

MARCIN ŻURKOWSKI

## Struktura wielopokoleniowych drzewostanów sosny zwyczajnej rosnących w strefie brzegowej jeziora Beldany (Puszcza Piska)\*

Structure of multi-generation Scots pine stands growing in the littoral zone of Beldany Lake (Pisz Forest)

### ABSTRACT

Żurkowski M. 2006. Struktura wielopokoleniowych drzewostanów sosny zwyczajnej rosnących w strefie brzegowej jeziora Beldany (Puszcza Piska). Sylwan 1: 20-30.

Pine stands growing in the littoral zone of Beldany Lake were established by natural regeneration. On the sites under study pine forms multi-generation stands and regenerates continuously showing two culmination periods in the years 1770-1800 and 1930-1980. Pine population at the age of 200-230 years retains good quality and high vitality. Similarly, younger generation pines that grow under the shelter of the canopy even for 100 years retain the attributes of normal growth after being exposed.

### KEY WORDS

stand structure, Scots pine, Pisz Forest, littoral stands

### ADDRESSES

Marcin Żurkowski – Stacja Badawcza Rolnictwa Ekologicznego i Hodowli Zachowawczej Zwierząt PAN; 12-222 Wejsuny, Popielno; e-mail: zurmar@klienci.pkobp.pl

Sosna zwyczajna odgrywa dominującą rolę w budowie naszych lasów. Jest to spowodowane charakterem siedlisk zajmowanych obecnie przez lasy w Polsce. Bory i bory mieszane pokrywają 58% powierzchni leśnej. Nie można również pominąć względów związanych z zagospodarowaniem lasu: użytkowania lasu zrębami zupełnymi oraz powszechnie stosowanych powierzchniowych i drzewostanowych metod urządzania lasu. Mimo wielkiej popularności tego gatunku drzewostany sosnowe o wyraźnie zróżnicowanej strukturze wiekowej, przestrzennej i piętrowej są rzadko spotykane w Polsce. Powodem tego jest łatwość produkcji materiału sadzeniowego jak również łatwość wykonywania rębni zupełnych bez potrzeby ochrony odnowień naturalnych oraz schematyzm w zakładaniu upraw [Bernadzki 1993]. Pod wpływem takiej praktyki w potocznej świadomości utrwalił się pogląd, że sosna tylko w wyjątkowych warunkach siedliskowych tworzy drzewostany o zróżnicowanej strukturze.

Obecnie w Polsce, wraz z wdrażaniem do praktyki koncepcji lasu wielofunkcyjnego, rośnie zainteresowanie hodowlą różnowiekowych drzewostanów sosnowych [Bernadzki, Tarasiuk 1990; Barzdajn i in. 1993; Bernadzki 1996; Zajączkowski 1996; Andrzejczyk 2003]. Istnieją liczne przykłady z terenu całego kraju świadczące o tym, że sosna w sprzyjających warunkach siedliskowych może się odnawiać i utrzymywać pod okapem drzewostanu matecznego przez wiele lat, tworząc drzewostany dwupiętrowe [Ilmurzyński, Mierzejewski 1956; Tarasiuk, Zwieniecki 1990; Barzdajn i in. 1993]. Często w większych kompleksach lasów prywatnych,

\* Leśny Kompleks Promocyjny Lasy Mazurskie

zagospodarowanych bezzrębowo, sosna tworzy drzewostany różnowiekowe odnawiając się w sposób ciągły. Wymienione tutaj drzewostany wielogeneracyjne charakteryzują się obecnością wszystkich faz rozwojowych drzewostanu, występujących w formie kęp i płatów położonych obok siebie. Fragmentami drzewostany wykazują budowę dwupiętrową, gdy pod okapem starszych drzew rosnących w luźniejszym zwarciu występuje młodsza generacja sosny [Andrzejczyk i in. 2001].

Niezależnie od korzyści, jakie płyną z naturalnego odnowienia drzewostanów sosnowych takich jak: ochrona środowiska leśnego przed degradacją, ochrona rodzimych genotypów, oszczędności związane z zakładaniem upraw, temat ten pozostaje jednym z najbardziej kontrowersyjnych w leśnictwie [Zajączkowski 1996]. Wynika to z niedostatecznego jeszcze rozpoznania tego zagadnienia, ponieważ brakuje systematycznych, wieloletnich badań i praktycznych doświadczeń, które pozwoliłyby na kompleksowe ujęcie problemu.

Biorąc pod uwagę oba aspekty: produkcyjno-hodowlany oraz przyrodniczo-środowiskowy, prowadzenie drzewostanów sosnowych o złożonej strukturze należy zalecić w lasach ochronnych:

- w lasach glebochronnych: na wydmach nadmorskich i śródlądowych oraz na zboczach i skarpach (np. na brzegach jezior),
- w lasach wodochronnych położonych wzdłuż rzek i jezior,
- w lasach uzdrowiskowo-klimatycznych i lasach przeznaczonych do masowego wypoczynku,
- na siedliskach bagiennych,
- w częściowych rezerwach przyrody, w których celem jest zachowanie naturalnego boru sosnowego,
- w wybranych drzewostanach w obrębie Leśnych Kompleksów Promocyjnych.

Odpowiednim terenem do prowadzenia badań tego typu jest obszar Puszczy Piskiej, gdzie występuje cenny ekotyp sosny zwany sosną mazurską. Oprócz bardzo dobrej jakości drewna, ważną cechą tego ekotypu jest zdolność znoszenia ocienienia młodych drzew. Sosny wyrastające z samosiewów w sprzyjających warunkach siedliskowych mogą znieść ocienienie nawet do czterdziestu lat, zachowując zdolności do wzrostu [Żurkowski, Żurkowska 2000].

