

MARCIN GIEL, MAREK GLAPA, JANUSZ SZEWCZYK,  
JERZY SZWAGRZYK

## Analiza porównawcza pokroju drzew kilku wybranych gatunków występujących w Białowieskim Parku Narodowym i Puszczy Niepołomickiej

Comparative analysis of tree habit on the example of some tree species  
from Białowieża National Park and Niepołomice Forest

**Abstract.** Data collected from over 1000 trees were used to develop regression equations relating tree height, height of crown base, and crown width to the DBH. Statistical analysis was conducted for five most common tree species in the Niepołomice Forest. The results were compared with the published data from the Białowieża National Park. All five species from Niepołomice had relatively longer crowns than trees from the Białowieża; in three species trees were relatively taller and more slender in Białowieża than in Niepołomice. Only small-leaf linden and hornbeam from Niepołomice were relatively taller than the ones growing in Białowieża N.P. These differences could be probably ascribed to different stand histories; however, the possible effects of climatic factors could not be excluded.

**Keywords:** allometry, managed stands, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, temperate forests

### Wstęp

**B**adania zależności allometrycznych u drzew leśnych koncentrują się zwykle na wymiarach pnia, natomiast zależności między grubością a rozmiarami i osadzeniem korony były analizowane znacznie rzadziej (Assmann 1968, King 1991, Hasenauer, Monserud 1996). W trakcie licznych prac poświęconych strukturze i budowie lasów wykonano wprawdzie wiele dokładnych pomiarów koron, ale wykorzystanie tych danych ograniczało się głównie do ich graficznej prezentacji (Koop 1989, Peters 1992, Korpel 1995). Wskutek niedostatku wspomnianych już analiz specyfika architektury poszczególnych gatunków nie została przedstawiona w sposób wystarczający. Różnice między gatunkami drzew są zazwyczaj intuicyjnie oczywiste, ale wyrażenie ich przy pomocy liczb nastęca spore trudności; podjęte dotychczas próby ich ilościowego ujęcia, nawet jeżeli dotyczą naszych rodzimych gatunków drzew, zostały opracowane dla drzew rosnących w zupełnie innych

warunkach środowiskowych (Assmann 1968, Hasenauer, Monserud 1996, Hasenauer 1997). W odniesieniu do warunków polskich znacznym krokiem naprzód było opublikowanie pracy o zależnościach allometrycznych u wybranych gatunków drzew w Białowieckim Parku Narodowym (Bolibok, Brzeziecki 2000).

Potrzeba porównania zależności allometrycznych u drzew wyrosłych w lasach Białowieckiego Parku Narodowego z analogicznymi zależnościami u tych samych gatunków drzew w innych obszarach Polski narzuca się w sposób oczywisty. Białowiecki Park Narodowy stanowi zwykle dla lasów niżowych w Polsce układ odniesienia, na przykład jeżeli chodzi o maksymalne rozmiary osiągnięte przez poszczególne gatunki drzew (Faliński 1986). Warto więc sprawdzić, na ile wzajemne relacje między poszczególnymi cechami opisującymi budowę korony u drzew wyrosłych w Puszczy Białowieckiej odpowiadają analogicznym relacjom w innych rejonach Polski. Ponadto istnieje potrzeba dokonania porównań lasów rezerwatowych z lasami gospodarczymi. Czy zależności allometryczne u drzew w lasach zagospodarowanych są podobne do tych, które stwierdzono w drzewostanach Białowieckiego Parku Narodowego? A jeżeli są inne, to na czym polegają różnice i jak można je wytłumaczyć?

## **Materiał i metody**

### **Teren badań**

Obiektem do porównań z Białowieckim Parkiem Narodowym jest w tym przypadku Puszcza Niepołomska. Prowadząc prace dotyczące dynamiki przyrostu drzew w Puszczy Niepołomskiej (Weiner i in. 2000), zebrano obszerny materiał, które umożliwiły przeprowadzenie analogicznych jak w pracy Boliboka i Brzezieckiego [2000] analiz na równie dużej próbie. Ponadto, jako obiekt do porównań z Puszczą Białowiecką, Puszcza Niepołomska ma istotne zalety. Wiele czynników środowiskowych nie różni się istotnie; w obu obiektach rosną praktycznie te same gatunki drzew, podobne wzniesienie nad poziom morza i podobny typ rzeźby terenu. Warunki klimatyczne obu obszarów są podobne, chociaż występują między nimi pewne różnice. Klimat Puszczy Niepołomskiej jest nieco cieplejszy i bardziej wilgotny, ma mniejsze amplitudy temperatury, krótszy czas zalegania pokrywy śnieżnej i dłuższy sezon wegetacyjny (Suliński 1981, Faliński 1986).

Największa różnica między tymi dwoma obiektami dotyczy stopnia antropopresji. O ile Białowiecki Park Narodowy jest w warunkach polskiego niżu wzorcem naturalności (Faliński 1986), to Puszcza Niepołomska jest zwykle sytuowana na przeciwnym biegunie (Grodziński i in. 1984). Jej teren został silnie odwodniony jeszcze w XIX wieku, drzewostany – poza paroma niewielkimi rezerwatami – mają charakter wtórny (Smólski 1981), a od lat pięćdziesiątych do końca lat osiemdziesiątych XX stulecia Puszcza znajdowała się w zasięgu bardzo intensywnych zanieczyszczeń powietrza (Grodziński i in. 1984, Weiner i in. 2000).

