

Zmiany żywotności drzew oraz wielkości i struktury wiekowej wybranych populacji jodły pospolitej na północnej granicy zasięgu w zachodniej Polsce

Changes in vitality, size and age structure of silver fir populations at the northern boundary of its range in Western Poland

Tomasz Szymura

Tomasz Szymura, Stacja Ekologiczna Instytutu Biologii Roślin, Uniwersytet Wrocławski, 50-328 Wrocław, Pl. Maksa Borna 9; e-mail: tszymura@biol.uni.wroc.pl

Abstract: This paper presents the results of the research on changes in number and size as well as stand structure and vitality of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the region of Wał Trzebnicki, Lower Silesia. In the period 1967-2001, the number of populations in natural sites diminished, particularly the smallest and unprotected ones. The biggest populations which were protected in nature reserves have survived and are in better condition. Detailed analysis of stands located in three natural reserves revealed that the largest firs disappeared and were partially replaced by young individuals of spruce, broadleaved species as well as firs. The increase of light availability resulted in changes in the forest floor vegetation. The impact of forest management and changes in forest floor vegetation were identified as a potential factor, negatively influencing the silver fir populations. The phenomenon of silver fir decline was reported for this area from the 1970s to 1990s. The dynamics of this phenomenon are described and discussed on the basis of dendrochronology and crown morphology.

Key words: *Abies alba*, degeneration of plant communities, dendroecology, silver fir decline, silver fir vitality.

Wstęp

Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) jest naturalnym komponentem wielogatunkowych drzewostanów o złożonej strukturze przestrzennej i wiekowej (Jaworski, Zarzycki 1983, Faliński, Pawlaczyk 1993). Jest ona uznawana za gatunek protegujący różnorodność biologiczną (Senn, Suter 2003) i zwiększający stabilność ekosystemów leśnych (Brang 2001), właściwy dla wielofunkcyjnego modelu gospodarki leśnej (Schütz 2001). Z drugiej strony jodła pospolita jest gatunkiem wrażliwym na niewłaściwą gospodarkę leśną i zanieczyszczenia powietrza. Od lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku w całej Europie obserwowano zjawisko „zamierania jodły” (np. Boratyński, Filipiak 1997, Certini i in. 2000, Thomas i in. 2002, Bigler i in. 2004). Do tej pory jodła jest uznawana za gatunek o największym stopniu uszkodzenia koron w Europie (Anonim 2003). Jaworski i Zarzycki (1983) proponują wyodrębnić: „regres” związany z bezpośrednią antropopresją i niewłaściwą gospodarką leśną oraz właściwe „zamieranie jodły” czyli zjawisko o charakterze choroby, której natura nie została jeszcze poznana.

Przez Dolny Śląsk przebiega północna granica naturalnego zasięgu jodły w Polsce Zachodniej. Granica ta jest związana z mniejszą ilością opadów w sąsiadującej od pół-

nocy Nizinie Wielkopolsko-Mazowieckiej (Szafer 1972). Aktualny udział jodły w lasach Dolnego Śląska jest znikomy. Na obszarze RDLP Wrocław drzewostany z jodłą zajmują zaledwie 0,15% powierzchni, z czego większość przypada na lasy krainy Sudeckiej (Barzdajn i in. 1999).

Populacje jodły pospolitej na północno-zachodniej granicy zasięgu zostały w latach sześćdziesiątych dwudziestego wieku zinwentaryzowane i opisane (Pacyniak 1966). Fragment tego obszaru, Wał Trzebnicki, był relatywnie często opisywany w pracach botaników, głównie związanych z Uniwersytetem Wrocławskim. Stworzyło to możliwość dokonania syntezy zmian, jakie zaszły w ostatnim półwieczu, zarówno w populacjach jodły pospolitej, jak i całych biocenozach, które gatunek ten współtworzy.

Materiały i metody

Badania prowadzono we wschodniej części Wału Trzebnickiego. Jest on utworzony przez pas wzniesień moren czołowych osiągających wysokości 100-150 m n.p.m., a niekiedy przekraczających 250 m n.p.m. (Kondracki 1994). Średnia temperatura stycznia wynosi 1,7°C, lipca – 17,4°C, a średnia roczna – 7,7°C. Roczna suma opadów osiąga 550-560 mm, z czego 60% przypada na sezon wegetacyjny. Okres wegetacyjny rozpoczyna się w pierwszych dniach kwietnia i trwa średnio 217 dni (Walczak 1970).

Zmienność warunków topograficznych i edaficznych, jak również zróżnicowanie pionowe typowe dla górskich typów krajobrazu, znajduje tu odbicie w bogactwie i zróżnicowaniu występującej flory i zbiorowisk roślinnych. W lasach tego obszaru z natury występują świerk, jodła, buk i jawor, osiągające to północną granicę zasięgu (Macicka, Wilczyńska 1990). Panującymi dziś na Wale Trzebnickim zbiorowiskami leśnymi są bory sosnowe i mieszane z udziałem sosny, dębów i świerka (Macicka, Wilczyńska 1990).

Jodła pospolita pojawiła się na Wale Trzebnickim w okresie subborealnym wraz z bukiem i grabem, wypierając występujące tam lasy lipowe i wiązowe. Udział jodły zwiększał się jeszcze w okresie subatlantyckim, z zaznaczającym się pod koniec tego okresu spadkiem (Borysławski, Kosina 1976). Najstarsze pisemne świadectwa występowania jodły na tym obszarze pochodzą z lat dwudziestych XVIII wieku (Burchard 1973). Na całej północnej granicy zasięgu jodły w Polsce Zachodniej jej występowanie ogranicza się do terenów o rzeźbie urozmaiconej, ze stosunkowo dużymi deniwelacjami. Zwykle preferuje ona miejsca w sąsiedztwie cieków wodnych. Najobficiej jodła występuje w zespole wyżynnego boru jodłowego *Abietetum polonicum*, który jest dla niej typowy na północnej granicy zasięgu (Pacyniak 1966). Na badanym obszarze zbiorowisko o przyjmuje postać kresową (Matuszkiewicz 2001).

