

# WIELOGENERACYJNE DRZEWOSTANY SOSNOWE JAKO FORMA OCHRONY SIEDLISK LEŚNYCH

Władysław Barzdajn, Jacek Zientarski

## Abstrakt

Racjonalna gospodarka leśna może przyczynić się do ochrony leśnych siedlisk przyrodniczych. Próbą potwierdzenia tej tezy są m. in. dwa eksperymenty prowadzone przez Katedrę Hodowli Lasu Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu. W pierwszym eksperymencie w 90. letnim drzewostanie sosnowym ze spontanicznym odnowieniem naturalnym w fazie podrostu, wyznaczono 5 powierzchni próbnych o wielkości 0,5 ha. Na poszczególnych powierzchniach zredukowano zapas drzewostanu matecznego odpowiednio o 100%, 75%, 50%, 25% i 0% (powierzchnia kontrolna). Po pięciu latach przeanalizowano przyrost drzewostanów matecznych i podrostów stwierdzając, że redukcja zapasu o 25% powoduje zadawalający wzrost podrostów i nie zmniejsza, z uwagi na przyrost z prześwietlenia, sumarycznej produkcji. Jest to przykład tworzenia wielogeneracyjnych drzewostanów sosnowych, chroniących leśne przyrodnicze siedliska, bez uszczuplenia funkcji produkcyjnych.

W drugim eksperymencie dwupiętrowy drzewostan sosnowy, przewidziany do usunięcia zrębem zupełnym, podzielono na 2 części. Jedną część zgodnie z planem urządzeniowym usunięto całkowicie, w drugiej części usunięto drzewostan główny pozostawiając drugie piętro do dalszej hodowli. Po 15 latach w drzewostanie pozostawionym przyrost bieżący miąższości wyniósł 131 m<sup>3</sup>/ha, a uprawa założona na części usuniętej zrębem zupełnym nie wykazała przyrostu. Eksperyment ten pokazuje, że hodowla dwugeneracyjnych lub wielogeneracyjnych drzewostanów sosnowych na siedliskach borowych jest możliwa, i że użytkowanie nie musi przerywać ciągłości trwania lasu oraz jego środowiskotwórczych funkcji. Przyczynia się też do zwiększenia efektów produkcyjnych, dzięki skróceniu i nakładaniu się cykli produkcyjnych.

## MULTIGENERATION PINE TREE-STANDS AS A FORM OF PROTECTION OF FOREST HABITATS

### Abstract

Reasonable forest management can contribute to protection of forest habitat. The attempt to confirm this thesis is two experiments run by Forest Culture Department of

August Cieszkowski Agriculture Academy Rolniczej in Poznan. In first experiment held on 90 year old pine tree-stand with spontaneous natural renewal in growing phase, there were marked 5 trial areas measuring 0.5 ha. On these areas there was reduced stock of backwoods trees-stand by respectively 100%, 75%, 50%, 25% and 0% (control area). After five years the increase of backwoods tree stands and brushwood was analyzed and the conclusion was that the reduction of stock by 25% results in satisfactory growth of brushwood and does not decrease total production. It is the example of growing the multigenerational pine tree-stands protecting forest habitats without reducing the productivity functions.

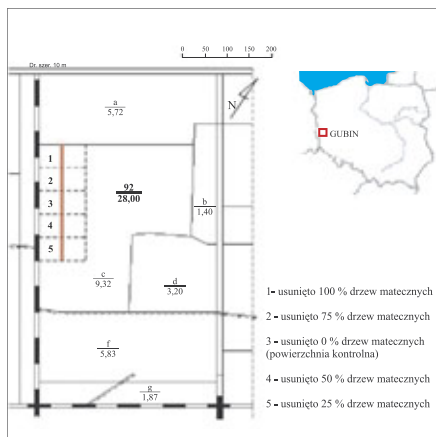
In the second experiment the two floor pine tree-stand, planned to be completely removed, was divided into two parts. One part according to the plan was removed completely, in the second part only major tree-stand was removed while second floor was left for further growth. After 15 years in the left tree-stand current thickness increase was 131 m<sup>3</sup>/ha, while area with completely removed tree-stand did not show any increase. This experiment shows that the growth of two-generation or multigenerational pine tree-stands in forest habitats is possible and its usage does not have to break the continuity of the forest and its habitat creating functions. It also contributes to production effects thanks to shorter and overlapping production cycles.

