

Leszek Bartkowicz¹

Potencjalne konsekwencje hodowlane spontanicznego różnicowania struktury w drzewostanach „borowego” kompleksu Puszczy Niepołomickiej

Potential silvicultural consequences of spontaneous structure differentiating in the coniferous stands of the Niepołomice Primeval Forest

Abstract. Examples of stands characterized by variable DBH structure and representing continental mixed-coniferous community (*Quercus robur*-*Pinetum* (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988), pine moist community (*Molinio caeruleae*-*Pinetum* W. Mat. & J. Mat. 1973) and pine marsh community (*Vaccinio uliginosi*-*Pinetum* Kleist 1929) in the Niepołomice Primeval Forest were analyzed to assess change in stand species structure. Expansion of oaks (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* Liebl.) and birches (*Betula pendula* Roth. and *Betula pubescens* Ehrh.) was noted accompanied by the recession of previously dominated Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Different life-history strategies of these species enabling their sustainable co-existence in the stands of complex structure. It makes semi-natural silviculture management possible to apply to achieve diverse stands characterized by dynamic quantitative relations between tree species and DBH classes. Original concept of silvicultural goal and framework rules of forest management were also proposed.

Key words: *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Betula pendula*, *Betula pubescens*, succession, life-history strategy.

1. Wstęp

Pomimo dużego zróżnicowania warunków siedliskowych, zbiorowiska borów mieszanych i borów ze związku *Dicrano-Pinion* stanowią najistotniejszy składnik krajobrazu leśnego Puszczy Niepołomickiej (Bednarz 1981, Ćwikowa i Lesiński 1981). Stąd też poszukiwanie właściwych metod ich zagospodarowania jest zagadnieniem kluczowym dla optymalizacji różnorodnych funkcji lasu na rozpatrywanym obszarze.

Niestety, zagadnienie to nie należy do łatwych z uwagi na historycznie uwarunkowane głębokie przekształcenia antropogeniczne, jakie nastąpiły w wyniku zakładania monokultur sosnowych na rozległych zrębach zupełnych, niezbyt właściwie prowadzone melioracje odwadniające oraz oddziaływanie emisji przemysłowych. Skład gatunkowy tujejszych drzewostanów jest często niezgodny z siedliskiem, ich żywotność i stabilność obniżone, a jakość niesatysfakcjonująca (Irzabek 1958, Dziewolski 1976, Grabowski 1981, Lesiński 1981, Mączyński 1981, Wimmer i in. 2006).

W dodatku, powszechnie występujące zakłócenia stosunków wodnych i procesów glebotwórczych oraz zniekształcenie charakteru runa poważnie utrudniają naturalne odnowienie lasu (Alexandrowicz i Łaszczczyński 1979, Ćwikowa i Lesiński 1981, Gruszczyk 1981b, Łajczak 1997).

Wobec takich uwarunkowań gospodarki leśnej, metody prowadzenia drzewostanów oparto na bezwzględnej dominacji odnowień sztucznych, pozbawionych osłony górnej, co realizowane jest głównie w ramach rębni zupełnej pasowej i gniazdowej zupełnej. Postępowanie nawiązujące do cięć częściowych ograniczono jedynie do odślaniania podrostów bukowych, pochodzących z podsadzeń i podsiewów (Wimmer i in. 2006).

Należy zaznaczyć, że rozwiązania tego rodzaju, zmierzając do ukształtowania drzewostanów o stosunkowo prostej strukturze, nie sprzyjają realizacji pozaprodukcyjnych funkcji lasu (Chodzicki 1976). Okoliczność ta tworzy pewien dysonans w stosunku

¹ Akademia Rolnicza w Krakowie, Wydział Leśny, Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu, al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków, ☒ Fax 012 633 6245; , e-mail: rlpach@cyf-kr.edu.pl

do oczekiwań społecznych, związanych z położeniem Puszczy w sąsiedztwie aglomeracji krakowskiej oraz w wylesionej dolinie Wisły, gdzie rekreacyjna i retencyjna rola lasów jest bardzo istotna (Fabijanowski i in. 1987).

Szczególne znaczenie dla realizacji powyższych postulatów mogłoby mieć odpowiednie zagospodarowanie dość licznych na analizowanym terenie starodrzewów, które często wyróżniają się na tle pozostałych drzewostanów spontanicznie ukształtowanym zróżnicowaniem strukturalnym (Fabijanowski i in. 1987). Dotychczas jednak nie opracowano metod hodowlanych wykorzystujących naturalne procesy sukcesyjne, które umożliwiłyby zachowanie ich złożonej budowy.

W niniejszej pracy podjęto próbę sformułowania zasad alternatywnego, proekologicznego sposobu zagospodarowania drzewostanów „borowego” kompleksu Puszczy Niepołomickiej na podstawie przykładowych obiektów charakteryzujących się zróżnicowaną strukturą pierścni oraz informacji dotyczących różnorodności strategii życiowych gatunków drzew w rozpatrywanych warunkach.