### **Metody zbioru materiałów**

Materiał do badań został zebrany z 25 stałych powierzchni kołowych rozmieszczonych w sposób możliwie regularny w starszych drzewostanach Puszczy Niepołomskiej. Spośród 25 powierzchni 8 było zlokalizowanych w lasach grądowych, 8 w borach mieszanych

świeżych a 9 w borach mieszanych wilgotnych (Weiner i in. 2000). Na każdej powierzchni pomierzono pierśnice wszystkich drzew; w kole o promieniu 13 m od środka powierzchni od 7 cm pierśnicy, w kole o promieniu 25 m – od 35 cm pierśnicy. Dla każdego z podlegających pomiarowi drzew określono ponadto: wysokość całkowitą drzewa, wysokość osadzenia korony, maksymalną szerokość korony w kierunku prostopadłym do linii łączącej podstawę pnia ze środkiem powierzchni. Pomiarów dokonywano przy pomocy teodolitu i taśmy. Taśmą mierzono odległość od środka powierzchni do podstawy pnia drzewa, a za pomocą teodolitu pomierzono kąty pionowe i kąty poziome na: środek pnia na wysokości pierśnicy (na tej wysokości była też ustawiona luneta teodolitu), wierzchołek drzewa, miejsce osadzenia korony (określonej jako najmniejsza wysokość wystąpienia ulistnionej części gałęzi, bez uwzględniania pędów przybyszowych wyrastających bezpośrednio z pnia drzewa), lewy skraj korony i prawy skraj korony. W przypadku drzew wygiętych określono też wielkość przesunięcia rzutu poziomego środka korony w stosunku do podstawy pnia. Dla wysokich drzew położonych blisko środka powierzchni pomiar wysokości i pomiar wysokości osadzenia korony skorygowano za pomocą wysokościomierza Blume-Leissa.

Na 25 powierzchniach pomierzono w sumie 1142 drzewa, w tym 625 sosen i 270 dębów szypułkowych. Z tego zbioru odrzucono drzewa ewidentnie zdeformowane, jak: formy wielopniowe, drzewa złamane lub bardzo silnie przechylone. Do analizy wytypowano 5 gatunków, które po wyeliminowaniu egzemplarzy zdeformowanych były jeszcze odpowiednio licznie (powyżej 30 egzemplarzy) reprezentowane w bazie danych. Były to: sosna pospolita *Pinus sylvestris* (412 sztuk), dąb szypułkowy *Quercus robur* (231 sztuk), grab pospolity *Carpinus betulus* (82), brzoza brodawkowata *Betula pendula* (55) i lipa drobno-listna *Tilia cordata* (39). Ze względu na ewidentne różnice siedliskowe i pokrojowe zostały oddzielone dęby z grądów (110 sztuk) od dębów z borów mieszanych (121 sztuk). W przypadku pozostałych gatunków drzew nie było tak ewidentnego zróżnicowania na grupy siedliskowe, dlatego też przeanalizowano je bez rozdzielania na siedliska.

### Metody analizy danych

Ze względu na możliwość dokonywania porównań z drzewami z Puszczy Białowieskiej do określenia zależności między pierśnicą drzewa a jego wysokością i wysokością osadzenia korony, użyto funkcji Näeslunda (Bolibok, Brzeziecki 2000) danej wzorami:

$$h = d^2 (a_1 + b_1 \cdot d)^{-2} + 1,3$$

$$h_k = d^2 (a_2 + b_2 \cdot d)^{-2} + 1,3$$

gdzie:

- $h$  – wysokość drzewa,
- $h_k$  – wysokość osadzenia korony,
- $d$  – pierśnica,
- $a_1, b_1, a_2, b_2$  – współczynniki równania regresji.

Do określenia zależności między maksymalną średnicą korony i pierśnicą drzewa użyto równania podobnego do tego, które w pracy Boliboka i Brzezieckiego (2000) służyło do obliczania maksymalnego promienia korony, w postaci:

$$C_w = a + b \cdot d^{-1/2}$$

gdzie:

$C_w$  – maksymalna szerokość korony,

$d$  – pierśnica,

$a, b$  – współczynniki równania

Wartości współczynników dopasowane do drzew z Puszczy Niepołomickiej zawarte są w tabeli 1. W celu ułatwienia porównania z Puszcą Białowieską, wyniki naszych analiz przedstawiliśmy na tle wyników zaczerpniętych z pracy Boliboka i Brzezieckiego (2000). Ponieważ wyniki te były przedstawione głównie w formie graficznej, dane użyte do porównań zostały odczytane z wykresów. Dokładność tej procedury jest ograniczona, ale w odniesieniu do założonego celu, którym było jedynie wizualne porównanie, zupełnie wystarczająca.