## Wstęp

Wykorzystanie w procesie wymiany pokoleń lasu istniejących dolnych pięter umożliwi osiągnięcie następujących korzyści:

1. Środowiskowych i biocenotycznych, wynikających z nieprzerwanego istnienia lasu;
2. Zachowanie zasobów genowych i kontynuacja procesów genetycznych w populacjach;
3. Przyrostowych, wynikających z nachodzenia na siebie kolejnych cykli produkcyjnych;
4. Oszczędność na kosztach założenia i pielęgnowania upraw.

Hodowca lasu może zdać się na siły natury i wykorzystywać spontanicznie powstające odnowienia. Ta bierna postawa nie zawsze prowadzi do sukcesów. Odnowienie powstające w określonym miejscu przedwcześnie, zwykle nie może być wykorzystane. Kierowanie przebiegiem procesu odnowienia zapewnia kontrolę nad jego jakością i nad produkcją drzewostanu. Wymaga to bardzo wysokich kwalifikacji personelu leśnego i jego intensywnej pracy. Rutyna leśna nie przewiduje stosowania złożonych rębni w drzewostanach sosnowych, na siedliskach borowych, w celu samosiewnego odnowienia sosny. Dlatego niezbędne są badania. W pracy autorzy referują wyniki badań nad wpływem przerzedzenia drzewostanu matecznego na wzrost podrostów i na produkcję odnawianego drzewostanu, oraz wyniki badań nad wzrostem drzewostanu powstałego w wyniku spontanicznego odnowienia naturalnego.



**Ryc. 1.** Doświadczenie z różnym stopniem przerzedzenia drzewostanu matecznego  
*Fig. 1. Experiment with different level of decimation of backwoods tree stands*



**Fot. 1.** Ogólny widok drzewostanu przed cięciami  
*Photo 1. General view on tree stand before cutting*

## Doświadczenie 1. Reakcja podrostów na zróżnicowane odsłonięcie

### Metodyka

W Nadleśnictwie Gubin, w oddz. 92 (BMśw, *Leucobryo-Pinetum*) założono w 1998 r. pięć przylegających do siebie półhektarowych prostokątnych powierzchni, o wymiarach  $100 \times 50$  m (ryc. 1). Drzewostan mateczny miał wtedy 85 lat (średni wiek pierśnicowy), a na całej jego powierzchni występowało odnowienie w wieku 2-22 lata w ilości 36400-44500 szt./ha (ryc. 2). Z każdej powierzchni usunięto jednorazowo określoną liczbę drzew matecznych: 0%, 25%, 50%, 75% i 100%. W roku 2003, po pięciu latach od redukcji drzewostanu matecznego, zmierzono pierśnice i wysokości drzew pozostających na powierzchniach, oraz nawiercono je świdrem przyrostowym na wysokości 1,3 m. Na tej podstawie określono przyrost pierśnic w trzech okresach pięcioletnich. Podrosty zmierzono na transekcie biegnącym w poprzek wszystkich powierzchni, mierząc średnicę na wysokości 0,5 m oraz wysokości 10% drzew.

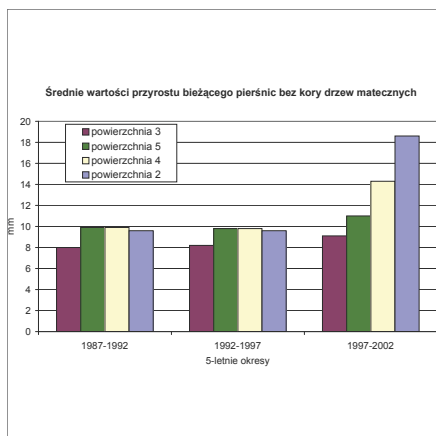
## Wyniki

Opis taksacyjny drzewostanu na poszczególnych powierzchniach jest nieco różny. Największe zadrzewienie i największy bieżący przyrost miąższości stwierdzono na powierzchni kontrolnej, której nie przerzedzano. Drzewa na tej powierzchni miały najmniejszą pierśnicę, a podrosty nie przekroczyły progu pomiarowego pierśnic. Na powierzchni, z której usunięto wszystkie drzewa mateczne, nastąpił bujny wzrost podrostów (opis zamieszczony w tabeli 1).

