

# Cechy biometryczne sosny czarnej i sosny zwyczajnej na wydmach nadmorskich w rezerwacie Mierzeja Sarbska

Katarzyna Szyc, Wojciech Kędziora, Adam Dominiecki, Marcin Poniecki, Michał Lecyk, Jacek Sagan, Rafał Wojtan, Robert Tomusiak

**Abstrakt** Do zalesiania wydm nadmorskich najczęściej w Polsce stosowane są obca sosna czarna (*Pinus nigra* Arn.) i rodzima sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.). Jednak do tej pory nie porównywano bezpośrednio ich parametrów przyrostowych. Celem niniejszej pracy było porównanie wybranych cech biometrycznych wymienionych gatunków sosen, rosnących w analogicznych warunkach na wydmach nadmorskich. Powierzchnie badawcze założono w litych drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej w wieku 95 lat, rosnących na siedlisku boru suchego, zlokalizowanego w odległości 100 lub 500 m od morza. Na każdej powierzchni pomierzono pierśnice, wysokości, absolutną i względną długość koron drzew. Wyniki badań wykazały duże możliwości adaptacyjne obydwu gatunków drzew do skrajnie niekorzystnych warunków środowiska panujących przy linii brzegowej (100 m). Świadczył o tym brak istotnych statystycznie różnic w rozkładach badanych cech. W drzewostanach zlokalizowanych dalej od linii brzegowej (500 m) sosna czarna charakteryzowała się istotnie mniejszymi wartościami pierśnicy i wysokości w porównaniu do sosny zwyczajnej. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w wielkości cech sosny zwyczajnej dla dwóch wariantów odległości od morza.

**Słowa kluczowe:** rozkłady empiryczne, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, pierśnica, wysokość, długość korony, wybrzeże Bałtyku

**Abstract. Biometric features of black pine and Scots pine on coastal dunes in the Mierzeja Sarbska Nature Reserve.** For the afforestation of coastal dunes, the most common tree species in Poland are the alien black pine (*Pinus nigra* Arn.) and the native Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). However, until now, there has not been a direct comparison of their incremental parameters. The aim of this work was to compare selected biometric features of the both pine species growing in the same conditions on coastal dunes. The sample plots were established in monospecific stands of Scots pine and black pine at the age of 95, growing in the habitat of dry coniferous forest, located at a distance of 100 or 500 m from the sea. Diameters at breast height, total tree heights, absolute and relative length of tree crowns were measured on each sample plot. The research results showed great adaptability of both tree species to the extremely unfavourable environmental conditions prevailing at the shoreline (100 m). This was confirmed by the lack of statistically significant differences in the distribution of the examined features. In the stands located at longer distance from the shoreline (500 m), the black pine was characterized by significantly smaller values of breast height and height com-

pared to Scots pine. There were no statistically significant differences in the size of the Scots pine's characteristics for two variants of distance from the sea.

**Key words:** empirical distributions, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, diameter at breast height, height, crown length, Baltic coast

## Wstęp

Gatunki drzew z rodzaju sosna (*Pinus*) charakteryzują się dużą tolerancją warunków glebowych i temperatury powietrza, o czym może świadczyć między innymi szeroki zasięg geograficzny ich występowania. W Polsce najpospolitszym gatunkiem sosny jest sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), która rośnie na glebach od suchych do bagiennych, od średnio żyznych do skrajnie ubogich, o odczynie od zasadowego do bardzo kwaśnego (Witkowska-Żuk 2008). Bardzo dobrze znosi przy tym duże wahania temperatury, przez co uważa się ją za gatunek kontynentalny (Dengler 1944). Szeroki zakres tolerancji parametrów środowiska sprawia, że sosna zwyczajna zalecana jest między innymi do obsadzania wydm (Sobczak 1991).

Pochodząca z południa Europy oraz Azji Mniejszej sosna czarna (*Pinus nigra* Arn.) uważana jest za gatunek o mniejszych od sosny pospolitej wymaganiach względem żyzności i wilgotności gleby oraz o większej cienizonośności (Tomanek i Witkowska-Żuk 2008). Ponadto odznacza się wysoką odpornością na zasolenie, co jest cechą pożądaną w drzewostanach rosnących blisko morza (Seneta i Dolatowski 2009). Ze względu na dużą odporność na wiatr oraz małe wymagania siedliskowe, w Polsce wprowadzana była na wydmach nadmorskich jako gatunek wiatrochronny (Tomanek i Witkowska-Żuk 2008).