W obrębie Wzgórz Trzebnickich stanowiska jodły mają obecnie charakter placówek wyspowych, rozproszonych w wielu kompleksach leśnych. Jodła występuje w postaci luźnych skupień w towarzystwie wielu innych gatunków drzew (Macicka, Wilczyńska 1990). W latach sześćdziesiątych Pacyniak (1966) stwierdził na badanym obszarze 6 populacji naturalnych, 3 prawdopodobnie naturalne (tab. 1, ryc. 1) oraz kilka sztucznego pochodzenia. Stosunkowo najlepiej zachowane są trzy populacje objęte ochroną rezerwatową: „Gola”, „Jodłowice” i „Jodły Ostrzeszowskie”. Badane obiekty zostały

Tabela. 1. Naturalne i prawdopodobnie naturalne populacje jodły pospolitej na obszarze Wału Trzebnickiego w okresie 1966-2001

Table 1. The natural and probably natural populations of silver fir in the region of Wał Trzebnicki in the period 1966-2001

Lokalizacja wg systemu administracji Lasów Państwowych Location according to State Forest Administration system			Opis wg Pacyniaka (1966) Description by Pacyniak (1966) ¹		Liczebność w 2001 roku Number in 2001
Nadleśnictwo/leśnictwo Division/district	Oddział Compartment	Nazwa obiektu The name of population	Nr populacji Population number	Obszar Area ² [ha]	
Oborniki Śląskie/Jodłowice	357, 358	„Jodłowice”	26	5-10	~500
		Trzebnica	32	< 5	0
Syców/Bukowina Sycowska	75	„Gola”	47	> 10	~350
			48	5-10	~20
Syców/ Drołtowice	160		49	5-10	1
Syców/Ślizów	134, 106		50	< 5	Pojedyncze drzewa Few trees
Przedborów/Pieczyska	102		104	< 5	Pojedyncze drzewa Few trees
		„Jodły Ostrzeszowskie”	107	5-10	~150
		„Piczyska”	108	< 5	~30

¹ Zachowana jest oryginalna numeracja populacji Pacyniaka (1966); Original population numbers by Pacyniak (1966)

² Powierzchnia drzewostanów z jodłą; the area of stands with silver fir



Ryc. 1. Położenie badanych populacji (numeracja za Pacyniakiem, 1966). Na mapie Polski kolorem szarym zaznaczono naturalny zasięg jodły pospolitej.

Fig. 1. The location of the investigated populations (the numbers according to Pacyniak, 1966). Gray colour on the map of Poland shows natural distribution of silver fir.

objęte ochroną w połowie lat pięćdziesiątych XX wieku. Celem powołania tych rezerwatów było zachowanie fragmentów lasu mieszanego z udziałem jodły.

Metody

W latach 1999-2003 odszukano populacje opisane przez Pacyniaka (1966) i uznane przez niego za naturalne lub prawdopodobnie naturalne. W trzech najlepiej zachowanych populacjach (rezerwaty „Jodłowice”, „Jodły Ostrzeszowskie” i „Gola”) założono system koncentrycznych kołowych powierzchni pomiarowych. Powierzchnie były położone w węzłach siatki kwadratów o bokach 100 x 100 m. Na powierzchniach wewnętrznych (2,5 ara) mierzono pierśnice wszystkich drzew, zliczano siewki i podrosty oraz określano pokrycie powierzchni przez runo. Na powierzchniach większych (5 arów) mierzono długość koron właściwych i długość koron regeneracyjnych wszystkich jodeł o pierśnicy większej od 7 cm. W rezerwacie „Jodłowice” było to 9 powierzchni, w rezerwacie „Gola” 12 powierzchni; powierzchnie pokrywały około 5% obszaru rezerwatów. W przypadku rezerwatu „Jodły Ostrzeszowskie”, z uwagi na jego silne antropogeniczne przekształcenie, założono tylko dwie powierzchnie, które pokrywały około 1% obszaru rezerwatu. Na powierzchniach 5-arowych z jodeł dodatkowo pobierano próbki do analiz dendrochronologicznych za pomocą świdra Presslera. Z każdego drzewa pobrano jedną próbkę. Wielkości przyrostów zostały datowane krzyżowo przez porównanie krzywych dendrochronologicznych z zastosowaniem programu COFECHA. Fragmenty wykazujące anomalie przyrostów lub słabo skorelowane z średnią serią były odrzucane (Blasing i in. 1983, Holmes 1983) Chronologia średnia została obliczona metodą „biweight robust mean” (Cook, Holmes 1986) na podstawie pomiarów z 28 drzew. Wyniki pomiarów i obliczone chronologie są dostępne w bazie danych ITRDB (Szymura 2004).

Zmiany struktury pierśnic drzewostanu opisano porównując uzyskane wyniki z wynikami pomiarów przedstawionymi przez Pacyniaka (1966) i Biernackiego (1967). Pacyniak (1966) wykonał pomiary w rezerwacie „Jodłowice” na jednej prostokątnej powierzchni o wielkości 1 ha, a w rezerwacie „Gola” również na prostokątnej powierzchni o wielkości 0,5 ha. Niestety nie podał on dokładnych lokalizacji powierzchni pomiarowych. W rezerwacie „Jodły Ostrzeszowskie” Biernacki (1967) podał numery oddziałów, w których założono powierzchnie pomiarowe, lecz nie podał ich wielkości. Dlatego też wyniki oparto na wizualnym porównaniu kształtu rozkładu krzywych oraz odczytaniu największych pierśnic; nie analizowano zmian zagęszczenia drzew.

Zmiany żywotności jodeł scharakteryzowano na podstawie analiz dendrochronologicznych (Felixsik 1990, Szymura 2004), dostępnych opisów (Pacyniak 1966, Biernacki 1967, Felixsik 1990, Macicka-Pawlik, Wilczyńska 1995) oraz operatów urzędowych i planów ochrony rezerwatów (Komendarczyk 1990, Wilczyńska, Macicka-Pawlik 1998). Nazwy gatunkowe roślin podano według Mirka i in. (2002).

