

MAREK SZCZERBA¹, PIOTR ROBAKOWSKI²

¹Nadleśnictwo Choszczno
Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Szczecinie

²Katedra Siedliskoznawstwa i Ekologii Lasu
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

SKŁAD GATUNKOWY I MODEL STRUKTURY DRZEWOSTANU ŁĘGOWEGO W REZERWACIE PRZYRODY „KRAJKOWO”

SPECIES COMPOSITION AND MODEL OF THE RIPARIAN STAND
STRUCTURE IN THE NATURE RESERVE “KRAJKOWO”

Streszczenie. Celem pracy jest opis budowy drzewostanu na siedlisku lasu łęgowego oraz porównanie jego pierśnicowej struktury z teoretyczną strukturą drzewostanu przerębowego. Drzewostan łęgowy w Rezerwacie „Krajkowo” posiada cechy różnowiekowego, wielopiętrowego lasu mieszanego z licznymi martwymi lub obumierającymi starymi drzewami. Stwierdzono występowanie aż 14 gatunków drzewiastych z wyraźną przewagą *Quercus robur* i *Ulmus laevis*. Rozkład liczebności drzew w klasach pierśnic był podobny do teoretycznej struktury pierśnic drzewostanu przerębowego. Różnice między rzeczywistą a obliczoną liczbą drzew w klasach pierśnic były spowodowane oddziaływaniem siedliskowych i biotycznych czynników kształtujących w naturalny sposób złożoną budowę i strukturę lasu łęgowego.

Słowa kluczowe: budowa drzewostanu, krzywa wysokości, naturalne odnowienie, rozkład pierśnic

Wstęp

Las łęgowy jest fragmentem wielowymiarowej przestrzeni, w której ekosystemy wodne współistnieją z ekosystemami lądowymi. Obejmuje ona obszar zalewowy, różnorodne formy makro- i mikroreliefu, rzeki, strumienie lub jeziora wraz z przylegającym pasem ekosystemu lądowego o zmiennej szerokości. Łęgi charakteryzują się bogactwem mikrosiedlisk, w których duża liczba gatunków roślin i zwierząt znajduje optymalne nisze ekologiczne (SUZUKI i IN. 2002, VERRY i IN. 2004).

Lasy łęgowe zawdzięczają swój unikalny charakter genezie powstania, zwłaszcza periodycznym wylewom rzek (KEDDY 2010, MATUSZKIEWICZ 2012). MATUSZKIEWICZ (2007) zaklasyfikował je do następujących jednostek fitosocjologicznych: Klasa: *Quercoco – Fagetea* (lasy liściaste); Rząd: *Fagetalia sylvaticae* (mezotroficzne i eutroficzne lasy liściaste); Związek: *Alno – Ulmion* (lasy łęgowe); Podzwiązek: *Ulmion minoris*; Zespół: *Ficario – Ulmetum minoris* (łęg wiązowo-jesionowy); Podzespoły: *Ficario – Ulmetum minoris typicum* (wiązowo-jesionowy łęg typowy), *Ficario – Ulmetum minoris chrysosplenietosum* (wiązowo-jesionowy łęg śledziennicowy), *Ficario – Ulmetum minoris violetosum odoratae* (wiązowo-jesionowy łęg fiołkowy). Lasy łęgowe zaliczane do związku *Ulmion minoris* wymieniane są w Dyrektywie Siedliskowej Rady Europy (COUNCIL DIRECTIVE... 1992) wśród rodzajów siedlisk o znaczeniu wspólnotowym (MAKOMASKA-JUCHIEWICZ i TWOREK 2003).

W lasach łęgowych występuje roślinność azonalna. Jej zróżnicowanie zależy od siedliska, przede wszystkim od okresowych zalewów, a w mniejszym stopniu od regionu geograficznego. Do lasów łęgowych należą lasy dębowo-wiązowo-jesionowe związane z cyklicznymi zalewami bądź spływami wód powierzchniowych, niekiedy z ruchami wód gruntowych. Najbardziej znane i najlepiej zachowane łęgi na terenie Polski i Europy występują w dolinie Odry na Dolnym Śląsku. Znane łęgi występują także nad Wartą w rezerwach „Krajkowo” i „Czeszewo”. Fragmenty łęgów wiązowo-jesionowych, aczkolwiek silnie już zgrądowiawe, występują w dorzeczu Nysy Łużyckiej. W dorzeczu Wisły łęgi tego typu są mniej pospolite niż w dorzeczu Odry, choć również tam występują (DANIELEWICZ i PAWLACZYK 2004).

Celem prac zrealizowanych w nadwarciańskim Rezerwacie „Krajkowo” był opis budowy drzewostanu na siedlisku lasu łęgowego oraz porównanie jego pierścnicowej struktury z teoretyczną strukturą drzewostanu przerębowego. Przyjęto założenie, że drzewostany łęgowe w rezerwacie będą miały cechy naturalnych kompleksów leśnych, ich struktura pierśnic zaś będzie podobna do struktury pierśnic w lesie przerębowym.

Teren badań

Rezerwat „Krajkowo” został utworzony Zarządzeniem nr 245 Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 23 lipca 1958 roku. Położony jest w województwie wielkopolskim, w powiecie poznańskim, w gminie Mosina, w obrębie ewidencyjnym wsi Krajkowo. Powierzchnia rezerwatu wynosi 162,53 ha (PLAN URZĄDZANIA... 1988). Rezerwat położony jest w granicach Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej, w Dzielnicy Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej i w mezoregionie Pojezierza Wielkopolskiego (TRAMPLER i IN. 1990). Według najnowszej regionalizacji przyrodniczo-leśnej Polski (ZIELONY i IN. 2010) teren Rezerwatu Przyrody „Krajkowo” znajduje się w zasięgu Krainy Wielkopolsko-Pomorskiej i w mezoregionie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej.