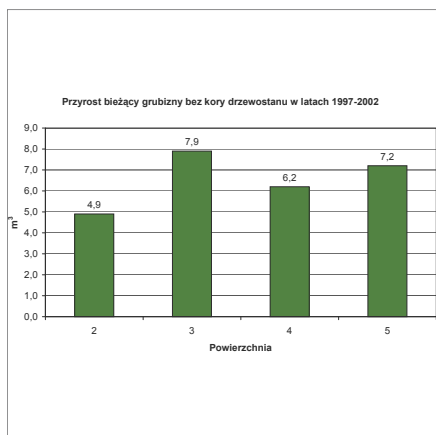
W okresie 1987-1997 przyrosty pierśnic drzew matecznych były względnie wyrównane. Po wykonaniu cięcia znacznie się zróżnicowały (ryc. 3). Wielkość przyrostu w okresie 1998-2003 zależała ściśle od stopnia rozluźnienia drzewostanu. Największy przyrost pierśnic zaobserwowano na powierzchni z 75% redukcją drzew, a najmniejszy na powierzchni kontrolnej. Oznacza to, że sosny, w wieku powyżej 85 lat, zareagowały zwiększonym przyrostem pierśnic na rozluźnienie drzewostanu. Ten tzw. *przyrost z prześwietlenia* albo *przyrost z rozrzedzenia* złagodził nieco stratę na przyroście miąższości, wynikającą z ubytku drzew. Przyrost grubizny był największy na powierzchni kontrolnej, lecz na powierzchni 5 (25% redukcji) i 4 (50% redukcji) był tylko nieznacznie mniejszy. Redukcja 75% spowodowała już wyraźną stratę na przyroście (ryc. 4). Należało spodziewać się, że reakcja podrostów będzie odwrotna. Wśród nich pojawiły się dorosty, czyli drzewa, które przekroczyły 7 cm próg pomiaru pierśnic. Najwięcej takich drzew pojawiło się na powierzchni, z której usunięto wszystkie drzewa mateczne, a najmniej stwierdzono ich na powierzchni kontrolnej. Były jednak obecne wszędzie (ryc. 5). Po uwzględnieniu miąższości dorostów, różnice w przyroście grubizny drzewostanu znacznie się zmniejszyły (ryc. 6). Różnice przyrostów pomiędzy powierzchnią kontrolną a powierzchnią z redukcją drzew 25% można nawet uznać za nieistotne.

**Tab. 1.** Zestawienie cech taksacyjnych na powierzchniach badawczych w 2003 r.  
*Table 1. Specification of assesment features on researched areas in 2003*

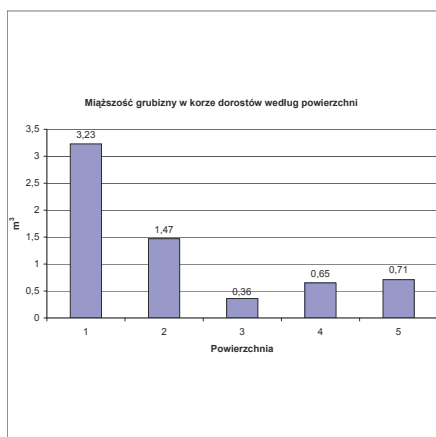
Powierzchnia	1	2	3	4	5
% redukcji drzewostanu w 1998 r.	100	75	0	50	25
Liczba drzew ( $d_{1,3} \geq 7$ cm)	177	60	250	126	195
Wiek	20,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Bonitacja	I	III	III	III	III
Zadrzewienie	--	0,3	0,9	0,5	0,7
Średnia pierśnica (cm)	8,5	30,6	27,2	30,0	27,3
Średnia wysokość (m)	7,3	20,5	19,7	19,7	20,2
Pole przekroju pierśnicowego (m <sup>2</sup> )	1,4	4,5	13,1	7,5	10,8
Zasobność na powierzchni (m <sup>3</sup> )	3,2	41,7	119,7	66,6	97,1
Zasobność na 1 ha (m <sup>3</sup> )	6,5	83,5	239,5	133,2	194,1
Przyrost bieżący 5-letni grubizny (m <sup>3</sup> )	–	4,2	7,9	6,2	7,1