Wyniki

Zmiany liczby populacji jodły pospolitej w okresie 1966-2001, oraz krótki ich opis przedstawione są w tabeli 1. Jedna populacja wyginęła, a kilka składa się obecnie z po-

jedynczych drzew; dotyczy to przede wszystkim tych populacji, które w latach sześćdziesiątych zajmowały powierzchnię mniejszą od 5 hektarów. Zachowane zostały natomiast wszystkie populacje chronione w rezerwatach.

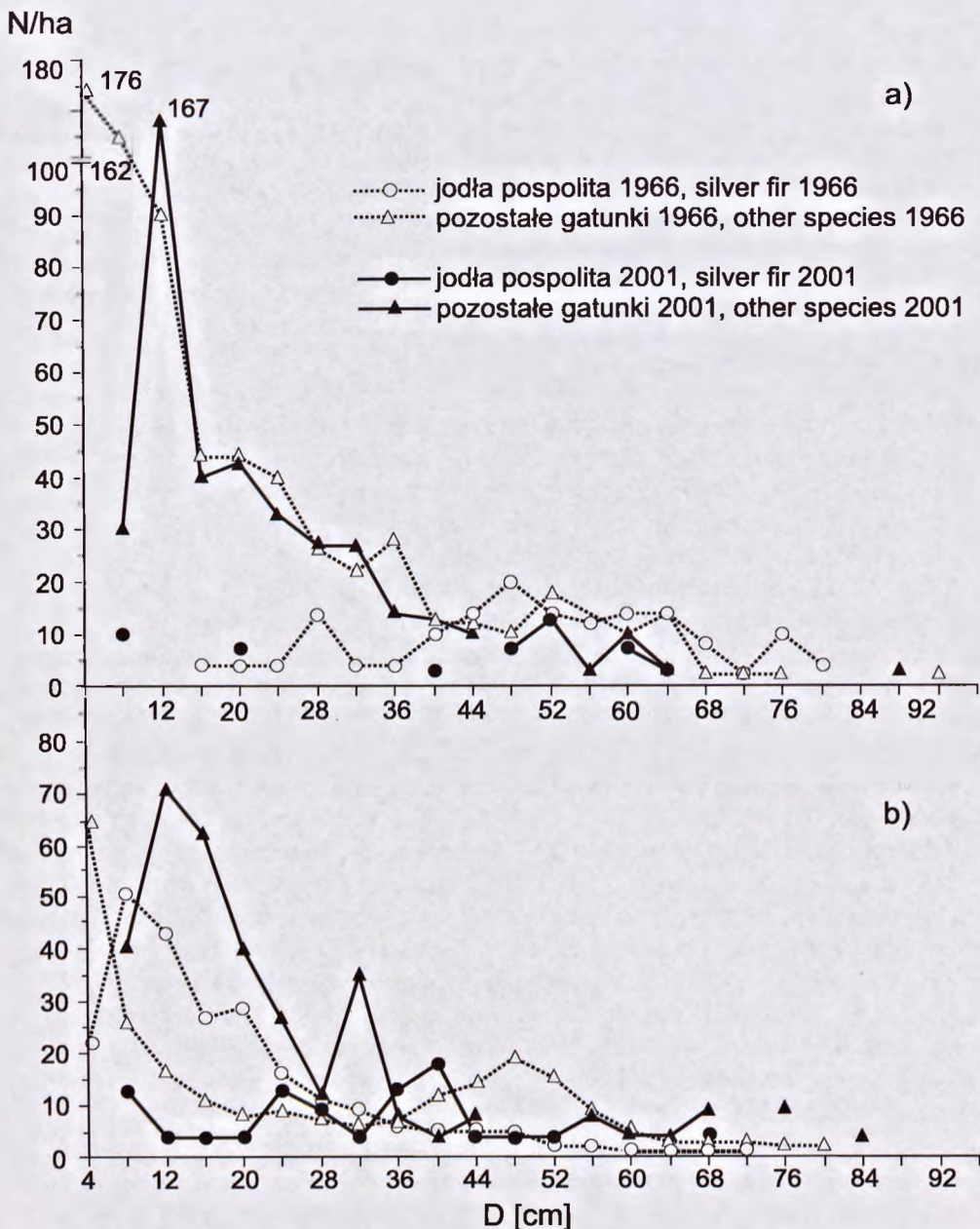
Drzewostany w trzech analizowanych rezerwatach są różnowiekowe, mieszane, o złożonej strukturze pionowej. Dominującym gatunkami są: *Picea abies*, *Abies alba*, *Pinus sylvestris*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Fagus sylvatica* i *Larix decidua*. Pozostałe gatunki: *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Carpinus betulus*, *Sorbus aucuparia* i *Ulmus glabra* mają bardzo mały udział. W drzewostanie są obecne luki różnej wielkości. Wszystkie gatunki drzewiaste odnawiają się naturalnie. Roślinność runa pokrywa przeciętnie 40% powierzchni; dominują: *Rubus* sp., *Vaccinium myrtillus*, *Athyrium filix-femina* i *Dicranum polysetum*.

W rezerwacie „Gola” brak jest jodeł o pierśnicy powyżej 64 cm, podobnie wydzieliła się większość drzew pozostałych gatunków (głównie świerków) o pierśnicach powyżej 64 cm. W porównaniu ze strukturą w roku 1966, liczba jodeł o większych pierśnicach uległa zmniejszeniu. Zwiększył się natomiast, prawie dwukrotnie, udział drzew innych gatunków o pierśnicach 8-12 cm. W przeciwieństwie do danych z 1966 roku, stwierdzono obecność jodeł o pierśnicach do 8 cm (ryc. 2).