TABELA 1  
Współczynniki równań dla drzew z Puszczy Niepołomickiej

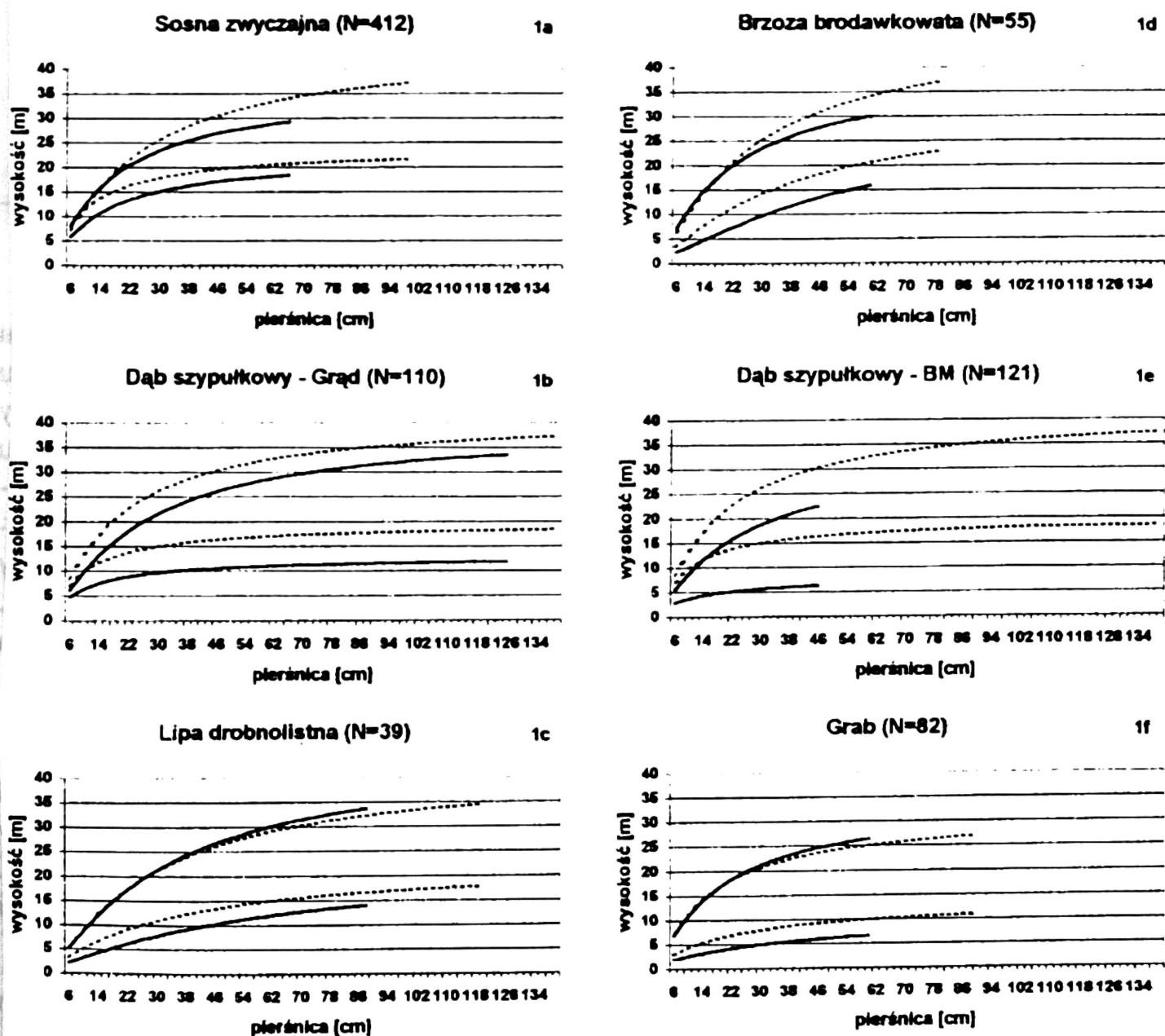
Gatunek	Wysokość drzewa		Wysokość osadzenia korony		Szerokość korony	
	$a_1$	$b_1$	$a_2$	$b_2$	$a$	$b$
<i>Pinus sylvestris</i>	1,2901	0,1695	1,5143	0,2189	-2,9273	1,5276
<i>Betula pendula</i>	1,5388	0,1608	4,9924	0,1789	-0,0118	1,2805
<i>Quercus robur</i> – Grąd	1,8078	0,1617	1,4920	0,2995	-4,4873	2,1126
<i>Quercus robur</i> – BM	1,9133	0,1758	2,5405	0,3950	-1,5689	1,9378
<i>Tilia cordata</i>	2,1730	0,1512	5,1244	0,2228	-0,0739	1,6939
<i>Carpinus betulus</i>	1,5051	0,1747	5,7311	0,3405	1,6003	1,4595

Ponieważ w Puszczy Białowieskiej pomiarowi podlegał tylko maksymalny promień korony drzewa (Bolibok, Brzeziecki 2000), a w Puszczy Niepołomickiej pomierzono maksymalne szerokości koron, w celu umożliwienia porównań mnożono maksymalny promień korony dla drzew Puszczy Białowieskiej przez 2 i traktowano wynik tego mnożenia jako maksymalną szerokość korony. W przypadku pojedynczych, silnie asymetrycznych koron mogłoby to być założenie bardzo ryzykowne, ale dla wartości średnich w zbiorach złożonych z dziesiątków lub setek drzew ryzyko popełnienia błędów było niewielkie.

