w 2006 i w 2007 roku weszło po 71 jesionów. Badania ubytku aparatu asymilacyjnego wykazały, że w 2006 roku najwięcej było drzew o średnim stopniu uszkodzenia korony (defoliacja 26–60%), natomiast po upływie roku najwięcej było drzew o silnym stopniu uszkodzenia (defoliacja powyżej 60%). Procent drzew określonych jako drzewa bez uszkodzeń aparatu asymilacyjnego w 2007 roku zmniejszył się o połowę (ryc. 3). Tylko jeden jesion ze wszystkich zbadanych w roku 2006 polepszył swój stan korony i przeszedł do klasy o słabym uszkodzeniu w roku 2007.

Najczęstszym defektem liści w roku 2006 było łączne występowanie przebarwień i uszkodzeń, natomiast w 2007 roku dominowało uszkodzenie liści, chociaż prace wykonane były w tym samym okresie fenologicznym. Zaobserwowano spadek liczebności drzew ze zdrowymi liśćmi, z 75% w roku 2006 do 48% w następnym roku. Drzewa posiadające liście zdrowe przeszły w większości do grupy drzew z liśćmi przebarwionymi, co zwiększyło liczebność tej grupy z 7% do 30%. Grupa drzew z liśćmi uszkodzonymi powiększyła swoją liczebność dwukrotnie i w 2007 roku wyniosła 8%.

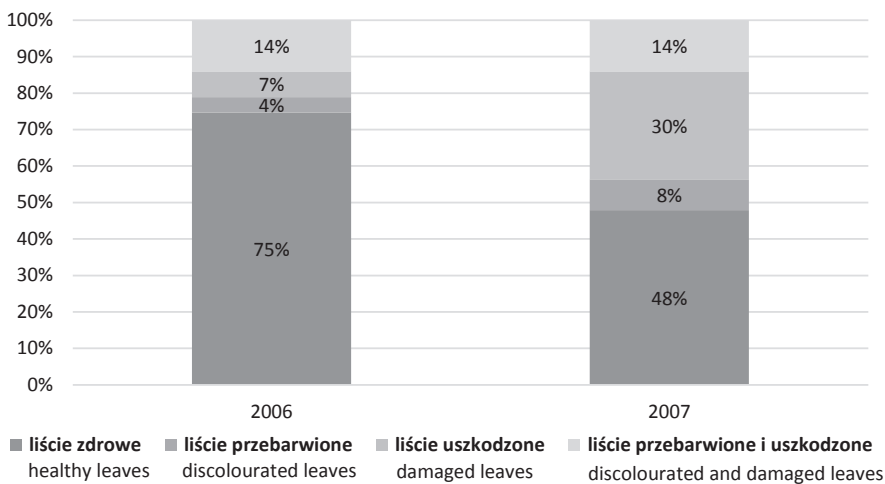


Rycina 2. Sposób wyznaczania powierzchni do oceny nalotu  
Figure 2. Area for seedling assessment on sample plot



**Rycina 3. Udział stopni uszkodzenia aparatu asymilacyjnego jesionu wyniosłego w latach 2006 i 2007 w rezerwacie Jesionowe Góry w Nadleśnictwie Czarna Białostocka**

Figure 3. Damage level of assimilation apparatus of ash in 2006 and 2007 in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District



**Rycina 4. Udział przebarwień i uszkodzeń blaszek liściowych jesionu w latach 2006 i 2007 w rezerwacie Jesionowe Góry w Nadleśnictwie Czarna Białostocka**

Figure 4. Discolouration and damage level of leaf blades of ash in 2006 and 2007 in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District

Liczebność drzew z liśćmi zarówno przebarwionymi, jak i uszkodzonymi pozostała bez zmian i wynosiła 14% (ryc. 4).

Z obserwacji przeprowadzonych w roku 2006 wynikało, że 66% jesionów nie wykazywało zmniejszonych blaszek liściowych. Pozostała część miała liście zmniejszone w różnym stopniu. Po upływie roku nie zaobserwowano istotnych zmian. Cecha ta może wynikać z indywidualnych cech osobników i nie stanowi dobrego wskaźnika zamierania jesionów.

Większość jesionów (99%) wykazywała objawy zamierania pędów, z czego zamieranie w stopniu silnym stwierdzono u powyżej 60% badanych jesionów w obydwu terminach pomiarowych (62% w 2006 roku i 65% w 2007 roku), w stopniu średnim około 30% (odpowiednio 31% i 28%) i w stopniu słabym 6% w obu okresach pomiarowych. Nie stwierdzono zmian istotnych statystycznie.

Około połowa zbadanych w obydwu terminach jesionów nie przejawiała oznak zasiedlenia przez owadzie szkodniki wtórne (ryc. 5). Udział drzew o zasiedleniu słabym zmniejszył się o 2%. Jesiony zasiedlone w stopniu średnim zmniejszyły swój udział o 14%. Największy udział miał 3 stopień – zasiedlenie duże. Zwiększył on swój udział o 17%. Przeszły do tej grupy w większości drzewa zaliczane w roku 2006 do drzew o zasiedleniu średnim, tylko jeden jesion z grupy

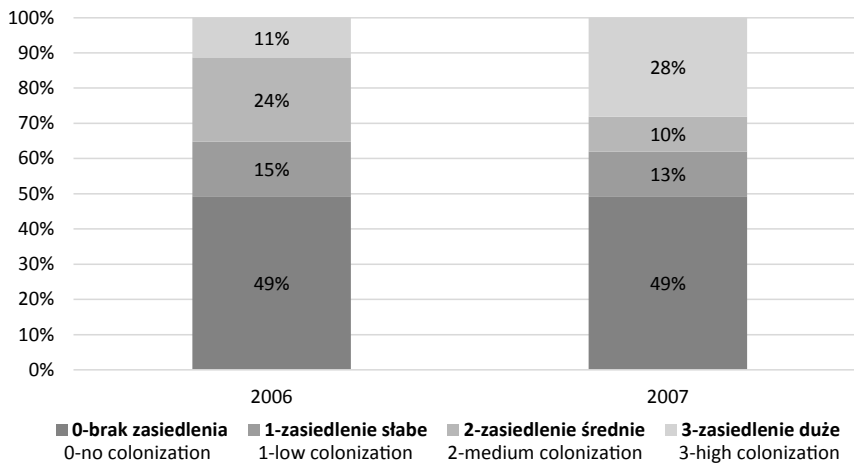
drzew o zasiedleniu słabym przeszedł do grupy drzew o zasiedleniu dużym. W pozostałych przypadkach przechodzenie do innego stopnia zasiedlenia następowało o jedną klasę w górę. Obserwowano pogarszający się stan drzew już zasiedlonych przez owadzie szkodniki wtórne. Zmiany były istotne statystycznie.

Podczas badań zaobserwowano wyłącznie jeden okaz makroskopijnego grzyba patogenicznego – żółciaka siarkowego (*Laetiporus sulphureus*). Okaz znajdował się w podłużnym pęknięciu pnia na wysokości około 4 metrów.

#### 4.2. Badania na pozostałych powierzchniach próbnych

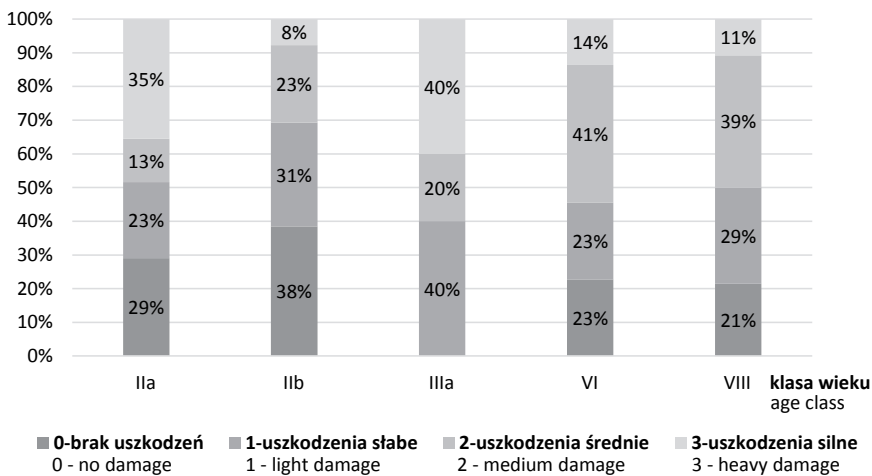
Do porównania intensywności zamierania w klasach wieku (na powierzchniach czasowych) weszło 101 żywych jesionów. Największy udział drzew bez uszkodzeń aparatu asymilacyjnego oraz ze średnimi uszkodzeniami wykazały młodsze klasy wieku, chociaż były wyjątki (ryc. 6). Jesiony z najwyższym stopniem uszkodzenia aparatu asymilacyjnego miały największy udział w klasie wieku IIa i IIIa (35 i 40%), zaś najmniejszy w klasie IIb – 8%, VI – 14% i VIII – 11%.

Analiza procentowego udziału przebarwień i uszkodzeń blaszek liściowych w podziale na klasy wieku wykazała,



**Rycina 5. Udział stopni zasiedlenia przez owadzie szkodniki wtórne jesionu wyniosłego w latach 2006 i 2007 w rezerwacie Jesionowe Góry w Nadleśnictwie Czarna Białostocka**

Figure 5. Insects colonization level of ash in 2006 and 2007 in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District



**Rycina 6. Udział stopni uszkodzenia aparatu asymilacyjnego jesionu wyniosłego wg klas wieku w rezerwacie Jesionowe Góry w Nadleśnictwie Czarna Białostocka**

Figure 6. Damage level of assimilation apparatus by age classes of ash in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District

że największy udział drzew ze zdrowymi liśćmi miały starsze klasy wieku, VI – 38% i VIII – 46%. Udział zdrowych liści w pozostałych klasach wieku był na podobnym poziomie (20%). Liście przebarwione występowały w klasie IIa w udziale 17%, klasie IIb – 23% oraz VI klasie wieku w udziale 8%. Najwięcej uszkodzonych liści zanotowano w VIII klasie – połowa wszystkich drzew w tym wieku, 38% – w klasie VI i IIb. Najmłodsze badane drzewostany miały w 27% uszkodzone liście. Najwięcej drzew z przebarwionymi i uszkodzonymi liśćmi zauważono w klasie wieku IIIa – 80%, w klasie IIa – 40%, natomiast w klasie IIb już tylko 15%. Najstarsze klasy wieku w tej grupie drzew miały udział mniejszy VI – 17%, a VIII tylko 4% (ryc. 7).