Pacyniak (1966) określił drzewostan rezerwatu „Jodłowice” jako znajdujący się w fazie odnowienia. Porównanie wykresów rozkładu pierśnic drzew (ryc. 2) wskazuje, że w okresie 1966-2001 z drzewostanu wydzieliła się większość najgrubszych jodeł o pierśnicach 52-72 cm, znacznie zmniejszyła się liczba jodeł w zakresie pierśnic 8-24 cm, zwiększył się natomiast udział jodeł o pierśnicach 36-40 cm. Zwiększył się także udział drzew innych gatunków o pierśnicach 8-24 cm. Były to przede wszystkim świerki, a także dęby i sosny. W analizowanym okresie nastąpiło więc znaczne odmłodzenie drzewostanu.

W rezerwacie „Jodły Ostrzeszowskie” w stosunkowo niezmiętej postaci pozostał las zaledwie na powierzchni 2 hektarów, co stanowi około 25% obszaru chronionego. W pozostałej części rezerwatu struktura drzewostanu została zmieniona w wyniku wycinania drzew, które w północno-zachodniej części miało charakter zrębów. Ponadto prowadzone było na szeroką skalę sadzenie drzew różnych gatunków na przygotowaną uprzednio mechanicznie glebę. W zachowanym wschodnim fragmencie rezerwatu udział jodły jest stosunkowo duży, drzewostan ma budowę dwu- lub wielopietrową, jodły w większości mają pierśnice 8-22 cm, choć zachowały się także egzemplarze starsze (Szymura 2003). W analizowanym fragmencie w roku 1967 jodła występowała „nielicznie”, rozkład pierśnic był zbliżony do rozkładu ujemnie wykładniczego, co rękowało jej trwały udział w zbiorowisku (Biernacki 1967).

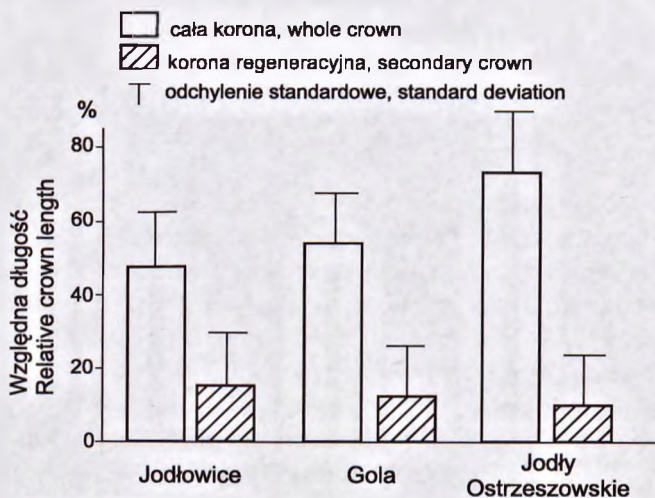
Opisy drzewostanów z połowy lat sześćdziesiątych XX wieku (Pacyniak 1966, Biernacki 1967) nie podają żadnych informacji o osłabieniu kondycji jodeł. Natomiast już w latach 1975-1976 około 25% jodeł w rezerwacie „Jodłowice” i 50% w „Goli” było osłabionych, co stwierdzono na podstawie wyglądu i uszkodzenia koron drzew (Feliksik 1990). Operaty urządzeniowe i plany ochrony rezerwatów „Gola” i „Jodłowice” potwierdzają wzmożone wydzielanie się jodły, a także najstarszych świerków, sosen, modrzewi i dębów. Obumarłe drzewa były wycinane, a ich pnie usuwane. Plan



Ryc. 2. Zmiany rozkładu pierśnic drzewostanu w latach 1966-2001 w rezerwach „Gola” (a) i „Jodłowice” (b).

Fig. 2. Changes in diameter distribution during the period 1967-2001 in reserves „Gola” (a) and „Jodłowice” (b).

ochrony rezerwatu „Gola” z początku lat dziewięćdziesiątych stwierdza, że wszystkie dojrzałe jodły miały suchoczuby i uszkodzone korony. Przewidywano, że w ciągu następnego dwudziestu lat jodła całkowicie zniknie ze składu drzewostanu, a pozo-

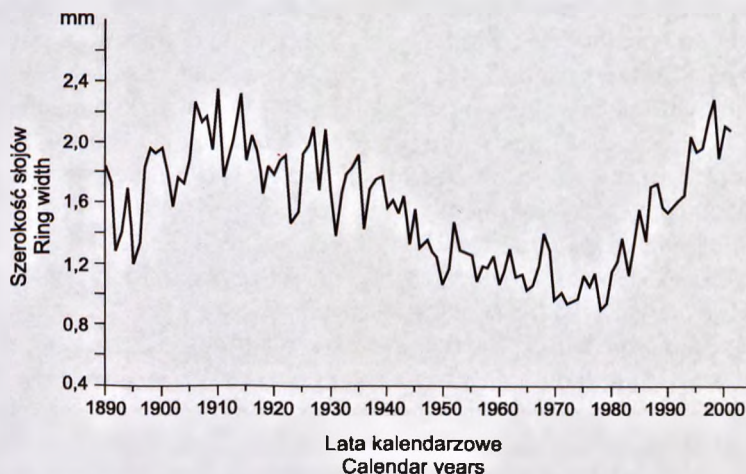


Ryc. 3. Względne długości koron i koron regeneracyjnych badanych jodeł.

Fig. 3. Relative crown lengths and relative secondary crown lengths of examined firs.

stanie jedynie w podróście. Prowadzone w latach 2000-2001 pomiary morfologii koron jodeł wskazują zadowalający stan względnej długości koron i wykształcanie się koron regeneracyjnych (ryc. 3). Wizualne symptomy „zamierania jodeł” wystąpiły więc w bardzo krótkim czasie, ale z dużym natężeniem. Również w krótkim czasie nastąpiła regeneracja koron.

Wyniki analiz dendrochronologicznych (ryc. 4) wykazują spadek wielkości przyrostów jodły, rozpoczynający się mniej więcej od lat dwudziestych XX wieku. Najmniejsze przyrosty wytwarzały drzewa w latach 1970-80. Od roku 1980 zauważyć można



Ryc. 4. Chronologia rocznych przyrostów jodły pospolitej na Wał Trzebnickim.