Teren rezerwatu znajduje się w strefie klimatu umiarkowanego. Roczna suma opadów wynosi od około 500 do 600 mm. Suma opadów w okresie wegetacyjnym zawiera się w przedziale od około 165 do 245 mm. Mikroklimat rezerwatu jest modyfikowany wpływem rzeki Warty i znajdujących się na jego terenie licznych zbiorników wodnych, zwłaszcza wiosną i jesienią (RATYŃSKA i SZWED 1999).

W rezerwacie wyróżniono sześć typów gleb występujących w 11 podtypach, z charakterystycznymi dla lasów łęgowych madami rzecznyymi w czterech podtypach: mady właściwej, czarnoziemnej, brunatnej i próchnicznej (PLAN URZĄDZANIA... 1988).

Materiał i metody

Powierzchnie badawcze

Wybór pododdziałów do założenia powierzchni badawczych wynikał z przyjętego celu pracy. Na podstawie analizy składu gatunkowego drzewostanu, runa oraz opisu gleb z PLANU URZĄDZANIA... (1988) wybrano najbardziej reprezentatywne fragmenty lasu łęgowego. W sierpniu 2006 roku wyznaczono trzy powierzchnie próbne, każda o wielkości 0,5 ha (prostokąt o długości boków 50 i 100 m). Powierzchnie te zlokalizowano w pododdziałach na siedlisku lasu łęgowego: 122 h, 125 a, 139 o i odtworzono w 2010 roku. Ich narożniki oraz krawędzie oznaczono palikami dębowymi. Współrzędne geograficzne narożników określono metodą GPS. Powierzchnie są zlokalizowane na madzie brunatnej (122 h i 139 o) i madzie czarnoziemnej (125 a).

Pomiary drzewostanowe

Jesienią 2009 roku wykonano pomiary wysokości i grubości wszystkich drzew, których pierśnica osiągnęła lub przekroczyła 7 cm. Łącznie zmierzono wysokość i grubość 394 drzew (122 h – 113, 125 a – 142, 139 o – 139). Pomiar wysokości wykonano wysokościomierzem Suunto (z dokładnością do 0,25 m), a pomiar pierśnic – średnicomierzem (z dokładnością do 0,5 cm). Dodatkowo na każdej powierzchni próbnej założono według schematu 16 1-arowych poletek (łącznie 32% powierzchni każdej powierzchni próbnej), na których zmierzono grubość szyi korzeniowej i wysokość nalotu, podszytu i podrostu. Grubość zmierzono suwmiarką ($\pm 0,1$ mm), a wysokość – miarą taśmową ($\pm 1,0$ mm).

Analiza danych

Krzywe wysokości dla gatunków drzew występujących najliczniej w granicach powierzchni próbnych dopasowano do danych empirycznych. Na wykresach zamieszczono równanie funkcji wykładniczej i podano wartość współczynnika determinacji R^2 wraz z prawdopodobieństwem P otrzymanym w wyniku analizy wariancji w regresji.

Empiryczny rozkład liczby drzew w poszczególnych 2-centymetrowych klasach pierśnic dla trzech powierzchni próbnych łącznie oraz oddzielnie dla każdej z nich został porównany z teoretyczną liczbą drzew w lesie przerębowym określoną za pomocą każdego z sześciu modeli matematycznych: Biolleya, Liocourta-Meyera, Leibundguta, de Liocourta, Koestlera i Meyera (BIOLLEY 1980, POZNAŃSKI i JAWORSKI 2000). Aby dopasować modele rozkładu pierśnic, do rzeczywistego rozkładu liczby drzew w klasach pierśnic wyliczono współczynniki niezbędne do uzyskania teoretycznej liczby drzew w klasach pierśnic na podstawie wszystkich danych oraz oddzielnie dla każdej powierzchni próbnej (tab. 1).

Tabela 1. Wartości parametrów modeli matematycznych zastosowanych do określenia teoretycznego rozkładu pierśnic na powierzchniach próbnych w lesie łęgowym

Table 1. Values of parameters of the mathematical models used to determine the theoretical diameter at breast height distribution on experimental plots in the riparian forest

Parametr Parameter	Modele matematyczne – Mathematical models by					
	Biolleya Biolley	Liocourta- -Meyera Liocourt- -Meyer	Leibundguta Leibundgut	de Liocourta de Liocourt	Koestlera Koestler	Meyera Meyer
Powierzchnie próbne razem – Experimental plots together						
d_{sr}	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7
a	0,061	0,042	0,051	0,065	0,055	0,063
b	7	7	7	7	7	7
k	0,162	0,057	0,119	0,186	0,135	0,176
122 h						
d_{sr}	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9	28,9
a	0,073	0,050	0,061	0,077	0,066	0,075
b	9	9	9	9	9	9
k	0,140	0,079	0,105	0,155	0,118	0,147
125 a						
d_{sr}	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
a	0,080	0,056	0,067	0,086	0,072	0,083
b	9	9	9	9	9	9
k	0,167	0,095	0,125	0,186	0,141	0,176
139 o						
d_{sr}	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9
a	0,052	0,036	0,043	0,055	0,047	0,054
b	8	8	8	8	8	8
k	0,078	0,048	0,061	0,086	0,068	0,082

Poniziej zaprezentowano model Liocourta-Meyera ze względu na jego najlepsze dopasowanie do danych empirycznych. Opisy wszystkich modeli można znaleźć u POZNAŃSKIEGO i JAWORSKIEGO (2000). Model matematyczny zaproponowany przez Liocourta-Meyera pozwala określić teoretyczną liczbę drzew z zastosowaniem wzoru na gęstość rozkładu pierśnic (POZNAŃSKI i JAWORSKI 2000):

$$f(x) = k \cdot e^{-a(x-b)}, \text{ gdy } x \geq b$$

$$f(x) = 0, \text{ gdy } x < b$$
(1)

gdzie: e – podstawa logarytmu naturalnego, x – zmienna losowa: pierśnica, b – dolna granica pomiaru pierśnic, a – parametr uzależniony od średniej pierśnicy ($\bar{\partial}$) i dolnej granicy pomiaru pierśnic b :