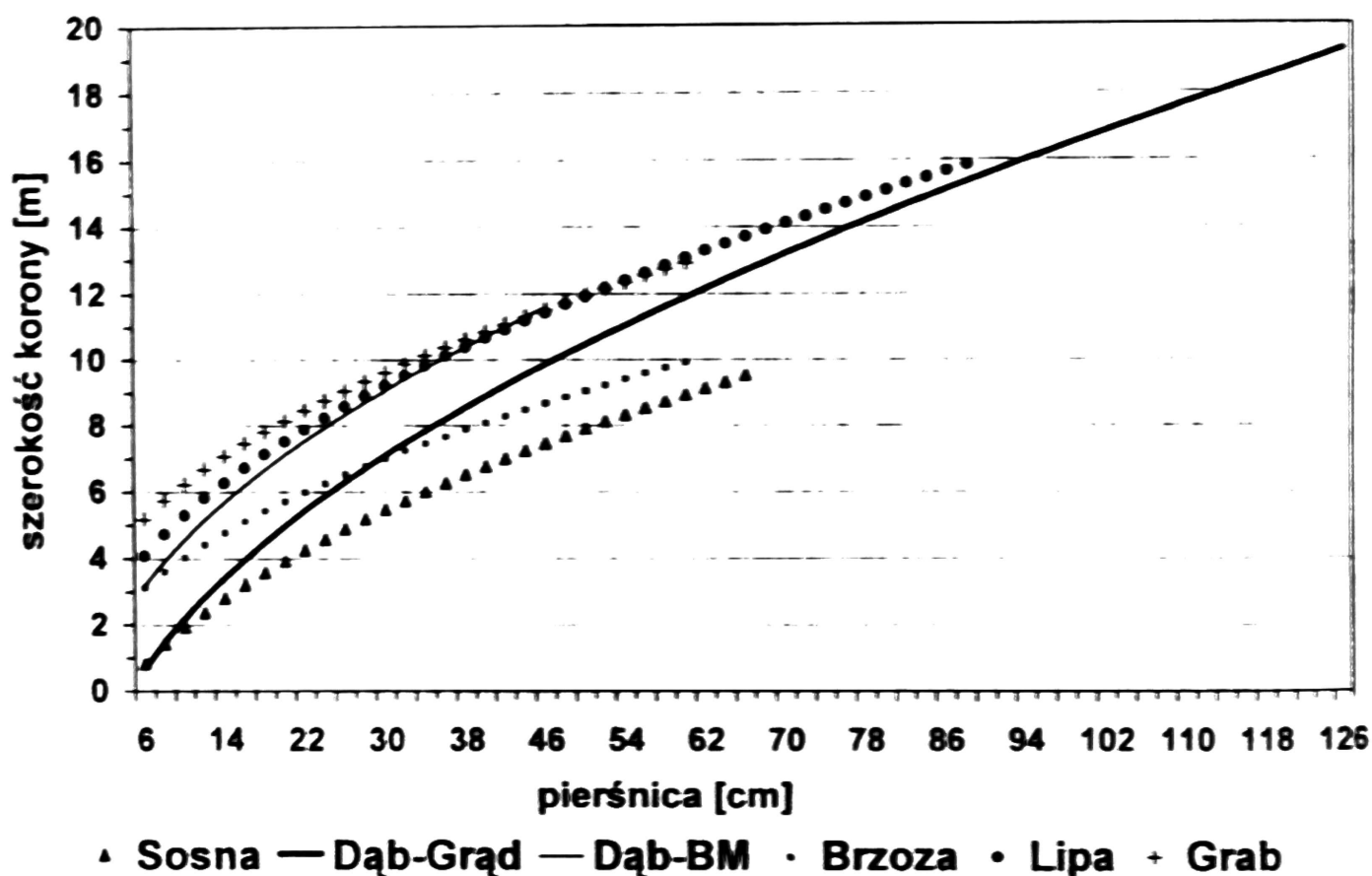
Dla każdego z pięciu gatunków drzew z Puszczy Niepołomickiej dla drzewa o pierśnicy równej 45 cm (była to największa wartość pierśnicy, dla której dysponowaliśmy danymi dla wszystkich gatunków z obu obiektów), obliczono: wysokość drzewa, długość korony, wysokość osadzenia korony, maksymalną szerokość korony oraz względną długość korony (długość korony podzielona przez wysokość drzewa).

## Wyniki

W przypadku trzech gatunków, wysokości drzew były w Puszczy Niepołomickiej (P. N.) mniejsze niż w Puszczy Białowieskiej (P. B.). U dębu szypułkowego wysokości drzew w P.N. były mniejsze w całym zakresie pierśnic, natomiast u brzozy brodawkowatej i u sosny pospolitej drzewa stosunkowo cienne (pierśnice do 20 cm) miały w obu obiektach mniej więcej tą samą wysokość, natomiast drzewa średniej grubości i grube były niższe w P.N. niż w P. B., a różnica wysokości na korzyść P. B. wzrastała wyraźnie wraz z grubością drzewa. U dwóch gatunków – grabu pospolitego i lipy drobnolistnej – sytuacja przedstawiała się na odwrót: drzewa cienne były prawie tej samej wysokości w P. N. i P.B., natomiast wraz ze wzrostem grubości zaznaczała się przewaga wysokościowa drzew z P.N. Wysokość osadzenia korony była natomiast u wszystkich gatunków i dla wszystkich grubości większa w P. B. niż w P. N. (ryc. 1).



