

ANDRZEJ JAWORSKI

Zmiany tendencji wzrostowych głównych lasotwórczych gatunków drzew w Europie i obszarach górskich Polski oraz ich przyczyny.

Część I. Zmiany tendencji wzrostowych

Growth trends of the European main forest tree species and potential causes. Part I. Changes in growth trends

ABSTRACT

The paper provides information concerning the growth of pine, spruce, oak, beech and fir stands based on the research conducted by the European Forest Institute in a number of the European countries and in Poland. Noteworthy i.a. is the increase in volume increment of spruce and pine in some stands in Germany up to 250% of the values given in the yield tables. Since the early fifties of the past century beech and sessile oak in Bavaria have exhibited an increase in the height growth and volume increment. Their values markedly exceed those provided in the tables. Fir, similar to spruce, pine and beech shows the reduction in the increment and dieback in the regions under heavy industrial pollution. However in other regions under the impact of air pollution the response of pure and multispecies stands with the share of fir was positive. In Poland, a rapid decline in the dbh increment in three tree species (fir, spruce, pine) in the seventies was greater than in the sixties. In 1981-1989, fir showed a favourable growth in diameter; this positive tendency was noticed in the whole range of fir distribution in Poland, though the increment did not return to the level before its decline. The pine increment regenerated after 1990. The poorest increment was found in spruce in the eighties following its collapse in the seventies (Żywiecki and Śląski Beskid).

KEY WORDS

increment, volume, European beech, Scots pine, Norway spruce, silver fir, sessile oak

Wstęp

Badania wzrostu głównych gatunków lasotwórczych występujących na terenie Europy prowadzone są przez Europejski Instytut Lasu (EFI). Objęły one 12 krajów: Austrię, Danię, Finlandię, Francję, Hiszpanię, Niemcy, Norwegię, Portugalie, Słowenię, Szwajcarię, Szwecję oraz europejską część Rosji. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań tego Instytutu dotyczące wzrostu drzewostanów: sosnowych, świerkowych, jodłowych, bukowych i dębowych. Dane z terenów górskich Polski pochodzą z opublikowanych w ostatnich latach prac na temat przyrostu sosny, świerka, jodły i buka, rosnących w drzewostanach zagospodarowanych jak i o charakterze pierwotnym.

ANDRZEJ JAWORSKI

Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu
Akademia Rolnicza w Krakowie
Al. 29 Listopada 26
31-425 Kraków
rlpach@cyf-kr.edu.pl

Przegląd wyników badań

ŚWIERK I SOSNA. W drzewostanach świerkowych zmniejszenie przyrostu wysokości i miąższości w wyższych położeniach Średniogórza Niemiec i w Alpach wyraźnie kontrastuje

z poprawiającym się przyrostem na nizinach, gdzie roczny przyrost wymienionych cech osiąga około 250% wartości podanych w tablicach zasobności [Pretzsch 1996]. Tendencje do zwiększania przyrostu radialnego i przyrostu wysokości obserwowane były także u świerka rosnącego we wschodniej Szwabii Alb [Untheim 1996]. Na wstępie należy podkreślić, że rezultaty oceny aparatu asymilacyjnego i wyniki badań dotyczące tendencji wzrostu niemieckich drzewostanów są ze sobą sprzeczne. Podczas gdy ocena utraty liści wskazuje, że żywotność drzew zmniejszała się począwszy od lat osiemdziesiątych XX wieku, to przyrost wysokości i miąższości głównych gatunków drzew wykazuje tendencję do zwiększania się od lat pięćdziesiątych i nawet w przypadku dużej utraty liści, zajmuje miejsce od lat dziewięćdziesiątych znacznie powyżej poziomu danych tablicowych [Pretzsch 1996].

Na ubogich glebach, szczególnie w drzewostanach sosnowych, wykazano poprawę warunków siedliskowych wyrażającą się zwiększeniem pola powierzchni przekroju pierścieniowego i przyrostu miąższości, także aż do 250% wartości podanych w tablicach zasobności. Przyrost obniżał się poniżej poziomu zwykle stosowanych modeli wzrostu wówczas, gdy nastąpiła utrata 60% liści, co zdarzało się raczej rzadko [Pretzsch 1996].