Atrofia blaszek liściowych występowała u ponad 30% drzew w klasach wieku IIa, IIb i VIII, zaś w klasie IIa i VI tylko u około 20%. Zmniejszenie blaszek liściowych u około 30% populacji może wynikać z cechy charakterystycznej tej populacji jesionów i może nie być objawem zamierania.

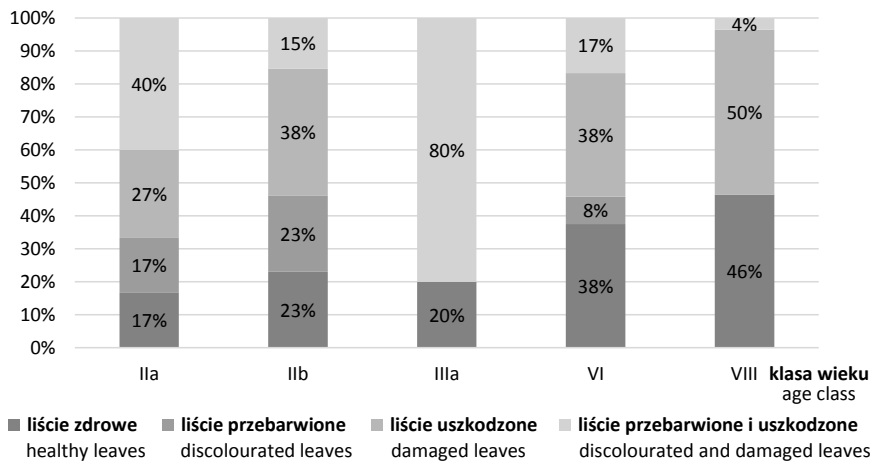
Analiza stopnia zamierania pędów wykazała brak objawów u 60% drzew klasy IIIa, około 15% w klasach IIa i IIb. W starszych klasach wieku ponad 20% drzew nie przejawiało objawów zamierania pędów. Zamieranie w stopniu słabym zarówno w młodszych, jak i starszych klasach wieku wynosi-

ło około 20%. Udział drzew o najsilniejszym stopniu zamierania pędów zwiększał się wraz z wiekiem, wyjątkiem była najmłodsza klasa wieku, w której stwierdzono największy udział drzew należących do tej grupy – 39% (ryc. 8).

Drzewa w najmłodszej klasie wieku nie wykazywały objawów zasiedlenia przez owadzie szkodniki wtórne, wyjątek stanowiły drzewa w klasie IIa, w której stwierdzono drzewa zasiedlone w stopniu słabym i średnim. W starszych klasach wieku udział drzew niezasiedlonych zmniejszył się. Najstarsze drzewostany (VIII klasa) w ponad połowie były zasiedlone w różnym stopniu. (ryc. 9).

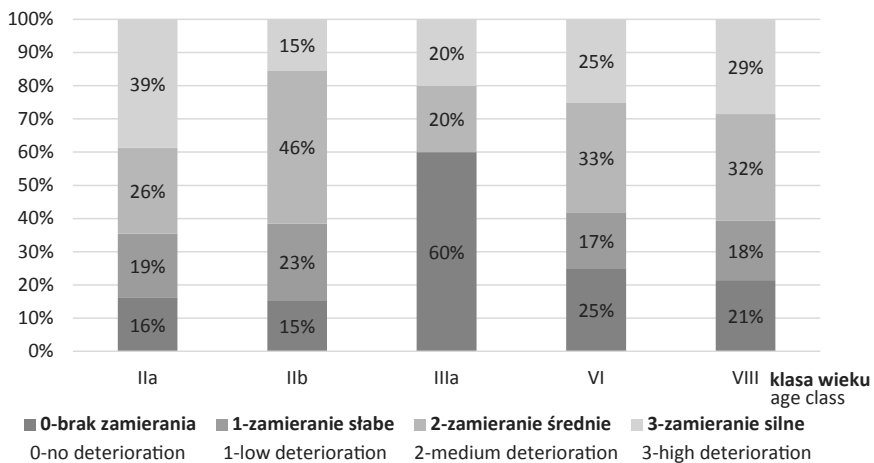
#### 4.3. Nalot

W 2006 roku podczas pierwszych pomiarów nalot pokrywał średnio 24% powierzchni próbnych. W następnym roku powierzchnia pokrycia nalotem zwiększyła się do 34%. Największy wzrost udziału odnotowano w przypadku jesionu, uległ on zwiększeniu z 10% do 44%, grabu – o 5%, lipy – o 4%. Spadki zaobserwowano dla klonu (o 25%) oraz wiązu (o 16%). W 2007 roku nie zanotowano istotnego udziału dębu, co potwierdza trudności w odnawianiu się tego gatunku na żyznych siedliskach (ryc. 10).



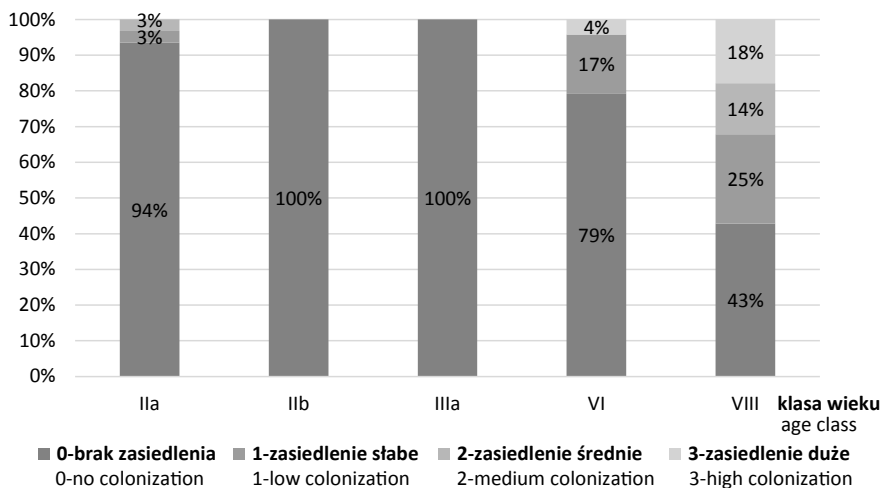
Rycina 7. Udział przebarwień i uszkodzeń blaszek liściowych jesionu wyniosłego wg klas wieku

Figure 7. Discolouration and damage level of leaf blades of ash by age classes



Rycina 8. Udział stopnia zamierania pędów jesionu wg klas wieku

Figure 8. Shoots deterioration level of ash by age classes



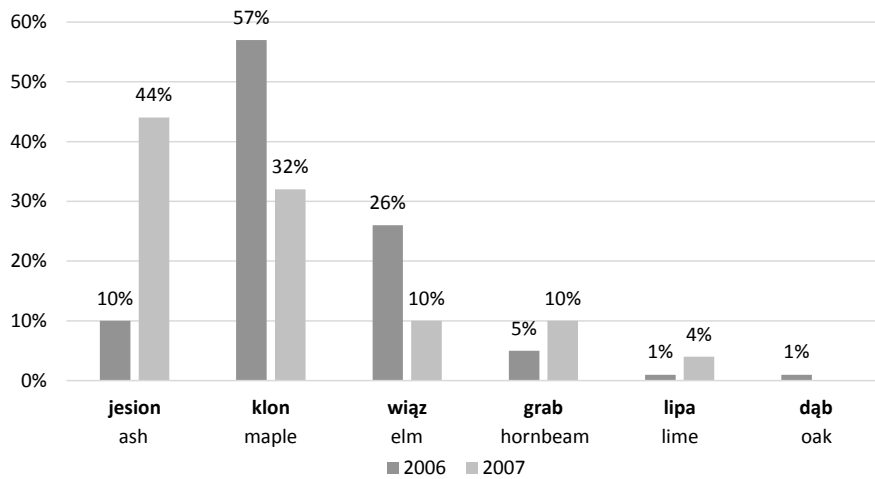
Rycina 9. Udział stopni zasiedlenia jesionu przez owadzie szkodniki wtórne wg klas wieku

Figure 9. Insects colonization level of ash by age classes

Ocena przydatności hodowlanej wykazała poprawę, szczególnie w przypadku jesionu (średnia ocen z 2,64 zmniejszyła się do 1,35, co oznacza wyraźnie lepszą jakość nalotu), klonu (z 2,22 na 1,19) oraz wiązu (z 2,33 do 1,66) i grabu (z 2,50 do 1,35). Biorąc pod uwagę procentowy udział gatunków i stopień przydatności hodowlanej, jesion i klon odznaczały się najlepszymi właściwościami. Jesion znacznie zwiększył swój udział i polepszyła się jego przydatność hodowlana, klon po-

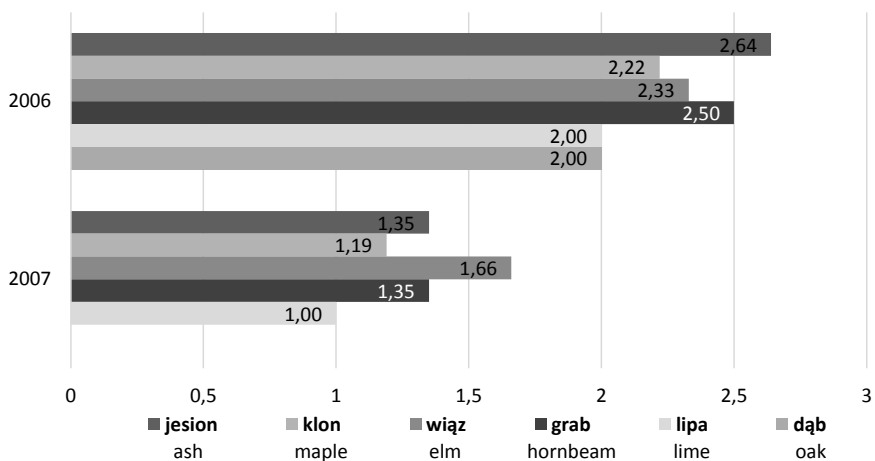
mimo spadku swojego udziału nadal stanowił bardzo istotny element nalotu. Grab i wiąz stanowiły tło dla dominujących w nalocie jesionu i klonu (ryc. 11).