2. Ogólna charakterystyka borów i borów mieszanych Puszczy Niepołomickiej

Zbiorowiska borów i borów mieszanych w Puszczy Niepołomickiej związane są głównie z obszarem bałtyckiego stożka napływowego Raby (Bednarz 1981). Budują go utwory piaszczyste i żwirowe, wśród których spotyka się jednak „wkładki” glin, iłów i pyłów (Chodzicki 1947, Alexandrowicz i Łaszczczyński 1979, Gruszczyk 1981a, Suliński 1981, Łajczak 1997). Cechą charakterystyczną tych utworów jest mała pojemność retencyjna i niska podsiąklliwość kapilarna (Suliński 1981, Łajczak 1997). Zróżnicowane są natomiast ich zdolności infiltracyjne, duże w miejscach wyżej położonych, słabe zaś w zagłębieniach terenu, gdzie stosunkowo płytko zalegają ropy mioceńskie (Łajczak 1997). Obszar Puszczy cechuje duża ewapotranspiracja potencjalna i krótkotrwała retencja śnieżna (Suliński 1981, Łajczak 1997). Powyższe czynniki sprawiają, że rozpatrywane siedliska odznaczają się ogromną zmiennością stosunków wodno-powietrznych nie tylko w przestrzeni, ale i w czasie (Gruszczyk 1981 a, b, Suliński 1981, Adamczyk i Fajto 1987, Łajczak 1997).

W najbardziej wyniesionych partiach stożka, gdzie zwierciadło wód gruntowych nie wywiera wpływu na profile glebowe i rozwój roślinności, zachodzą procesy bielicowania. Poza wzniesieniami wyraźnie zaznaczają się jednak procesy glejowe, a w wielu miejscach zachodził także proces bagienny. Pokłady torfów w większości przypadków podlegają obecnie procesowi murzenia (Gruszczyk 1981a).

Rozważane w niniejszej pracy zbiorowiska leśne można zaklasyfikować do czterech jednostek fitosocjologicznych (Bednarz 1981, Matuszkiewicz 2001). Według Bednarza (1981) wydmy i grzędy pochodzenia fluwioglacjalnego zajmuje podzespół typowy (*typicum*) kontynentalnego boru mieszanego (*Quercus roboris-Pinetum* (W. Mat. 1981) J. Mat. 1988). Dominującym przestrzennie składnikiem roślinności jest jego wilgotny podzespół (*molinetosum*), związany z położeniami płaskimi o podłożu pozostającym pod wyraźnym wpływem zmiennego poziomu wód gruntowych, zachowującym jednak zasadniczo mineralny charakter. W nieco obniżonych partiach na glebach mineralno-organicznych występuje sosnowy bór wilgotny (*Molinio caeruleae-Pinetum* W. Mat. & J. Mat. 1973). Natomiast niecki deflacyjne, wypełnione pokładami torfu, są typowym siedliskiem sosnowego boru bagiennego (*Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929). Podstawowymi gatunkami lasotwórczymi w rozpatrywanych zbiorowiskach są: sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.), dąb bezszypułkowy (*Quercus petraea* Liebl.), brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth.) i brzoza omszona (*Betula pubescens* Ehrh.), jednakże, znaczenie dębów w borze wilgotnym, a zwłaszcza bagiennym, jest niewielkie. Opisywane fitocenozy charakteryzuje dość bujnie rozwinięta warstwa krzewów, a także (poza siedliskami suchszymi) runa.

Siedliska „borowej” części Puszczy Niepołomickiej wykazują wyraźne symptomy eutrofizacji (Mitka 1993b) oraz (poza wydmiami i grzędami) osuszenia (Łajczak 1997). Ich skutkiem są daleko idące przekształcenia fitocenozy. Przejawiają się one w ustępowaniu gatunków borowych na korzyść gatunków lasów liściastych, któremu towarzyszy ogólna recesja higrofitów, wzrost biomasy traw, a także ekspansja jeżyn (*Rubus* sp.) i krużyny (*Frangula alnus* Mill.) (Alexandrowicz i Łaszczczyński 1979, Ćwikowa i Lesiński 1981, Mitka 1987, Mitka i in. 1987, Michalik S. i Michalik R. 1997, Orzeł i in. 2005).

W sukcesji podokapowej uczestniczą również gatunki drzewiaste. Pospolitym składnikiem podrostów są dęby rodzime i brzozy, a do lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku była nim również sosna (Alexandrowicz i Łaszczczyński 1979, Bednarz 1981, Gruszczyk 1981b, Michalik i Michalik 1997). Procesy te skutkują spontanicznym wykształceniem dolnego piętra w drzewostanach sosnowych. Co ciekawe, jego biomasa znacznie przewyższa wartości określone dla siedlisk żyzniejszych (Orzeł i in. 2006).