W niektórych drzewostanach sosnowych położonych w pobliżu Helsinek obserwowano zwiększenie przyrostu wysokości. Jego zmniejszenie stwierdzono natomiast m.in. w północno-wschodniej części Europy (rosyjska część Półwyspu Kola), co związane jest z dwoma hutami niklu, z których każda emituje rocznie ponad 200 KT siarki [Mielikäinen i Sennov 1996].

Rezultaty badań sosny uprawianej w Szwecji w drzewostanach założonych po 1940 roku wskazują na nieznacznie wyższy wskaźnik bonitacji tego gatunku niż w drzewostanach założonych wcześniej [Elfving i Nyström 1996]. Badania w Norwegii, na tych samych szerokościach geograficznych, nie wykazały żadnego trendu w rozwoju wysokości panujących drzew sosny i świerka w ciągu ostatnich 30 lat. Wzrost zasobności drzewostanów wykazywał natomiast nieznaczną tendencję spadkową, co być może było spowodowane przyjętym w tych badaniach modelem wzrostu [Elfving i in. 1996, Spiecker i in. 1996].

Bardzo wyraźną, pozytywną tendencję przyrostu pierścieni i wysokości u sosny oraz u świerka zauważono w latach pięćdziesiątych minionego wieku. Elfving i in. [1996] stwierdzili bowiem tego rodzaju zjawisko w południowej i środkowej Szwecji, opierając się na wynikach pomiaru przyrostu około 100 tys. drzew (mierzonych w ramach inwentaryzacji państwowej). W tym samym regionie Eriksson i Karlsson [1996] odnotowali wzrost wskaźnika bonitacji sosny i świerka o 0,6-9,3%. Badania w tym przypadku były prowadzone na stałych powierzchniach próbnych w latach 1955-1995 i polegały na ocenie wzrostu wysokości drzew panujących. Największy przyrost u obu tych gatunków cytowani autorzy stwierdzili u drzew rosnących na południu Szwecji.

W północnej i środkowej Fennoskandii wzrost sosny utrzymuje się na zbliżonym poziomie, nie odbiegającym dostrzegalny sposób od jego naturalnej zmienności w tym rejonie Europy. Z południowej Finlandii, z rejonu St. Petersburga i z południa Szwecji podawane są informacje wskazujące na zwiększenie się wysokości i miąższości drzew obu omawianych gatunków [Spiecker i in. 1996].

Obszerne badania dotyczące przyrostu sosny w Polsce przedstawili ostatnio Zawada [2000] i Skrzyszewski [2002]. Pierwszy prowadził badania przyrostu radialnego na wysokości 1,3 m w 29 wybranych fragmentach drzewostanów sosnowych i wielogatunkowych z udziałem sosny na terenach podgórskich i dolnoregłowych Krainy Karpackiej. Obliczył on dwa empiryczne współczynniki przyrostu będące ilorzem szerokości słoju rocznych pomierzonych sosen z lat 1971-1980 do 1951-1960 (indeks I) oraz przyrostu z okresu po 1990 roku do przyrostu z lat

1971-1980 (indeks II) i porównał je z teoretycznymi współczynnikami, wyliczonymi na podstawie danych zawartych w tablicach Schwappacha. Na tej podstawie cytowany autor wyróżnił 4 grupy drzewostanów wykazujących:

- pogłębianie się sytuacji kryzysowej przyrostu (13 stanowisk),
- stabilizację sytuacji kryzysowej przyrostu (5 drzewostanów),
- rewitalizację (6 drzewostanów),
- normalną żywotność (5 drzewostanów).

Podsumowując swoje badania Zawada [2000] stwierdza, że w Krainie Karpackiej drzewostany sosnowe na siedliskach lasów mieszanych wyżynnych i lasów świeżych oraz ich odpowiedników siedlisk górskich cechuje na ogół, począwszy od około III klasy wieku, słaba dynamika przyrostu drzew. Z badań Skrzyszewskiego [2002] wynika, że sosna z Karpat i Sudetów zareagowała w latach siedemdziesiątych w stosunku do lat 1951-1960 spadkiem przyrostu (mniejszym niż jodła) i nie zwiększyła bieżącego przyrostu grubości w następnym dziesięcioleciu. Zwiększenie przyrostu zaobserwowano dopiero w latach dziewięćdziesiątych.