Na powierzchniach czasowych (założonych w 2007 roku) największe pokrycie występowało w klasie IIb – 40%. W klasie IIIa i w klasach najstarszych wyniosło ono 30%. W młodszych drzewostanach jesion odnawiał się zdecydowanie intensywniej od innych gatunków. W klasie IIa, IIb



Rycina 10. Udział gatunków w nalocie w latach 2006 i 2007

Figure 10. Seedlings' species in 2006 and 2007



Rycina 11. Średnie stopnie przydatności hodowlanej w latach 2006 i 2007 w zależności od gatunku

Figure 11. Silvicultural quality level by species in 2006 and 2007

i IIIa zdecydowanie dominował. W starszych klasach wieku przeważały inne gatunki, takie jak klon, wiąz i grab, jednak i tutaj jesion był często występującym gatunkiem w nalocie (ryc. 12).

Najgorszą jakością w klasie IIa charakteryzowały się wiąz i grab, w klasie IIb – klon, wiąz i grab. W klasie IIIa występował tylko bardzo dobrej jakości jesion z wiązem. W starszych klasach wieku nalot cechował się podobnym stanem jakościowym (ryc. 13).

#### 4.4. Wyniki oceny kompleksowej

W 2006 roku przeciętny wskaźnik uszkodzenia wyniósł 1,89 punktu, natomiast w 2007 roku już 2,01. Obie oceny kwalifikują drzewostany jako średnio uszkodzone.

Przy badaniu jesionów z czasowych powierzchni próbnych określono stopień uszkodzenia jesionów jako kompleksową ocenę stopnia uszkodzenia dla poszczególnych klas wieku. Wskaźnik uszkodzenia dla klasy IIa wyniósł 1,17, dla klasy IIb – 0,87, a dla klasy IIIa – 1. Starsze klasy mają odpowiednio w VI klasie 1,08, a VIII klasie – 1,38. Wszystkie oceny kwalifikują drzewostany jako uszkodzone w stopniu słabym.

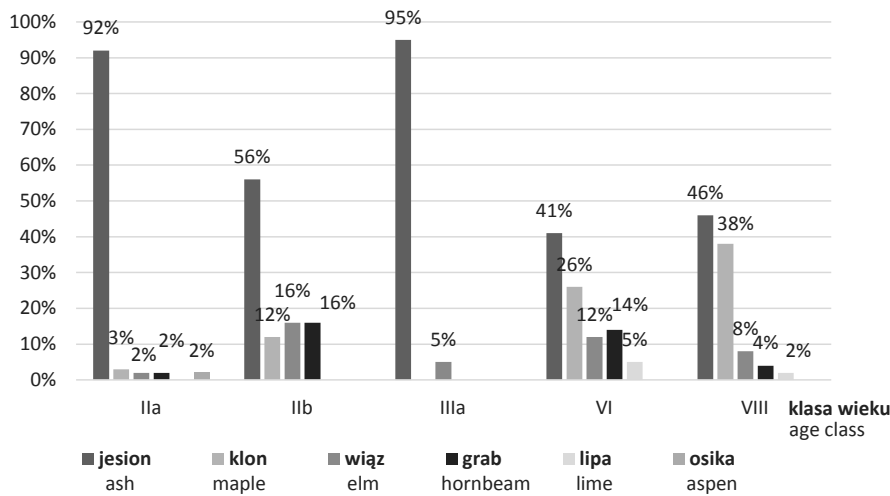
## 5. Dyskusja

Na podstawie badań można stwierdzić, że jesion w rezerwacie przedstawiają złą kondycję zdrowotną i stan ich ulega ciągłemu pogorszeniu. Drzewa wykazywały widoczne objawy zamierania. Badania Cieśli i Gila (2008) pozwalają sądzić, że drzewa dotknięte objawami zamierania nie mają szans na wyzdrowienie. Potwierdzeniem tego mogłaby być kontrola przyrostu na grubość (test tzw. stanu śmierci przyrostowej) za pomocą świrdrów przyrostowych, ale ze względu na inwazyjność metoda ta nie została wykorzystana w niniejszych badaniach.

Stopień nasilenia poszczególnych symptomów zamierania drzewostanów jesionowych jest różny dla każdego drzewa. Odporność na zamieranie jest prawdopodobnie kształtowana przez genotyp (Stener 2012).

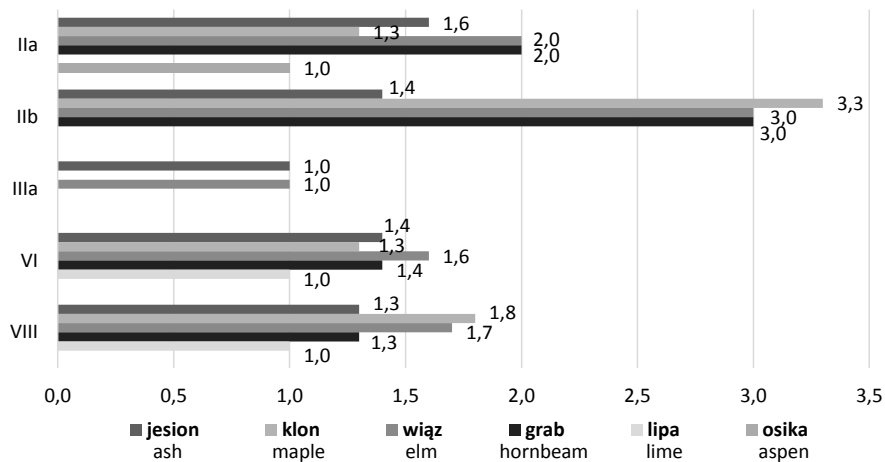
Niski stan pokrycia nalotem może być wynikiem złożonej budowy (drzewostany dwupiętrowe) i silnego zwarcia, co wpływa na zacienienie dna lasu chociaż stan zdrowotny młodego pokolenia wskazuje na możliwość odtworzenia jesionów na tym stanowisku.

Oszako (2006) stwierdził na przykładzie drzewostanów dębowych, że najistotniejsze cechy świadczące o tempie



Rycina 12. Udział gatunków w nalocie wg klas wieku drzewostanu

Figure 12. Seedlings' species by age classes of stand



Rycina 13. Średnie stopnie przydatności hodowlanej w zależności od gatunku i klasy wieku drzewostanu

Figure 11. Silvicultural quality level by species and age classes

zamierania to wskaźnik zasiedlenia drzew przez owadzie szkodniki wtórne, wskaźnik defoliacji oraz przebarwienia blaszek liściowych. Te cechy wskazują również w drzewostanach jesionowych, które ulegają zjawisku zamierania. Badania tempa zamierania oparto jedynie na okresie jednorocznym, w którym zmiany występowania śladów żerowania szkodników owadzych mogły być zależne od szeregu czynników tylko pośrednio związanych ze stanem zdrowotnym jesionów. Nie można wyeliminować wpływu czynników sterujących liczebnością badanych gatunków – procesów wewnątrzpopulacyjnych lub oddziaływań zewnętrznych (Oszako 2006). Nie można wykluczyć, że ocena przebarwień blaszek liściowych była w niniejszych badaniach obciążona błędem wynikającym z terminu badania (sierpień), kiedy pojawiają się fenologicznie naturalne przebarwienia.

Ocena występowania owocników grzybów makroskopijnych nie pozwoliła zaobserwować nasilenia występowania tych organizmów. Oczekiwanie na owocniki może być bardzo mylące, ponieważ większość niedawno odkrytych grzybów, podejrzewanych o powodowanie zjawiska zamierania jesionów, nie należy do grzybów wielkoowocnikowych (Kowalski 2007). Jednak aby zbadać stan zasie-

dlenia przez grzyby potrzebna jest analiza laboratoryjna próbek drewna. Zbadanie wnętrza pnia jesionów byłoby bardzo pomocne przy ocenie stanu drzew. Przydatne mogą być w tym przypadku metody niedestrukcyjne (aby nie powodować zniszczeń w rezerwacie) takie jak, np. badanie wnętrza pnia na podstawie rozchodzenia się dźwięku. Dane z takich pomiarów mogą dać pełniejszy obraz stanu zdrowotnego drzew, pokazać jakość wnętrza pnia (rodzaj zgnilizny i jej wielkość). Inną z metod nieinwazyjnych, która może mieć zastosowanie przy badaniu zamierania jesionów w młodym wieku, jest metoda wykorzystująca minirizotron (Sas-Paszt et al. 2007), dzięki której można zbadać procesy jakie przebiegają w korzeniach w naturalnym siedlisku badanej rośliny. Zbadanie przebiegu procesu zamierania korzeni w młodych drzewkach jesionowych może pozwolić na pełniejsze poznanie procesu zamierania.

Ocena drzewostanów różnych klas wieku miała na celu uchwycenie różnicy w stopniu zamierania drzewostanów należących do różnych klas wiekowych. Można zauważyć, że wiek drzewostanu ma znaczenie jeśli chodzi o intensywność występowania cech świadczących o zamieraniu jesionów. Najmłodsze drzewostany, wskutek skumulowanych czynników stresowych, a dodatkowo pod presją konkuru-

rencji gatunkowej, wykazują zamieranie w dużym stopniu. Ściółka jest też traktowana jako rezerwuar materiału infekcyjnego, co zwiększa ryzyko zamierania młodego pokolenia. Trzeba jednak zauważyć, że w badaniach Bakysa i in. (2013) nie stwierdzono związku między zagęszczeniem drzew (większym w młodych drzewostanach) a rozwojem choroby drzewostanów jesionowych. Najstarsze drzewostany również zamierają w dużym stopniu. Są to drzewostany w bardzo zaawansowanym wieku i to może być również przyczyną ich ogólnego osłabienia.