$$a = \frac{1}{\bar{\partial} - b} \quad (2)$$

k – parametr rozkładu Liocourta-Meyera:

$$k = \frac{a}{e^{-ad} - e^{-ad \max}} \quad (3)$$

Krzywa obrazująca rozkład gęstości pierśnic zaproponowana przez Liocourta-Meyera jest stale malejąca i wraz ze wzrostem wartości pierśnic zbliża się asymptotycznie do zera. Liczba drzew w poszczególnych stopniach grubości tworzy malejący postęp geometryczny, z kolei największa liczba drzew (podobnie jak w pozostałych modelach) przypada zawsze na najniższy stopień grubości. Ilorazem wspomnianego postępu geometrycznego jest liczba q (ułamkowa liczba dodatnia mniejsza od jedności), określana mianem ilorazu Liocourta:

$$q = e^{-a\varepsilon} \quad (4)$$

gdzie ε oznacza zakres konkretnego stopnia grubości pierśnicy.

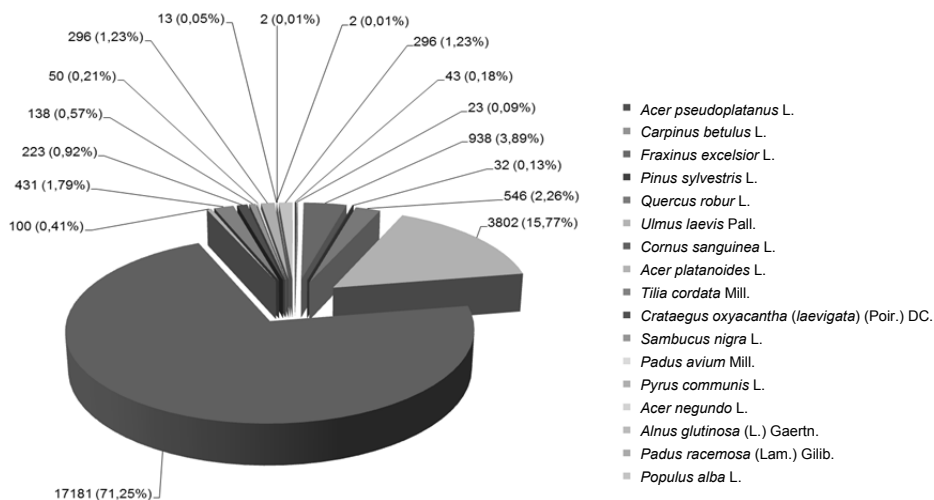
Wyniki

Skład gatunkowy drzewostanu na siedlisku lasu łęgowego na powierzchniach próbnych w Rezerwacie „Krajkowo” jest charakterystyczny dla typu lasu wiązowo-jesionowego (tab. 2). W górnym piętrze drzewostanu panowały: dąb szypułkowy, wiąz szypułkowy i jesion wyniosły (rys. 1). Drugie piętro drzewostanu reprezentowały pojedyncze egzemplarze: klonu pospolitego (*Acer platanoides* L.), klonu jawora (*Acer pseudo-platanus* L.), grabu pospolitego (*Carpinus betulus* L.), gruszy pospolitej (*Pyrus communis* L.), olszy czarnej (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) i topoli białej (*Populus alba* L.). W warstwie podszytu występowały głogi (*Crataegus monogyna* Jacq.), (*Crataegus laevigata* Poir. DC.) i w niewielkiej liczbie czeremcha amerykańska (*Padus serotina* Ehrh. Borkh.). Dereń świdwa (*Cornus sanguinea* (L.)) i głogi często miały formę drzew o wymiarach grubizny. W nalocie i podroście dominowały dereń świdwa oraz wiąz szypułkowy (rys. 1).

Duże wartości R^2 i $P < 0,001$ wskazują, że funkcja wykładnicza statystycznie istotnie wyjaśnia zależność między pierśnicą a wysokością w przypadku dębu szypułkowego (pododdziały 122 h, 125 a) i wiąz szypułkowego (pododdziały 122 h, 139 o) (rys. 2 A, B, C, G), w nieco mniejszym stopniu w stosunku do wiąz szypułkowego i jesionu wyniosłego (pododdział 125 a) oraz dębu szypułkowego (pododdział 139 o) (rys. 2 D, E, F). Na podstawie analizy liczebności i krzywych wysokości można prognozować, że przewagę w górnym piętrze drzewostanów na siedlisku lasu łęgowego osiągnie wiąz szypułkowy (rys. 1, 2 B, D, G). Początkowa faza krzywych wysokości wskazuje, że

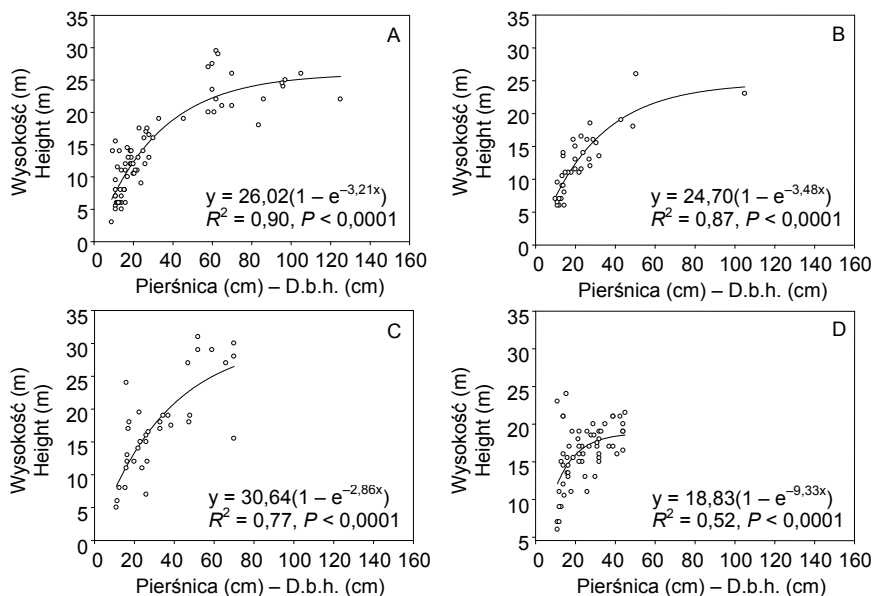
Tabela 2. Skład gatunkowy i struktura nalotu, podszytu i podrostu na powierzchniach próbnych
 Table 2. Species composition and structure of natural seeding, shrub layer and underwood on experimental plots