Fig. 4. Radial growth chronology of silver fir on Wał Trzebnicki.

systematyczne zwiększanie się przyrostów. Aktualna wielkość przyrostów nie ustępuje wielkości sprzed okresu ich zmniejszania się. Wiek najstarszych analizowanych jodeł przekraczał 130 lat (Szymura 2004).

Dyskusja

Zjawisko zmniejszania się liczebności jodły jest charakterystyczne dla całego Dolnego Śląska. Na tym obszarze jodła uznawana jest obecnie za gatunek bliski zagrożenia (kategoria NT) na stanowiskach naturalnych (Kaćki i in. 2003). Najlepiej zachowane zostały populacje chronione w rezerwach, których powierzchnia jest większa lub zbliżona do 10 ha. Wątpliwe jest, czy rezerwy o takiej powierzchni są wystarczająco duże, aby zabezpieczyć populację jodły przed wyginieciem w wyniku fluktuacji składu gatunkowego. Wyniki badań prowadzonych w dolnoregłowych lasach mieszanych z udziałem jodły, buka i świerka sugerują, że trwała obecność stadium regeneracji pokrywającego co najmniej 5% powierzchni jest zapewniona dopiero na obszarze 25 ha (Holeksa 1997).

W badanych obiektach zaszły duże zmiany w strukturze drzewostanu. Interpretacja tych wyników, z uwagi na różnice w metodyce pomiarowej zastosowanej w obu okresach, musi być ostrożna. Porównanie struktury drzewostanu w rezerwacie „Jodłowice” w latach 1966 i 2001 wskazuje na zastąpienie najgrubszych jodeł przez młode egzemplarze jodeł, świerków i gatunków liściastych. Zmienione warunki świetlne spowodowały także wejście do drzewostanu sosen. Podobnie w rezerwacie „Gola” najgrubsze jodły i świerki wydzieliły się z drzewostanu. Największe zmiany zaszły w rezerwacie „Jodły Ostrzeszowskie”, jednak brak materiałów porównawczych nie pozwala na analizę przyczyn tych zmian.

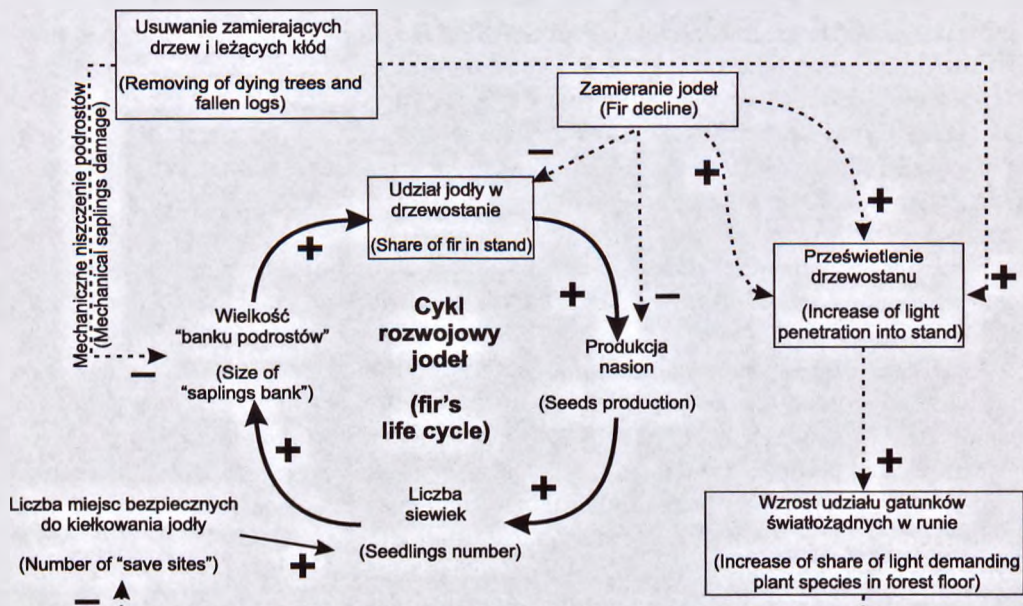
Jedną z przyczyn zmniejszania się udziału jodły w lasach badanego obszaru było zjawisko „zamierania jodły”. Analizy dendrochronologiczne wykazały długoterminowe zmniejszanie się wielkości przyrostów drzew, jakkolwiek pierwsze informacje o widzialnych symptomach zamierania jodeł pochodzą dopiero z połowy lat siedemdziesiątych. Zmniejszanie lub zanik przyrostów jodeł w latach 1960-1980 jest opisywane zarówno w całej Polsce (np. Feliksik 1990, Jaworski i in. 1995, Krapiec, Szychowska-Krapiec 2001), jak i Europie (np. Kandler 1993, Wilson, Elling 2004). Powszechnie przypisuje się je kombinacji niekorzystnych warunków klimatycznych i wpływowi zanieczyszczeń atmosferycznych. W przypadku badanych obiektów jako główny czynnik podaje się zanieczyszczenia przemysłowe (Feliksik 1990, Komendarczyk 1990, Macicka-Pawlik i Wilczyńska 1995, Wilczyńska, Macicka-Pawlik 1998). Dalsze analizy danych dendrochronologicznych wskazują, że warunki klimatyczne tłumaczą 63% zmienności rezydualnej szerokości słoików rocznych w okresie 1890-1959 (Szymura niepublikowane). Zmniejszenie reakcji przyrostowej jodły na warunki klimatyczne (co oznacza, że przyrost drzew jest limitowany przez czynniki inne niż klimatyczne) datuje się od połowy lat czterdziestych dwudziestego wieku i kończy raptownie w połowie lat osiemdziesiątych. Zwraca także uwagę fakt, że zmiana tendencji przyrostowej drzew zaznaczyła się w okresie największej emisji zanieczyszczeń SO_2 w obrębie całej Europy Środkowej. Znaczący spadek emisji datuje się od