Podlaski [1999] stwierdził także w Górach Świętokrzyskich zmniejszenie przyrostu sosny w latach osiemdziesiątych. Badania Jaworskiego i Pawłowskiego [1991] prowadzone również w Górach Świętokrzyskich (Nadleśnictwo Skarżysko Kamienna) wykazały, że przebieg przyrostu sosen od 1941 roku charakteryzuje się tendencją spadkową, ale wartości mniejsze od przyrostu tablicowego stwierdzono po 1970 roku.

Ocenę tendencji przyrostowej świerka oparto na pracach Zawady [1987], Kopia i Wania [1989], Orła [1993], Skrzyszewskiego [1995].

Zawada [1987] opierając się na współczynnikach przyrostu świerka, analogicznych jak w przypadku sosny, doszedł do wniosku, że wszystkie drzewostany Beskidu Śląskiego i Żywieckiego do wysokości około 800 m n.p.m. są zagrożone. W pasie wysokości 800-1000 m n.p.m. są silnie zagrożone, zaś powyżej 1000 m n.p.m. stan ich jest krytyczny.

W Sudetach i Przedgórzu Sudeckim drzewostany silnie zagrożone występowały w strefie do 800 m n.p.m., a w stanie krytycznym znajdowały się drzewostany powyżej tej wysokości.

W wymienionych pasmach górskich nie było w okresie badań drzewostanów świerkowych niezagrażonych. Według tego autora w najbliższych 10 latach od zakończenia badań (w latach 1987-1997) mogło tam dojść do całkowitego wylesienia regla górnego [Zawada 1987]. Prognozy te, jak wiemy, nie sprawdziły się.

Obszerne badania dotyczące przyrostu pierśnicy i jego dynamiki, przeprowadził Orzeł [1993] w 45 drzewostanach świerkowych Beskidu Śląskiego i 17 drzewostanach Beskidu Żywieckiego. Wykazały one znaczne zahamowanie przyrostu pierśnicy i jego dynamiki w latach 1977-1986 w drzewostanach świerkowych Beskidu Żywieckiego (masyw Pilska i Romanki), na wysokości powyżej 1100 m n.p.m. oraz Beskidu Śląskiego (masyw Skrzyczne) – niezależnie od położenia nad poziomem morza. Jedynie drzewostany masywu Pilsko-Romanka do wysokości 900 m n.p.m. wzrastały w badanym okresie w warunkach, które na podstawie tendencji wzrostowej można uznać za niezakłócone.

Z badań Skrzyszewskiego [1995] prowadzonych również w Beskidzie Żywieckim i Śląskim wynika, że świerk wykazał załamanie przyrostu w latach siedemdziesiątych w stosunku do lat 1950-1960. Po tym okresie wśród dziesięciu ocenianych drzewostanów tylko jeden z Węgierskiej Góry w Beskidzie Żywieckim wykazał w latach osiemdziesiątych poprawę przyrostu w stosunku do lat siedemdziesiątych.

Analiza szerokości słoju świerków z borów pierwotnych regla górnego Babiej Góry z lat

1900-1980 wykazała, że spadek przyrostu obserwowany jest od lat 1950-1960, ale jego wyraźne załamanie nastąpiło w okresie 1971-1980 [Kopeć i Wań 1989]. Brak danych dla okresu po 1990 roku nie pozwala na określenie tendencji przyrostowej ostatniej dekady XX wieku.

BUK I DĄB. W południowych Niemczech (Bawaria) od początku lat pięćdziesiątych XX wieku obserwowano u buka i dębu bezszypułkowego podobne postępujące zwiększanie przyrostu wysokości i przyrostu miąższości, którego wartości znacznie przekraczają wielkości podawane w tablicach zasobności [Pretzsch 1996]. Oba gatunki wydają się kompensować utratę liści dodatkową produktywnością przez pozostające liście i nie reagują osłabionym przyrostem nawet w przypadku silnie uszkodzonych drzewostanów (utrata 60-89% liści). Obumieranie w bukowych drzewostanach następuje, zdaniem tego autora, tylko po długich okresach choroby, podczas gdy taka tendencja w dębowych drzewostanach występuje raczej stosunkowo szybko.