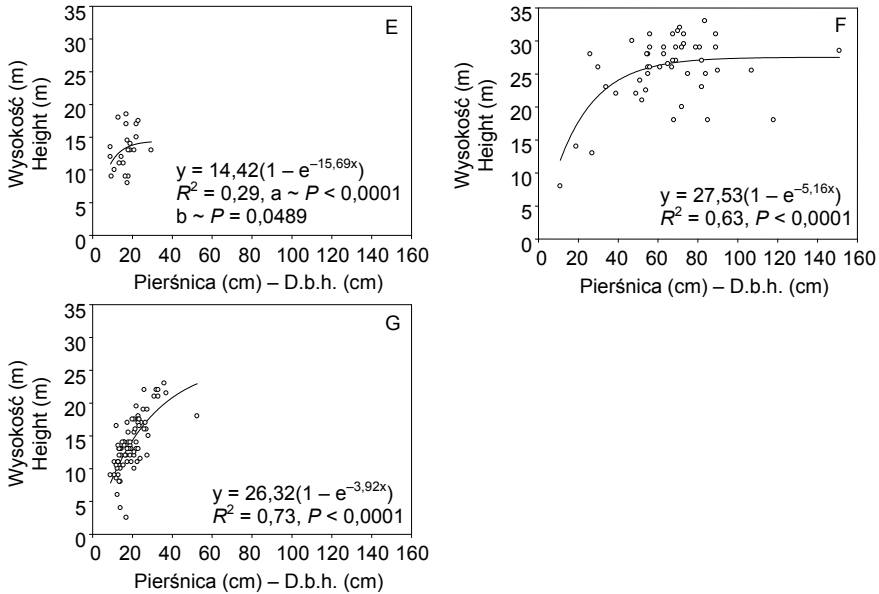
Pod-oddział Sub-division	Gatunek Species	Liczba drzew Number of trees	Średnia grubość w szyi korzeniowej Mean thickness at root collar (cm)	Średnia wysokość Mean height (m)
122 h	<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	0,65	0,25
	<i>Cornus sanguinea</i>	609	0,19	1,78
	<i>Crataegus oxyacantha</i>	25	0,19	1,43
	<i>Fraxinus excelsior</i>	3	1,03	0,90
	<i>Padus avium</i>	1	1,00	1,51
	<i>Pyrus communis</i>	1	0,54	0,30
	<i>Quercus robur</i>	15	0,28	0,29
	<i>Sambucus nigra</i>	4	1,14	0,92
	<i>Ulmus laevis</i>	183	1,82	1,51
125 a	<i>Acer negundo</i>	2	0,85	0,45
	<i>Acer platanoides</i>	16	0,38	0,23
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	3	0,34	0,21
	<i>Carpinus betulus</i>	2	0,12	0,07
	<i>Cornus sanguinea</i>	1 511	0,79	1,02
	<i>Crataegus oxyacantha</i>	9	0,45	0,46
	<i>Fraxinus excelsior</i>	140	0,45	0,33
	<i>Padus avium</i>	1	0,50	0,55
	<i>Pyrus communis</i>	31	0,35	0,24
	<i>Quercus robur</i>	18	0,19	0,20
	<i>Sambucus nigra</i>	18	0,58	0,45
	<i>Tilia cordata</i>	69	0,64	0,42
	<i>Ulmus laevis</i>	272	0,73	0,70
139 o	<i>Carpinus betulus</i>	1	0,70	0,38
	<i>Cornus sanguinea</i>	626	1,36	1,45
	<i>Padus avium</i>	6	0,57	0,59
	<i>Populus alba</i>	47	1,23	1,08
	<i>Pyrus communis</i>	15	0,74	0,59
	<i>Quercus robur</i>	5	0,23	0,22
	<i>Ulmus laevis</i>	98	0,95	0,68



Rys. 1. Liczebność i procentowy udział gatunków w całkowitej liczbie drzew na powierzchniach próbnych

Fig. 1. Number and percentage share of the species in the total number of trees in the experimental plots





Rys. 2. Krzywe wysokości gatunków wykazujących największy udział w składzie gatunkowym drzewostanów Rezerwatu „Krajkowo”: A – *Quercus robur* (pododdział 122 h), B – *Ulmus laevis* (pododdział 122 h), C – *Quercus robur* (pododdział 125 a), D – *Ulmus laevis* (pododdział 125 a), E – *Fraxinus excelsior* (pododdział 125 a), F – *Quercus robur* (pododdział 139 o), G – *Ulmus laevis* (pododdział 139 o). Podano równanie funkcji wykładniczej, współczynnik determinacji (R^2) oraz wartość prawdopodobieństwa (P)

Fig. 2. Height curves of the dominant species of the „Krajkowo” Reserve: A – *Quercus robur* (subdivision 122 h), B – *Ulmus laevis* (subdivision 122 h), C – *Quercus robur* (subdivision 125 a), D – *Ulmus laevis* (subdivision 125 a), E – *Fraxinus excelsior* (subdivision 125 a), F – *Quercus robur* (subdivision 139 o), G – *Ulmus laevis* (subdivision 139 o). Equation of exponential function, coefficient of determination (R^2) and probability value (P) are given

w odróżnieniu od dębu, wiąz szypułkowy dynamicznie się odnawia (rys. 2 B, D, G). Krzywa wysokości jesionu sugeruje, że występuje on nielicznie i tylko w niektórych klasach grubości i wysokości (rys. 2 E). Stwierdzono obecność małej liczby siewek oraz drzew w drugim piętrze, ale jeszcze bardziej zaznacza się brak podrostów, drzew w fazie tyczkownicy oraz drzew dojrzałych (rys. 2 E).