Szczególnie ciekawym obiektem są przeszło 200-letnie drzewostany sosnowe rosnące na wschodnim brzegu jeziora Bełdany w Leśnictwie Kończewo, na terenie Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Mazurskie. Dzięki zróżnicowanej strukturze wiekowej, przestrzennej i piętrowej mogą one posłużyć jako obiekty modelowe przy kształtowaniu lasów porastających strome brzegi jezior rynnowych.

Celem badań było zgromadzenie informacji o strukturze tych drzewostanów sosnowych, które spełniają wiele ważnych funkcji. Jednym z podstawowych ich zadań jest rola barier biogeochemicznych, ograniczających wpływ substancji chemicznych do jeziora. Drzewostany, dzięki rozbudowanym systemom korzeniowym oraz wielowarstwowemu układowi roślinności drzewiastej, krzewiastej i zielnej są bardzo efektywnym filtrem. Las reguluje również stan wody w zbiorniku. Wiosną gleba leśna zatrzymuje duże ilości wody, ograniczając okresowy przybór. Latem i jesienią zalesione brzegi ograniczają parowanie wody z tafli jeziora. Drzewa rosnące w bezpośrednim sąsiedztwie zbiorników wodnych chronią wnętrze lasu przed niekorzystnym wpływem czynników z otwartej przestrzeni oraz zabezpieczają brzegi przed wymywaniem przez wodę. Obok funkcji środowiskowych drzewostany przyjeziorne są bardzo atrakcyjnym miejscem rekreacji i wypoczynku, w związku z tym podlegają znacznej presji ze strony turystów. Te wszystkie zadania jednocześnie mogą spełnić drzewostany o bogatej strukturze gatunkowej, wiekowej i piętrowej zbliżone do lasów naturalnych.

## Metodyka

W różnowiekowych drzewostanach sosnowych rosnących na wschodnim brzegu jeziora Bełdany założono sześć stałych powierzchni badawczych, rozmieszczonych wzdłuż brzegu jeziora na długości pięciu kilometrów. Powierzchnie stałe mają kształt prostokąta, o krótszym boku 20 m równoległym do linii brzegowej, dłuższy bok ciągnie się przez cały drzewostan przyjeziorny (w granicach 60-265 m) i jest prostopadły do brzegu jeziora. Wyznaczono je w miejscach reprezentatywnych dla drzewostanu przyjeziornego z urozmaiconą strukturą piętrową, wiekową i gatunkową, zapewniającą stabilność lasu. Jednocześnie każda powierzchnia reprezentuje odmienny charakter drzewostanu ze względu na skład gatunkowy i strukturę piętrową oraz inne ukształtowanie skarpy przyjeziornej. Na podstawie badań glebowych i florystycznych na skarpach ustalono typ siedliskowy lasu – bór mieszany świeży i zespół roślinny *Serratulo-Pinetum*. Natomiast na przyjeziornych tarasach o szerokości od 0,5 m na pow. III i IV do 12 m na pow. V znajduje się zbiorowisko łągu jesionowo-olszowego *Circaeo-Alnetum*.

Badaniami objęto wszystkie drzewa o średnicy na wysokości 1,3 m większej lub równej 5 cm znajdujące się na powierzchniach doświadczalnych, zostały one ponumerowane i skartowane. W trakcie prac terenowych określono następujące cechy: pierśnicę w dwóch kierunkach: równoległym i prostopadłym do linii brzegowej, wysokość oraz określono przynależność drzewa do jednej z trzech warstw drzewostanu (w odniesieniu do wysokości górnej drzewostanu HG): warstwa górna (drzewa o wysokości ponad  $2/3$  HG), warstwa środkowa (wysokość od  $1/3$  do  $2/3$  HG), warstwa dolna (drzewa o wysokości poniżej  $1/3$  HG), oszacowano żywotność korony stosując trzystopniową klasyfikację: silnie rozwinięta (bez oznak chorobowych), przeciętnie rozwinięta (lekkie zniekształcenia), słabo rozwinięta (większe zniekształcenia), określono tendencję wzrostową w trzystopniowej skali: drzewo awansujące do wyższych warstw, drzewo stagnujące, drzewo przechodzące do niższych warstw. Wiek wszystkich drzew określono na podstawie próbek pobranych na wysokości 1,3 m za pomocą świdra przyrostowego. Na podstawie drzew próbnych określono wiek pierśnicowy.

## Wyniki

PIERŚNICOWE POLE PRZEKROJU DRZEWOSTANU. Pierśnicowe pole przekroju drzewostanu zawiera się w granicach od 37,4 m<sup>2</sup>/ha do 52,8 m<sup>2</sup>/ha (tab. 1). Decydującą rolę w wielkości tej cechy odgrywa pierwsza warstwa drzew. Na uwagę zasługuje fakt, że cecha ta w dolnych warstwach drzewostanu na pow. I (7,5 m<sup>2</sup>/ha) odbiega od średniej wartości określonej dla pozostałych powierzchni badawczych (12,5 m<sup>2</sup>/ha). Związane to jest z małym udziałem sosny w niższych piętrach. Przyczyną tego zjawiska mogły być niekorzystne dla rozwoju młodszej generacji sosny warunki świetlne, spowodowane dużym zwarcim warstwy podszytu, składającej się głównie z leszczyny. Największy udział drzew dolnych warstw drzewostanu w pierśnicowym polu przekroju jest na pow. IV, gdzie stanowią one 37% wartości tej cechy określonej dla całego drzewostanu.