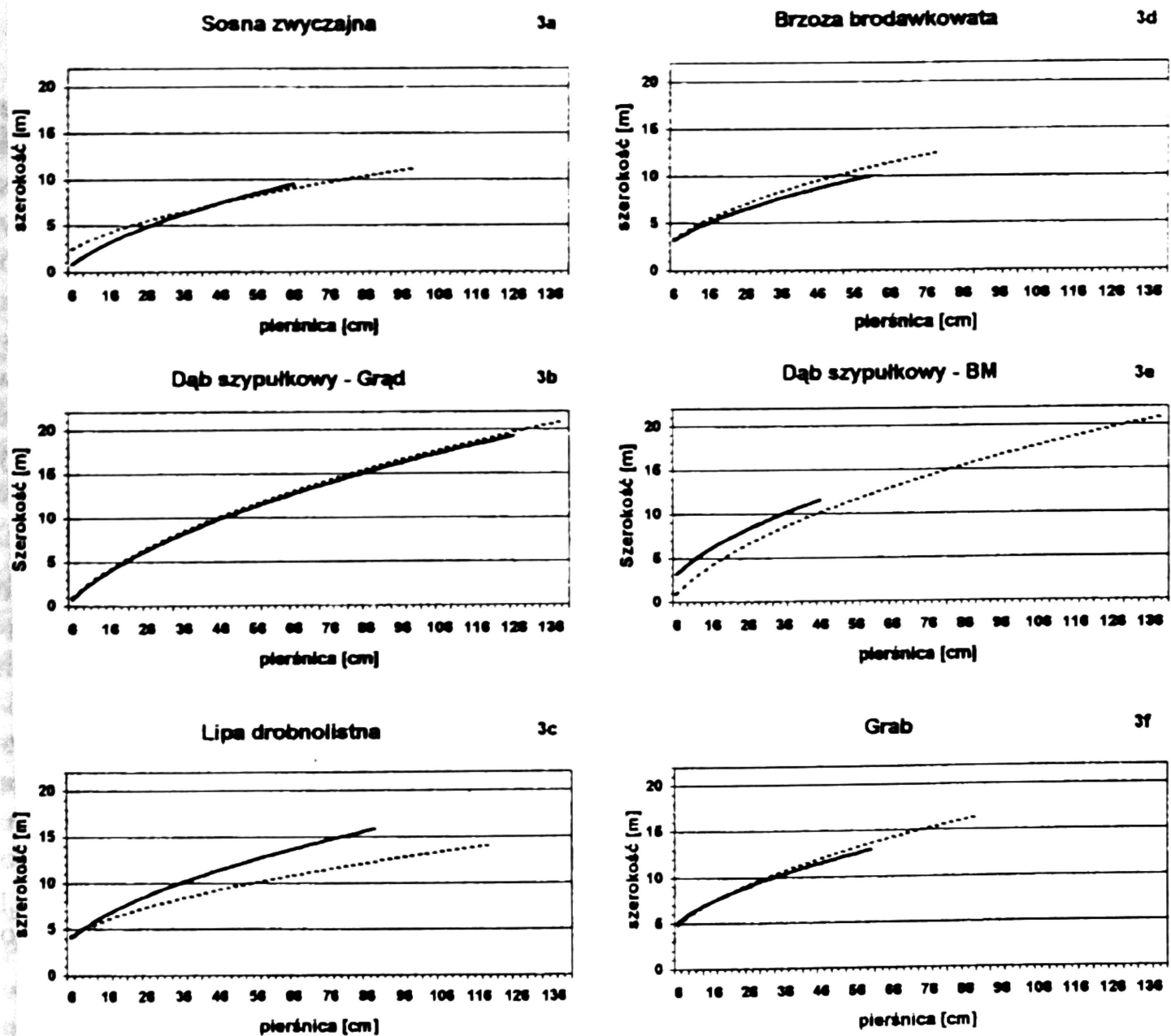
RYC. 1. Zależności między pierśnicą drzewa a jego wysokością i wysokością osadzenia korony;  
 Objasnienia: linia ciągła – drzewa z Puszczy Niepołomickiej, linia przerywana – drzewa z Białowieskiego  
 Parku Narodowego



RYC. 2. Zależności między pierśnicą a szerokością korony u drzew z Puszczy Niepołomickiej

Szerokości koron drzew w Puszczy Niepołomickiej różniły się wyraźnie między gatunkami (ryc. 2). Najwęższe korony miały sosny, a najszersze – graby; dęby szypułkowe z boru mieszanego miały w całym zakresie zmienności pierśnic korony znacznie szersze niż dęby szypułkowe z grądów. Różnice w szerokości korony u grabu, lipy drobnolistnej i dębu szypułkowego z borów mieszanych zanikały przy większych pierśnicach. Ciekawie wygląda porównanie dębu szypułkowego z grądów oraz brzozy brodawkowatej: dla mniejszych pierśnic (do 30 cm) korony brzozy są szersze, dla drzew powyżej 30 cm pierśnicy szersze są korony dębów (ryc. 2). Porównanie szerokości koron drzew w P. N. i w P. B. ukazuje znaczne podobieństwo wyników (ryc. 3 a-f), pomimo różnic w sposobie pomiaru szerokości koron drzew w obu obiektach. U brzozy brodawkowatej i u dębu szypułkowego z grądów szerokości koron w P. N. są minimalnie mniejsze niż w P. B. Korony dębów z boru mieszanego w P. N. są natomiast znacznie szersze od koron dębów z P. B. (ryc. 3b). U sosny korony drzew poniżej 50 cm pierśnicy są szersze w P. N., a u drzew powyżej 50 cm pierśnicy – w P. B. (ryc. 3a). Cienkie graby (do 20 cm pierśnicy) mają korony minimalnie szersze w P. N., a powyżej 20 cm pierśnicy – nieco szersze w P. B. (ryc. 3f). Natomiast lipy z P. N. mają korony wyraźnie szersze niż lipy z P. B., a różnica w szerokości koron rośnie wraz z grubością drzewa (ryc. 3e).