Krzywe rozkładu pierśnic według poszczególnych autorów w różnym stopniu pokrywają się z rzeczywistym rozkładem liczby drzew w klasach pierśnic (tab. 3 A, B, rys. 3 A, B, C, D). Różnice zauważyć można w niższych klasach oraz w przedziałach pierśnic od 29 do 48 cm i od 51 do 56 cm (rys. 3 A), od 29 do 50 cm (rys. 3 C) oraz od 29 do 42 cm (rys. 3 D) – rzeczywista liczba drzew w tych przedziałach jest zazwyczaj mniejsza niż wartość teoretyczna.

Model matematyczny zaproponowany przez Liocourta-Meyera w największym, spośród wszystkich modeli, stopniu ($R^2 = 0,82$) objaśnia zależność pomiędzy klasą pierśnic a liczebnością drzew. Z przybliżeniem około 80% tę relację obrazuje model Leibundguta.

Tabela 3 A. Wartości współczynników determinacji (R^2) oraz prawdopodobieństwa (P) otrzymane po dopasowaniu sześciu modeli matematycznych do rzeczywistego rozkładu liczebności drzew w klasach pierśnic na wszystkich powierzchniach próbnych razem

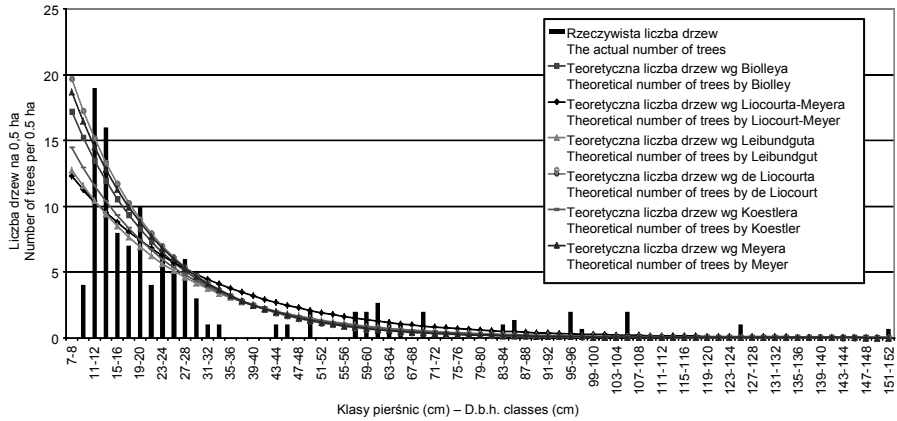
Table 3 A. Values of determination (R^2) and probability (P) coefficients obtained in fitting of six mathematical models to the actual distribution of trees number in d.b.h. classes on all experimental plots together

Model – Model by	R^2	P
Biolleya Biolley	0,770	0,00
Liocourta-Meyera Liocourt-Meyer	0,824	0,00
Leibundguta Leibundgut	0,801	0,00
de Liocourta de Liocourt	0,755	0,00
Koestlera Koestler	0,790	0,00
Meyera Meyer	0,763	0,00

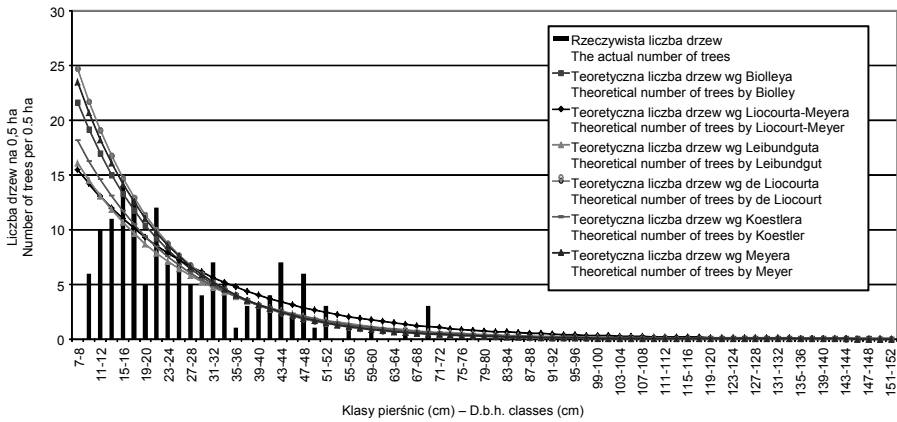
Tabela 3 B. Wartości współczynników determinacji (R^2) oraz prawdopodobieństwa (P) otrzymane po dopasowaniu sześciu modeli matematycznych do rzeczywistego rozkładu liczebności drzew w klasach pierśnic w poszczególnych pododdziałach

Table 3 B. Values of determination (R^2) and probability (P) coefficients obtained in fitting of six mathematical models to the actual distribution of trees number in d.b.h. classes in individual subdivisions