Na wszystkich powierzchniach zmniejsza się udział sosny w pierśnicowym polu przekroju w niższych warstwach drzewostanu (1 – 90,9%, 2 – 64,7%, 3 – 54,5%), natomiast rośnie udział gatunków liściastych (tab. 1). Drzewostan mateczny od początku składał się wyłącznie z sosny, w późniejszym okresie, w wyniku odnowienia naturalnego, powstało drugie pokolenie sosny wraz z samoistnie wkraczającymi: dębem, lipą, brzozą, świerkiem. Buk jako gatunek występujący poza swoim naturalnym zasięgiem został wprowadzony sztucznie na pow. II i VI. Około 30 lat temu sosna przestała się odnawiać, a gatunki cienioznośne nadal zasiedlają teren skarp

Tabela 1.

Pierśnicowe pole przekroju drzewostanów  
Stand dbh basal area

Powierzchnia	Warstwa	Pierśnicowe pole przekroju [m <sup>2</sup> /ha]						D-stan
		So	Db	Ol	Lp	Bk	Inne*	
I	1	29,0	0,1	0,5	0,3	–	–	29,9
	2	1,0	3,0	0,4	0,7	–	0,4	5,5
	3	0,2	0,8	0,4	0,3	–	0,3	2,0
	Razem	30,2	3,9	1,3	1,3	–	0,7	37,4
II	1	25,2	0,2	0,4	0,2	0,9	0,3	27,2
	2	6,3	0,8	0,2	1,1	0,9	0,5	9,8
	3	1,0	0,4	0,4	0,2	0,1	0,8	2,9
	Razem	32,5	1,4	1,0	1,5	1,9	1,6	39,9
III	1	38,2	–	1,5	–	–	–	39,7
	2	5,6	–	1,2	–	–	0,1	6,9
	3	4,4	1,5	0,3	–	–	–	6,2
	Razem	48,2	1,5	3,0	–	–	0,1	52,8
IV	1	25,9	–	–	–	–	–	25,9
	2	7,9	–	1,6	–	–	0,2	9,7
	3	3,8	0,1	0,8	–	–	1,0	5,7
	Razem	37,6	0,1	2,4	–	–	1,2	41,3
V	1	25,2	–	3,4	2,2	–	0,3	31,1
	2	5,5	1,2	0,3	0,8	–	1,0	8,8
	3	0,7	0,5	0,2	0,4	–	0,3	2,1
	Razem	31,4	1,7	3,9	3,4	–	1,6	42,0
VI	1	29,2	0,5	3,5	2,1	1,2	0,3	36,8
	2	6,5	2,2	–	3,6	–	0,7	13,0
	3	0,5	–	0,2	0,4	0,3	0,7	2,1
	Razem	36,2	2,7	3,7	6,1	1,5	1,7	51,9

\* Brzoza brodawkowata, Grab, Grusza, Jarząb, Klon zwyczajny, Świerk, Wiąz szypułkowy

\* Silver birch, hornbeam, pear tree, rowan, Norway maple, spruce, European white elm

przyjeziornych, dlatego mają największy udział procentowy w trzeciej warstwie. Olsza czarna występuje wyłącznie w bezpośrednim sąsiedztwie jeziora na siedlisku łągu jesionowo-olszowego.

STRUKTURA PIERŚNIC. W tabeli 2 zamieszczono średnie i przeciętne wartości pierśnicy drzew analizowanych drzewostanów z uwzględnieniem warstwy. Średnia pierśnica sosny w poszczególnych drzewostanach wynosi od 23,5 cm na powierzchni IV do 45,5 cm na powierzchni I. Wartość tej cechy zależy od liczby sosen w niższych warstwach drzewostanu. Na powierzchni I, gdzie występuje najmniejsza liczba sosen w dolnych warstwach w stosunku do drzew z pierwszej warstwy, obok większej średniej wartości pierśnicy jest również najmniejszy współczynnik zmienności 47,3%. Natomiast na powierzchni IV, gdzie najwięcej jest sosen młodszego pokolenia w stosunku do drzew matecznych, średnia wartość pierśnicy jest najmniejsza, a współczynnik zmienności jest największy (72,3%).

Średnie pierśnice sosen pierwszej warstwy drzewostanu wahają się od 48,4 cm (pow. II) do 57,2 cm (pow. I). Na małą wartość tej cechy na pow. II wpływa duża liczba sosen młodszej generacji (20 szt.), które weszły w skład górnej warstwy drzewostanu. O dużej jednorodności sosen w obrębie pierwszej warstwy drzewostanu świadczą współczynniki zmienności pierśnicy, które są znacznie mniejsze niż w przypadku dolnych warstw i wynoszą od 11,4% do 26,6%.

Tabela 2.