Sosna czarna, obok sosny zwyczajnej od dawna uważana jest za dobry materiał nasadzeniowy na obszarach wydmowych (m.in.: Nawrocka-Grzeškowiak 2009, Leege i Murphy 2000). Już Beissner (1911) podaje, że gatunek ten, stanowił jeden z elementów dendroflory wydm Półwyspu Helskiego. Również współcześnie, sosna czarna uznawana jest za jeden z najlepszych gatunków do nasadzeń na wydmach, gdyż zapewnia ochronę przed wydmuchiwanymi piaskami i mgłą solną (Choi i in. 2013). Wpływa też pozytywnie na wilgotność i rozwój gleby, dopływ światła do powierzchni ziemi oraz skład gatunkowy i różnorodność roślinności dna lasu. Duża tolerancja ekologiczna wraz z potencjałem do rozprzestrzeniania się na sąsiednie, niepokryte roślinnością drzewiastą wydmy (Leege i Murphy 2000), są przesłankami dla których sosna czarna obok sosny pospolitej jest jednym z najważniejszych gatunków służących do zalesiania i stabilizacji wydm nadmorskich.

Niewiele badań poświęcono analizom porównawczym parametrów wzrostu obydwu gatunków sosen na terenie Polski. Do nielicznych prac z tego zakresu można zaliczyć publikację Cedro (2006), która wykazała odmienną reakcję przyrostową sosny zwyczajnej i sosny czarnej na warunki termiczno-pluwialne oraz pracę Tomusiaka i in. (2016), w której wykazano różnice w strukturalnych własnościach drewna. Dotychczasowe badania nie porównują natomiast cech biometrycznych, będących następstwem wzrostu obydwu sosen na siedliskach wydmowych. Z tego powodu, celem niniejszej pracy było porównanie parametrów wzrostu drzew w równowiekowych drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej, rosnących w tych samych warunkach na wydmach nadmorskich.

## Material i metody

Powierzchnie badawcze założono na terenie rezerwatu krajobrazowego Mierzeja Sarbska o statusie rezerwatu częściowego. Obiekt ten zlokalizowany jest na obszarze Nadleśnictwa Łębork, w obrębie Łeba, na terenie leśnictwa Ulinia. Zajmuje powierzchnię 546,63 ha, podzieloną na 23 oddziały leśne. Od strony północnej rezerwat graniczy z Bałtykiem, a od strony południowej jego granicę stanowią: linia brzegowa jeziora Sarbsko i łąki należące do wsi Ulinia. Na wschód i zachód od rezerwatu znajdują się głównie tereny leśne, które od zachodu łączą się z gruntami miasta Łeba.

Mierzeja Sarbska obejmuje pas wydm o szerokości do 1 km, oddzielający jezioro Sarbsko od Bałtyku (Fałtynowicz i Markowski 1998). Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej (Trampler i in. 1990), obszar ten usytuowany jest w Dzielnicy Pasa Nadmorskiego Kraju Bałtyckiego. Regionalizacja klimatyczna umiejscawia rezerwat w strefie klimatu bałtyckiego, charakteryzującej się dużą zmiennością pogodową, będącą następstwem rozwiniętej cyrkulacji zachodniej (Woś 1999). Klimat ten wyróżnia się długą, łagodną jesienią oraz krótką i łagodną zimą. Bardzo wysoka wilgotność powietrza oraz brak dni bezwietrznych powodują użyźnienie siedlisk poprzez nanoszenie na ląd aerozolu morskiego. Ważnym czynnikiem abiotycznym wpływającym na wzrost drzew są też silne wiatry zachodnie. Roczne sumy opadów kształtują się tu na średnim poziomie ok. 590 mm, a średnia roczna temperatura powietrza wynosi 7,3°C. Charakterystyczne dla tego terenu jest występowanie przymrozków późnych, nawet w końcu maja lub na początku czerwca, ze spadkiem temperatury nawet poniżej -8°C (Fałtynowicz i Markowski 1998).

Ponad 70% powierzchni rezerwatu pokrywają zbiorowiska leśne, w tym głównie zespół boru bażynowego (*Empetro nigri-Pinetum* Wojt. 1964), w dużym stopniu sztucznie przekształcone przez działalność człowieka. Największy udział powierzchniowy w drzewostanach rezerwatu Mierzeja Sarbska mają: sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) i sosna czarna (*Pinus nigra*), wprowadzone około 100 lat temu, w celu stabilizacji wydm. Zabiegi te sprawiły, że powstał unikalny obiekt, umożliwiający obserwację wzrostu obydwu gatunków sosen, o takim samym wieku, w takich samych warunkach siedliskowych, w pobliżu linii brzegowej i w dalszej odległości od morza.

Specyficzne warunki siedliskowe oraz wyłączenie z typowej gospodarki leśnej sprawiają, że drzewostany sosnowe w rezerwacie Mierzeja Sarbska stanowią cenny obiekt badawczy. Umożliwiają m.in. porównanie szeregu cech obydwu gatunków sosen kształtowanych przez klimat nadmorski bez ingerencji człowieka, w tym cech świadczących o ich adaptacji do warunków nadmorskich.