Dla zależności między pierśnicą drzewa oraz jego wysokością i wysokością osadzenia korony uzyskano wysokie wartości współczynników korelacji, określających stopień dopasowania wyliczonych krzywych do danych empirycznych. Współczynniki korelacji dla równania określającego związek pierśnicy z wysokością wahały się od 0,58 w przypadku sosny pospolitej do 0,95 u brzozy brodawkowatej. Związek między wysokością osadzenia korony a pierśnicą był na ogół słabszy i wynosił od 0,39 dla dębu szypułkowego z borów



RYC. 3. Porównanie szerokości koron drzew z Puszczy Niepołomickiej i z Białowieckiego Parku Narodowego;

Objaśnienia: linia ciągła – drzewa z Puszczy Niepołomickiej, linia przerywana – drzewa z Białowieckiego Parku Narodowego

mieszanych do 0,89 dla brzozy brodawkowatej. Wszystkie korelacje były statystycznie istotne przy poziomie istotności mniejszym od 0,001. Większość korelacji obliczonych dla drzew z Puszczy Niepołomickiej była jednak wyraźnie mniejsza niż korelacje uzyskane dla drzew z Puszczy Białowieckiej (Bolibok, Brzeziecki 2000). Dotyczy to szczególnie wielkości współczynników korelacji między pierśnicą drzewa a jego wysokością, które w P.B. były bardzo duże i niewiele się różniły między analizowanymi gatunkami drzew.

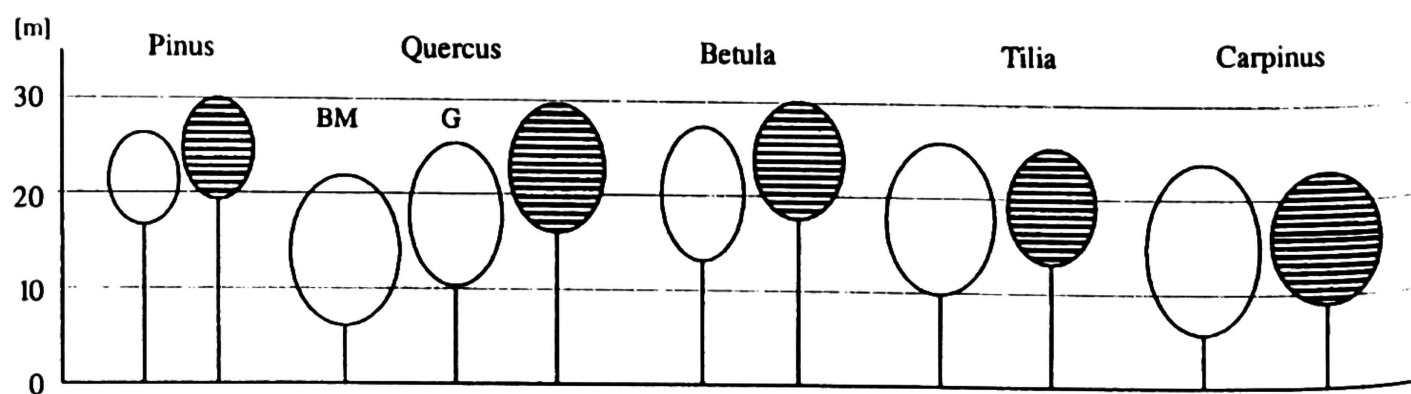
Współczynniki korelacji dla równania określającego związek między pierśnicą a szerokością korony w Puszczy Niepołomickiej przyjmowały wartości od 0,64 dla sosny pospolitej do 0,87 dla dębu szypułkowego z grądów. W tym przypadku wyniki uzyskane dla drzew z Puszczy Niepołomickiej niewiele różniły się od wyników korelacji między pierśnicą a maksymalną szerokością promienia korony u drzew z Puszczy Białowieckiej (Bolibok, Brzeziecki 2000).

## Dyskusja

Nawet pobieżne porównanie drzew z Puszczy Niepołomickiej z drzewami z Białowieskiego P. N. wskazuje, że – jak należało się spodziewać – drzewa z P. B. osiągają znacznie większe grubości. Możliwość osiągania większych grubości przez drzewa w P. N. jest niewątpliwie ograniczona przez wiek rębności drzewostanów. Dotyczy to zwłaszcza sosny, której wiek rębności w P. N. ustalono na 100 lat, oraz brzozy brodawkowatej, która na ogół występuje wraz z sosną i wraz z nią ulega wycięciu. W mniejszym stopniu dotyczy to gatunków rosnących na grądach, ponieważ wiek rębności przyjęty dla dębów w P. N. jest stosunkowo wysoki (140-160 lat). Rzeczywiście, różnice w maksymalnej pierśnicy drzew między P. N. a P. B. są największe w przypadku sosny, a najmniejsze w przypadku dębu szypułkowego. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że dęby o pierśnicy 125 cm w Puszczy Niepołomickiej zostały pomierzone w lesie gospodarczym; jak na drzewostany w rejonie silnej antropopresji są to drzewa imponująco grube.

Mimo porównywania obiektów różniących się pod wieloma względami w sposób bardzo wyraźny, uzyskane wyniki są spójne. Pokazują one, że różnice pokrojowe między gatunkami przejawiają się bardzo mocno nawet w materiale pochodzącym ze zróżnicowanych warunków środowiskowych. Cztery z porównywanych pięciu gatunków różnią się proporcjami na tyle wyraźnie, że różnice między obiektami nie są w stanie zniwelować wewnątrzgatunkowych podobieństw (ryc. 4, tab. 2). Jednym wyjątkiem jest dąb szypułkowy, u którego zarówno różnice między obiektami, jak i siedliskami w granicach jednego obiektu (P. N.) są tak duże, że trudno pokusić się o przedstawienie charakterystycznej sylwetki tego gatunku. O podobnych problemach w przypadku tego gatunku wspominają też Bolibok i Brzeziecki (2000); populacja dębów w Białowieskim P.N. zdaje się być również pokrojowo bardzo niejednolita.