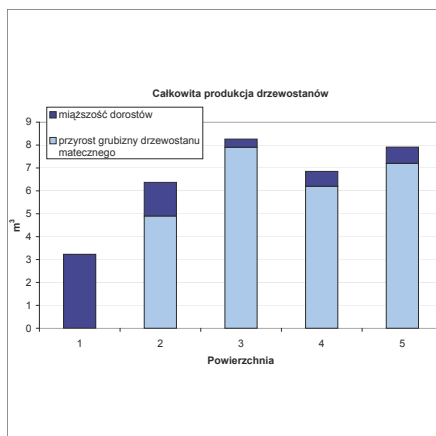
**Ryc. 2.** Średnie wartości przyrostu bieżącego pierśnic bez kory drzew matecznych  
*Fig. 2. Average values of current increase of diameters (at 1,3 m height) without bark in backwoods trees*



**Ryc. 3.** Przyrost bieżący grubizny bez kory drzewostanu w latach 1997-2002  
*Fig. 3. Current growth of timber min. 7 cm at thinner end without bark in the tree stand in years 1997-2002*



**Ryc. 4.** Miąższość drzewostanów na badanych powierzchniach  
*Fig. 4. Thickness of tree stands on researched areas*



**Ryc. 5.** Całkowita produkcja drzewostanów  
*Fig 5. Total production of tree stands*

Liczba podrostów jest na poszczególnych powierzchniach także różna. Najmniej jest ich na powierzchni kontrolnej, co jest zapewne spowodowane konkurencją drzew macecznych. Osłabienie ich konkurencji przyczynia się do większej ich obecności, lecz na powierzchni z redukcją 100% nie przetrwało ich najwięcej. Mogło to być spowodowane pracami z zakresu użytkowania, ale także zwiększoną konkurencją dynamicznych osobników.

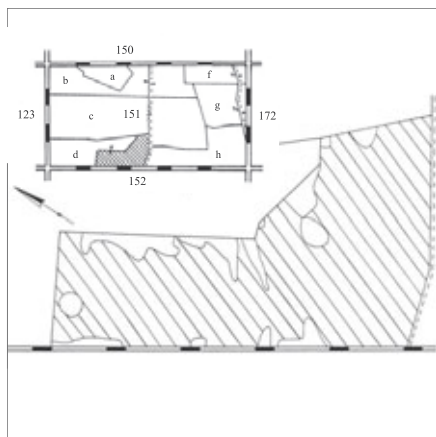
### **Szczegółowe wnioski z tej części badań są następujące:**

1. Usunięcie drzewostanu macecznego powoduje u sosny gwałtowne przyspieszenie wzrostu podrostów.
2. Częściowe rozrzedzenie drzewostanu również sprzyja przeżyciu i wzrostowi podrostów.
3. Usunięcie drzew macecznych powoduje też obniżenie się przyrostu bieżącego miąższości drzewostanów.
4. Obniżenie przyrostu jest łagodzone zwiększonym przyrostem pozostających w drzewostanie drzew. Sosna reaguje w ten sposób conajmniej do wieku 90 lat.
5. Usunięcie z drzewostanu 25-50% drzew umożliwia rozwój podrostom, nie obniżając zbytnio produkcji drewna. Ta nieco obniżona produkcja jest kosztem odnowienia lasu.

## **Doświadczenie 2. Wykorzystanie dolnego piętra i określenie możliwych korzyści**

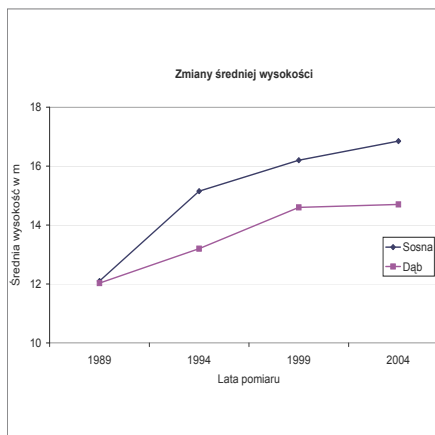
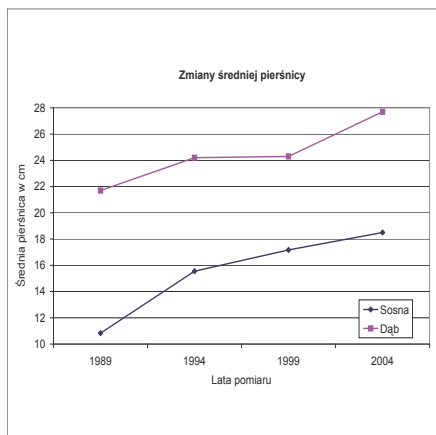
### **Metodyka**