Powierzchnie badawcze założono w litych drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej w wieku 95 lat, rosnących na siedlisku boru suchego, zlokalizowanych w odległości 100 lub 500 m od morza. Powyższe warunki zostały spełnione w wydzieleniu 9b dla sosny czarnej oraz w wydzieleniu 8c, gdzie w takim samym układzie odległości od morza założono dwie powierzchnie próbne sosny zwyczajnej. Pomiary drzew obejmowały: pierśnicę, wysokość oraz absolutną i względną długość koron drzew. Porównania tych cech przeprowadzono dla dwóch wariantów odległości od morza: 100 i 500 metrów.

Powierzchnie badawcze miały kształt prostokąta, obejmującego około 100 drzew. Na każdej powierzchni pomierzono pierśnicę, wysokości i wysokości osadzenia korony drzew, co pozwoliło na określenie długości korony w wartościach bezwzględnych [m] i względnych [%] w odniesieniu do wysokości drzewa. Do porównań przyjęto pomiary 89 drzew sosny zwyczaj-

nej i 85 sosny czarnej ze stanowisk położonych blisko morza oraz 92 drzewa sosny zwyczajnej i 81 sosny czarnej ze stanowisk położonych dalej od morza. Z analiz wyłączono drzewa martwe i z uszkodzoną koroną.

Każdą z analizowanych cech biometrycznych (pierśnica, wysokość, absolutna i względna długość korony) scharakteryzowano za pomocą miar statystycznych oraz stworzono histogramy prezentujące rozkłady empiryczne. Za pomocą testu Kołmogorowa-Smirnowa przeprowadzono ocenę zgodności rozkładów empirycznych poszczególnych cech drzew między obydwo gatunkami sosen rosnącymi w tych samych odległościach od morza. Różnice między przeciętnymi wartościami cech w drzewostanach sosny czarnej i sosny zwyczajnej poddano ocenie z wykorzystaniem testu t-Studenta istotności różnic między średnimi dla prób niezależnych. Hipotezy statystyczne weryfikowano przy poziomie istotności 0,05.

## Wyniki

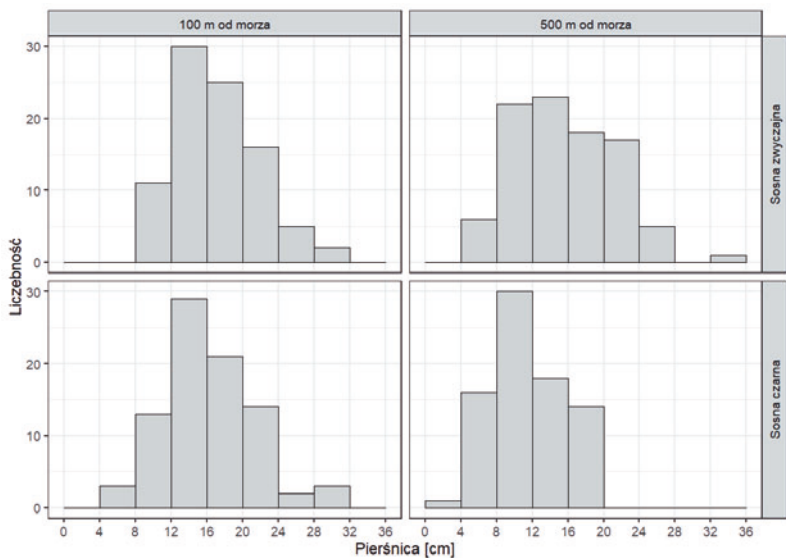
Przeciętna pierśnica drzew w drzewostanach obydwu gatunków położonych w odległości 100 m od morza kształtuje się na zbliżonym poziomie, wynoszącym średnio 169 mm dla sosny zwyczajnej i 165 mm dla sosny czarnej (tab. 1), przy czym nieznacznie większą zmiennością charakteryzowały się pierśnice drzew sosny czarnej. W obydwu przypadkach zaobserwowano umiarkowaną asymetrię prawostronną (ryc. 1). Nie stwierdzono jednak istotnych statystycznie różnic zarówno przeciętnej pierśnicy jak i rozkładów pierśnic między obydwo drzewostanami.