## 6. Podsumowanie i wnioski

Rosnące w optymalnych warunkach siedliskowych drzewostany jesionowe na terenie rezerwatu wykazywały silne objawy zamierania tego gatunku. Zamieranie miało charakter narastający, a stan zdrowotny tych drzewostanów ulegał pogarszaniu w okresie badań.

Zmianom podlegały takie cechy diagnostyczne, jak: wzrost defoliacji, występowanie owadów szkodliwych wtórnych oraz zmiana przebarwień i uszkodzenia blaszek liściowych.

Cechą charakterystyczną tej populacji jesionów jest występowanie u 1/3 osobników blaszek liściowych z objawami atrofii, wymaga wyjaśnienia czy objawy te mogą mieć związek z procesem chorobowym. Zaobserwowano zróżnicowanie intensywności zamierania w podklasach wieku. W starszych klasach wieku zanotowano większą intensywność występowania cech świadczących o zamieraniu jesionów. Wysoki udział drzew zamierających w najmłodszej podklasie może być spowodowany silną konkurencją międzygatunkową lub międzyosobniczą.

W procesie zamierania jesionu we wszystkich klasach wieku na terenie rezerwatu nie została stwierdzona znacząca obecność widocznych objawów obecności grzybów patogennych – wielkoowocnikowych oraz nie stwierdzono występowania raka. Celowe jest przeprowadzenie badań mających na celu zidentyfikowanie grzybów zasiedlających liście, pędy i strzały drzew.

Pierwotną przyczyną zamierania pędów jesionów jest prawdopodobnie ogólne osłabienie kondycji drzew na skutek działania niekorzystnych czynników abiotycznych. Do dalszego osłabiania kondycji zdrowotnej jesionów przyczyniają się szkodniki liściożerne i szkodniki wtórne, takie jak jesionowiec i jeśniak. Należy prowadzić monitoring pojawiania się, badania dynamiki populacji i możliwości redukcji liczebności tych kornikowatych.

## Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

## Podziękowania i źródła finansowania badań

Badania sfinansowano ze środków własnych.

## Literatura

- Bakys R., Vasaitis R., Skovsgaard J.P. 2013. Patterns and severity of crown dieback in young even-aged stands of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in relation to stand density, bud flushing phenotype, and season. *Plant Protection Science* 49: 120–126.
- Borecki T., Keczyński A. 1992. Atlas ubytku aparatu asymilacyjnego drzew leśnych. Agencja Reklamowa „ATUT”, Warszawa.
- Borecki T., Lubczyński L., Miścicki S., Nowakowska J., Wójcik R. 1995. Stan drzewostanów parków narodowych. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Cieśla A., Gil W. 2008. Zamieranie jesionu a warunki siedliskowe. *Las Polski* 10: 14–15.
- Czerwiński A. 1981. Ukształtowanie naturalnej roślinności leśnej na tle rozwoju procesu glebowego w wybranych obiektach północno-wschodniej Polski. Politechnika Białostocka, Białystok.
- Dmyterko E. 2006. Cechy korony jako podstawa metody określania uszkodzenia drzewostanów olszy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Grzywacz A. 1995. Ważniejsze choroby infekcyjne, w: Jesion wyniosły *Fraxinus excelsior* L. (red. W. Bugała). Wyd. Sorus, Poznań-Kórnik: 371–415.
- Hartmann G., Nienhaus F., Butin H. 1992. Barwny atlas uszkodzeń drzew leśnych: diagnozowanie chorób drzew. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- IBL 2014. Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w 2014 roku. Opracowanie w ramach tematu: BLP – 380. www.lp.gov.pl [12.02.2015].
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Kowalski T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36: 264–270. DOI: 10.1111/j.1439-0329.2006.00453.x
- Kowalski T. 2007. *Chalara fraxinea* – nowo opisany gatunek grzyba na zamierających jesionach w Polsce. *Sylwan* 4: 44–48.
- Kowalski T., Czekał A., 2010. Symptomy chorobowe i grzyby na zamierających jesionach (*Fraxinus excelsior* L.) w drzewostanach Nadleśnictwa Staszów. *Leśne Prace Badawcze* 71(4): 357–368. DOI: 10.2478/v10111-010-0031-0
- Oszako T. 2006. Mechanizm zjawiska zamierania drzewostanów dębowych. *Las Polski* 5: 8–10.
- Przybył K. 2002. Fungi associated with necrotic apical parts of *Fraxinus excelsior* shoots. *Forest Pathology* 32: 387–394. DOI: 10.1046/j.1439-0329.2002.00301.x
- Pautasso M., Aas G., Queloz V., Holdenrieder O. 2013. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – A conservation biology challenge. *Biological Conservation* 158: 37–49. DOI:10.1016/j.biocon.2012.08.026
- Sas-Paszt L., Głuszek S., Bułaj B. 2007. Minirizotron - Niedestrukcyjna metoda badania korzeni roślin. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarstwa* 15: 93–107.
- Sierota Z., Stocka T., Małecka M., Duda-Kielczewska B., Oszako T. 1993. Ocena występowania ważniejszych szkodników leśnych i chorób infekcyjnych w Polsce w roku 1992 oraz prognoza ich pojawu w roku 1993. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Stener L. 2012. Clonal differences in susceptibility to the dieback of *Fraxinus excelsior* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(3): 1–12. DOI: 10.1080/02827581.2012.735699

Stocki J. 2001. Przyczyny zamierania drzew i drzewostanów jesionowych w Polsce. *Głos Lasu* 4: 17–19.

Stocki J. 2006. Zamieranie jesionów. *Las Polski* 5: 16–18.

## **Materialy źródłowe**

Instrukcja Urządzania Lasu. 1994. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.

Instrukcja Urządzania Lasu. 2003. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.

Plan Ochrony Rezerwatu Jesionowe Góry 2004. BULiGL w Białymstoku.

Zarządzenie Ministra Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 19.02.1987 roku (M.P. Nr 7, poz. 55) o ustanowieniu rezerwatu Jesionowe Góry.

Zasady Hodowli Lasu. 2003. ORWLP Bedoń.

## **Wkład autorów**

M.O. – koncepcja pracy, przegląd literatury, przygotowanie i korekta manuskryptu; W.K. – przegląd literatury, przygotowanie manuskryptu; J.K. – badania terenowe, analiza danych i przygotowanie manuskryptu.

## Dying of ash (*Fraxinus excelsior* L.) in the ‘Jesionowe Góry’ Nature Reserve

Michał Orzechowski<sup>1\*</sup>, Jakub Kacprzak<sup>2</sup>, Wojciech Kędziora<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Department of Forest Management Planning, Geomatics and Forest Economics, Forest Management Planning Unit, ul. Nowoursynowska 159, 02–787 Warszawa, Poland; <sup>2</sup>Czarna Białostocka Forest District, ul. Marszałkowska 27, 16–020 Czarna Białostocka, Poland

\*Tel. +48 22 5938202, e-mail: [michal.orzechowski@wl.sggw.pl](mailto:michal.orzechowski@wl.sggw.pl)

**Abstract.** The aim of this study was to analyse changes in the health status of ash stands belonging to the age classes VI and VIII growing in optimal site conditions and to compare the ash dieback with other age classes in the Jesionowe Góry Nature Reserve. Our research was conducted during the growing season in 2006 and 2007 on 22 permanent and 54 temporary sample plots. The health condition of the stands and the structure of natural regeneration were determined with a one-year interval. The amount of damage was defined using leaf loss, pest infestation and shoot dieback. Based on our estimation of natural regeneration, the capability for stand evolution in the future was determined.

**Keywords:** ash stands, ‘Jesionowe Góry’ Nature Reserve, dying of ashes

### 1. Introduction and aim of work

The symptoms of trees’ and forest stands of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) dieback are observed throughout Poland (literature). The present size of damage leads, in extreme cases, to cease in the production of planting material and elimination of this species in forest inspectorate’s aims of silviculture.

Forest stands’ durability in reserves, in which ash is an important green woodogenic species, is also problematic.

The dieback processes occur usually after appearance of unfavourable environmental factors. It is caused by the fact that ash is a species sensitive to any changes in humidity and temperature. The lowering of ground water level, weather anomalies, extreme temperatures, and also change in acidity of substrate weaken the forest stands and cause further development of symptoms of the disease. Dieback is particularly intensive during drought. According to Jaworski (2011), the only exception are the ashes growing on soils rich in calcium carbonate. Ashes should demonstrate more resistance in such habitat conditions. Reserve ‘Jesionowe Góry’ is an example of such environment. It is located on early post-glacial hills rich in calcium carbonate (Czerwiński 1981). Ash forest stands’

dieback has been observed in Poland since 1992 (Sierota et al. 1993; Grzywacz 1995; Stocki 2001; Kowalski 2006; Przybył 2002). The disease processes of ashes have intensified in years 1995–1996 in all age classes (Stoicki 2006). Presently, the majority of acreage of natural European ash presence in Europe is threatened (Pautasso et al. 2013). A signalled slow decrease in the area of ash forest stands with symptoms of dieback (Forest Research Institute (FRI) 2014) does not necessarily mean better a health condition of this species. It can be a result of change in the species composition of forest stands in which ash that died back has lost the function of dominant species. Ash forest stands constitute almost half of the area of all dying back deciduous forests (FRI 2014). Initially, due to high sensitivity of ash to abiotic factors (Jaworski 2011), ash dieback was linked with unfavourable influence of inanimate factors (Bakys et al. 2013). However, constantly expanding acreage and intensification of disease process started to indicate on infectious character of this phenomenon. Kowalski’s (2007) research in this range, has led to ascertainment that necrosis of ash tissues is strongly connected with the activity of fungi *Chalara fraxinea* T. Kowalski. A significant reduction in the increment of trees’ thickness was noted, 3–5 years before the occurrence of dieback symptoms

Submitted: 10.02.2015, reviewed: 19.02.2015, accepted after revision: 16.02.2016.