W 1988 roku, w Nadleśnictwie Gubin wykorzystano fakt, że jeden z przeszło-rębnych drzewostanów sosnowych z dolnym piętrzem sosnowym przeznaczono do usunięcia zrębem zupełnym. Założono w nim doświadczenie, w którym porównuje się wzrost nowego pokolenia lasu powstałego z uprawy ze wzrostem drzewostanu



**Ryc. 6.** Położenie doświadczenia z wykorzystaniem dolnego piętra

*Fig 6. Location of experiment with the use of low level*



**Ryc. 7.** Wzrost pierśnicy i wysokości drzew z dolnego piętra

*Fig 7. Growth of diameter (at 1,3 m height) and the height of trees from the low level*

otrzymanego przez odsłonięcie dolnego piętra. Celem pracy jest ilościowe określenie ewentualnych korzyści przyrostowych.

Doświadczenie założono w oddz. 151 d, na siedlisku zakwalifikowanym jako BMśw. Powierzchnia wydzielenia wynosiła 2,64 ha. Rósł na niej przeszlębny drzewostan sosnowy (150-170 lat), wypełniony dolnym piętrzem. Na części powierzchni, o wielkości 1,62 ha, usunięto jedynie mateczny starodrzew oraz wykonano cięcia porządkowe w dolnym piętrze. Na pozostałej powierzchni wykonano zrąb zupełny i następnie założono uprawę przez sadzenie sosny (ryc. 7). Szczegółowy opis doświadczenia zamieszczono w oddzielnym opracowaniu (Barzdajn, Drogoszewski, Zientarski 1996).

W cięciu zupełnym pozyskano z ha 56 m<sup>3</sup> grubizny z górnego piętra i 96 m<sup>3</sup> grubizny z dolnego piętra.

W cięciu uprzątającym starodrzew i w cięciu porządkującym pozyskano z ha 131,5 m<sup>3</sup> grubizny. Na pniu pozostało 109,7 m<sup>3</sup>/ha na drzewach dolnego piętra, z tego na sosnę przypadło 96,2 m<sup>3</sup>/ha, a na dąb bezszypułkowy 13,5 m<sup>3</sup>/ha. Wiek pozostawionych sosen wyniósł przeciętnie 44 lata i wahał się od 33 do 59 lat, ze współczynnikiem zmienności 19,1%. Przeciętna wysokość wyniosła 12,07 m (od 4,0 do 16,5 m), ze współczynnikiem zmienności 24,4%.

Przeciętna pierśnica wyniosła 10,95 cm (od 2 do 40 cm), ze współczynnikiem zmienności 52,4%. Wzrost drzew był w przeszłości wyraźnie zahamowany, o czym świadczy opis wieku dorastania do wysokości 1,3 m. Na 12 drzewach próbnych stwierdzono, że wiek ten wynosił od 4 do 19 lat (średnia wyniosła 10,5 roku), ze współczynnikiem zmienności 49% (Barzdajn, Drogoszewski, Zientarski 1996).