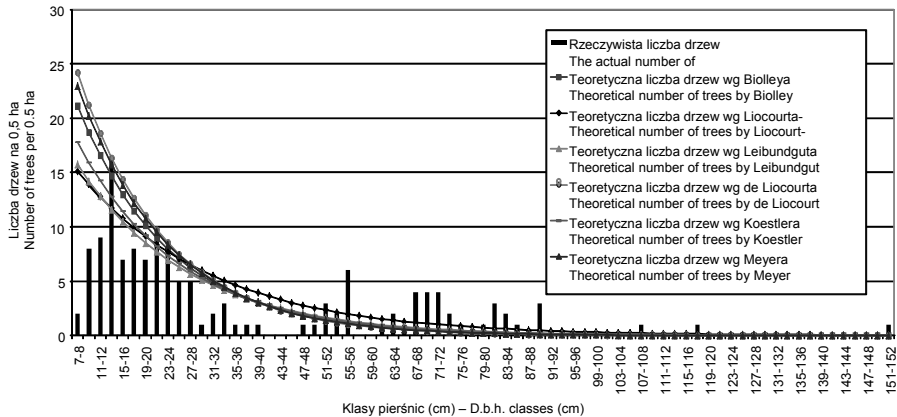
Model Model by	Pododdział – Subdivision					
	122 h		125 a		139 o	
	R^2	P	R^2	P	R^2	P
Biolleya Biolley	0,632	0,00	0,525	0,00	0,478	0,00
Liocourta-Meyera Liocourt-Meyer	0,812	0,00	0,722	0,00	0,625	0,00
Leibundguta Leibundgut	0,819	0,00	0,705	0,00	0,624	0,00
de Liocourta de Liocourt	0,560	0,00	0,459	0,00	0,422	0,00
Koestlera Koestler	0,738	0,00	0,626	0,00	0,560	0,00
Meyera Meyer	0,587	0,00	0,484	0,00	0,443	0,00



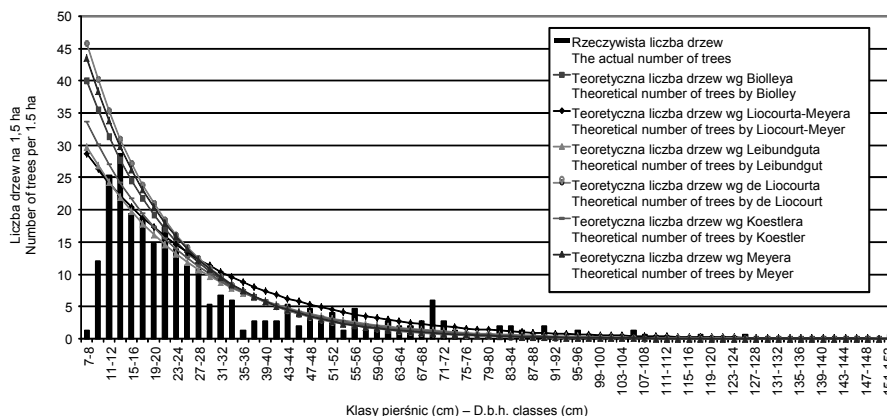
Rys. 3 A



Rys. 3 B



Rys. 3 C



Rys. 3 D

Rys. 3. Rozkład liczebności drzew w 4-centymetrowych klasach pierśnic w badanym lesie łęgowym: A – pododdział 122 h, B – pododdział 125 a, C – pododdział 139 o, D – wszystkie powierzchnie próbne łącznie. Kolumny przedstawiają rzeczywistą liczbę drzew w każdej klasie pierśnic. Krzywe dopasowano za pomocą modeli matematycznych Biolleya, Liocourta-Meyera, Leibundguta, de Liocourta, Koestlera i Meyera. Wartości parametrów modeli i statystyki opisujące ich dopasowanie do danych empirycznych zebranych z wszystkich powierzchni próbnych zestawiono w tabelach 1 i 2

Fig. 3. Distribution of number of trees in 4-cm-d.b.h. classes in the study riparian forest: A – subdivision 122 h, B – subdivision 125 a, C – subdivision 139 o, D – all experimental plots together. The columns represent the actual number of trees in each d.b.h. class. The curves were generated using the mathematical models of Biolley, Liocourt-Meyer, Leibundgut, de Liocourt, Koestler and Meyer. For the values of models' parameters and statistics describing goodness of fit to empirical data from all experimental plots see Tables 1 and 2, respectively

Dyskusja

W Rezerwacie „Krajkowo” dominują drzewostany o złożonej budowie, która jest wynikiem ich bogatego składu gatunkowego. W górnym piętrze drzewostanów przeważa dąb szypułkowy. Krzywe wysokości dla poszczególnych gatunków pozwalają przypuszczać, że w przyszłości dominacja dębu w górnym piętrze zostanie przełamana przez wiąz szypułkowy. Znaczna liczba wiązów w młodszych klasach wieku, brak naturalnego dębowego odnowienia i słaba kondycja wielu starych dębów to argumenty, które potwierdzają tę prognozę (SZCZERBA i ROBAKOWSKI 2013).

Pewnym zaskoczeniem był znikomy, jak na las łęgowy, udział jesionu wyniosłego (3,89%, rys. 1), który może być spowodowany zamieraniem tego gatunku. Zjawisko zamierania jesionów obserwowane jest na obszarze całego kraju, a jego przyczyny nie zostały do tej pory jednoznacznie określone (KOWALSKI 2012). Warstwa podszytu i w pewnym stopniu dolne piętra drzewostanów są niemal w całości zdominowane przez derenia świdwę, który na terenie Rezerwatu „Krajkowo”, oprócz tego, że przybiera cechy gatunku inwazyjnego, często z formy krzewu przechodzi w formę drzewa (tab. 4).

Tabela 4. Liczebność, średnia pierśnica, średnia wysokość i sumaryczne pole powierzchni przekroju pierścicowego drzew o $d_{1,3} \geq 7$ cm na powierzchniach próbnychTable 4. Number, mean d.b.h., mean height and summary area of d.b.h. cross section of trees with $d_{1,3} \geq 7$ cm on experimental plots