Należy zaznaczyć, że w aktualnym ujęciu typologicznym Puszczy Niepołomickiej (Gruszczyk 1981b) nie wyróżnia się siedlisk borowych, a wszystkie postacie lasu stanowiące przedmiot niniejszych rozważań zaklasyfikowano do borów mieszanych (świeżego, wilgotnego i bagiennego).

3. Materiał badawczy i metody

Materiał empiryczny zgromadzono latem 2006 r. z czterech powierzchni badawczych zlokalizowanych w drzewostanach, które podczas wstępnej obserwacji wykazywały duże zróżnicowanie grubości drzew. Wytypowane fragmenty odzwierciedlały gradient warunków siedliskowych, wyrażający się rosnącym uwilgotnieniem. Powierzchnię nr 1 zlokalizowano na wale wydmowym w wydzieleniu 267g leśnictwa Stanisławice. Reprezentuje ona podzespół typowy kontynentalnego boru mieszanego. Powierzchnia nr 2, założona na płaskim terenie w wydzieleniu 219a leśnictwa Kłaj, charakteryzuje jego podzespół wilgotny. Powierzchnia nr 3, usytuowana w wydzieleniu 156f leśnictwa Gawłówek, reprezentuje sosnowy bór wilgotny, natomiast powierzchnia nr 4, leżąca w rozległym, pierwotnie bezodpływowym obniżeniu na obszarze wydzielenia 179c leśnictwa Baczków – sosnowy bór bagienny.

Powierzchnie miały kształt kwadratu o boku 80 metrów. Wyjątek, z uwagi na specyficzną sytuację terenową, stanowiła prostokątna powierzchnia nr 4 o wymiarach 40×160 m. Pierśnicę każdego z drzew określano jako średnią arytmetyczną dwóch pomiarów (wartości minimalnej i maksymalnej), dokonywanych w odstępowaniu co 1 cm. Próg pierśnicowania przyjęto na poziomie 7 centymetrów.

Na podstawie uzyskanych danych określono zagęszczenie i pierśnicowe pole przekroju drzewostanów, a następnie ich skład gatunkowy w oparciu o liczbę drzew i pole przekroju. Z uwagi na bardzo częste występowanie osobników o cechach pośrednich (prawdopodobnie mieszańcowych) zdecydowano się na połączenie w jedną populację obu dębów rodzimych, a także obu gatunków brzoź. Następnie dla poszczególnych populacji sporządzono rozkłady frekwencji drzew w klasach grubości o rosnącej szerokości.

4. Wyniki

Więszym zagęszczeniem cechują się drzewostany występujące w skrajnych warunkach wilgotnościowych, w podzespole typowym boru mieszanego (pow. 1) i w borze bagiennym (pow. 4). Natomiast pierśnicowe pole przekroju drzewostanu maleje ze wzrostem uwilgotnienia siedliska (tab. 1).

We wszystkich drzewostanach sosna przeważa nad innymi gatunkami pod względem pola przekroju. Udział dębu w ogólnej liczbie drzew wyraźnie zmniejsza się ze wzrostem uwilgotnienia siedliska, przy przeciwstawnej tendencji obserwowanej w przypadku brzozy. Dąb dominuje w podzespole typowym boru mieszanego (pow. 1), brzoza zaś w borze bagiennym (pow. 4) (tab. 1).

Tabela 1. Zagęszczenie (N), pierśnicowe pole przekroju (G) i skład gatunkowy badanych drzewostanów (S)

Table 1. Density (N), basal area (G) and species composition of investigated stands (S)

Nr pow. Plot no.	N	G	S _N	S _G
	szt/ha pcs/ha	m ² /ha	%	%
1	639	35,66	Db 62, So 32, Brz 3, Jw 2, Jd 1	So 59, Db 38, Brz 3
2	397	29,83	So 41, Db 39, Brz 20	So 75, Db 17, Brz 8
3	442	29,24	Brz 34, So 34, Db 32	So 48, Db 28, Brz 24
4	728	25,62	Brz 64, So 36	So 82, Brz 18

S_N – określony na podstawie liczby drzew
determined on the number of trees

S_G – określony na podstawie pola przekroju
determined on the basal area of species