W odstępach 5-letnich, poczynając od roku 1989, wykonywano kolejne pomiary drzewostanu (pomiar pierśnic wszystkich drzew i pomiar wysokości 20% drzew, określając cechy taksacyjne i przyrost okresowy z różnicy zapasów, wg znanego wzoru:

$$ZV=V_k-V_p+U-D$$

gdzie:

ZV=przyrost bieżący okresowy,

V<sub>k</sub> – zapas końcowy,

V<sub>p</sub> – zapas początkowy,

U – wielkość użytkowania w okresie,

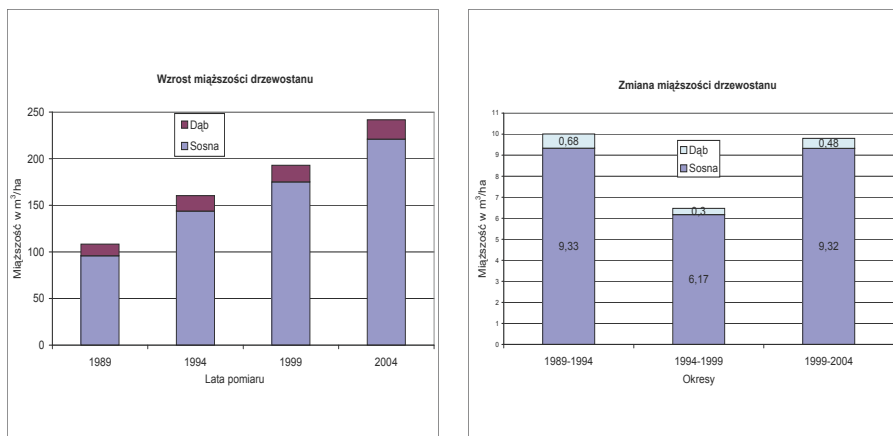
D – dorost.

Do określenia miąższości grubizny posłużono się danymi z tablic miąższości dla drzew stojących (Czuraj 1991).

## Wyniki

Obserwowane zmiany zamieszczono na rycinach 8 i 9. Roczny bieżący przyrost grubizny był zależny od okresu i wahał się od 6,47 m<sup>3</sup> do 10,01 m<sup>3</sup> na hektarze, i jest nawet nieco większy od przyrostu tablicowego (III bonitacja dla sosny) wynoszącym dla wieku 45-60 lat 8,2-6,9 m<sup>3</sup>. Dolny próg tego zakresu osiągnięto w okresie 1994-1999, kiedy wystąpiły katastrofalne susze letnie. Po ich wystąpieniu przyrost bieżący powrócił do poprzedniego poziomu i osiągnął 9,80 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>·rok. Wpływ warunków panujących w okresie obniżonego przyrostu widoczny jest też w załamaniu się wzrostu pierśnicy dębów (ryc. 8). W okresie badań miąższość grubizny na ha zwiększyła się z wyjściowych 109,71 m<sup>3</sup> do końcowych 241,1 m<sup>3</sup>. Różnica wynosi więc więcej niż 131 m<sup>3</sup>. W całym okresie przyrost bieżący wyniósł 8,8 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>·rok.





**Ryc. 8.** Wzrost i przyrost miąższości drzewostanu powstałego z dolnego piętra  
*Fig 8. Growth and increase of thickness of tree stand born in low level*

Założona obok uprawa, z którą ma być porównywany badany drzewostan, w roku 2004 nie wykazywała grubizny. Te  $131 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  grubizny jest więc miarą korzyści ekonomicznych z gospodarczego wykorzystania piętra podokapowego sosny. Jeśli wielkość przyrostu utrzyma się, to wynik ten może okazać się lepszy niż ten, o którym wspominał Mierzejewski (1987), i w którym po 22 latach otrzymano różnicę zapasów grubizny wynoszącą  $157 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

## Dyskusja

Badania nad wykorzystaniem naturalnych odnowień sosny zwyczajnej rozpoczęły w Polsce Ilmurzyński i Mierzejewski (1956). Badań tych nie kontynuowano. Próby wykorzystania dolnych pięter i podrostów sosnowych są sporadyczne, a ich wyniki oceniane intuicyjnie. Rutynowe działanie wobec rębnych i przeszłorębnych drzewostanów sosnowych z podrostami sosny polega na wykonaniu zrębu zupełnego i założeniu uprawy. W 1986 r. w Katedrze Hodowli Lasu Akademii Rolniczej w Poznaniu rozpoczęto badania nad możliwością hodowania sosny w wielopokoleniowych drzewostanach. W wyniku poszukiwań wzorców takich drzewostanów, odkryto istnienie wielu tysięcy hektarów odnawiających się drzewostanów, między innymi w Nadleśnictwie Gubin. Drzewostany te powstały spontanicznie, bez celowej ingerencji hodowcy. Należało więc zanalizować warunki, w jaki sposób doszło do ich powstania, a wiedzę wykorzystać do kierowania naturalnymi procesami. W drzewostanach tych wykonano szereg badań. Część wyników opublikowano (Barzdajn, Drogoszewski, Zientarski 1992, 1993, 1995, 1996a, 1996b, 1996c, 2001, 2004a, 2004b, Barzdajn i in. 1991, 1994). Zagadnienie to doceniła także praktyka leśna, a rezultatem praktycznych doświadczeń była instrukcja opracowana przez Tomeczyka (1993). Dynamika naturalnego odnowienia sosny była przedmiotem szczegółowych badań Tarasiuka i Zwienieckiego (1990) oraz Andrzejczyka (2003, 2007).