początku lat dziewięćdziesiątych (Myllona 1996, Barret i in. 2000). Jeśli wzrost przyrostów jodły ma być łączony ze spadkiem emisji przemysłowych, to widzialne tego symptomy powinny pojawiać się od lat dziewięćdziesiątych, a nie osiemdziesiątych (Jaworski i in. 1995). Podobne stwierdzenia sformułowano analizując wzrost jodeł w Bawarii (Kandler 1992) czy świerka pospolitego we wschodniej części Niemiec (Mäkinen i in. 2002). Zbliżony trend przyrostu wykazują także indeksowane szerokości przyrostów (Szymura 2004), niezależne od wpływu wieku analizowanych drzew. Wyniki analizy morfologii koron drzew wskazują, że ich obecny stan zdrowotny nie odbiega od jodeł w centrum zasięgu w Polsce, czy też w całej Europie (Szymura 2003).

Oceniając szybki proces zamierania najstarszych jodeł, nie można pominąć faktu naturalnego starzenia się drzew. Rezerwaty zostały utworzone przed ponad półwieczem w drzewostanach, które już wtedy były cenne z uwagi na wiek drzew.

Zamieranie jodły wpłynęło nie tylko na dynamikę liczebności populacji jodły pospolitej, ale także na przemianę struktury roślinności runa całych biocenoz. Analiza przemian florystycznych w rezerwacie „Jodłowice” w latach 1962-1998 wskazuje na wzrost populacji gatunków światłożądnych (*Calamagrostis epigejos* i *Rubus* sp.), wzrost liczebności *Dryopteris dilatata* oraz *Pteridium aquilinum*. Jednocześnie stwierdzono spadek liczebności *Vaccinium myrtillus* i *Trientalis europaea* oraz brak potwierdzeń: *Stellaria nemorum*, *Melampyrum nemorosum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Galium rotundifolium*, *G. schultesii*, *Luzula luzuloides*, *L. sylvatica*, *Pyrola rotundifolia*, *P. uniflora*, *Polystichum aculeatum*. Ogólnie stwierdzono zwiększanie udziału gatunków porębowych, zanik gatunków diagnostycznych boru jodłowego i zbiorowisk grądowych, a jako główną formę antropopresji uznano rubicetyzację i frucetyzację (Macicka-Pawlik, Wilczyńska 1995). Zmniejszanie się liczebności roślin charakterystycznych klasy *Vaccinio-Piceetea* obserwuje się obecnie na całym Dolnym Śląsku (Kački i in. 2003).

Zamieranie najstarszych drzew uruchomiło łańcuch zmian, które na zasadzie sprzężeń zwrotnych przyspieszyły proces zmniejszania się udziału jodły w drzewostanach (ryc. 5). Wycinanie obumarłych drzew doprowadziło do wzrostu udziału gatunków światłożądnych w runie. Na badanym obszarze siewki jodły praktycznie nie występują w synuzjach paproci i trzcinnika, bardzo rzadko w synuzjach jeżyn, często natomiast spotyka się je w synuzjach mszaków, borówki i szczawika zajęczego (Szymura 2003). Gwałtowne przeświecenie drzewostanu, połączone z usuwaniem leżących pni, prowadzi więc do zmniejszenia się liczby miejsc bezpiecznych do kiełkowania siewek jodły, a tym samym do spadku ich liczebności. Aktualnie, w badanych rezerwach średnie zagęszczenie podrostów jodły wynosi 402 szt. na 1 ha (Szymura 2005), a siewek 232 szt. na 1 ha (Szymura 2003). W porównaniu do innych drzewostanów z udziałem jodły w Polsce ilość odnowień jodły jest niewielka (Szymura 2003). Dodatkowym czynnikiem powodującym zmniejszenie liczby siewek było zapewne zmniejszenie produkcji nasion przez osłabione drzewa, zjawisko to jest opisane u *Abies sibirica* Ledeb. (Tretyakova, Bazhina 2000). Raptowna zmiana warunków termicznych i wilgotnościowych w prześwieconym drzewostanie jest prawdopodobnie dodatkowym czynnikiem stresu-



Ryc. 5. Schemat prawdopodobnych interakcji prowadzący do spadku udziału jodły pospolitej w drzewostanie. Znak "+" oddziaływanie pozytywne, "-" oddziaływanie negatywne; zjawiska udokumentowane są obramowane. Dalsze objaśnienia w tekście.

Fig. 5. The scheme of possible interactions leading to the decrease of silver fir share in stands. "+" positive influence, "-" negative influence; the documented phenomena are framed. Further explanations in the text.

twórczym w stosunku do pozostałych jeszcze dorosłych egzemplarzy jodły, co nasilać mogło ich zamieranie. Nie można wykluczyć, że w przypadku niektórych osobników wycinanie było zbyt pośpieszne, znane są przykłady regeneracji koron jodeł z praktycznie pełną defoliacją (Anonim 2003). Ponadto wycinanie i zrywka drewna powodowały mechaniczne uszkodzenie podrostów jodły, stąd osłabienie potencjału regeneracyjnego „banku podrostów”. Zmniejszyła to liczbę młodych jodeł, które mogły wejść w skład drzewostanu. W badanych rezerwach nie obserwowano, aby siewki jodły pojawiały się obficie na glebie mineralnej odsłoniętej w wyniku zrywki drewna. Zgryzanie siewek jodły przez duże zwierzęta roślinożerne obserwowano praktycznie tylko w rezerwacie „Gola”, pomimo otoczenia go siatką ochronną.

Dyskutowane powyżej fakty i prawdopodobne zależności poddają w wątpliwość skuteczność prowadzonej w przeszłości gospodarki leśnej w stosunku do jodły pospolitej. Jednak na obszarach objętych ochroną również doszło do spadku liczebności jodeł. Można to łączyć z zjawiskiem „zamierania jodły” – związanym z oddziaływaniem czynników o charakterze globalnym: zanieczyszczeniem powietrza i fluktuacjami klimatu. Rezultaty podkreślają wpływ zamierania jodły na funkcjonowanie całego układu przyrodniczego – zamieranie jednego gatunku wyzwoliło łańcuch zmian przekształcających fitocenozy wyżynnego boru jodłowego.