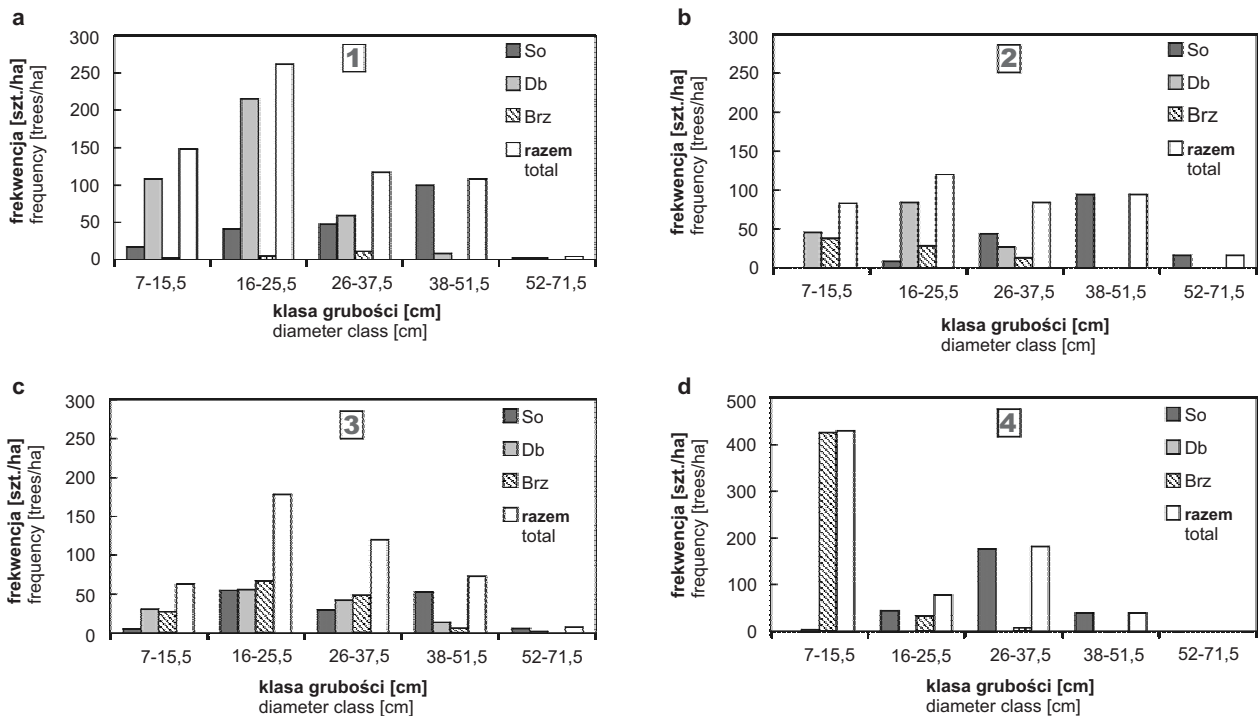
Brz – birch, Db – oak, Jw – sycamore, Jd – silver fir, So – pine

W badanych drzewostanach dobrze reprezentowane są zasadniczo wszystkie klasy grubości (ryc. 1), jednakże rozkłady tej cechy różnią się od J-kształtnego. W podzespole wilgotnym boru mieszanego (pow. 2) i w borze bagiennym (pow. 4) mają one charakter dwumodalny (ryc. 1b i d), a w podzespole typowym boru mieszanego i w borze wilgotnym – jednomodalny, z modą występującą poza 1 klasą grubości (ryc. 1a i c).

W podzespole typowym boru mieszanego (pow. 1) sosna występuje we wszystkich klasach grubości i wyraźnie dominuje w klasach wyższych. Jej frekwencja wśród drzew cienkich jest jednak relatywnie niska, co świadczy o silnym zahamowaniu dorostu (ryc. 1a). Dąb również występuje we wszystkich klasach grubości, choć w klasach wyższych nielicznie. Dominacja wśród drzew cienkich wskazuje na jego wyraźną ekspansję, ale położenie wartości modalnej w 2 klasie grubości świadczy o hamowaniu tej tendencji (ryc. 1a). Brzoza w tym drzewostanie występuje nielicznie (ryc. 1a).

W podzespole wilgotnym boru mieszanego (pow. 2) sosna zdecydowanie dominuje w wyższych klasach grubości. Jednak jej udział wśród drzew cienkich jest szczątkowy, co wskazuje na recesję populacji (ryc. 1b). Dąb przeważa w niższych klasach grubości i występuje wśród drzew o średnich rozmiarach, co wskazuje na jego ekspansję. Tendencja ta ulega jednak hamowaniu, o czym świadczy położenie wartości modalnej rozkładu (ryc. 1b). Brzoza w tym drzewostanie cechuje się znaczącym udziałem wśród drzew cienkich, osiągając średnie klasy grubości. Występowanie wartości modalnej w 1 klasie wskazuje na ekspansywny charakter populacji (ryc. 1b).

W borze wilgotnym (pow. 3) sosna obecna jest w całym zakresie pierśnic i przeważa wśród drzew gru-



Rycina 1. Struktura pierśnic drzew na powierzchniach badawczych 1–4

Figure 1. DBH structure on the plots 1–4 (So – pine, Db – oak, Brz – birch)

bych. Wyraźnie dwumodalny rozkład wskazuje na specyficzny, „falowy” charakter populacji. Bardzo niska frekwencja w 1 klasie grubości świadczy o silnym zahamowaniu dorostu (ryc. 1c). D b i brzoza również występują w całym zakresie pierśnic, lecz ustępują sośnie w wyższych klasach grubości. Relacja ta kształtuje się odmiennie wśród drzew najcieńszych, co świadczy o większej dynamice ich populacji. Jednakże, połozenie wartości modalnych informuje o pewnych zahamowaniach procesu dorastania (ryc. 1c).