(Cieśla, Gil 2008). Kowalski and Czekał (2010) noticed that the intensification in disease symptoms is changeable and depends on the age and method of regeneration. Young forest stands are prone to the disease.

Oszako (2006) distinguishes typical disease symptoms connected with the dieback process: leaves atrophy, shoot tip dieback, disruption in fructification, necrotic stains on the bark, cracks in the bark, and root dieback. The observed symptoms of ash dieback show features of multi-factor disease like in case of oaks, birch, poplars, and other endangered species.

The aim of this thesis was the characteristics of health condition of tress on permanent sample plots established in 2006 and 2007. This characteristics were supplemented with the analysis of dieback process progress on a system of randomly chosen sample plots established in the remaining forest stands of examined reserve.

## 2. Object of research

Reserve ‘Jesionowe Góry’ (53°20'47"N, 23°17'28"E) of area 376,66 ha was established in 1987 (Ordinance 1987).

Presently, it is located in the area managed by Czarna Białostocka forest inspectorate. The aim of protection was to preserve a fragment of Knyszyn forest with diversified series of communities on swamp and mixed sites of high level of naturalness and with mature, multi-species old forest. Ash forest stands of older age classes originate probably from natural regeneration, younger, however, originate from artificial regeneration. All ash forest stands grow in optimal environment conditions (Czerwiński 1981). The durability of the old forest was threatened, however, by the process of dieback of main green woodogenic species that are reaching largest sizes among all trees of the reserve. The area of reserve is rolling, covered by oak-hornbeam forest (*Aceri-Tilietum* Faber 1936 = *Tilio-Carpinetum* Tracz 1962) (Reserve Protection Plan 2004).

## 3. Methodology

In forest stands with significant share of ashes of VI and VIII age class growing on early post-glacial hills, the evaluation of health condition was made twice. For the first time, the research

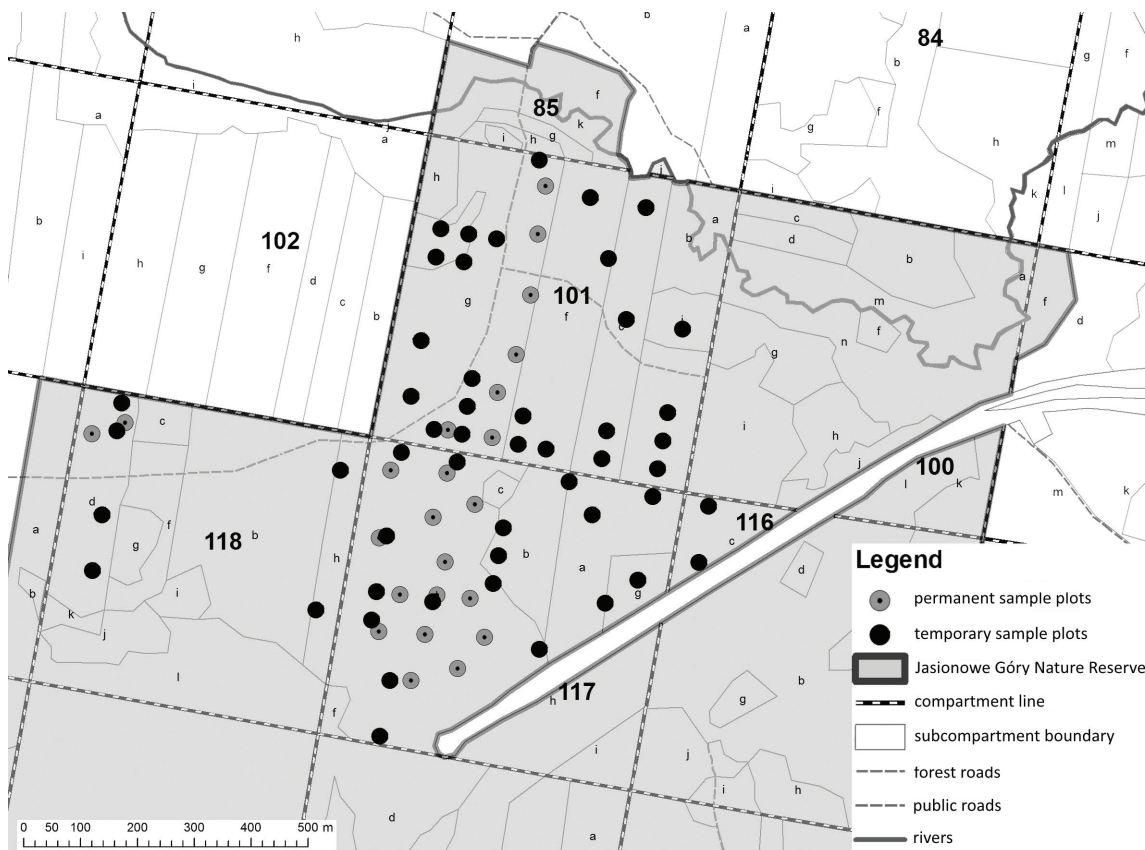


Figure 1. Map of sample plots in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District

was conducted in the vegetative season in 2006 (in half of August) and then repeated in the same period in 2007. The spatial scope of the research was limited to trees on 22 circular sample plots (each area of five acres), randomly located in the reserve's ash forest stands of area 20.41 ha (Fig. 1). This part of the sample plots was located on the hills. The joint area of the research amounted 1.1 ha what constituted 5.4% of the examined area. Measured were: 226 water elms, 156 European hornbeams, 79 European ashes (therein 8 dead trees), 21 Norway spruces, 12 Norway maples, 8 small-leaved limes, 5 common oaks, 5 European aspens, and 4 common birches.

The second stage of health condition characteristics was the comparison of ash forest stands growing also on the area of the reserve, but not on the hills. In order to do so, established were 54 circular sample plots on junctions of criss-cross of squares located on area of 56.32 ha of ash forest stands in age classes IIa, IIb, IIIa, VI, and VIII. The acreage of sample plots was adjusted to the age of forest stands (Forest Management Instruction 2003). The total research area amounted 1,275 ha what constituted 2.26% of the examined area. Measured were: 283 water elms, 152 European hornbeams, 133 European ashes, 89 Norway spruces, 62 common birches, 41 Norway maples, 31 common oaks, 28 small-leaved limes, 14 black alders, 11 common hazels, 4 European aspen, and 1 European larch.

All ashes on the sample plots were measured in detail towards the evaluation of: the degree of assimilation apparatus damage, size, discolouration and damage of leaf blade, the degree of shoot dieback, the degree of colonisation by insect secondary invaders, and the visible signs of pathogenic fungi presence.

The defoliation degree was noted with accuracy to 5%. Helpful turned out be tables of oak and beech defoliation degree, developed by Borecki and Keczyński (1992), due to the fact that ash was not included in atlases evaluating the loss in assimilation apparatus. Additionally, photographs of tree crowns with different degrees of defoliation were taken. Then, the photographs were compared with the ones in atlas. This comparison has increased the accuracy of determining the loss in assimilation apparatus in the field.

For evaluation of the degree of damage accepted was European classification: International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forest – ICP (Borecki et al. 1995). The size of leaf blades was estimated on different heights of crown of each ash with the use of binoculars.

Comparative photographs from Hartmann elaboration (1992) were used for determining the discolourations and damage in leaf blades and for determining the degree of shoot dieback.

The intensity of the shoot dieback was expressed in 4-degree scale (Dmyterko 2006). The evaluation of the degree of insect colonisation intensity involved counting holes (feeding ground of ash bark beetle or elm bark beetle) or clusters of sawdust on the bark (feeding grounds of elm bark beetle)

from root swelling to the height of around 2m on the whole circumference of the trunk. The evaluation of pathogenic fungi presence was limited to the evaluation of fructifications.

Additionally, also an analysis of the number of natural seeding of all species was made. In 2006, natural seeding was measured on the whole circular plot. In the following year, natural seeding was measured on 2m wide zone, on the north radius of the sample plot (Fig. 2). The evaluation of breeding usefulness of young generation was made on the base of methodology from principles of silviculture (2003).

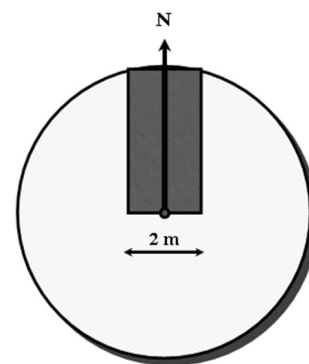
The complex evaluation of ash damage used three characteristics: the degree of assimilation apparatus reduction, the degree of shoot dieback, and the degree of colonisation by insect secondary invaders. To each of listed aforementioned characteristics assigned were four degrees of changes intensification: 0, 1, 2, and 3 (FRI 1994). Calculated was the average indicator of trees' damage as an average from all trees. The average indicator of damage ( $W$ ) was a base for establishing the degree of damage, which is as follows (FRI 1994): 0 – no damage ( $W \leq 0.50$ ), I – weak damage ( $0.50 < W \leq 1.50$ ), II – average damage ( $1.50 < W \leq 2.50$ ), III – strong damage ( $W \geq 2.50$ ).

In order to determine the significance in difference between two measuring dates used was the t-student's test.