Istnieją możliwości ograniczenia spadku liczebności jodły na badanym obszarze. Prowadzenie ochrony biernej *sensu stricto* (tzn. bez polepszania „stanu sanitarnego

lasu”, „pielęgnacji” i „odsłaniania” podrostów jodły) znacznie zmniejszyłoby poziom bezpośredniej antropopresji na populacje rezerwatowe. Ponieważ nie jest pewne, czy powierzchnia rezerwatów jest wystarczająca dla zapewnienia trwałości występowania jodły, możliwe jest zabezpieczenie puli genetycznej populacji na zasadzie tworzenia upraw pochodnych. Nasiona jodły wysiewa się poza obszarem ochrony rezerwatowej, gdzie kiełkują i tworzą kępy podrostów, stanowiąc naturalny załączek otuliny rezerwatów. Umiejętna gospodarka leśna, której rzeczywistym celem jest zachowanie różnorodności biologicznej i zróżnicowanej struktury drzewostanu, może doprowadzić do zwiększania powierzchni lasów mieszanych z udziałem jodły i zachowania gatunków roślin typowych do fitocenozy wyżynnego boru jodłowego.

Piśmiennictwo

- Anonim, 2003. The condition of silver fir (*Abies alba*). W: The condition of forests in Europe. 2003 Executive Report. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution: International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. European Union Scheme on the Protection of Forests against Atmospheric Pollution. United Nations Economic Commission for Europe. European Commission: 18-19.
- Barrett K., Schaub J., Bartonova A., Semb A., Hjelbrekke A-G., Hanssen J. E. 2000. A contribution from CCC to the re-evaluation of the observed trends in sulphur and nitrogen in Europe 1978-1998. Input for further evaluation by the national laboratories and for use in the TFMM assessment work EMEP Chemical Co-ordinating Centre. NILU-EMEP/CCC-Report 7/2000. Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, Norway: 34-45
- Barzdajn W., Boratyński A., Filipiak M. 1999. Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) w lasach zarządzanych przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych we Wrocławiu – Silver fir (*Abies alba* Mill.) in forests managed by the Wrocław Regional Forest Directorate. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 339: 181-195.
- Biernacki A. 1967. Rezerwat „Jodły Ostrzeszowskie”. Rocznik Dendrologiczny 21: 105-113.
- Bigler C., Gričar J., Bugmann H., Čufar K. 2004. Growth patterns as indicator of impending tree death in silver fir. For. Ecol. Manage. 199: 183-190.
- Blasing T. J., Duvick D. N., Cook E. R. 1983. Filtering the effects of competition from ring-width series. Tree-Ring Bulletin 43: 19-30.
- Boratyński A., Filipiak M. 1997. Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) w Sudetach – Silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Sudety Mts. Distribution, occurrence conditions, state of the forest stand preservation. Arboretum Kórnickie 42: 149-183.
- Borysławski Z., Kosina R. 1976. Sukcesje roślinne torfowiska w okolicy Grabowna Wielkiego – The plant successions of peatbog near Grabowno Wielkie. Frag. Flor. Geobot. 22: 463-478.
- Brang P. 2001. Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps. For. Ecol. Manage. 145: 107-119.
- Burchardt J. 1973. Próba rekonstrukcji rozmieszczenia drzew i zbiorowisk leśnych doliny środkowej Baryczy i Wzgórz Trzebnickich w świetle toponomastycznej dokumentacji historycznej – Attempt at reconstruction of trees and forest communities distribution in the middle part of the Barycz valley and in the Trzebnica Hills, based on toponomastic documentation. Phytocoenosis 2: 249-270.
- Certini G., Corti G., Ugolini F. C. 2000. Influence of soil properties on the mortality of silver fir in Tuscany, Italy. Forstw. Cbl. 119: 323-331.