W borze bagiennym (pow. 4) sosna dominuje w wyższych klasach grubości. Brak jej natomiast pośród drzew cienkich, co świadczy o recesywnym charakterze populacji. Zupełnie odmienna jest sytuacja brzozy, której liczebno c jest w 1 klasie grubości wyjątkowo duża, co wskazuje na wybitną ekspansj . D b w tych warunkach występuje nielicznie (ryc. 1d).

5. Dyskusja

Alternatywny, proekologiczny sposób zagospodarowania lasu winien, w możliwie najszerszym zakresie, opiera  się na naturalnych tendencjach dynamicznych, obserwowanych w drzewostanach. Jednak aktualnie przebiegające procesy sukcesyjne, wyrażające się w ekspansji gatunków liściastych, przy równoczesnej recesji

populacji sosny, zdaj  się prowadzi  do radykalnych zmian w składzie gatunkowym większości badanych zbiorowisk.

W świetle tych uwarunkowań, formuowanie celów hodowlanych nie jest zadaniem łatwym i wymaga rozstrzygnięcia kilku kwestii o polemicznym charakterze. Czy w ramach alternatywnego sposobu zagospodarowania należy hodowa  drzewostany brzozaowo-dębowe? A może dla egzystencji sosny konieczne jest występowanie wielkopowierzchniowych zaburzeń? Czy w takim razie, proekologiczna gospodarka leśna, zamiast zajmowa  si  kształtowaniem drzewostanów o zróznicowanej strukturze, nie powinna naśladowa  naturalnych katastrof za pomocą ci c zupełnych?

Hodowla drzewostanów bez znaczącego udziału sosny w rozpatrywanych warunkach siedliskowych jest trudna do zaakceptowania, chociażby z uwagi na produkcyjne funkcje lasu. Jednocześnie jednak, nie można dyskwalifikowa  idei trwałego r znicowania jego struktury, nie znając odpowiedzi na fundamentalne pytanie: Czy d b i brzoza rzeczywiście wypierają sosn ? Zwłaszcza, że w jednym z prezentowanych obiektów sosna występuje do c licznie również w niższych klasach grubości.

W celu wyjaśnienia tego zagadnienia należy przeanalizowa  zarówno czynniki sprzyjające, jak i ograniczające występowanie badanych gatunków w interesujących nas ekosystemach. Ponieważ ekspansj  pod-

okapową obok relatywnie cienioznośnego dębu przejawia również światłoządna brzoza, już na wstępie możemy założyć, że zdolność znoszenia ocienienia i warunki świetlne na dnie lasu nie odgrywają w tym względzie pierwszoplanowej roli. Jakże zatem elementy decydują o skuteczności strategii życiowych drzew w aktualnych uwarunkowaniach ekologicznych?

Dęby rodzime wytwarzają bardzo duże, bogate w substancje zapasowe nasiona, które stanowią atrakcyjne źródło pokarmu dla wielu zwierząt leśnych, w tym sójki (*Garrulus glandarius* L.). Ukształtowany tą drogą zochoryczny mechanizm rozprzestrzeniania praktycznie uniezależnia procesy odnowieniowe od występowania drzew matecznych, zapewniając jednocześnie optymalne warunki kiełkowania żołądki w tak zwanych „schowkach” (Bosemma 1968 za Danielewicz i Pawlaczyk 2006). Ponadto, obfitość substancji zapasowych zwiększa konkurencyjność siewek względem roślinności runa leśnego (Andrzejczyk i Brzezicki 1995), co może mieć znaczenie kluczowe dla całej strategii.

Głównym czynnikiem ograniczającym występowanie dębu w analizowanych zbiorowiskach są prawdopodobnie niekorzystne warunki mikrosiedliskowe, związane z niedostatecznym natlenieniem gleby (Adamczyk i Fajto 1987). Znajduje to spektakularne odzwierciedlenie w zmniejszeniu lasotwórczej roli tego gatunku ze wzrostem wilgotności siedliska. Wyczerpywaniem się korzystnych mikrosiedlisk można również tłumaczyć zaobserwowane hamowanie jego ekspansji, chociaż oddziaływania w ramach tak zwanego „efektu okapu” (Danielewicz i Pawlaczyk 2006) mogą mieć większe znaczenie w tym względzie.