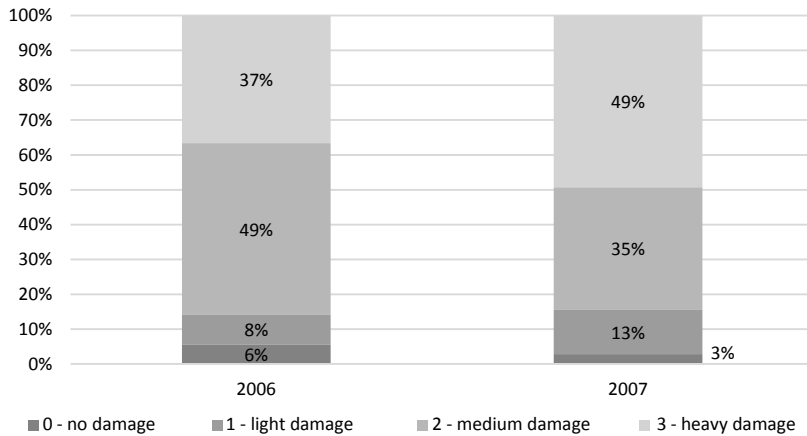
## 4. Results

### 4.1. Research on permanent sample plots

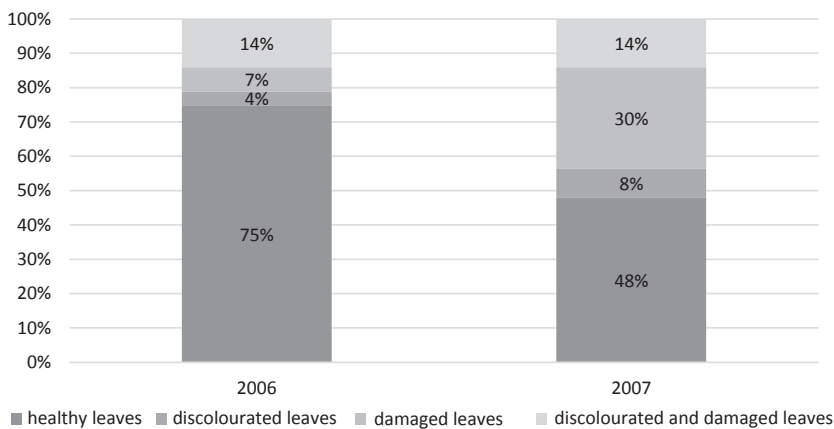
In terms of quality evaluation, examined were only living trees. Two samples in 2006 and 2007 included were 71 ashes in each year. The study of assimilation apparatus loss showed that in 2006, the most of the trees had an average degree of crown damage (defoliation 26–60%), while after 1 year, the most trees had a strong degree of damage (defoliation over 60%). The percentage of trees defined as trees with no damage to the assimilation apparatus, has decreased by half in 2007 (Fig. 3). Only one ash, from those examined in



**Figure 2.** Area for seedling assessment on sample plot



**Figure 3.** Damage level of assimilation apparatus of ash in 2006 and 2007 in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District



**Figure 4.** Discolouration and damage level of leaf blades of ash in 2006 and 2007 in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District

2006, has improved its crown condition and was transferred to the class of weak damage in 2007.

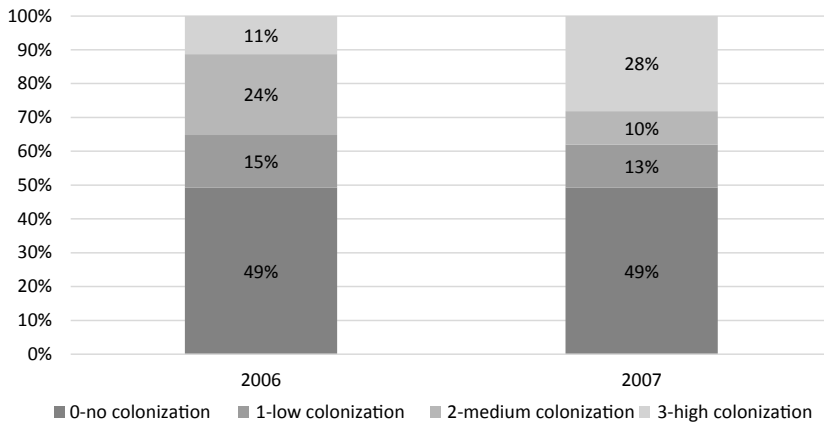
The most common defect of leaves in 2006 was the joint occurrence of discolouration and damages, while in 2007 dominated leaf damage, although the examination was made in the same phenological period. Observed was the decrease in the number of trees with healthy leaves, from 75% in 2006 to 48% in the following year. Trees with healthy leaves were transferred in majority to the group of trees with discoloured leaves, what increased the number of trees in this group from 7% to 30%. The group of trees with damaged leaves has doubled its number and in 2007, it amounted 8%. The number of trees with both discoloured and damaged leaves, remained unchanged and amounted 14% (Fig. 4).

The observations conducted in 2006 indicated that 66% of the ashes did not show reduced leaf blades. The remaining part of ashes had leaves reduced in different degrees. After 1 year, no significant changes were noted. This characteristic can indicate from individual features of a given specimen and is not a good indicator of ashes dieback.

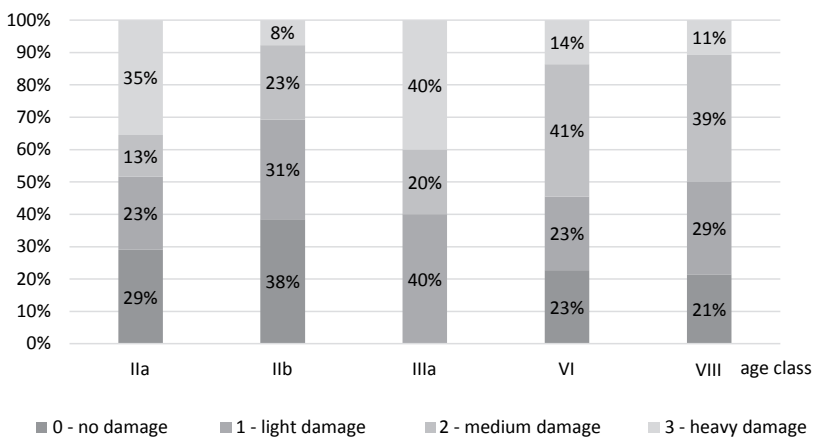
Majority of ashes (99%) showed symptoms of shoot dieback, of which strong dieback was stated in over 60% of the examined ashes in both measuring dates (62% in 2006 and 65% in 2007), average dieback in around 30% (respectively 31% and 28%), and weak dieback in 6% in both measuring dates. No significant statistical changes were stated.

Around half of the examined in both dates, ashes did not show any signs of colonisation by insect secondary invaders (Fig. 5). The share of trees of weak colonisation has decreased by 2%. Ashes colonised in an average degree has decreased its share by 14%. The highest share had 3<sup>rd</sup> degree – large colonisation. It increased its share by 17%. To this group, transferred were the trees included in 2006 to trees of average colonisation. Only one ash from group of trees of weak colonisation was transferred to the group of large colonisation. In the remaining cases, the transfer to different degrees of colonisation consisted in moving one class up. Observed was the deteriorating state of trees already colonised by insect secondary invaders. The changes were statistically significant.

During the research, observed was only one specimen of macroscopic pathogenic fungi – sulphur polypore (*Laetiporo-*



**Figure 5.** Insects colonization level of ash in 2006 and 2007 in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District



**Figure 6.** Damage level of assimilation apparatus by age classes of ash in the Jesionowe Góry Nature Reserve in Czarna Białostocka Forest District

*rus sulphureus*). The specimen was located in oblong crack of the trunk on a height of around 4 m.

#### 4.2. Research on the remaining sample plots

For comparison of dieback intensity in age classes (on temporary plots), examined were 101 living ashes. The biggest share of trees with no damage to the assimilation apparatus and with an average damage showed younger age classes. However, there were some exceptions (Fig. 6). Ashes with the highest degree of assimilation apparatus had the largest share in IIa and IIIa age classes (35% and 40%), whereas the smallest in IIb class – 8%, VI – 14%, and VIII – 11%.

Percentage analysis of share of discolourations and damage to leaf blades in the division to age classes show that the largest share of trees with healthy leaves had older age classes, VI – 38% and VIII – 46%. The share of healthy leaves in the remaining age classes was on similar level (20%). Discoloured leaves occurred in the IIa class with share 17%, IIb class – 23%, and VI age class with 8% share. The most damaged leaves were noted in the VIII class – the half of all

the trees in this age, 38% – in VI and IIb classes. The youngest examined forest stands had leaves damaged in 27%. The most tress with discoloured and damaged leaves were observed in the IIIa age class – 80%, in IIa class – 40%, while in IIb class, only 15%. The oldest age classes in this group of tress had smaller share VI – 17%, and VIII only 4% (Fig. 7).

The atrophy of leaf blades was present in over 30% of trees in the IIa, IIb, and VIII age classes, while in the IIa and VI age class, only in around 20%. The reduction of leaf blades in around 30% of the population may indicate from the characteristic of this population of ashes and may not be a symptom of dieback.

An analysis of the degree of shoot dieback showed no symptoms in 60% of tress from the IIIa age class, around 15% in the IIa and IIb age classes. In older age classes, over 20% of trees did not show any shoot dieback. Dieback in small degree, both in younger and older age classes amounted around 20%. The share of trees with the highest degree of shoot dieback increased with age. The only exception was the youngest age class in which, stated was the highest share of trees belonging to this group – 39% (Fig. 8).