Wybrane cechy sosen z uwzględnieniem poszczególnych warstw drzewostanu na badanych powierzchniach  
Selected characteristics of pines with reference to stand strata on study sites

Pow.	Warstwa	Pierśnica			Wysokość		Wiek pierśnicowy	
		średnia [cm]	przeciętna [cm]	wsp. zmienności* [%]	średnia [m]	wsp. zmienności [%]	średni [lata]	wsp. zmienności [%]
I	1,0	57,2	58,2	18,2	27,8	10,1	184,0	13,1
	2,0	25,0	27,4	48,4	16,5	30,9	78,0	74,4
	3,0	9,7	10,1	32,6	8,3	27,7	37,0	35,1
	D-stan	45,5	50,3	47,3	23,2	35,8	143,0	47,6
II	1,0	48,4	49,8	25,0	26,1	15,3	168,0	43,5
	2,0	22,3	22,9	23,8	17,4	19,0	49,0	16,3
	3,0	14,1	14,9	34,7	10,6	31,1	42,0	23,8
	D-stan	31,3	35,4	53,4	19,7	34,5	95,0	78,9
III	1,0	53,9	54,8	18,7	28,2	15,2	201,0	21,9
	2,0	23,0	24,5	37,8	17,1	25,1	74,0	70,2
	3,0	14,5	15,2	30,3	11,4	17,5	64,0	54,7
	D-stan	28,8	34,3	65,6	18,0	44,4	106,0	69,8
IV	1,0	52,6	53,0	11,4	28,1	15,7	204,0	7,8
	2,0	24,1	24,9	26,1	16,2	21,0	66,0	65,2
	3,0	11,4	12,2	38,6	8,9	37,1	40,0	60,0
	D-stan	23,5	29,0	72,3	14,9	56,4	81,0	87,7
V	1,0	56,7	57,3	15,3	27,1	13,3	193,0	15,5
	2,0	20,5	21,2	28,3	15,5	15,5	46,0	17,4
	3,0	10,2	10,5	24,5	8,6	45,3	35,0	25,7
	D-stan	28,8	34,8	68,4	17,3	43,9	83,0	83,1
VI	1,0	49,3	50,9	13,1	23,2	17,7	166,0	39,8
	2,0	18,5	17,7	22,5	13,8	21,0	59,0	23,7
	3,0	10,3	10,5	20,4	8,8	25,0	54,0	16,7
	D-stan	26,8	32,1	47,7	13,1	46,7	84,0	67,9

\* współczynnik zmienności średniej pierśnicy – variability coefficient of average breast height diameter

STRUKTURA WYSOKOŚCI. Współczynnik zmienności wysokości sosny wynosi od 34,5 do 56,4%, przy czym mniejsze zróżnicowanie występuje u drzew na powierzchni I i II, a największe na powierzchni IV. Analizując zmienność wysokości sosny w poszczególnych warstwach drzewostanu można zauważyć, że najbardziej wyrównana jest pierwsza warstwa, współczynnik zmienności bowiem wynosi tu od 10,1 do 17,7%. Dolne warstwy odznaczają się większymi wartościami tej cechy, zawierającymi się w granicach od 19,0 do 43,9% (tab. 2).

STRUKTURA WIEKU PIERŚNICOWEGO. Na pow. II, III i VI, obok drzew starszych (150-250 lat) w skład górnej warstwy drzewostanu wchodzi sosny młodszej generacji (48-109 lat) w liczbie od 9 szt./ha do 38 szt./ha. Jest to ważna tendencja świadcząca o możliwości zastępowania matecznej generacji młodszymi drzewami w przypadku stworzenia odpowiednich warunków. W drzewostanach II i VI, gdzie występuje większa liczba sosen młodszej generacji w górnej warstwie, średnia wartość tej cechy jest mniejsza i wynosi 168 i 166 lat. Natomiast współczynniki zmienności są większe (43,5 i 39,8%). W pozostałych dwóch warstwach wartości współczynników zmienności są bardzo różne: od 16,3 do 74,4%. W warstwach tych wiek pierśnicowy ma bardzo szeroki zakres, ponieważ występują tu sosny ze starszej generacji drzewostanu (173-223 lata) i drzewa młodsze w wieku około 50 lat. Różnica między średnimi wartościami wieku pierśnicowego na większości

powierzchni (II-VI) dla 2 i 3 warstwy jest mała: od 5 do 11 lat (tab. 2). Odnowienie sosen rosnących w dolnych piętrach następowało w tym samym okresie. Dopiero inne warunki świetlne, w jakich znajdowały się poszczególne osobniki, wpłynęły na tempo ich wzrostu.