Na podstawie danych z inwentaryzacji lasów w Bawarii, stwierdzono w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku zwiększenie się miąższości drzewostanów o 10-20%, a bieżący roczny przyrost miąższości przekraczał dane tablicowe o 10-40% [Pretzsch 1996]. Podobny poziom produktywności i tendencji do wzrostu stwierdzono w innych częściach Niemiec [Untheim 1996].

Pretzsch [1996], podsumowując wyniki badań z lat 1933-1987 dotyczących drzewostanów bukowych w Nadleśnictwie Kelheim formułuje następujące wnioski:

- przyrost pola powierzchni przekroju pierśnicowego drzewostanów bukowych zwiększa się od sześćdziesiątych i siedemdziesiątych lat, wykazując rozwój, który jest nietypowy dla buka w danym wieku (którego autor nie podaje) oraz uwidacznia się po późnych cięciach prześwietlających,
- rozwój ten może być rozpatrywany jako tendencja niezależna od diagnozowanej utraty liści,
- korelacja między utratą liści i zmniejszonym przyrostem jest niejednoznaczna. Utrata liści wynosząca nawet 60 i 89% może prowadzić do przyrostu pola powierzchni przekroju większego niż u drzew bez utraty liści. W porównaniu ze świerkiem, sosną i jodłą, buk a także dąb zachowują się w sposób całkowicie odmienny niż w konwencjonalnym modelu przedstawiającym korelację pomiędzy ulistnieniem a przyrostem.

Relacjonując wyniki badań na powierzchniach trzebieżowych (lata 1870-1980) cytowany autor zauważa, że drzewostany bukowe pielęgnowane trzebieżą dolną (A – słabą, B – umiarkowaną, C – silną) charakteryzuje rozwój sprzeczny z typowym trendem przedstawionym w tablicach zasobności. Kulminacja przyrostu bieżącego miąższości uległa bowiem przesunięciu z wieku 60-80 lat do wieku 140-160 lat, osiągając wielkość 12-14,5 m³ha⁻¹rok⁻¹. Zwiększenia przyrostu nie można jednak zdaniem Pretzscha [1996] wiązać z przyspieszeniem wzrostu w wyniku trzebieży, gdyż występuje on także w drzewostanach po słabej trzebieży.

Znaczny obszar (56 stanowisk) drzewostanów bukowych południowej Polski objęły badania Zawady i Gazdy [1998]. Dotyczą one przyrostu promienia na pierśnicy za okres od 1940 do 1997 roku. Ocenę tendencji wzrostowej cytowani autorzy wykonali wykorzystując dwa współczynniki empiryczne i odpowiadające im dwa współczynniki teoretyczne, podobnie jak to przyjął Zawada [2000] w przypadku sosny. Pierwszy współczynnik wyraża stosunek przyrostu szerokości słoju z lat 1971-1980 do 1951-1960. Wykazał on normalny przebieg przyrostu. Drugi to iloraz przyrostu z okresu od 1981-1990(97) do przyrostu z dziesięciolecia 1971-1980. Na jego podstawie zanotowano zmniejszenie przyrostu w drzewostanach iglastych. W 55 drzewostanach bukowych wielkości przyrostów były natomiast podobne albo większe od przyjętych jako

krytyczne (typowe). Badania wykazały także, że w obserwowanych drzewostanach bukowych zespół objawów chorobowych, głównie przerzedzenie koron, nie spowodował w badanym okresie spadku przyrostu radialnego. Potwierdza to w znacznym stopniu wyniki badań Pretzscha [1996], iż buk mimo utraty liści wykazuje „dodatkowy” przyrost. Bieszczadzkie bukowe drzewostany o charakterze pierwotnym wykazały w latach 1989-1998 niezbyt duże przyrosty (od 3,9 do 8,8 m³ha⁻¹rok⁻¹) [Jaworski i Kołodziej 2002]. W Babiogórskim Parku Narodowym drzewostany z udziałem buka i jodły wykazały przyrost zbliżony do buczyn bieszczadzkich (3,5-8,6 m³ha⁻¹rok⁻¹) (lata 1977-1986 i 1987-1996) [Jaworski i Paluch 2002], który jest znacznie mniejszy niż w niemieckich lasach zagospodarowanych [Pretzsch 1996].