Pod-oddział Sub-division	Gatunek Species	Liczba drzew Number of trees	Średnia pierśnica Mean d.b.h. (cm)	Średnia wysokość Mean height (m)	Sumaryczne pole powierzchni przekroju pierścicowego Summary area of d.b.h. cross section (m ²)
122 h	<i>Cornus sanguinea</i>	1	17,00	7,50	0,023
	<i>Crataegus oxyacantha</i>	5	11,30	8,00	0,051
	<i>Pyrus communis</i>	1	23,50	16,00	0,043
	<i>Quercus robur</i>	70	33,20	14,30	10,355
	<i>Ulmus laevis</i>	36	23,50	12,50	2,382
125 a	<i>Acer pseudoplatanus</i>	8	15,60	14,40	0,171
	<i>Carpinus betulus</i>	2	20,30	14,30	0,065
	<i>Fraxinus excelsior</i>	22	16,90	13,10	0,535
	<i>Pinus sylvestris</i>	15	43,10	26,20	2,260
	<i>Quercus robur</i>	35	32,90	17,30	3,861
	<i>Ulmus laevis</i>	60	25,00	16,10	3,449
139 o	<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	10,00	9,00	0,008
	<i>Alnus glutinosa</i>	1	15,00	18,00	0,018
	<i>Cornus sanguinea</i>	8	9,10	5,30	0,053
	<i>Padus racemosa</i>	1	11,00	9,00	0,010
	<i>Pinus sylvestris</i>	1	72,00	27,00	0,407
	<i>Populus alba</i>	1	69,00	29,00	0,374
	<i>Quercus robur</i>	49	65,60	25,60	18,808
	<i>Ulmus laevis</i>	77	19,90	13,80	2,716

Najprawdopodobniej jest to przejawem osłabienia siedliskotwórczej roli periodycznych zalewów, odwodnienia terenów nadrzecznych, obniżenia poziomu wód gruntowych, co skutkuje degeneracją zbiorowisk łęgowych w kierunku łąk (MATUSZKIEWICZ 2007, RUTKOWSKI i IN. 2007, DANIELEWICZ 2008). Stwierdzono, że mimo stosunkowo niewielkiego udziału jesionu skład gatunkowy drzewostanów na powierzchniach próbnych w Rezerwacie „Krajkowo” jest typowy dla lasu łęgowego. Mógłby on pełnić rolę wzorca (*sensu* RYKOWSKI 2007) dla tego typu siedliskowego lasu.

Rozkład liczby drzew w klasach pierśnic opisano za pomocą szeregu krzywych (Biolleya, Liocourta-Meyera, Leibundguta, de Liocourta, Koestlera i Meyera) typowych dla lasów o budowie i strukturze przerębowej, która jest podobna do budowy i struktury lasów naturalnych w fazie odnowienia na zasobnych siedliskach. Zastosowanie tych modeli matematycznych może być dyskusyjne, ponieważ powstały one na podstawie struktury lasów przerębowych, a zatem użytkowanych gospodarczo, w odróżnieniu od chronionych drzewostanów rezerwatowych. Ponadto w typowych lasach przerębowych dominują świerk, jodła i buk, a w naszym drzewostanie – dąb i wiąz. Uznaliśmy jednak, że modele dla lasów przerębowych mogą znaleźć zastosowanie w przypadku lasu łęgowego ze względu na: 1) jego złożoną budowę i strukturę, podobną do lasu przerębowego, 2) ilościowy charakter zależności opisywanych przez model matematyczny, które są podobne bez względu na różnice w składzie gatunkowym lasu łęgowego i typowych lasów przerębowych, 3) brak modeli dla lasu łęgowego. Różnice pomiędzy rozkładem rzeczywistym a teoretycznym, na poziomie 18% w przypadku porównania z rozkładem Liocourta-Meyera, wynikają prawdopodobnie z wykształcania się w takich kompleksach leśnych rozmaitych kombinacji rozkładów pierśnic wynikających ze specyfiki zmiennych warunków mikrosiedliskowych. Warto podkreślić, że model Liocourta-Meyera dobrze obrazuje rozkład pierśnic w badanych drzewostanach. Generalnie złożona budowa i struktura lasu łęgowego o naturalnym charakterze jest podobna do lasu przerębowego, jednak trzeba zauważyć, że budowę i strukturę przerębową kształtuje się poprzez prowadzenie trzebieży przerębowej, a rębnia przerębowa pozwala je utrzymać (LEIBUNDGUT 2001). W lesie przerębowym prowadzi się prace urządzeniowe według metody kontroli Gournaud-Biolleya (BIOLLEY 1980, POZNAŃSKI i JAWORSKI 2000). Las naturalny na żyznym siedlisku łęgowym charakteryzuje się wielopiętrową budową, która jest pochodną bogactwa gatunków i ich mieszania. Drzewostany Rezerwatu „Krajkowo” wyróżniają się dużym zróżnicowaniem gatunkowym oraz złożoną budową. Lasy o cechach znamionujących formacje naturalne mają rozkład liczebności drzew w klasach pierśnic najbardziej zbliżony do rozkładów zaproponowanych przez Liocourta-Meyera ($R^2 = 0,82$) i Leibundguta ($R^2 = 0,80$). Około 20% zmienności pozostaje niewyjaśnione, zatem model dla lasu łęgowego może być udoskonalony z uwzględnieniem cech, które odróżniają go od lasu przerębowego. Taki nowy model mógłby powstać z wykorzystaniem bogatego zbioru danych z różnych, oddalonych od siebie kompleksów lasów łęgowych.

Siedliska nadrzeczne charakteryzują się ogromną różnorodnością i właściwą sobie dynamiką, a przede wszystkim permanentnym utrzymywaniem się warunków pionierskich wskutek cyklicznych procesów erozji i akumulacji. Stałe lub odnawialne występowanie siedlisk wolnych od pokrywy roślinnej sprawia, że środowiska nadrzeczne są miejscem wzmożonej, dynamicznej migracji roślin i zdobywania przez nie ciągle nowych stanowisk (DANIELEWICZ 2008).

Wnioski

1. Skład gatunkowy drzewostanów na powierzchniach próbnych w Rezerwacie „Krajkowo” jest typowy dla lasu łęgowego. Mógłby on pełnić rolę wzorca dla tego typu siedliskowego lasu.

2. Na podstawie krzywych wysokości, kondycji drzew (SZCZERBA i ROBAKOWSKI 2013) oraz stanu naturalnego odnowienia przewiduje się, że dąb szypułkowy będzie ustępował miejsca w drzewostanie wiązowi szypułkowemu.

3. Modele Liocourta-Meyera i Leibundguta w ponad 80% wyjaśniają zmienność liczebności drzew w klasach pierśnic w badanych drzewostanach.