W drzewostanach położonych 500 m od linii brzegowej przeciętne pierśnice drzew obydwu gatunków okazały się niższe względem drzew rosnących 100 m od morza. Ponadto, w odległości 500 m od morza istotnie większą średnią wartość pierśnicy względem sosny czarnej wykazała sosna zwyczajna ( $p < 0,001$ ; tab. 1). W tym wariancie również rozkłady pierśnic różniły się między drzewostanami obydwu gatunków ( $p < 0,001$ ). W porównaniu do powierzchni położonej 100 m od morza, rozkłady pierśnic charakteryzowały się mniejszą asymetrią i mniejszą koncentracją wartości wokół średniej (ryc. 1). Współczynnik zmienności pierśnic obydwu gatunków sosen na powierzchniach położonych 500 m od morza przyjmował wysokie, zbliżone do siebie wartości, przekraczające 35%, co oznacza, że zmienność pierśnic drzew położonych w większej odległości od morza okazała się znacznie wyższa.

**Tab. 1.** Charakterystyki statystyczne pierśnic w drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej V klasy wieku na wydmach nadmorskich na terenie rezerwatu Mierzeja Sarbska

*Table 1. Statistical characteristics of diameter at breast height in black pine and Scots pine stands of V age class located on sandy dunes in Mierzeja Sarbska Nature Reserve*

Miara statystyczna	Wariant 100 metrów od morza		Wariant 500 metrów od morza	
	Sosna zwyczajna	Sosna czarna	Sosna zwyczajna	Sosna czarna
Średnia [mm]	169,0	164,6	158,5	113,6
Odchylenie standardowe [mm]	43,8	49,37	56,3	40,58
Zakres wartości [mm]	97-283	76-309	60-321	30-193
Skośność	0,49	0,63	0,29	0,12
Kurtoza	-0,39	0,62	-0,58	-0,86
Współczynnik zmienności	25,9%	30,0%	35,5%	35,7%
Test istotności różnic między średnimi	p = 0,534		p < 0,001	
Test Kołmogorowa-Smirnowa	p = 0,799		p < 0,001	



**Ryc. 1.** Porównanie rozkładów pierśnic sosny zwyczajnej i sosny czarnej w dwóch wariantach odległości od morza

*Fig. 1. Comparison of distributions of Scots pine and black pine diameter at breast height in two distance variants from the sea*

Wysokości drzew w położonych w odległości 100 m od morza drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej kształtowały się na zbliżonym poziomie (odpowiednio 10,92 i 10,53 m) oraz charakteryzowały się podobną zmiennością (tab. 2). Natomiast rozkłady tej cechy różniły się istotnie ( $p = 0,031$ ), o czym mogą świadczyć odmienne wartości miar asymetrii jak i koncentracji wartości wokół średniej.

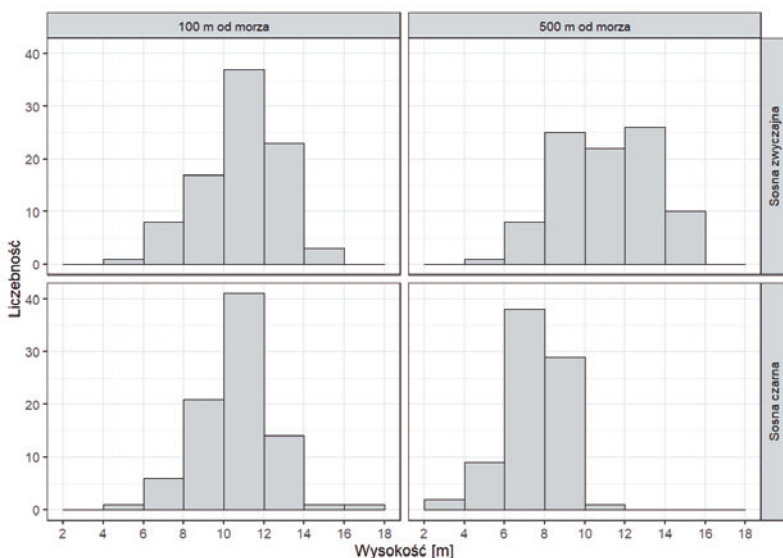
Na powierzchni położonej 500 m od morza, przeciętna wysokość sosny zwyczajnej miała zbliżoną wartość do wysokości z drzewostanu położonego blisko morza (11,10 m), w przeciwieństwie do sosny czarnej, której średnia wysokość okazała się wyraźnie niższa (7,46 m). Istotnie statystycznie różnice ( $p < 0,001$ ) pomiędzy drzewostanami obydwu gatunków stwierdzono zarówno dla średnich wysokości drzew jak i dla rozkładów empirycznych tej cechy (tab. 2). Większą zmiennością wysokości drzew w obrębie drzewostanu charakteryzowała się sosna zwyczajna, natomiast większą asymetrię lewostronną rozkładu tej cechy odnotowano w drzewostanie sosny czarnej (ryc. 2). Rozkłady wysokości drzew sosny zwyczajnej można określić mianem mezo- (w wariancie 100 m od morza) bądź platokurtycznych (w wariancie 500 m od morza), natomiast w drzewostanach sosny czarnej były to rozkłady leptokurtyczne.