Brzozy są często obradziejnymi, lekkonasiennymi gatunkami o anemochorycznym mechanizmie rozprzestrzeniania, co zapewnia stałą i obfitą podaż nasion w niemal każdym płacie lasu. Ponadto, siewki brzozowe odznaczają się wyjątkowo dużą wydajnością fotosyntezy, zapewniającą szybki wzrost (Zarzycki 1979). Prawdopodobnie cechy te umożliwiają im wykorzystywanie nawet niewielkich zaburzeń struktury dna lasu (szkody zrywkowe, buchtowanie) w celu unikania konkurencji roślin zielnych.

Występowanie brzozy w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze może być jednak ograniczane na skutek relatywnej wrażliwości względem oddziaływań piętra górnego oraz krótkowieczności tego drzewa (Paluch i Bartkowicz 2004).

Sosna zwyczajna odznacza się wśród badanych gatunków najskromniejszymi wymaganiami troficznymi oraz wyjątkową tolerancyjnością w stosunku do skrajnych warunków wilgotnościowych (Przybylski 1993). Jednocześnie, w rozpatrywanych zbiorowiskach wykazała się najmniejszą wrażliwością na stres wywołany wpływem górnego piętra drzewostanu (Paluch i Bart-

kowicz 2004). Dzięki tym właściwościom powinna być ona co najmniej równorzędnym konkurentem dla dębu i brzozy. Dlaczego więc, obserwujemy recesję populacji sosny?

Siewki tego gatunku dysponują niewielką ilością substancji zapasowych (Tylkowski 1993) oraz umiarkowaną wydajnością fotosyntezy (Zarzycki 1979). Wzrastając relatywnie wolno, mają niewielkie szanse na przezwyciężenie konkurencyjnej presji roślinności dna lasu. W warunkach narastającej eutrofizacji siedlisk kwestia ta nabiera zasadniczego znaczenia.

W tak niekorzystnych warunkach obfite odnowienie sosny może następować tylko w specyficznych sytuacjach, związanych ze zmniejszeniem pokrycia lub modyfikacją charakteru runa. Prawdopodobnie sposobności ku temu dostarczają różnorakie zaburzenia, takie jak intensywne buchtowanie, wiatrowały czy pożary powierzchniowe.

Jednak, przynajmniej w odniesieniu do siedlisk pozostających pod wpływem wód gruntowych, ważniejszą rolę zdaje się odgrywać inny, bardziej subtelny mechanizm. Jego istotą jest tworzenie nisz regeneracyjnych na mikrowywyższeniach powstających w sąsiedztwie pni starych sosen, gdzie ekspansywność roślin zielnych ulega ograniczeniu na skutek konkurencji korzeniowej i akumulacji opadu organicznego (Paluch i Bartkowicz 2004).

Niestety, powyższy mechanizm zachowuje swą efektywność tylko w sprzyjających okresach, co determinuje „falowy” charakter procesów odnowieniowych (Paluch i Bartkowicz 2004). Istnieją przesłanki (Łajczak 1997), aby okresy te identyfikować z występowaniem podwyższonego poziomu wód gruntowych. Relatywne zabagnienie terenu przyczynia się bowiem do zahamowania eutrofizacji siedlisk (Mitka 1987, Mitka 1993a) i zapobiega przesuszaniu mikrowywyższeń terenowych (Łajczak 1997).

Z przedstawionego rozumowania wynika, że relacje dynamiczne pomiędzy gatunkami drzew tworzących badane zbiorowiska znajdują się pod kontrolą oddziaływań konkurencyjnych ze strony roślinności dna lasu, a ich wymagania świetlne mają w tym względzie znaczenie drugorzędne. Jednocześnie, charakter tych oddziaływań jest determinowany przez powiązane ze sobą zmiany trofizmu i wilgotności siedlisk. Każdy z komponentów drzewostanu posługuje się w tych warunkach specyficzną strategią życiową, której skuteczność zmienia się w czasie i przestrzeni. Okoliczność ta umożliwia co prawda mało stabilną, ale trwałą ich koegzystencję bez udziału wielkopowierzchniowych zaburzeń warstwy drzew. Należy podkreślić, że dla perspektyw rozwojowych alternatywnego, proekologicznego sposobu zagospodarowania lasu kwestia ta przedstawia zasadnicze znaczenie.

6. Implikacje praktyczne

Dzięki stosunkowo licznie występującym starodrzewom oraz dynamicznie przebiegającym procesom sukcesyjnym, w tak zwanej „borowej” części Puszczy Niepołomickiej spotykane są drzewostany o bardzo złożonej postaci dostarczającej perspektyw rozwojowych dla hodowli lasu zbliżonej do natury. Zagadnienie to zyskuje na aktualności w obliczu rosnącej roli rekreacyjnej i retencyjnej tego kompleksu leśnego.