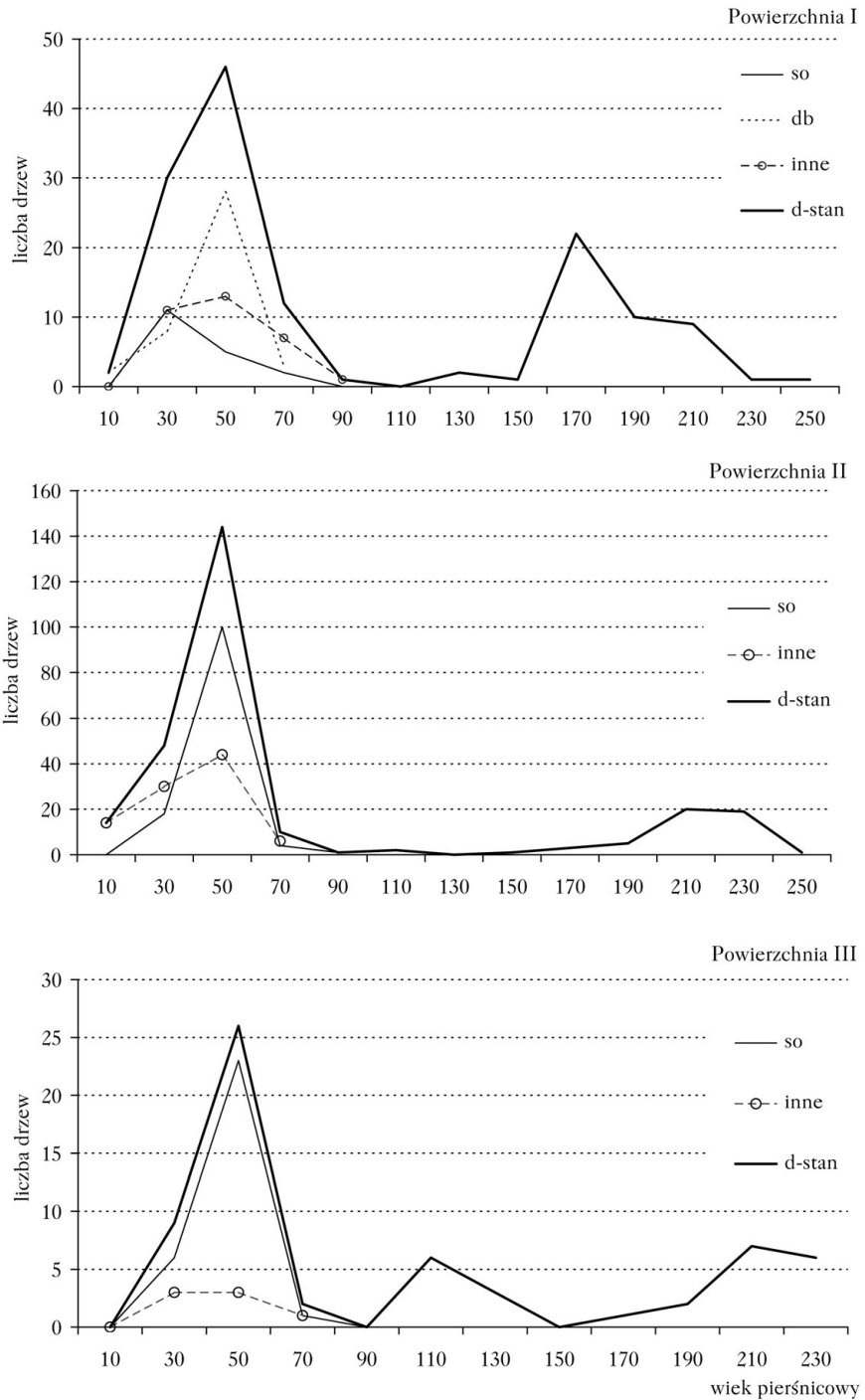
Badane drzewostany charakteryzują się strukturą wielogeneracyjną z zaznaczającymi się dwoma okresami kulminacji odnowienia naturalnego w latach 1770-1800 i 1930-1980. Wiek pierśnicowy drzew matecznej generacji zawiera się w przedziale od 160 do 240 lat, natomiast drugiej wynosi od 20 do 80 lat. Na większości powierzchni nie stwierdzono obecności drzew w wieku od 80 do 160 lat. Jedynym wyjątkiem jest pow. III gdzie zaobserwować można obecność trzeciej generacji drzew w wieku 100-120 lat (ryc. 1, 2). Rozpiętość wieku drzewostanu macierzystego jest bardzo duża, w skrajnym przypadku wynosi ona 96 lat (pow. I). Dane te wskazują, że najmłodsze osobniki pierwszej generacji drzew pojawiły się w wyniku odnowienia naturalnego w warunkach podokapowych. We wszystkich drzewostanach zaznacza się przewaga drzew młodszej generacji, z wyraźną dominacją w wieku 40-60 lat. Młodsze pokolenie stanowią głównie sosny z domieszką innych gatunków. Jedynie na pow. I największą liczebność w tym pokoleniu uzyskuje dąb. Generację starszą drzewostanu tworzy wyłącznie sosna.

## Dyskusja

Badane drzewostany charakteryzują się wysokimi wartościami pierśnicowego pola przekroju wynoszącymi od 33,5 do 52,8 m<sup>2</sup>/ha (tab. 1). Są one większe od tego wskaźnika dla drzewostanów rosnących na podobnym siedlisku w Krainie Mazursko-Podlaskiej (II). Drzewostany naturalne borów mieszanych świeżych w Białowieckim Parku Narodowym osiągają od 32,2 do 47,3 m<sup>2</sup>/ha [Żybura 1997]. Natomiast w Wigierskim Parku Narodowym pierśnicowe pole przekroju badanych drzewostanów wynosi od 26,1 do 38,6 m<sup>2</sup>/ha [Andrzejczyk, Brzeziecki 1995]. Jeszcze niższe wartości pierśnicowego pola przekroju osiągają drzewostany spoza Krainy II. W Kampinoskim Parku Narodowym dwupiętrowy drzewostan sosnowy ma 30,4 m<sup>2</sup>/ha [Zwieniecki, Tarasiuk 1993], a w Nadleśnictwie Gubin wartość tej cechy wielopokoleniowych drzewostanów sosnowych na siedlisku boru mieszanego świeżego wynosi od 21,2 do 28,1 m<sup>2</sup>/ha [Barzdajn i in. 1996].