Badane gatunki sosen różnią się także absolutną długością koron. W obydwu wariantach położenia w stosunku do linii brzegowej Bałtyku (100 i 500 m od morza) sosna zwyczajna charakteryzuje się dłuższymi koronami od sosny czarnej ( $p < 0,001$ ) oraz większą zmiennością tej cechy (tab. 3).

U obydwu gatunków dłuższe korony stwierdzono w drzewostanach położonych bliżej morza. Dla sosny zwyczajnej średnie wielkości tej cechy wyniosły 4,36 m na powierzchni położonej

**Tab. 2.** Charakterystyki statystyczne wysokości drzew w drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej V klasy wieku na wydmach nadmorskich na terenie rezerwatu Mierzeja Sarbska  
*Table 2. Statistical characteristics of tree height in black pine and Scots pine stands of V age class located on sandy dunes in Mierzeja Sarbska Nature Reserve*

Miara statystyczna	Wariant 100 metrów od morza		Wariant 500 metrów od morza	
	Sosna zwyczajna	Sosna czarna	Sosna zwyczajna	Sosna czarna
Średnia [mm]	10,92	10,53	11,10	7,46
Odchylenie standardowe [mm]	1,92	1,82	2,27	1,41
Zakres wartości [mm]	5,6-14,6	5,8-16,8	5,8-15,4	3,0-10,3
Skośność	-0,41	0,26	-0,12	-0,96
Kurtoza	-0,16	0,84	-0,89	1,31
Współczynnik zmienności	17,6%	17,3%	20,4%	18,9%
Test istotności różnic między średnimi	p = 0,175		p < 0,001	
Test Kołmogorowa-Smirnowa	p = 0,031		p < 0,001	



**Ryc. 2.** Porównanie rozkładów wysokości sosny zwyczajnej i sosny czarnej w dwóch wariantach odległości od morza

*Fig. 2. Comparison of distributions of Scots pine and black pine tree height in two distance variants from the sea*

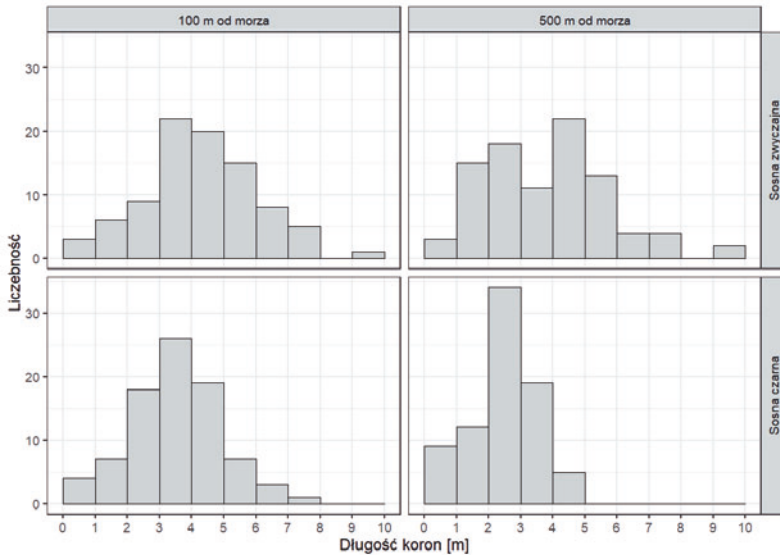
100 m od morza i 3,90 m położonej 500 m od morza (tab. 3). Analogiczne wielkości dla sosny czarnej wyniosły odpowiednio 3,55 i 2,54 m. Rozkłady empiryczne długości koron na powierzchniach badawczych w pobliżu linii brzegowej charakteryzowały się asymetrią prawostronną, większą u sosny czarnej, dla której również stwierdzono większą koncentrację wartości wokół śred-

njej. Rozkład długości koron sosny zwyczajnej w wariantcie 500 m od morza charakteryzuje się umiarkowaną asymetrią prawostronną, a sosny czarnej niewielką asymetrią ujemną (ryc. 3).

**Tab. 3.** Charakterystyki statystyczne długości koron drzew w drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej V klasy wieku na wydmach nadmorskich na terenie rezerwatu Mierzeja Sarbska

*Table 3. Statistical characteristics of crown length in black pine and Scots pine stands of V age class located on sandy dunes in Mierzeja Sarbska Nature Reserve*

Miara statystyczna	Wariant 100 metrów od morza		Wariant 500 metrów od morza	
	Sosna zwyczajna	Sosna czarna	Sosna zwyczajna	Sosna czarna
Średnia [mm]	4,36	3,55	3,90	2,54
Odchylenie standardowe [mm]	1,76	1,33	1,91	1,01
Zakres wartości [mm]	0,7-9,2	0,8-7,8	0,7-10,0	0,2-4,8
Skośność	0,13	0,32	0,56	-0,13
Kurtoza	-0,1	0,6	0,2	-0,14
Współczynnik zmienności	40,4%	37,6%	48,9%	39,9%
Test istotności różnic między średnimi	p < 0,001		p < 0,001	
Test Kołmogorowa-Smirnowa	p < 0,001		p < 0,001	