Skład drzewostanu w obiektach zagospodarowanych wedle nowych zasad winien opierać się na naturalnej konstelacji gatunkowej, złożonej z dębów rodzimych (*Q. robur*, *Q. petraea*), brzoź (*B. pendula*, *B. pubescens*) i sosny zwyczajnej (*P. sylvestris*). Ze wzrostem uwilgotnienia siedlisk, sukcesywnie maleć winno znaczenie dębów, a w warunkach typowo bagiennych (obecnie niespotykanych) również brzoź. Ponadto, jako pożądaną domieszka należy traktować osikę (*Populus tremula* L.), iwę (*Salix caprea* L.) i jarzębinę (*Sorbus aucuparia* L.).

Struktura tych drzewostanów powinna cechować się trwałym zróżnicowaniem (znacząca frekwencja drzew we wszystkich klasach grubości), podczas gdy ich tekstura stanowić będzie dynamiczną mozaikę przestrzenną płatów o różnej budowie pionowej, zagęszczeniu i składzie gatunkowym.

Cel hodowlany w tego rodzaju obiektach nie może być utożsamiany z indywidualnie określonym, docelowym stanem drzewostanu, lecz powinien uwzględniać ramowo ujęty obszar rozwiązań zawierający kontinuum stanów możliwych do zaakceptowania, różniących się udziałem poszczególnych gatunków i (lub) frekwencją drzew w poszczególnych klasach grubości. Konkretny drzewostan może z upływem czasu osiągać wiele takich stanów, co uzależnione będzie od naturalnych tendencji dynamicznych, korygowanych przez zabiegi hodowlane. Należy przy tym wyraźnie zaznaczyć, że przykładowe drzewostany prezentowane w niniejszym opracowaniu mieszczą się w tak rozumianym obszarze stanów możliwych do zaakceptowania.

Zabiegi hodowlane powinny polegać na pielęgnacji zapasu (rozumianej jako dążenie do wykorzystania indywidualnego potencjału witalnego drzew), selekcji pozytywnej oraz, w przypadku płatów o wielopiętrowej budowie, kształtowaniu struktury. W związku z małą skutecznością strategii odnowieniowej sosny w warunkach narastających przekształceń antropogenicznych konieczne będą również zabiegi odnowieniowe. Z uwagi na nierzadko pojawiające się siewki tego gatunku (Pałuch i Bartkowicz, dane nie publikowane), można podejmować próby lokalnego ograniczania presji konkurencyjnej roślinności dna lasu, poprzez usuwanie podszytów i (lub) przygotowanie gleby. W trudniejszych przypad-

kach niezbędne jednak będą małopowierzchniowe posadzenia. W tym celu należy wykorzystywać naturalnie powstałe luki, fragmenty silnie przerzedzone lub cechujące się wyjątkowo złą jakością. Z uwagi na konieczność utrzymywania złożonej postaci drzewostanu, wielkość tych powierzchni, w przypadku całkowitego braku osłony górnej, nie powinna przekraczać kilku arów. W ślad za sztucznym odnowieniem należy prowadzić cięcia odsłaniające. W przeciwieństwie do zaleceń dotyczących borów świeżych (Andrzejczyk 2006), działania te winny zmierzać do ukształtowania nie tyle wielogeneracyjnych, co wzorowanych na naturalnych tendencjach dwugeneracyjnych populacji sosny.

Równoległe z powyższymi zabiegami należałoby podjąć szersze zakrojone działania w ekosystemach leśnych, jak częściowa renaturyzacja stosunków wodnych, czy ewentualna redukcja pogłowia zwierzyny płowej, przy jednoczesnym wystrzeganiu się inicjatyw sprzyjających dalszej eutrofizacji siedlisk, jak na przykład nawożenie drzewostanów.

Literatura

- Adamczyk B., Fajto A. 1987: Root systems of the common pine (*Pinus sylvestris* L.) and the pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in varied conditions of moisture content and oxygen access in soils of the Niepołomice Forest. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., 26: 3-24.
- Alexandrowicz B. W., Łaszczyński A. 1979: Wstępne rozpoznanie siedliskowych typów lasu i charakteru środowiska leśnego Puszczy Niepołomickiej. Acta Agr. Silv., Ser. Silv., 18: 3-18.
- Andrzejczyk T. 2006: Rębnia przerębowa w drzewostanach sosnowych. Sylwan, 150/8: 52-60.
- Andrzejczyk T., Brzeziecki B. 1995: The structure and dynamics of old-growth *Pinus sylvestris* L. stands in the Wigry National Park, north-eastern Poland. Vegetatio, 117: 91-94.
- Bednarz Z. 1981: Bory Puszczy Niepołomickiej. Studia Ośr. Dok. Fizjogr. 9: 89-115.
- Chodzicki E. 1947: Krainy, dzielnice i obwody leśno-fizjograficzne południowo-zachodniej Polski. Sylwan 91, 1-4: 62-67.
- Chodzicki E. 1976: Zagadnienie współdziałania hodowli lasu z postulatami kształtowania środowiska przyrodniczego w Polsce. Fol. For. Pol., A, 22: 15-27.
- Ćwikowa A., Lesiński J. A. 1981: Florystyczne zróżnicowanie zbiorowisk aktualnej roślinności leśnej Puszczy Niepołomickiej. Studia Ośr. Dok. Fizjogr., 9: 159-196.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 2006: Rola dębów w strukturze i funkcjonowaniu fitocenozy. [W:] Dęby (*Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). Nasze drzewa leśne 11 (W. Bugała red.). Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań-Kórnik.
- Dziewolski J. 1976: Zarys historii gospodarki leśnej w Puszczy Niepołomickiej. Studia Nat. A, 13: 101-105.