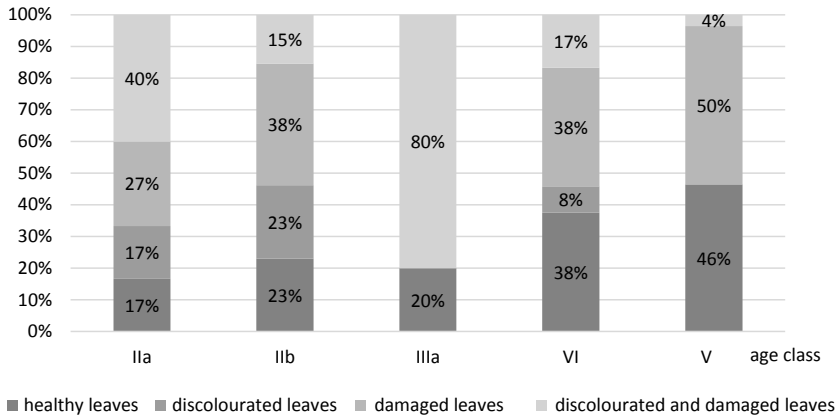


Figure 7. Discolouration and damage level of leaf blades of ash by age classes

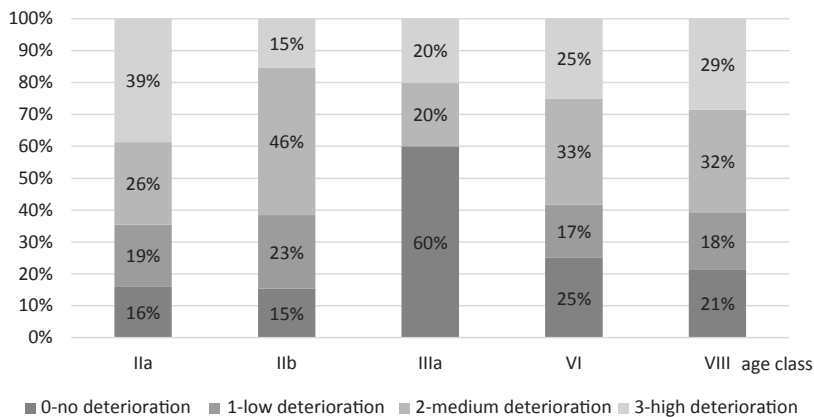


Figure 8. Shoots deterioration level of ash by age classes

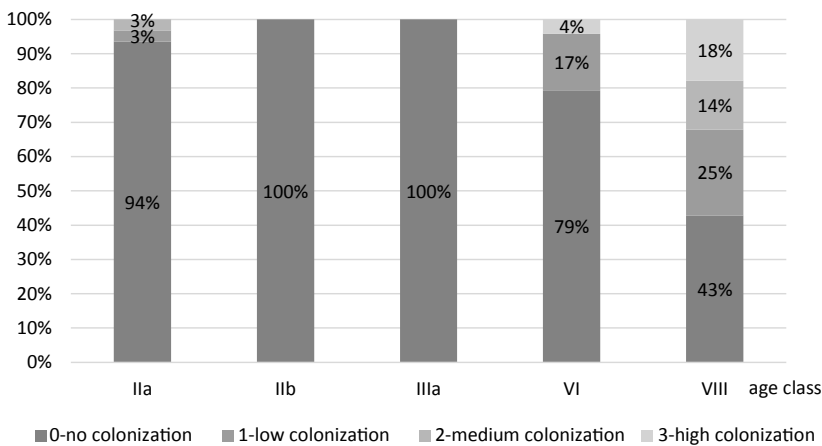
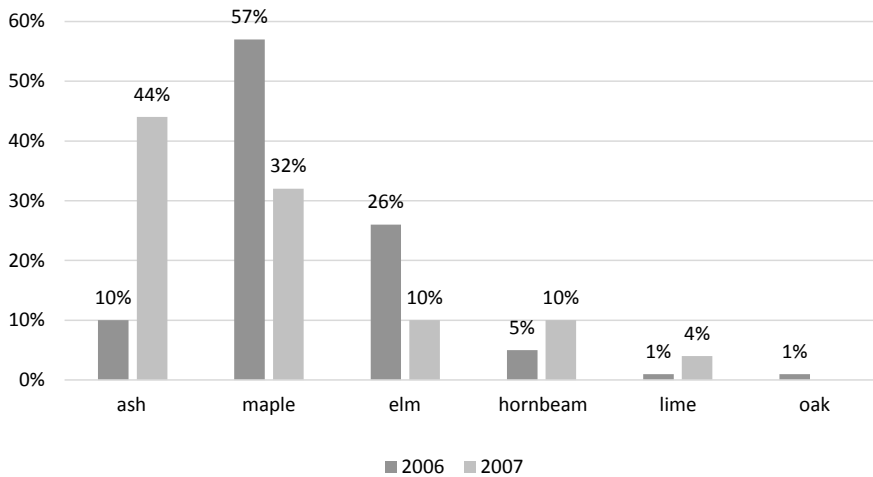


Figure 9. Insects colonization level of ash by age classes

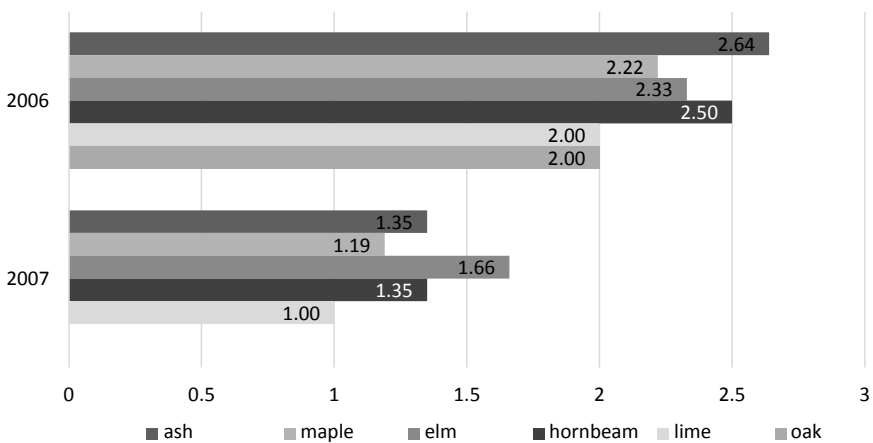
The trees in the youngest age class did not show any symptoms of colonisation by insect secondary invaders. The exception were the trees in the IIa age class, in which stated were trees colonised in weak and average degree. In the older age classes, the share of uncolonised trees has decreased. The oldest forest stands (VIII class) in more than half were colonised in different degrees (Fig. 9).

### 4.3. Natural seeding

In 2006, during the first measurements, natural seedings covered on average 24% of the sample plots. In the following year, the surface covered with natural seeding has increased to 34%. The highest increase in share was noted in case of natural seeding of ash. It increased from 10% to 44%, horn-



**Figure 10.** Seedlings' species in 2006 and 2007



**Figure 11.** Silvicultural quality level by species in 2006 and 2007

beam – by 5%, and lime – by 4%. The decrease in the number was noted for maple (by 25%) and elm (by 16%). In 2007, no significant share of oak was noted what confirms the difficulties in regeneration of this species on fertile habitats (Fig. 10).

The evaluation of breeding usefulness showed improvement, especially in case of ash (average evaluation from 2.64 decreased to 1.35, what means visibly better quality of natural seeding), maple (from 2.22 to 1.19), elm (from 2.33 to 1.66) and hornbeam (from 2.50 to 1.35). Ash and maple showed the best characteristics when taking into account the percentage share of species and the degree of breeding usefulness. Ash has significantly improved its share and its breeding usefulness has improved. Elm, despite the decrease in its share, has constituted a significant element of natural seeding. Hornbeam and elm were a background for dominating in natural seeding ash and maple (Fig. 11).

On temporary sample plots (established in 2007), the largest cover of natural seeding was noted in the IIb class – 40%. In the IIIa class and in the oldest classes, it amounted

30%. In younger forest stands, ash has regenerated definitely more intensive than other species. Ash has definitely dominated in the IIa, IIb, and IIIa age classes. In the older age classes, predominated different species such as maples, elm, and hornbeam, but still, even here, ash was a species often occurring in natural seeding (Fig. 12).

The worst quality in the IIa class had elm and hornbeam, in the IIb class – maple, elm, and hornbeam. In the IIIa class, occurred only ash of a very good quality and elm. In the older age classes, the natural seeding was characterised with a similar quality condition (Fig. 13).

#### 4.4. Results of complex evaluation

In 2006, the average indicator of damage amounted 1.89 point, whereas in 2007, already 2.01. Both indicators qualify forest stands as damaged on average.

While examining the ash trees from the temporary sample plots, determined was the degree of ash damage as a com-

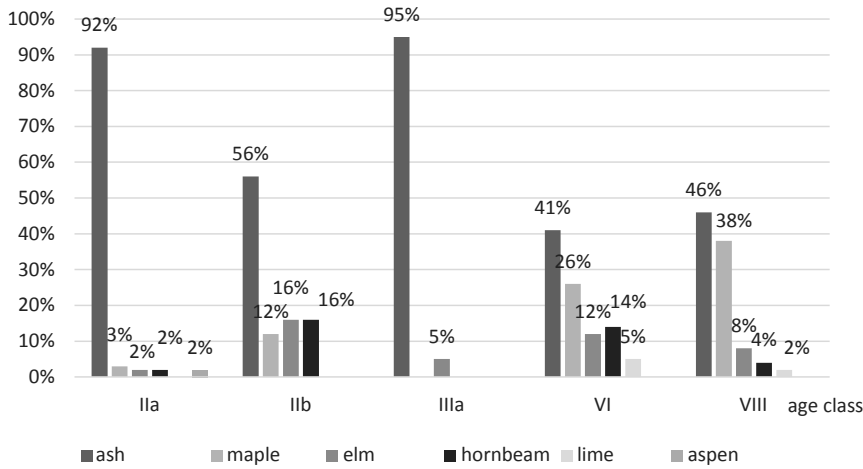


Figure 12. Seedlings' species by age classes of stand

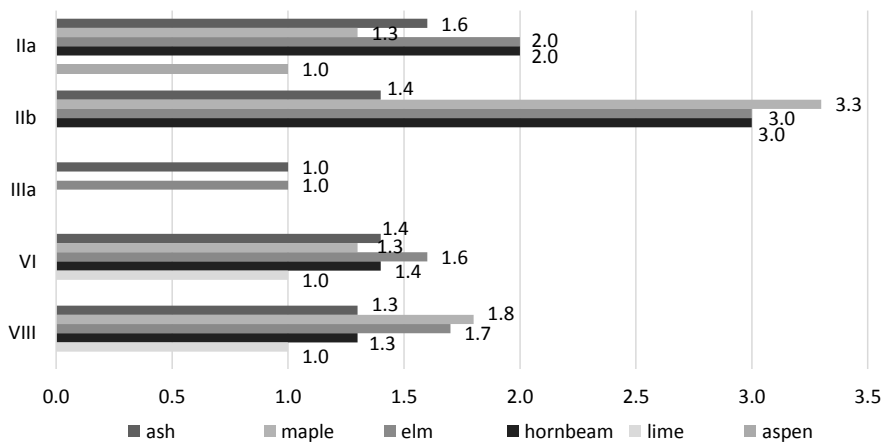


Figure 11. Silvicultural quality level by species and age classes

plex evaluation of the damage degree for particular age classes. The damage indicator for the IIa class amounted 1.17, for the IIb class – 0.87, and for the IIIa class – 1. Older classes have respectively in the VI class 1.08, and in the VIII class – 1.38. All indicators qualify forest stands as damaged in small degrees.