**Ryc. 3.** Porównanie rozkładów długości koron sosny zwyczajnej i sosny czarnej w dwóch wariantach odległości od morza

*Fig. 3. Comparison of distributions of Scots pine and black pine crown length in two distance variants from the sea*

Względna długość koron okazała się odmienna u obydwu gatunków sosen na powierzchni położonej 100 m od morza. Większą średnią wartość tej cechy stwierdzono w drzewostanie sosny zwyczajnej (blisko 39%) niż w sosny czarnej (33%), której średnia wielkość była zbliżona do wielkości tej cechy na powierzchniach położonych 500 m od morza u obydwu gatunków (tab. 4). Istotne statystycznie różnice ( $p < 0,001$ ) w wielkościach względnej długości korony między sosną czarną a sosną zwyczajną zaobserwowano jedynie na powierzchni położonej 100 m od morza. Dotyczyły one zarówno przeciętnej wielkości tej cechy jak i jej rozkładów empirycznych w obydwu porównywanych drzewostanach (ryc. 4).

**Tab. 4.** Charakterystyki statystyczne względnej długości koron drzew w drzewostanach sosny zwyczajnej i sosny czarnej V klasy wieku na wydmach nadmorskich na terenie rezerwatu Mierzeja Sarbska  
*Table 4. Statistical characteristics of relative crown length in black pine and Scots pine stands of V age class located on sandy dunes in Mierzeja Sarbska Nature Reserve*

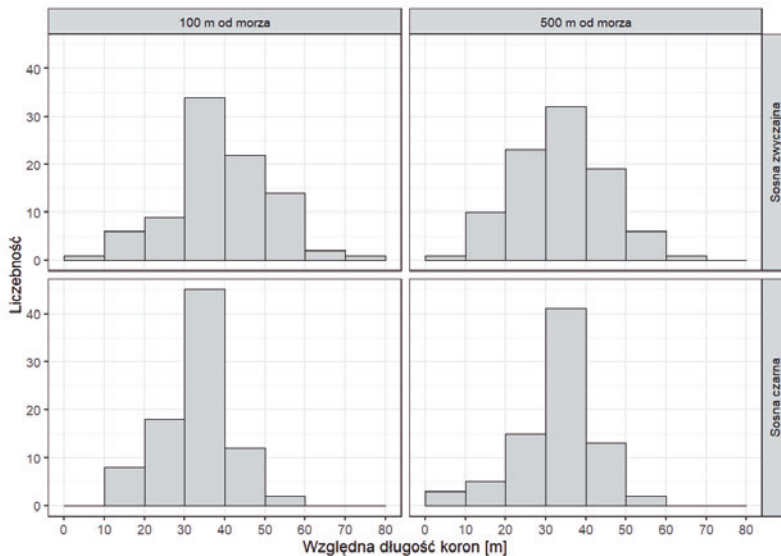
Miara statystyczna	Wariant 100 metrów od morza		Wariant 500 metrów od morza	
	Sosna zwyczajna	Sosna czarna	Sosna zwyczajna	Sosna czarna
Średnia [mm]	38,9	32,9	33,7	32,9
Odchylenie standardowe [mm]	12,2	9,2	11,7	9,6
Zakres wartości [mm]	9,6-70,2	10,1-58,3	6,5-68,0	4,3-51,6
Skośność	-0,14	-0,1	0,15	-0,73
Kurtoza	0,1	0,67	-0,01	0,7
Współczynnik zmienności	31,4%	28,0%	34,8%	29,1%
Test istotności różnic między średnimi	$p < 0,001$		$p = 0,629$	
Test Kołmogorowa-Smirnowa	$p < 0,001$		$p = 0,416$	

## Dyskusja

Trudne warunki siedliskowe na wydmach warunkują specyficzne rozmiary i pokrój drzew. Mogą być one, szczególnie na wydmach nadmorskich, modyfikowane przez odległość od linii brzegowej. Porównywane w niniejszych badaniach sosna zwyczajna i sosna czarna nie wykazały istotnych statystycznie różnic w rozkładach pierśnic w wariancie odległościowym 100 m od morza. W przypadku pozostałych cech drzew, tj. wysokości, długości koron i względnej długości koron różnic rozkładów okazały się istotne między obydwoma gatunkami. Przeciętne wielkości pierśnic i wysokości drzew nie różniły się istotnie w tym wariancie, w przeciwieństwie do długości koron. Stwierdzona zależność świadczyć może o ich jednakowo dużych możliwościach adaptacyjnych do skrajnie niekorzystnych warunków środowiska w omawianym wariancie odległościowym.