4. Różnice między rzeczywistą a obliczoną na podstawie modeli matematycznych liczbą drzew w klasach pierśnic były spowodowane oddziaływaniem siedliskowych i biotycznych czynników kształtujących w naturalny sposób złożoną budowę i strukturę chronionego lasu łęgowego.

5. Struktura pierśnic lasu łęgowego jest złożona. Model lasu przerębowego może stanowić pierwszy etap konstrukcji nowego modelu, który w większym stopniu będzie uwzględniał specyfikę lasu łęgowego. Powinien on powstać na podstawie danych zebranych z różnych, oddalonych od siebie kompleksów lasów łęgowych.

Literatura

- BIOLLEY H., 1980. Œuvre écrite. Publication spéciale. Supplément aux organes de la Société Forestière Suisse 66. Société Forestière Suisse, Neuchâtel.
- COUNCIL DIRECTIVE 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. 1992. Off. J. Eur. Commun. L 206: 1-66.
- DANIELEWICZ W., 2008. Ekologiczne uwarunkowania zasięgów drzew i krzewów na aluwialnych obszarach doliny Odry. Wyd. UP, Poznań.
- DANIELEWICZ W., PAWLACZYK P., 2004. Łęgowe lasy dębowo-wiązowo-jesionowe (*Ficario-Ulmetum*). W: Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny. Red. J. Herbich. V. Lasy i bory. Ministerstwo Środowiska, Warszawa: 242-258.
- KEDDY P.A., 2010. Wetland ecology. Principles and conservation. Cambridge University Press, New York.
- KOWALSKI T., 2012. Zamieranie jesionu – aspekty taksonomiczne sprawcy choroby. *Sylvan* 156, 4: 262-269.
- LEIBUNDGUT H., 2001. Pielęgnowanie drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- MAKOMASKA-JUCHIEWICZ M., TWOREK S., 2003. Miejsce sieci Natura 2000 w europejskiej ochronie przyrody. W: Ekologiczna sieć Natura 2000. Problem czy szansa? Red. M. Makomaska-Juchiewicz, S. Tworek. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków: 9-21.
- MATUSZKIEWICZ J.M., 2007. Zespoły leśne Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- MATUSZKIEWICZ W., 2012. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- PLAN URZĄDZANIA gospodarstwa rezerwatowego Rezerwatu Przyrody „Krajkowo” na okres 01.01.1988-31.12.1997 r. Maszynopis. 1998. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Poznań.
- POZNAŃSKI R., JAWORSKI A., 2000. Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa 2000.
- RATYŃSKA H., SZWED W., 1999. Waloryzacja przyrodnicza oraz wskazania ochronne dla terasy zalewowej Warty w parkach krajobrazowych środkowej Wielkopolski. *Biul. Parków Krajobr. Wielkop.* 4 (6), 1: 11-14.
- RUTKOWSKI P., ROBAKOWSKI P., OSIECKI J., 2007. Zróżnicowanie warunków hydrologicznych lasu łęgowego na przykładzie Rezerwatu „Krajkowo”. W: Zagrożenia ekosystemów leśnych przez człowieka. VIII sympozjum ochrony ekosystemów leśnych, Rogów, 15-16 listopada 2007. Red. S. Mazur, H. Tracz. Wyd. SGGW, Warszawa: 241-250.

Szczerba M., Robakowski P., 2013. Skład gatunkowy i model struktury drzewostanu łęgowego w Rezerwacie Przyrody „Krajkowo”. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #45.

- RYKOWSKI K., 2007. Konflikt czy współpraca, czyli dylematy współczesnego leśnictwa. W: Zagrożenia ekosystemów leśnych przez człowieka. VIII sympozjum ochrony ekosystemów leśnych, Rogów, 15-16 listopada 2007. Red. S. Mazur, H. Tracz. Wyd. SGGW, Warszawa: 9-18.
- SUZUKI W., OSUMI K., MASAKI T., TAKAHASHI K., DAIMARU H., HOSHIZAKI K., 2002. Disturbance regimes and community structures of a riparian and an adjacent terrace stand in the Kanumazawa Riparian Research Forest, northern Japan. *For. Ecol. Manage.*, 157: 285-301.
- SZCZERBA M., ROBAKOWSKI P., 2013. Defoliacja drzew pomnikowych w Rezerwacie Przyrody „Krajkowo”. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 1, #12.
- TRAMPLER T., KLICZKOWSKA A., DMYTERKO E., SIERPIŃSKA A., 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.
- VERRY S.E., DOLLOF A.C., MANNING M.E., 2004. Riparian ecotone: a functional definition and delineation for resource assesment. *Water Air Soil Pollut.* 4: 67-94.
- ZIELONY R., KLICZKOWSKA A., 2010. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.

SPECIES COMPOSITION AND MODEL OF THE RIPARIAN STAND STRUCTURE IN THE NATURE RESERVE “KRAJKOWO”

Summary. The aim of this study is to describe the riparian stand composition and to compare its diameter at breast height (d.b.h.) structure with the theoretical d.b.h. structure of selection stand. The riparian stand of the Nature Reserve “Krajkowo” has the traits of an uneven-aged, multi-layer, mixed forest with many dead or dying old trees. There were 14 tree species in the experimental plots. *Quercus robur* and *Ulmus laevis* dominated in the stands. The trees' distribution in d.b.h. classes was similar to the theoretical d.b.h. structure of selection stand. The differences between the actual and theoretical number of trees in d.b.h. classes were caused by natural effects of site and biotic factors on the composition and structure of the riparian forest.

Key words: stand composition, height curve, natural regeneration, diameter at breast height distribution

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Piotr Robakowski, Katedra Siedliskoznawstwa i Ekologii Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71 E, 60-625 Poznań, Poland, e-mail: pierrot@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

10.07.2013

Do cytowania – For citation:

Szczerba M., Robakowski P., 2013. Skład gatunkowy i model struktury drzewostanu łęgowego w Rezerwacie Przyrody „Krajkowo”. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #45.