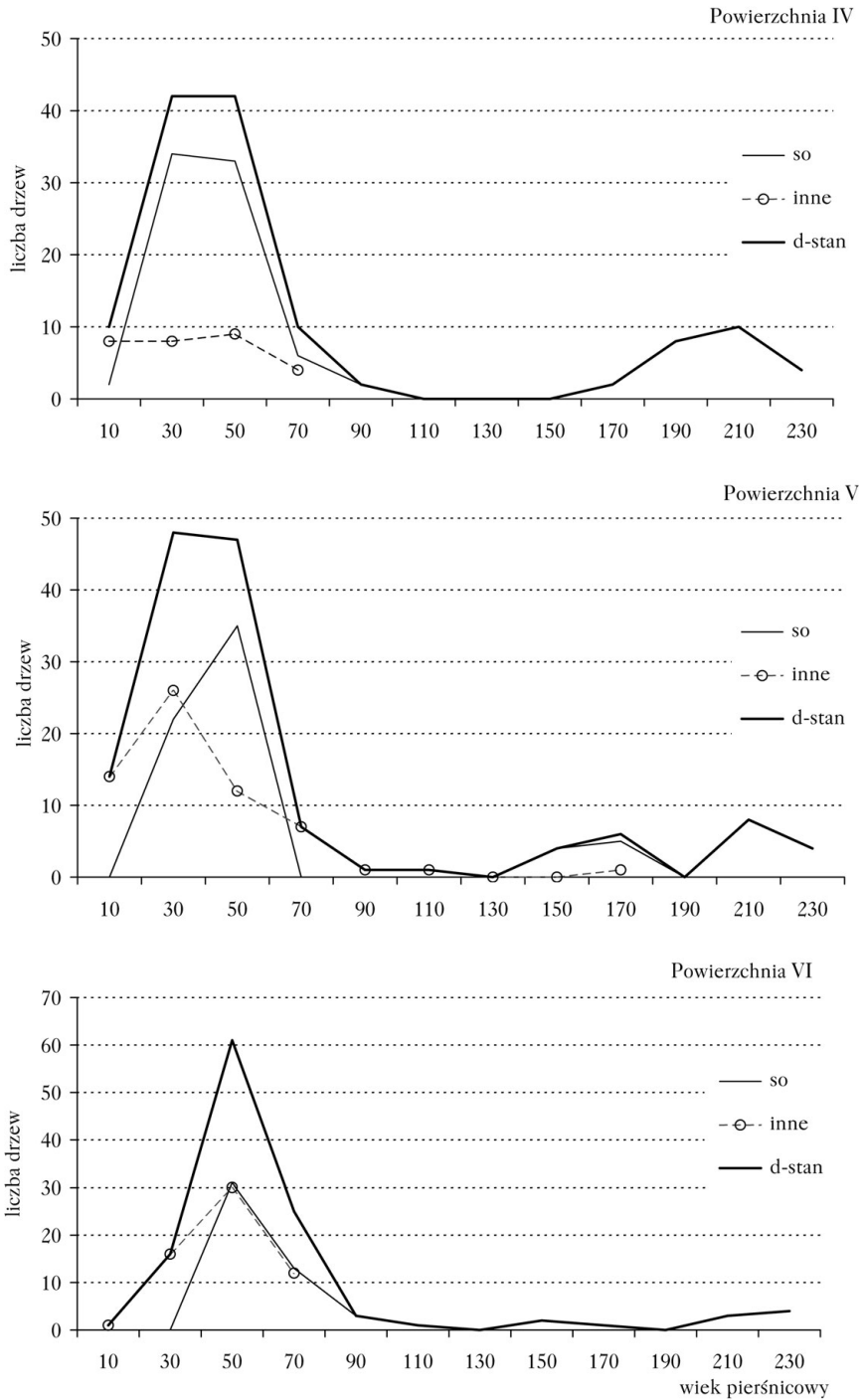
Biorąc pod uwagę skład gatunkowy dolnych warstw możemy wyróżnić dwa typy drzewostanów spotykanych na skarpach przyjeziornych. W pierwszym typie w dolnych warstwach dominuje sosna (pow. III, IV). Jest to charakterystyczny przykład wielopokoleniowych drzewostanów sosnowych o zróżnicowanej strukturze wiekowej i ciągłym procesie odnowienia sosny trwającym od 1755 do 1970 roku. Budowa pionowa jest zróżnicowana i składa się z trzech warstw. Drzewostan ten mimo całkowitej dominacji sosny spełnia wszystkie wymagania dotyczące lasów przyjeziornych dzięki zróżnicowanej strukturze wiekowej i warstwowej, która pozwala prowadzić gospodarkę bezzrębową. Ten sposób zagospodarowania zapewnia ciągłą osłonę stromych powierzchni narażonych na erozję oraz zwiększa stabilność drzewostanów, a przede wszystkim ma niezaprzeczalne walory krajobrazowe.

Warty uwagi i nieodnotowany w literaturze jest fakt, że masowe odnowienie sosny przypada na bardzo zaawansowany wiek starszej generacji, który średnio wynosił 180 lat. Ważyński [1978] badając różnowiekowy drzewostan sosnowy w Nadleśnictwie Spychowo stwierdził, że różnica między średnim wiekiem dwóch generacji drzew wynosiła 100 lat. Natomiast w Nadleśnictwie Gubin różnica ta wynosiła od 70 do 87 lat, w zależności od badanego drzewostanu [Barzdajn i in. 1996]. Andrzejczyk i in. [2001] prowadząc badania w wielu dwupiętrowych drzewostanach sosnowych określili, że kulminacja procesu odnowienia przypada na wiek od 70



Ryc. 1

Struktura wieku pierśnicowego na powierzchniach badawczych I-III  
 Dbh age structure on study sites I-III



Ryc. 2.