- Fabijanowski J., Bednarz Z., Ćwikowa A., Wałęcki M. 1987: Qualitative appraisal of the Niepołomice Forest and possibilities of its multiple utilization. *Acta Agr. Silv., Ser. Silv.*, 26: 183-208.
- Grabowski A. 1981: Zmiany morfologiczne koron sosny w Puszczy Niepołomickiej. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 9: 357-367.
- Gruszczyk A. 1981a: Gleby Puszczy Niepołomickiej. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.* 9: 71-88.
- Gruszczyk A. 1981b: Siedliskowe typy lasu Puszczy Niepołomickiej. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 9: 205-218.
- Irzabek T. 1958: Z gospodarką w Puszczy Niepołomickiej nie jest źle. *Las Pol.*, 32, 5: 7-9.
- Lesiński J. A. 1981: Straty produkcyjne lasów Puszczy Niepołomickiej. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 9: 377-383.
- Łajczak A. 1997: Geomorfologiczna i hydrograficzna charakterystyka rezerwatu przyrody „Długosz królewski” w Puszczy Niepołomickiej. *Ochr. Przyr.*, 54: 81-90.
- Matuszkiewicz J. M. 2001: Zespoły leśne Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 64-103.
- Mączyński M. 1981: Drzewostany Puszczy Niepołomickiej. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 9: 197-204.
- Michalik S., Michalik R. 1997: Przyczyny zanikania i aktywna ochrona *Osmunda regalis* L. w rezerwacie „Długosz królewski”. *Ochr. Przyr.*, 54: 91-101.
- Mitka J. 1987: The effect of mineral fertilization on quantitative ratios in the herb layer vegetation of the mixed oak-pine forest (*Pino-Quercetum*) in the Niepołomice Forest area. *Acta Agr. Silv., Ser. Silv.*, 26: 75-85.
- Mitka J. 1993a: Eutrofizacja siedliska leśnego Puszczy Niepołomickiej. Zmiany poziomu organicznego i mineralno-próchniczego. *Sylwan* 137, 4: 59-71.
- Mitka J. 1993b: Eutrofizacja siedliska leśnego Puszczy Niepołomickiej. Zmiany składu chemicznego roślin runa. *Sylwan*, 137/5: 47-56.
- Mitka J., Szczepanek K., Zemanek B. 1987: Changes in the herb layer biomass of the mixed oak-pine forest (*Pino-Quercetum*) in the Niepołomice Forest area effected by mineral fertilization with NPK and dolomite. *Acta Agr. Silv., Ser. Silv.*, 26: 61-74.
- Orzeł S., Forgiel M., Ochał W., Socha J. 2006: Nadziemna biomasa i roczna produkcja drzewostanów sosnowych Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan*, 150/9: 16-32.
- Orzeł S., Socha J., Forgiel M., Ochał W. 2005: Struktura biomasy podszytu występującego w drzewostanach Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan* 149/4: 40-47.
- Paluch J. G., Bartkiewicz L. E. 2004: Spatial interactions between Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), common oak (*Quercus robur* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) as investigated in stratified stands in mesotrophic site conditions. *For. Ecol. Manag.*, 192: 229-240.
- Przybylski T. 1993: Autekologia i synekologia. [W:] *Biologia sosny zwyczajnej* (S. Białobok, A. Boratyński, W. Bugała red.). Sorus, Poznań-Kórnik.
- Suliński J. 1981: Zarys klimatu, rzeźby terenu i stosunki wodne w Puszczy Niepołomickiej. *Studia Ośr. Dok. Fizjogr.*, 9: 25-69.
- Tylkowski T. 1993: Rozmnażanie generatywne. [W:] *Biologia sosny zwyczajnej* (S. Białobok, A. Boratyński, W. Bugała red.). Sorus, Poznań-Kórnik.
- Wimmer W., Buczak J., Stec S., Młynarczyk B. 2006: Monografia Nadleśnictwa Niepołomice. Nadleśnictwo Niepołomice, Niepołomice.
- Zarzycki 1979: Zarys ekologii. [W:] *Brzozy* (*Betula* L.). Nasze drzewa leśne 7 (S. Białobok red.). PWN, Warszawa-Poznań.