### 5. Discussion

On the base of the research, it can be stated that the ashes in the reserve show bad health condition and their state keeps getting worse. The trees have shown visible symptoms of dieback.

Cieśla and Gil's (2008) research allow to think that trees with symptoms of dieback do not show any chances for recovery. A confirmation of this hypothesis could have had been a control of increment to thickness (test of so-called increment death) with the use of increment borer, but due to

its invasiveness, this method was not used in this research.

The degree of intensification of particular symptoms of ash forest stands' dieback is different for each tree. Resistance to dieback is probably shaped by genotype (Stener 2012).

The low level of natural seeding cover can be an effect of complex structure (two-storied stand) and strong closure what influences on shading of the forest floor, although the health condition of the young generation indicates a possibility of ash regeneration in this position.

Oszako (2006), on the base of oak forest stands, stated that the most important characteristics, showing the pace of dieback are: indicator of trees colonisation by insect secondary invaders, defoliation indicator, and discolouration of leaf blades. Those characteristics are also mentioned in the ash forest stands that undergo the phenomenon of dieback. The research of dieback pace was based only on 1-year period in which the changes in occurrence of feeding traces of insect pests could have been dependent on a number of

factors only indirectly connected with ashes' health condition. The influence of the factors controlling the number of examined species cannot be eliminated: intra-population processes or external influence (Oszako 2006). It cannot be ruled out that the evaluation of leaf blades' discolouration in this research was burdened with an error, indicating from the date of examination (August), when phenologically natural discolouration occur.

The evaluation of occurrence of macroscopic fungi fructifications did not allow to observe the intensification in the presence of those organisms. Expectation on fructifications can be very misleading, because majority of the discovered recently fungi suspected of causing dieback of ashes, does not belong to macrofungi (Kowalski 2007). However, in order to examine the level of colonisation by fungi, necessary is laboratory analysis of wood samples. The examination of the inside of ashes' trunk would be very helpful in the evaluation of trees' condition. Useful in this case may be non-destructive methods (in order not to cause any damage in the reserve), such as, examination of the inside of the trunk on the base of sound propagation. Data from such measurements can show fuller image of trees' health condition, show the quality of the inside of the trunk (type of rot and its size). Another method, from the non-invasive ones, that can be applicable at examining ash dieback at young age, is the method using minirhizotron (Sas-Paszt et al. 2007). By using this method, examined can be the processes occurring in roots in natural site of the examined plant. An examination of course of root dieback in case of young ash trees can allow to fully understand the process of dieback.

The evaluation of forest stands of different age classes was aimed for capturing the difference in the degree of dieback of forest stands belonging to different age classes. It can be noticed that the age of forest stand is significant when it comes to the intensity of occurrence of factors proving ashes dieback. The youngest forest stands, as a result of accumulated stress factors and additionally under pressure of species competition, show dieback to a large extent. Forest litter is also treated as a reservoir of infectious material, which increases the risk of young generation's dieback. It should be noticed, however, that in Bakys' et al. (2013) research, no relation between the trees density (higher in the younger forest stands) and development of ash forest stands' disease was stated. The oldest forest stands also dieback to a large extent. These forest stands are forest stands of advanced age and this also can be a cause of their general weakness.

## 6. Summary and conclusions

Ash forest stands growing in optimal habitat conditions on the area of the reserve showed strong symptoms of this

species dieback. Dieback had an intensifying character, and health condition of those forest stands kept getting worse during research period.

Such diagnostic characteristics were subjected to the changes as: increase in defoliation, occurrence of insect secondary invaders, and change in discolouration and damage of leaf blades.

A characteristic feature of this population of ashes is the occurrence in one-third of the specimens, leaf blades with atrophy symptoms. It needs explanation, whether those symptoms have any connection with disease process. Observed was also the differentiation in the intensity of dieback in age subclasses. In the older age classes, noted was a higher intensity in occurrence of features proving the ash dieback process. A large share of trees dying back in the youngest subclass can be caused by strong inter-species or inter-specimen competition.

In the process of ash dieback in all age classes on the area of the reserve, no significant presence of visible symptoms of pathogenic fungi was stated – macrofungi and no cancer occurrence was stated.

It is advisable to conduct the research in order to identify fungi colonising leaves, shoots, and trees' shafts.

The primary cause of ashes' shoots dieback is probably general weakness of the trees' condition as a result of influence of unfavourable abiotic factors. For further weakening of ashes, health condition contribute phyllophagous pests and secondary invaders, such as ash bark beetle and elm bark beetle. One should conduct monitoring of occurrence, examination of the dynamics of the population, and the possibility of reduction in the number of those bark beetles.

## Conflict of interest

The authors declare lack of potential conflicts.

## Gratitude and sources of funding

The research were conducted within authors' own researches.

## References

- Bakys R., Vasaitis R., Skovsgaard J.P. 2013. Patterns and severity of crown dieback in young even-aged stands of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) in relation to stand density, bud flushing phenotype, and season. *Plant Protection Science* 49: 120–126.
- Borecki T., Keczyński A. 1992. Atlas ubytku aparatu asymilacyjnego drzew leśnych. Agencja Reklamowa "ATUT", Warszawa.

- Borecki T., Lubczyński L., Miścicki S., Nowakowska J., Wójcik R. 1995. Stan drzewostanów parków narodowych. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Cieśla A., Gil W. 2008. Zamieranie jesionu a warunki siedliskowe. *Las Polski* 10: 14–15.
- Czerwiński A. 1981. Ukształtowanie naturalnej roślinności leśnej na tle rozwoju procesu glebowego w wybranych obiektach północno-wschodniej Polski. Politechnika Białostocka, Białystok.
- Dmyterko E. 2006. Cechy korony jako podstawa metody określania uszkodzenia drzewostanów olszy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Grzywacz A. 1995. Ważniejsze choroby infekcyjne, in: Jesion wyniosły *Fraxinus excelsior* L. (ed. W. Bugała). Wyd. Sorus, Poznań-Kórnik: 371–415.
- Hartmann G., Nienhaus F., Butin H. 1992. Barwny atlas uszkodzeń drzew leśnych: diagnozowanie chorób drzew. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- IBL 2014. Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w 2014 roku. Opracowanie w ramach tematu: BLP – 380. [www.lp.gov.pl](http://www.lp.gov.pl) [12.02.2015].
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Kowalski T. 2006. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology* 36: 264–270. DOI: 10.1111/j.1439-0329.2006.00453.x
- Kowalski T. 2007. *Chalara fraxinea* – nowo opisany gatunek grzyba na zamierających jesionach w Polsce. *Sylvan* 4: 44–48.
- Kowalski T., Czekaj A., 2010. Symptomy chorobowe i grzyby na zamierających jesionach (*Fraxinus excelsior* L.) w drzewostanach Nadleśnictwa Staszów. *Leśne Prace Badawcze* 71(4): 357–368. DOI: 10.2478/v10111-010-0031-0
- Oszako T. 2006. Mechanizm zjawiska zamierania drzewostanów dębowych. *Las Polski* 5: 8–10.
- Przybył K. 2002. Fungi associated with necrotic apical parts of *Fraxinus excelsior* shoots. *Forest Pathology* 32: 387–394. DOI: 10.1046/j.1439-0329.2002.00301.x
- Pautasso M., Aas G., Queloz V., Holdenrieder O. 2013. European ash (*Fraxinus excelsior*) dieback – A conservation biology challenge. *Biological Conservation* 158: 37–49. DOI:10.1016/j.biocon.2012.08.026
- Sas-Paszt L., Głuszek S., Bułaj B. 2007. Minirizotron - Niedestrykcyjna metoda badania korzeni roślin. *Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i Kwiaciarnictwa* 15: 93–107.
- Sierota Z., Stocka T., Małecka M., Duda-Kielczewska B., Oszako T. 1993. Ocena występowania ważniejszych szkodników leśnych i chorób infekcyjnych w Polsce w roku 1992 oraz prognoza ich pojawu w roku 1993. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Stener L. 2012. Clonal differences in susceptibility to the dieback of *Fraxinus excelsior* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28(3): 1–12. DOI: 10.1080/02827581.2012.735699
- Stocki J. 2001. Przyczyny zamierania drzew i drzewostanów jesionowych w Polsce. *Głos Lasu* 4: 17–19.
- Stocki J. 2006. Zamieranie jesionów. *Las Polski* 5: 16–18.

### Source materials

- Instrukcja Urządzenia Lasu. 1994. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Instrukcja Urządzenia Lasu. 2003. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Plan Ochrony Rezerwatu „Jesionowe Góry” 2004. BULiGL w Białymstoku.
- Zarządzenie Ministra Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 19.02.1987 roku (M.P. Nr 7, poz. 55) o ustanowieniu rezerwatu „Jesionowe Góry”.
- Zasady Hodowli Lasu. 2003. ORWLP Bedoń.

### Author's contribution

M.O. – The concept of work, literature review, preparation and revision of the manuscript; W.K. – Review of the literature, the preparation of the manuscript; J.K. – Fieldwork, data analysis and preparation of the manuscript.