Różnice w wysokości drzew między Puszcą Niepołomicką i Puszcą Białowieską nie są aż tak jednoznaczne, jak można było się tego spodziewać. W przypadku sosny pospolitej, brzozy brodawkowatej, a szczególnie w przypadku dębu szypułkowego drzewa wyrosłe w P. B. są wyższe i smuklejsze. Graby i lipy drobnolistne są natomiast w P. N. (przy danej pierśnicy) nieco wyższe niż w P. B., mimo że mają niżej osadzone korony. Nie jest to więc na pewno efekt rośnięcia w silnym zwarciu. Być może o większej wysokości tych gatunków



RYC. 4. Modelowe sylwetki drzew o pierśnicy równej 45 cm z Puszczy Niepołomickiej i z Białowieskiej; Objasnienia: puste w środku – drzewa z Puszczy Niepołomickiej, zakreskowane – drzewa z Puszczy Białowieskiej, BM – bór mieszany, G – grąd



TABELA 2  
Wymiary modelowych drzew o pierśnicy równej 45 cm

Gatunek i stanowisko	H	H <sub>K</sub>	CW	CL	CL/H
	wysokość drzewa	wysokość osadzenia korony	szerokość korony	długość korony	względna długość korony
	[m]				
<i>Pinus sylvestris</i> – P.N.	26,8	17,0	7,3	9,8	0,37
<i>Pinus sylvestris</i> – P.B.	30,3	19,5	7,4	10,8	0,36
<i>Betula pendula</i> P.N.	27,6	13,2	8,6	14,4	0,52
<i>Betula pendula</i> P.B.	30,7	18,0	9,4	12,7	0,41
<i>Quercus robur</i> – P.N. (Grąd )	25,8	10,5	9,7	15,3	0,59
<i>Quercus robur</i> – P.N. (BM)	22,3	6,2	11,4	16,1	0,72
<i>Quercus robur</i> – P.B.	30,1	16,3	10,0	13,9	0,46
<i>Carpinus betulus</i> – P.N.	24,4	5,9	11,4	18,5	0,76
<i>Carpinus betulus</i> – P.B.	23,4	9,1	11,9	14,2	0,61
<i>Tilia cordata</i> P.N.	26,4	10,1	11,3	16,3	0,62
<i>Tilia cordata</i> P.B.	25,8	13,3	9,2	12,5	0,48

w P. N. decydują bardziej korzystne warunki klimatyczne. W przypadku grabu, który w P.B. znajduje się w pobliżu naturalnej granicy zasięgowej (Faliński, Pawlaczyk 1993), wydaje się to prawdopodobne. Wątpliwe jednak, aby taki mechanizm mógł zadziałać w przypadku lipy drobnolistnej, dla której Puszcza Białowieska leży w pobliżu centrum jej geograficznego zasięgu (Faliński, Pawlaczyk 1991), a maksymalne wysokości drzew tego gatunku w P. B. (42 m) są zarazem bliskie absolutnemu maksimum dla gatunku (Faliński 1986, Koop 1989).

Także przypadek dębu szypułkowego przemawia wyraźnie przeciwko próbie tłumaczenia różnic wysokości warunkami klimatycznymi. Dąb szypułkowy jest w P. B. wyższy i smuklejszy niż w P. N., a różnica wysokości – podobnie jak różnica w wysokości osadzenia korony – jest u dębu większa niż u innych gatunków. Być może o różnicach w pokroju drzew decydują czynniki związane ze zwarciem i z budową drzewostanów, kształtowaną zarówno przez zabiegi gospodarcze jak i przez oddziaływanie czynników zewnętrznych. Drzewa z P. B. wzrastały w lesie naturalnym – podczas gdy większość drzewostanów w P. N. powstała w drodze sadzenia na otwartych powierzchniach. Konsekwentnie niższe niż w P. B. osadzenie koron w P. N. wskazuje, że zwarcie drzewostanów musiało tu być przez długi czas stosunkowo małe. Z okresu kilku ostatnich dziesięcioleci istnieją przekonujące dowody, że było tak rzeczywiście; wydzielanie się drzew w drzewostanach Puszczy Niepołomickiej jako efekt oddziaływań zanieczyszczeń powietrza zostało dobrze udokumentowane w latach siedemdziesiątych XX wieku (Starzyk J., Starzyk K. 1981), a współczesne zagęszczenie drzewostanów P. N. jest bardzo małe (Weiner i in. 2000).

Argument ten nie odnosi się jednak do drzew starszych, których pokrój został w znacznej mierze uformowany jeszcze przed pojawieniem się znacznych zanieczyszczeń powietrza. Być może na fakt, że grube dęby w grądach P. N. są stosunkowo niskie, krępe i mają nisko osadzone korony wpłynęły warunki wzrostu drzew panujące jeszcze w okresie poprzedzającym definitywne odwodnienie terenu Puszczy Niepołomickiej, które nastąpiło na początku XX wieku (Suliński 1981); niektóre dane historyczne wskazują na fakt, że drzewostany Puszczy Niepołomickiej jeszcze w pierwszej połowie XIX wieku nie stanowiły zwartego kompleksu, lecz tworzyły drobną mozaikę z otwartymi terenami podmokłymi (Smólski 1981).