Wrzaz ze wzrastającą odległością od morza, sosna czarna wykazuje niższe wartości średniej pierśnicy i wysokości. Zależność rozmiarów od siedliska oraz odległości od linii brzegowej w przypadku sosny czarnej obserwowano również nad jez. Michigan (Leege i Murphy 2000). Porównania równowiekowych drzewostanów sosny czarnej na stanowiskach wydmych wykazały, że sosna czarna wykazuje znacznie lepsze parametry wzrostu na wydmach niż w zasięgu śródlądowym. Jednocześnie zauważono, że czynniki, takie jak odległość od jeziora, wilgotność gleby i ekspozycja wiatru nie wpływają znacząco na jej tempo wzrostu. Potwier-





**Ryc. 4.** Porównanie rozkładów względnej długości koron sosny zwyczajnej i sosny czarnej w dwóch wariantach odległości od morza

*Fig. 4. Comparison of distributions of Scots pine and black pine relative crown length in two distance variants from the sea*

dziło to zasadność stosowania tego gatunku w nasadzeniach wydmych, nie potwierdzając jednak zależności tempa wzrostu od odległości od linii brzegowej.

Różnice w wynikach badań nad tempem wzrostu sosny czarnej na różnych stanowiskach wydmych mogą wynikać ze zmienności istniejących tam warunków. Jak podaje Sewerniak (2016) pola wydmy, uważane dotychczas za obszary o wysokiej jednorodności (Prusinkiewicz 1961, Rząsa 1962) stanowią teren znacznie bardziej urozmaicony. Wyniki jego badań wskazują, że odmienne właściwości gleb występujących w obniżeniach pól wydmych wpływają na wyższą dynamikę wzrostu sosen rosnących w obniżeniach śródwymy niż tych ze stoków wydmy. W trakcie niniejszych badań nie opisywano jednak geomorfologicznej specyfiki terenu, co mogłoby być przydatne do interpretacji uzyskanych wyników.

Tempo wzrostu sosny zwyczajnej, niezależne od odległości od morza potwierdziło jej duże zdolności adaptacyjne do zmieniających się warunków siedliskowych. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że sosna zwyczajna charakteryzuje się szybszym tempem wzrostu niż sosna czarna (Tomanek i Witkowska-Zuk 2008) zbliżone rozmiary obydwu gatunków na powierzchni oddalonej 100 m od brzegu, sugerują, że to sosna czarna w większym stopniu wykorzystała warunki wzrostu w pobliżu linii brzegowej.

Badane drzewostany obydwu gatunków nie wykazywały w trakcie badań wyraźnych oznak osłabienia czy zamierania, prognozując tym samym trwałość lasu na tym terenie. 95-cio letnie drzewostany spełniły swoją główną rolę jaką jest stabilizacja wydmy, umożliwiając ponadto rozwój, charakteryzującej się dużą naturalnością flory naczyniowej (Fałtynowicz i Markowski 1998). Potwierdza to przydatność obu gatunków do stabilizacji wydmy nadmorskich, przy czym

biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, można zalecać sadzenie sosny czarnej bliżej a sosny zwyczajnej dalej od linii brzegowej Bałtyku.

## Podsumowanie wyników i wnioski

1. Na powierzchniach badawczych zlokalizowanych 100 m od morza drzewostany sosny zwyczajnej i sosny czarnej, nie wykazują istotnych różnic przeciętnej wielkości pierśnicy i wysokości drzew. Sosna zwyczajna w pobliżu linii brzegowej charakteryzuje się natomiast istotnie większą względną długością koron (średnio o około 6% wysokości drzewa).

2. Na stanowiskach oddalonych 500 m od brzegu morza sosna czarna wykazuje mniejsze wartości pierśnicy, wysokości i absolutnej długości koron niż sosna zwyczajna. Natomiast względna długość korony obydwu gatunków kształtuje się na zbliżonym, poziomie (wynoszącym około 1/3 wysokości drzewa).

3. Wielkość badanych cech sosny zwyczajnej na stanowiskach położonych bliżej i dalej od morza kształtuje się na podobnym poziomie. Wyjątkiem jest względna długość korony, która okazała się znacznie niższa na powierzchni położonej 500 metrów od morza.

4. Sosna czarna na stanowisku położonym dalej od morza charakteryzuje się znacznie niższą wartością średniej pierśnicy, wysokości i absolutnej długości koron w porównaniu z powierzchnią położoną 100 metrów od morza. Jedynie względna długość korony pozostaje na takim samym poziomie w obu wariantach odległościowych.