JODŁA. Podobnie jak świerk, sosna i buk również jodła wykazuje obniżenie przyrostu i zamieranie w regionach o dużej imisji zanieczyszczeń [Schöpfer i Hradetzky 1986, Pretzsch 1996]. Z drugiej jednak strony w innych regionach, także narażonych na imisje, w jednogatunkowych i wielogatunkowych drzewostanach z udziałem jodły obserwowano pozytywną reakcję [Pretzsch 1996].

Na powierzchni doświadczalnej Wolfratshausen 97 w Nadleśnictwie Starnberg (Niemcy) znajduje się jednogatunkowy, ponad 140-letni drzewostan jodłowy będący pod stałą, długotrwałą obserwacją. Drzewostan ten na podstawie żywotności koron został określony jako „umiarkowanie uszkodzony”. Pomimo to w 2-3 ostatnich dekadach minionego wieku ten 140-letni drzewostan osiągnął godne podkreślenia zwiększenie przyrostu (podano niżej), co jest nietypowe dla drzewostanów starszych [Pretzsch 1996]. Interesująca jest wielkość zasobności; na powierzchni z nasileniem trzebieży A. Omawiany drzewostan wykazywał bowiem w wieku 115-125 lat miąższość pomiędzy III a II klasą bonitacji jodły, a w wieku 130-140 lat między klasą II i I (tj. odpowiednio 730 i 850 m³ha⁻¹) (według tablic Haussera dla trzebieży umiarkowanych). Wielkość przyrostu miąższości w okresie między 115 a 140 rokiem życia drzewostanu przekroczyła wartości tablicowe o 40 do 130%. Podobnie jak u świerka, sosny i buka, sposób w jaki nastąpiło zwiększenie przyrostu jodły – biorąc pod uwagę wiek drzewostanu (130-140 lat) – był nietypowy; zwiększony przyrost z lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych utrzymał się do okresu prowadzenia badań (tj. około 1995 roku) [Pretzsch 1996].

Na korzystne zmiany przebiegu przyrostu jodły wskazują także badania wykonane we Francji przez Berta [1992], który odnotował m.in., że w Jurze przyrost radialny jodeł od 1982 roku wrócił do średniego poziomu charakteryzującego pod tym względem badaną populację od początku wieku XX.

Badania żywotności jodeł prowadzone w Polsce z początkiem lat osiemdziesiątych wykazały zmniejszenie się ich radialnego przyrostu w latach 1960-1980. Kontrolne badania przeprowadzone w 1992 roku pozwoliły jednak stwierdzić, że u jodeł zarówno w młodszych drzewostanach (do 80 lat), jak i w drzewostanach starszych (V i starsze klasy wieku) w latach 1981-1989 nastąpił dość znaczny przyrost grubości. Tę pozytywną tendencję obserwowano u jodły w całym jej zasięgu w Polsce, chociaż nie wszędzie przyrost ten powrócił do wielkości sprzed okresu jego załamania. Korzystne zmiany nastąpiły także pod względem jakości niektórych cech korony (tendencja wzrostowa) i żywotności drzew [Jaworski i in. 1995].

Analiza indeksów przyrostu II i VII (stosunek szerokości słoje odpowiednio z lat 1971-1980 do 1951-1960 i 1981-1990 do 1951-1960) oraz żywotności jodeł stanowiąca syntezę cech biomorfologicznych drzewa (wyrażona w formie wskaźników) wykazała, że drzewostany o stosunkowo najlepszej regeneracji przyrostu (16 z 23, tj. 70%), którego wartość była większa lub zbliżona do tablicowej, a żywotność normalna lub nieznacznie tylko osłabiona, zlokalizowano w południowo-wschodniej części kraju (Bieszczady, Beskid Niski i Sądecki, Pogórze Karpackie)

oraz środkowo-wschodniej części Krainy Małopolskiej (częściowo Góry Świętokrzyskie i Roztocze).