Struktura wieku pierścniowego na powierzchniach badawczych IV-VI  
 Dbh age structure on study sites IV-VI



do 120 lat. Cecha ta świadczy o bardzo dużej żywotności rodzimej proveniencji sosny, która w zaawansowanym wieku zachowuje pełną zdolność do rozmnażania generatywnego.

Na pow. I, II, V i VI, druga i trzecia warstwa drzewostanu składa się z sosny (46-58% pierśnicowego pola przekroju). Poza tym gatunkiem występują: dąb, lipa, buk, brzoza i grab, które pojedynczo wchodzi w skład pierwszej warstwy. Drzewostany te zajmują trochę żyzniejsze odcinki skarpy przyjeziornej i są one typowe dla siedlisk boru mieszanego świeżego. Porównując udział gatunków drzew we wszystkich warstwach na tych powierzchniach, okazuje się, że sosny jest średnio o 30% mniej w najniższej warstwie w stosunku do pozostałych gatunków niż w warstwie pośredniej. Podobna różnica daje się zauważyć między warstwą górną, w której jest o 25% większy udział sosny niż w warstwie pośredniej.

Gatunkami przeważającymi w dolnych warstwach drzewostanu są dąb i lipa. Jeszcze jedną cechą tych powierzchni jest obecność podszytu składającego się głównie z leszczyny. Pojawienie się warstwy krzewiastej miało wpływ na naturalną regenerację gatunków drzewiastych. Prawdopodobnie leszczyna będzie nadal spowalniała ten proces, a sosna będzie stopniowo eliminowana z drzewostanu. W jej miejsce pojawi się dąb oraz lipa rosnące w dolnych warstwach. W przyszłości drzewostan może zostać uzupełniany grabem, który jest obecny w nalotach i podrostach. Podobne zjawisko opisują Andrzejczyk i Brzezicki [1995], którzy obserwują wyraźną regresję sosny na powierzchniach badawczych Wigierskiego Parku Narodowego, zastępowaną świerkiem oraz dębem. Autorzy zwracają uwagę na rolę leszczyny jako jednego z ważniejszych czynników wpływających na modyfikację składu gatunkowego badanych drzewostanów.

Mimo sporu dotyczącego możliwości kształtowania wielo- i dwugeneracyjnych drzewostanów sosnowych wszyscy autorzy są zgodni, że mogą one z powodzeniem pełnić funkcje ochronne zwłaszcza porastając skarpy przyjeziorne [Andrzejczyk i in. 2001; Zajączkowski 1996]. Oczywiście tworzenie podobnych drzewostanów do występujących na powierzchniach badawczych można zalecić tylko w przypadku, gdy pozostawione sosny pierwszej generacji mogą osiągnąć wiek około 180 lat, bez większej obawy o znaczne osłabienie żywotności [Bernadzki 1996]. Ekotyp sosny mazurskiej posiada takie cechy [Gieruszyński 1961; Ważyński 1978]. Prawdopodobnie i inne rodzime ekotypy sosny rosnące na odpowiednich siedliskach również mogą mieć te zalety. Do drzewostanów sosnowych rosnących na powierzchniach nad Jeziorem Beldany, jak i w innych rejonach kraju [Andrzejczyk, Brzezicki 1995; Bernadzki i in. 1998; Pigan I., Pigan M. 1999; Sokołowski, Paluch 2003] w ostatnim okresie samoistnie wkraczają gatunki o większych wymaganiach siedliskowych takie jak dąb, lipa i grab. Jest to pozytywne zjawisko, jednak może ono stanowić ograniczenie dla procesu naturalnego odnowienia i wzrostu sosny.

## Wnioski

- ✦ Sosna na skarpach przyjeziornych powstała z odnowienia naturalnego. Gatunek ten tworzy na badanych powierzchniach drzewostany wielopokoleniowe i odnawia się w sposób ciągły z zaznaczającymi się dwoma okresami kulminacji w latach 1770-1800 i 1930-1980. Proces najintensywniejszego odnowienia młodszej generacji sosny przypada na stary wiek drzew matecznych, który wynosi około 180 lat.
- ✦ Populacja sosny w wieku 200-230 lat zachowuje dobrą jakość i dużą żywotność. Podobnie jest z sosnami młodszej generacji, które przebywają pod osłoną drzewostanu nawet do 100 lat, zachowując właściwości normalnego wzrostu po odsłonięciu. W przypadku stworzenia im od początku życia odpowiednich warunków świetlnych w wieku 50 lat awansują do górnej warstwy drzewostanu.

- ✦ Prowadzenie gospodarki bezzrębowej w sosnowych drzewostanach przyjeziornych o zróżnicowanej strukturze wiekowej i wysokościowej jest w pełni uzasadnione. Ze względu na funkcje ochronne i społeczne powinno się dążyć do wzbogacania tych drzewostanów rodzimymi gatunkami drzew liściastych takich jak: dąb, lipa, grab, klon i buk, z jednoczesnym zachowaniem ciągłości odnowienia sosny.