Badania dynamiki borów sosnowych w zachodniej Syberii (Sannikov i Sannikov 1985) skłoniły autorów do uznania sosny zwyczajnej za gatunek pirogenny, u którego do wymiany pokoleń potrzebny jest pożar lasu. Wyniki naszych badań wskazują, że w warunkach Polski do odnowienia sosny pożar nie jest niezbędny, a sosna może tworzyć *klimaksowe* zespoły leśne, zamiast zespołów pionierskich na pożarzyskach. Badania szwedzkie (Sundkwist 1993, Ackzell 1993) wykazały pełną przydatność hodowlaną podrostów sosnowych do otrzymywania nowych pokoleń lasu.

Ciągłość trwania lasu, bez jej przerywania zrębami zupełnymi, pozwala zbiorowisku leśnemu rozwijać się aż do stadium *klimaksu*. System zrębów zupełnych musi utrzymywać zbiorowiska pionierskie, za jakie uważa się drzewostany sosnowe. W warunkach gleb oligotroficznych, przy niskich opadach, bory sosnowe są długotrwałym zespołem leśnym, zgodnym z siedliskiem. Trwałe utrzymywanie tych zbiorowisk zapewnia ciągłość pełnienia funkcji środowiskotwórczych, eliminuje degradację siedliska będącą skutkiem zrębów zupełnych, zapewnia ochronę lokalnych zasobów genowych i umożliwia utrzymanie optymalnej dla danego siedliska różnorodności biologicznej.

Europejski system *Natura 2000* zakłada ochronę leśnych siedlisk przyrodniczych. Hodowla sosny w wielopokoleniowych drzewostanach bez przerywania ciągłości lasu jest istotna dla leśnych gatunków stenotopowych, i może być skuteczną ochroną ich siedlisk. Jest to także istotne dla gatunków związanych z innymi drzewami i zespołami leśnymi.

Istnieją także zalety ekonomiczne hodowli sosny bez stosowania zrębów zupełnych. Wynika to ze skrócenia cykli produkcyjnych na skutek ich nachodzenia na siebie, ochrony siedliska, które jest istotnym środkiem produkcji oraz ograniczenia kosztów odnowienia lasu.

Wyniki naszych badań wskazują, że:

- Racjonalna gospodarka leśna może być formą ochrony siedlisk leśnych;
- Ochrona siedlisk leśnych może być korzystna dla efektywności ekonomicznej leśnictwa.

## Wnioski

1. Naloty i podrosty sosny są w stanie zachować zdolność do tworzenia wartościowych drzewostanów pomimo długotrwałego (do 50 lat) przebywania pod okapem rozluźnionego drzewostanu matecznego.
2. Podrosty sosny zwyczajnej zadowolająco rozwijają się nawet przy zachowaniu zadrzewienia drzewostanu matecznego o wartości 0,7.
3. Sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* L. w sprzyjających warunkach spontanicznie tworzy drzewostany wielopokoleniowe.
4. Usuwanie (użytkowanie) górnego piętra w drzewostanach wielogeneracyjnych w niewielkim stopniu redukuje liczbę drzew o pełnej przydatności do dalszej hodowli.

5. Utrzymywanie gospodarki zrębowej w drzewostanach sosnowych w większości wypadków wynika z rutyny a nie z konieczności. Hodowlę wielopokoleniowych drzewostanów sosnowych już dziś można zalecić w lasach o przewadze funkcji ochronnych na wszystkich siedliskach właściwych dla borów sosnowych.