Do interesujących wniosków może też doprowadzić porównanie zależności allometrycznych u drzew leśnych, opracowanych na podstawie analizy licznej próby, z publikowanymi danymi o maksymalnych wysokościach drzew w Puszczy Białowieskiej (Faliński 1986). W przypadku większości gatunków wysokości określone na podstawie analiz zależności allometrycznych są oczywiście mniejsze niż wysokości maksymalne. W przypadku drzew z P. B. różnice te wynoszą: 3 m w przypadku grabu, po 5 m u sosny pospolitej i dębu szypułkowego oraz około 6 m w przypadku lipy drobnolistnej. W przypadku brzozy brodawkowatej natomiast wysokość obliczona w trakcie analizy zależności allometrycznych jest aż o 7 m większa niż wysokość 30 m podawana przez Falińskiego (1986) jako maksymalna dla P. B. Warto zauważyć, że również brzozy z P. N. dorastają do wysokości większej niż 30 m a w świetle danych literaturowych (Zarzycki 1979) nawet wysokość 37 m uzyskiwana w P.B. (Bolibok, Brzeziecki 2000) nie jest wielkością rekordową.

## Literatura

1. **Assmann E.** 1968. Nauka o produktywności lasu. PWRiL, Warszawa.
2. **Bolibok L., Brzeziecki B.** 2000. Analiza wybranych zależności allometrycznych dla głównych gatunków drzew Białowieskiego Parku Narodowego. Sylwan 144, 6: 73-81
3. **Faliński J.B.** 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forest. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.
4. **Faliński J.B., Pawlaczyk P.** 1991. Ekologia (str. 145-236) w : Białobok S. (Red.) Lipy. Monografia z serii "Nasze drzewa leśne". Arkadia, Poznań.
5. **Faliński J.B., Pawlaczyk P.** 1993. Zarys ekologii (str. 157-263) w: Bugała W. (Red.) Grab zwyczajny. Monografia z serii "Nasze drzewa leśne". Sorus, Poznań.
6. **Grodziński W., Weiner J., Maycock P.** 1984. Forest Ecosystems in Industrial Regions. Springer Verlag, Heidelberg.
7. **Hasenauer H.** 1997. Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. Forest Ecology and Management 96: 197-206.
8. **Hasenauer H., Monserud R.** 1996. A crown ratio model for Austrian forests. Forest Ecology and Management 84: 49-60.
9. **King D.A.** 1991. Tree allometry, leaf size and adult tree size in old-growth forests of western Oregon. Tree Physiology 9: 369-381.

10. **Koop H.** 1989. Forest Dynamics. SILVI-STAR: A comprehensive monitoring system. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg - New York.
11. **Korpel S.** 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
12. **Peters R.** 1992. Ecology of beech forests in the northern Hemisphere. Proefschrift, Landbouwniversiteit Wageningen.
13. **Smólski S.** 1981. Zarys przeszłości Puszczy Niepołomickiej (str. 9-24 w: Kleczkowski A (Red.) Wartości środowiska przyrodniczego Puszczy Niepołomickiej i zagadnienia jej ochrony. Studia ODF, t. IX, Wydawnictwo PAN, Kraków.
14. **Starzyk J., Starzyk K.** 1981. Owady kambiofagiczne, kambio-ksylofagiczne i ksylofagiczne w drzewostanach Puszczy Niepołomickiej (str: 255-291 w: Kleczkowski A. (Red.) Wartości środowiska przyrodniczego Puszczy Niepołomickiej i zagadnienia jej ochrony. Studia ODF, t. IX, Wydawnictwo PAN, Kraków.
15. **Suliński J.** 1981. Zarys klimatu, rzeźby terenu i stosunki wodne w Puszczy Niepołomickiej (str. 25-69 w: Kleczkowski A (Red.) Wartości środowiska przyrodniczego Puszczy Niepołomickiej i zagadnienia jej ochrony. Studia ODF, t. IX, Wydawnictwo PAN, Kraków.
16. **Weiner J., Grodzińska K., Szwagrzyk J.** 2000. 50 lat Puszczy Niepołomickiej: badania zmienności w czasie i w przestrzeni. Toruńskie Seminarium Ekologiczne Zmiany a zmienność Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska UMK, Toruń.
17. **Zarzycki K.** 1979. Zarys ekologii (str. 265-291 w: Białobok S. (red.) Brzozy. Monografia z serii Nasze drzewa leśne. PWN, Warszawa-Poznań.

*Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody  
Akademia Rolnicza  
Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków  
e-mail: rlszwagr@cyf-kr.edu.pl*

## **Summary**

### **Comparative analysis of tree habit on the example of some tree species from Białowieża National Park and Niepołomice Forest**

Data collected from over 1000 trees were used to develop regression equations relating tree height, height of crown base and crown width to the DBH. Statistical analysis was conducted for five most common tree species in the Niepołomice Forest – Scot pine, silver birch, pedunculate oak, small-leaf linden and hornbeam. In all cases statistically significant relationships between the analysed tree dimensions were found. The results obtained in the Niepołomice Forest were compared with data published by Bolibok and Brzeziecki (2000) for the Białowieża National Park.

Results for trees growing in Niepołomice Forest were to a large extent similar to those from Białowieża; species-specific features of tree architecture seemed to be rather constant. Nevertheless, there were also some differences between both locations: in all five species

trees from Niepołomice Forest had relatively longer crowns than trees from the Białowieża National Park. In three species: Scots pine, silver birch, pedunculate oak – trees were relatively taller and more slender in Białowieża than in Niepołomice. Surprisingly, small-leaf linden and hornbeam in Niepołomice were relatively taller than the ones growing in Białowieża National Park. These differences could be probably ascribed to different stand histories: measurements in Niepołomice were conducted mostly in managed stands, while in Białowieża trees were measured in the strict nature reserve. However, the possible effects of climatic factors could not be excluded.