## Literatura

- Andrzejczyk T. 2003. Różnowiekowe drzewostany sosnowe. Powstawanie, struktura, hodowla. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Andrzejczyk T., Brzeziecki B. 1995. The structure and dynamics of old-growth *Pinus sylvestris* stands in the Wigry National Park, north-eastern Poland. *Vegetatio* 117: 81-94
- Andrzejczyk T., Żybura H., Bolibok L., Szeliński H., Zajęczkowski J., Drozdowski S., Gawron L., Żybura B., Bonkowiec A. 2001. Przyrodnicze i hodowlane uwarunkowania kształtowania dwu- i wielogeneracyjnych drzewostanów sosnowych. Maszynopis, Wydział Leśny SGGW, Warszawa.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1993. Struktura wielopokoleniowych drzewostanów sosnowych w Nadleśnictwie Gubin. PTPN, PKNRiKNL. LXXXVI, 11-23.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1996. Struktura odnawiających się drzewostanów sosny zwyczajnej w Nadleśnictwie Gubin. *Sylwan* 11: 19-32.
- Bernadzki E. 1993. Stan obecny i perspektywy uprawy sosny zwyczajnej w Polsce. W: *Biologia sosny zwyczajnej*. Poznań-Kórnik. 409-427.
- Bernadzki E. 1996. Kształtowanie drzewostanów sosnowych. *Sylwan* 9: 21-33.
- Bernadzki E., Tarasiuk S. 1990. Dość monokultur sosnowych. *Las Polski* 21: 8-9.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajęczkowski J., Żybura H. 1998. Rozwój drzewostanów naturalnych Białowieckiego Parku Narodowego w okresie od 1936 do 1996 roku. Katedra Hodowli Lasu SGGW, Warszawa.
- Gieruszyński T. 1961. Przyrost bieżący jako podstawa oznaczenia kolei rębności drzewostanów sosnowych na Pojezierzu Mazurskim. *Sylwan* 4: 11-20.
- Ilmurzyński E., Mierzejewski W. 1956. Badanie możliwości wykorzystania starszych odnowień podkopapowych sosny. *Biuletyn IBL* 3: 72-84.
- Pigan I., Pigan M. 1999. Naturalne odnowienie dębu szypułkowego w drzewostanach sosnowych. *Sylwan* 9: 23-30.
- Sokołowski A., Paluch R. 2003. Ekspansja dębu w drzewostanach sosnowych. *Las Polski* 1: 22-23.
- Tarasiuk S., Zwieniecki M. 1990. Social-structure dynamics in uneven-aged Scots pine (*Pinus sylvestris*) regeneration under canopy at the Kaliszki Reserve, Kampinoski National Park (Poland). *Forest Ecology and Management* 35: 277-289.
- Ważyński B. 1978. Drzewostany różnowiekowe siedliska boru świeżego w krainie Mazursko-Podlaskiej. *Rocz. AR w Poznaniu* 101-111.
- Zajęczkowski J. 1996. Możliwość i celowość hodowli dwu- i wielogeneracyjnych drzewostanów sosnowych. *Sylwan* 11: 11-18.
- Zwieniecki M., Tarasiuk S. 1993. Five year vitality changes in an old-growth Scots pine (*Pinus sylvestris*) forest with a mixed and uneven-aged understorey. *Forest Ecology and Management* 58: 273-286.
- Żurkowski M., Żurkowska T. 2000. Sosna Mazurska. *Las Polski* 8: 11-12.
- Żybura H. 1997. Pierścicowe pole przekroju drzewostanów naturalnych w Białowieckim Parku Narodowym. *Sylwan* 12: 23-32.

## SUMMARY

### Structure of multi-generation Scots pine stands growing in the littoral zone of Beldany Lake (Pisz Forest)

The dominant role of Scots pine in Poland is mainly the effect of the type of habitat and silvicultural management of forests. Despite wide distribution of this species pine stands featuring highly diversified age, spatial, and canopy layer structure can rarely be met in Poland. Hence, the opinion that pine forms stands with diversified structure only in extreme habitat conditions has preserved in people's consciousness.

Along with the implementation of the concept of multifunctional forest management we currently face the ever-growing interest in multi-generation pine stands. Irrespective of what are the benefits that arise from multi-generation pine stand management, among others: protection of forest environment against degradation, conservation of native genotypes, benefits connected with establishing plantations, it is one of the most controversial issues in forestry. It stems from a scarcity of regular, long-term research projects and experiments which would allow for a comprehensive approach to this question.

Taking into consideration both the production-silvicultural and nature-environmental aspects it is recommended that the management of pine stands of a complex structure should be carried out in protection forests, boggy habitats, and Promotional Forest Complexes.

Particularly interesting are 200 year-old or older pine stands growing on the left bank of the Bełdany Lake in the Kończewo Forest Subdistrict of the Pisz Forest. Thanks to their diversified age, spatial and layer structure they can serve as model stands in shaping the forests growing on the steep slopes of trough lakes.

The studies concerning different tree parameters: height, diameter at breast height, age and health status conducted on permanent experimental plots allow to formulate the following statements:

- ✦ Pine on the littoral slopes of the Bełdany Lake was established by natural regeneration. On the sites under study pine forms multi-generation stands and regenerates continuously showing two culmination periods in the years 1770-1800 and 1930-1980. The most intensive regeneration of younger generation of pine occurs at the high age of maternal stands which is around 180 years.
- ✦ The pine population at the age of 200-230 years retains good quality and high vitality. Similarly, younger generation of pines that grow under the shelter of the canopy even for 100 years retains the attributes of normal growth after being exposed. Having ensured suitable light conditions in the early stage of their development pines at the age of 50 years move to the stand upper layer.
- ✦ The management without applying selection cutting system in the littoral pine stands of diversified age, spatial and canopy-layer structure is fully justified. Because of the diverse protective and social functions played by these forests they should be enriched with the native broadleaved species such as: oak, linden, hornbeam, maple and beech thus ensuring the continuity of the natural regeneration process of pine.