- Cook E. R., Holmes R. L. 1986. User manual for program ARSTAN. W: R. L. Holmes, R. K. Adams, H. C. Fritts (red.). Tree-ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. University of Arizona, Tuscon: 50-65.
- Faliński J. B., Pawlaczek P. 1993. Zarys Ekologii. W: W Bugała (red). Grab Zwyczajny *Carpinus betulus* L. Sorus, Poznań – Kórnik: 157-263.
- Feliksik E. 1990. Badania dendroklimatologiczne dotyczące jodły (*Abies alba* Mill.) występującej na obszarze Polski – Dendroclimatological investigations of the common fir (*Abies alba* Mill.) from the territory of Poland. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 151: 11-105.
- Holeksa J. 1997. Wielkość rezerwatów a możliwość ochrony naturalnych ekosystemów leśnych – Size of reserves versus the possibility of protection natural forest ecosystems. Ochr. Przyr. 54: 3-13.
- Holmes R. L. 1983. Computer – assisted quality control in tree-ring dating and measurement. Tree-Ring Bulletin 43: 69-78.
- Jaworski A., Zarzycki K. 1983. Ekologia. W: S. Białobok (red.). Jodła pospolita *Abies alba* Mill. PWN, Warszawa – Poznań: 317-430.
- Jaworski A., Karczmariski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierścieni – Vitality of fir stands estimated on the basis of biomorphological traits of the crown and increases in the radius diameter at breast height. Acta Agrar. Silv. ser. Silv. 33: 115-131.
- Kandler O. 1992. No relationship between fir decline and air pollution in the Bavarian forest. For. Sci. 38: 866-869.
- Kandler O. 1993. Development of the recent episode of Tannenstreben (Fir decline) in Eastern Bavaria and the Bavarian Alps. W: R. Hüttl, D. Müller-Dombois (red.). Forest decline in the Atlantic and Pacific Region. Springer. Berlin, Heidelberg, New York: 216-226.
- Kącki Z., Dajdok Z., Szczęśniak E. 2003. Czerwona lista roślin naczyniowych Dolnego Śląska. W: Z. Kącki (red.), Zagrożone gatunki flory naczyniowej Dolnego Śląska. PTPP „Pro Natura”, Wrocław: 9-64.
- Komendarczyk A. 1990. Plan urządzenia gospodarstwa rezerwatowego rezerwatu przyrody „Gola” na okres 1990.01.01. do 1999.12.31. BULiGL O/Toruń, maszynopis.
- Kondracki J. 1994. Geografia Polski. Mzoregiony fizyczno-geograficzne. PWN, Warszawa.
- Krapiec M., Szychowska-Krapiec E. 2001. Tree-ring estimation on the effect of industrial pollution on pine (*Pinus sylvestris*) and fir (*Abies alba*) in the Ojców National Park (Southern Poland). Nature Conservation 58: 33-42.
- Macicka T., Wiczyńska W. 1990. Zbiorowiska leśne wschodniej części Wału Trzebnickiego (Wzgórza Trzebnickie, Twardogórskie, Ostrzeszowskie) – Forest communities of the eastern part of Trzebnica Hills (Trzebnica, Twardogóra, Ostrzeszów Hills). A UW, Prace Botaniczne 44 (1156): 39-135.
- Macicka-Pawlik T., Wiczyńska W. 1995. Szata roślinna rezerwatu „Jodłowice” i jej zmiany. A UW, Prace Botaniczne 62 (1667): 53-66.
- Mäkinen H., Nöjd P., Kahle H-P., Neuman U., Tveite B., Mielikäinen K., Röhlé H., Spiecker H. 2002. Radial growth variation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) across latitudinal and altitudinal gradients in central and northern Europe. For. Ecol. Manage. 171: 243-259.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Myllona S. 1996. Sulphur dioxide emissions in Europe 1880-1991 and their effect on sulphur concentration and depositions. Tellus (B) 48: 662-689.
- Pacyniak C. 1966. Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.), jej występowanie i udział w zespołach leśnych na północnej granicy zasięgu w Polsce Zachodniej – Common silver fir (*Abies alba* Mill.) its distribution and participation in

- the forest associations on the northern border of range in West Poland. PTPN Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leśnych 21, 1: 199-252.
- Senn J., Suter W. 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. For. Ecol. Manage. 181: 151-164.
- Schütz J-P. 2001. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. For. Ecol. Manage. 151: 87-94.
- Szafer W. 1972. Szata roślinna Polski Niżowcy. W: W. Szafer, K. Zarzycki (red.). Szata roślinna Polski. T. II. PWN, Warszawa: 107-108.
- Szymura T. 2003. Ekologia jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) we wschodniej części Wału Trzebnickiego. Praca doktorska. Instytut Biologii Roślin, Uniwersytet Wrocławski.
- Szymura T. H. 2004. Tree Ring Data, Wał Trzebnicki, Poland (POLA021). International Tree-Ring Data Bank. IGBP PAGES/World Data Center for paleoclimatology Data. Contribution, Series # 2004-047. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA. URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/ftp-treering.html>.
- Szymura T. H. 2005. Silver fir sampling bank in seminatural stand: Individuals architecture and vitality. For. Ecol. Manage. 212: 101-108.
- Thomas A. L., Gegout J. C., Landmann G., Dambrine E., King D. 2002. Relation between ecological conditions and fir decline in a sandstone region of the Vosges mountains (northeastern France). Ann. For. Sci. 59: 265-273.
- Tretyakova I. N., Bazhina E. V. 2000. Structure of crown as well as pollen and seed viability of fir (*Abies sibirica* Ledeb.) in disturbed forest ecosystems of the Kahmar Daban Mts near Baikal Lake. Ekologia (Bratislava) 19: 280-294.
- Walczak W. 1970. Obszar Przedsudecki. PWN, Warszawa.
- Wilczyńska W., Macicka-Pawlik T. 1998. Plan ochrony leśnego rezerwatu przyrody „Jodłowice”. Instytut Botaniki Uniw. Wt., Wrocław, maszynopis.
- Wilson R., Elling W. 2004. Temporal instability in tree-growth/climate response in the Lower Bavarian Forest region: implications for dendroclimatic reconstruction. Trees 18: 19-28.

Summary

The paper presents changes in the number and size as well as stand structure and vitality of silver fir populations in the region of Wał Trzebnicki (Fig. 1). The changes in population numbers, size and stand structure was assessed by comparing the description given mainly by Pacyniak (1966) and a recent inventory. Changes in the vitality of silver fir were described on the basis of research done by several authors, as well as dendrochronological analysis. Results showed a decrease in the number of natural, or probably natural, populations of silver fir (Table 1). The smallest and mainly unprotected populations were mostly damaged. The populations protected in natural reserves survived in a better condition. However, in the stands of three thoroughly investigated reserves, the largest silver fir individuals disappeared (Fig. 2). The death of the largest trees increased the light availability, which was reflected in an increasing share of light demanding plants such as: *Calamagrostis epigejos*, *Rubus* sp. whereas the share of *Vaccinium myrtillus* and *Trientalis europaea* decreased. The decay of the largest trees was usually connected with the phenomenon of silver fir decline caused by air pollution. The first information concerning damage to silver fir crowns originated from the middle of the 1970s. The dendrochronological analysis revealed the lowest ring width in the 1970s and 1980s, whereas since 1980 the ring width has been constantly increasing (Fig. 4). Comparison with air pollution data has shown that the increase in the radial growth took place during the highest level of air pollution. The death of the largest firs as well as the largest individuals of other species had initiated several processes, which led to a further decrease in the share of silver fir in the stands (Fig. 5). Changes in the forest floor reduced the number of safe sites available

for seedlings, whereas the forest management practices often destroyed fir saplings and thus decreased the size of the saplings bank. Additionally, the rapid changes in the forest canopy layer were probably stress factors for the remaining adult silver firs. Thus, actually the main threats to silver fir population preservation are: the insufficient size of reserves and unsuitable forest management.