5. Pełna interpretacja przyczyn zaobserwowanych różnic cech biometrycznych drzew nie jest aktualnie możliwa ze względu na brak szerszej charakterystyki siedliskowej powierzchni badawczych.

6. W planowaniu zalesiania wydm nadmorskich, wydaje się uzasadnione sadzenie sosny czarnej bliżej, a sosny zwyczajnej dalej od linii brzegowej morza.

## Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania Nadleśniczemu Nadleśnictwa Lębork – Panu Janowi Dominieckiemu za pomoc w organizacji badań i życzliwe przyjęcie oraz uczestnikom obozu naukowego Sekcji Biometrii Leśnej Koła Naukowego Leśników „Mierzeja Sarbska 2010” za wkład w realizację prac terenowych. Pomiary na terenie rezerwatu Mierzeja Sarbska wykonano za zgodą Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Gdańsku.

## Literatura

- Beissner L. 1911. Jahresammlung. Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges., 20: 340-341.
- Cedro A. 2006. Comparative Dendroclimatological Studies of the Impact of Temperature and Rainfall on *Pinus nigra* Arnold and *Pinus sylvestris* in Northwestern Poland. Baltic Forestry, 12 (1): 110–116.
- Choi K. H., Kim Y. M., Jung P. M. 2013. Adverse effect of planting pine on coastal dunes, Korea. Journal of Coastal Research: Special Issue 65 – International Coastal Symposium, 65 (1): 1045-1050
- Dengler A. 1944. Waldbau auf ökologischer Grundlage: ein Lehr- und Handbuch. Springer-Verlag, Berlin.
- Fałtynowicz W., Markowski R. 1998. Plan ochrony rezerwatu Mierzeja Sarbska. Mps. Gdańsk.
- Leege M., Murphy P. G. 2000. Growth of the non-native *Pinus nigra* in four habitats on the sand dunes of Lake Michigan. Forest Ecology and Management, 126 (2): 191-200.
- Nawrocka-Grzeškowiak U., Weiner M. 2009. Roślinność Półwyspu Helskiego wczoraj i dziś. Nauka Przyr. Technol., 3(1) #15. [http://www.npt.up-poznan.net/pub/art\\_3\\_15.pdf](http://www.npt.up-poznan.net/pub/art_3_15.pdf); dostęp 30.06.2018 r.

- Prusinkiewicz Z. 1961. Zagadnienia leśno-gleboznawcze na obszarze wydm nadmorskich Bramy Świny. *Bad. Fizj. nad Polska Zach.*, 7: 25–127.
- Rzasa S. 1962. Badania terenowe i laboratoryjne nad produktywnością gleb leśnych wytworzonych z piasków luźnych w Nadleśnictwie Osiek. *Folia For. Polon. ser. A*, 1: 83-171.
- Seneta W., Dolatowski J. 2009. *Dendrologia*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Sewerniak P. 2016. Wpływ rzeźby terenu na bonitację i cechy wzrostowe drzewostanów sosnowych na wydmach Kotliny Toruńskiej. *Sylvan*, 160 (8): 647-655.
- Sobczak R. 1991. *Poradnik leśniczego*. SITLiD, Warszawa.
- Tomanek J., Witkowska-Żuk L. 2008. *Botanika leśna*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Tomusiak R., Staniszewski P., Szyk K., Kędziora W., Sagan J., Wojtan R. 2016. Wybrane właściwości strukturalne drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i sosny czarnej (*Pinus nigra* Arn.) rosnących na wydmach nadmorskich w rezerwacie Mierzeja Sarbska. *Studia i Materiały CEPL*, 48 (3): 208-215
- Trampler T. (red.). 1990. *Siedliskowe podstawy hodowli lasu: dodatek do 5 wyd. "Zasad hodowli lasu"*. CILP, Warszawa.
- Witkowska Żuk L. 2008. *Atlas roślinności lasów*. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Woś A. 1999. *Klimat Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

**Katarzyna Szyk<sup>1,2</sup>, Wojciech Kędziora<sup>1,2</sup>, Adam Dominiecki<sup>1</sup>, Marcin Poniecki<sup>1</sup>,  
Michał Lecyk<sup>1</sup>, Jacek Sagan<sup>1,3</sup>, Rafał Wojtan<sup>4</sup>, Robert Tomusiak<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Sekcja Biometrii Leśnej Koła Naukowego Leśników

<sup>2</sup> aktualnie - Zakład Urządzania Lasu, Katedra Urządzania Lasu i Ekonomiki Leśnictwa  
Wydział Leśny, SGGW w Warszawie

<sup>3</sup> Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Warszawie

<sup>4</sup> Samodzielny Zakład Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu  
Wydział Leśny, SGGW w Warszawie

katarzyna.szyk@wl.sggw.pl, robert.tomusiak@wl.sggw.pl