## Literatura

- Ackzell L. 1993. A comparison of planting, sowing and natural regeneration of *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 61: 229–245.
- Andrzejczyk T. 2003. *Różnowiekowe drzewostany sosnowe. Powstawanie, struktura, hodowla*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Andrzejczyk T. 2007. Wpływ przerzedzenia okapu górnego na rozwój podrostów sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L. w pogradacyjnych drzewostanach w lasach pilskich. *Sylwan* 151 (1): 20–29.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1992. Wzrost podrostów sosnowych *Pinus sylvestris* L. pod drzewostanami matecznymi w Nadleśnictwie Gubin. PTPN, *Pr. Kom. Nauk Rol. Leś.* 74: 17–27.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1993. Struktura wielopokoleniowych drzewostanów sosnowych *Pinus sylvestris* L. w Nadleśnictwie Gubin. PTPN, *Pr. Kom. Nauk Rol. Leś.* 76: 11–23.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1995. Badania nad zmianą sposobu zagospodarowania lasów sosnowych na stałych powierzchniach doświadczalnych w Nadleśnictwie Torzym. *Przegląd Przyrodniczy* 6 (3/4): 73–80.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1996 a. Charakterystyka drzewostanu sosnowego *Pinus sylvestris* L. wyrosłego pod okapem drzew matecznych. PTPN, *Pr. Kom. Rol. Leś.* 82: 15–25.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1996 b. Struktura odnawiających się drzewostanów sosny zwyczajnej w Nadleśnictwie Gubin. *Sylwan* 140 (11): 19–31.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 1996 c. Charakterystyka drzewostanu sosnowego *Pinus sylvestris* L. wyrosłego pod okapem drzew matecznych. PTPN, *Pr. Kom. Rol. Leś.* 82: 15–25.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 2001. Zmiana struktury drzewostanu sosnowego (*Pinus sylvestris* L.) przy przemianie sposobu zagospodarowania lasu w Nadleśnictwie Torzym. *Rocz. AR Pozn. CCCXXXI, Leśn.* 39: 17–25.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 2004 a. *A response of pine forests to the cessation of tending and other silvicultural treatments. Coniferous forests vegetation – differentiation, dynamics and transformations*. Editors: Andrzej Brzeg, Maria Wojterska. Wydawnictwo Naukowe UAM, seria Biologia, nr 69: 269 – 274.

- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J. 2004 b. *Spontaneous regeneration of Scots pine Pinus sylvestris L. in mesic mixed coniferous forest in the Forest Inspectorate Gubin. Coniferous forests vegetation – differentiation, dynamics and transformations*. Editors: Andrzej Brzeg, Maria Wojterska. Wydawnictwo Naukowe UAM, seria Biologia, 69: 263–267.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J., Danielewicz W., Sienkiewicz A. 1991. Wpływ sposobu zagospodarowania na trwałość i produktywność drzewostanów sosnowych. Cz. I. Założenia metodyczne i charakterystyka obiektu doświadczalnego w Nadleśnictwie Torzym. *Rocz. AR w Poznaniu* 231: 3–26.
- Barzdajn W., Drogoszewski B., Zientarski J., Danielewicz W., Sienkiewicz A. 1994. Wpływ sposobu zagospodarowania na trwałość i produktywność drzewostanów sosnowych. Cz. II. Charakterystyka powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Gubin. *Rocz. AR w Poznaniu* 255: 3–22.
- Czuraj M. 1991. *Tablice miąższości kłód odziomkowych i drzew stojących*. PWRiL, Warszawa.
- Ilmurzyński E., Mierzejewski W. 1956. Badanie możliwości wykorzystania starszych odnowień podokapowych sosny. *Sylvan* 100 (3): 72–84.
- Mierzejewski W. 1987. Inf. ustna.
- Sundkvist H. 1993. *Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden*. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Silviculture, Umeå.
- 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.
- Tomczyk S. 1993. *Odnowienie naturalne. Sosna*. Biblioteczka leśniczego zeszyt 29. Wyd. Świat, Warszawa.

**Władysław Barzdajn, Jacek Zientarski**

Katedra Hodowli Lasu

Akademii Rolniczej w Poznaniu

barzdajn@au.poznan.pl, jazient@au.poznan.pl