Ocenę dynamiki przyrostu jodły w 45 drzewostanach karpackich i 8 sudeckich przeprowadził także Zawada [2001] na podstawie współczynników przyrostowych obliczonych z szerokości słoików rocznych drzew z tych samych lat jakie przyjęto dla buka [Zawada i Gazda 1998]. Badania wykazały, że „stadium rewitalizacji” jodły po 1990 roku stwierdzono w 24 drzewostanach karpackich i wszystkich sudeckich.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących wzrostu drzewostanów: sosnowych, świerkowych, dębowych, bukowych i jodłowych, wykonanych w kilku krajach Europy przez Europejski Instytut Lasu oraz w obszarach górskich Polski, które jednak miały znacznie mniejszy zakres i oparte były głównie na przyroście promienia na pierśnicy i stąd wyniki nie zawsze mogą być w pełni porównywalne. Dlatego celowe byłoby, aby ośrodki naukowo-badawcze z Polski włączyły się do typu badań wykonanych przez Europejski Instytut Lasu według ujednoliconej metodyki.

Badania dotyczące przyrostu radialnego sosen z Karpat, Sudetów i Gór Świętokrzyskich wskazują na zmniejszenie jego wielkości, szczególnie w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych, a zmiana tendencji na pozytywną spotykana jest rzadko (lata dziewięćdziesiąte – Karpaty i Sudety), w odróżnieniu od podanych przykładów zwiększenia przyrostu tego gatunku, m.in.: pola przekroju pierśnicowego, miąższości i wysokości, odnotowanego w niektórych krajach Europy, m.in. w Niemczech, Finlandii i Szwecji.

Zagospodarowane drzewostany bukowe w obszarach południowej Polski, mimo przeredzenia koron, nie wykazały spadku przyrostu radialnego, a drzewostany o charakterze pierwotnym w rezerwach nie wyróżniały się zwiększeniem bieżącego przyrostu miąższości, który można by uznać za wyjątkowo duży, podobny do odnotowanego np. w południowych Niemczech.

Jodłę na obszarze Niemiec cechowało obniżenie przyrostu w regionach o dużej emisji zanieczyszczeń, ale w innych regionach także narażonych na nie, obserwowano jego pozytywną reakcję. Badania jodły z terenu Polski wykazały, że w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX wieku nastąpiła poprawa przyrostu w całym zasięgu tego gatunku, chociaż przyrost ten nie wszędzie wrócił do wielkości sprzed okresu jego załamania (lata 1960-1980).

Z badań przeprowadzonych w górskich drzewostanach Polski wynika, że żaden z gatunków drzew nie wykazał przyrostu grubości lub miąższości, który można by było uznać za znacznie przekraczający dane tablicowe, tak jak to stwierdzono w przypadku niektórych drzewostanów: sosnowych, świerkowych, bukowych i jodłowych na terenie Niemiec.

Literatura

- Bert D. 1992. Silver fir (*Abies alba* Mill.) shows an increasing long-term trend in the Jura mountains. [W:] Tree rings and Environment. Proceedings of the Int. Dendrochronological Symposium, Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990. Lundqua Report 34, Lund. Univ. Lund. 27-29.
- Elfving B., Nyström K. 1996. Stability of site index in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantations over year of planting in the period 1900-1977 in Sweden. [W:] Growth trends in European forests. European Forest Institute, Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 71-78.
- Elfving B., Tegnhammar L., Tveite B. 1996. Studies on growth trends of forests in Sweden and Norway. [W:] Growth trends in European forests. European Forest Institute, Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 61-70.

- Eriksson H., Karlsson K. 1996. Long-term changes in site index in growth and yield experiments with Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Sweden. [W:] Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 79-88.
- Jaworski A., Kołodziej Zb. 2002. Natural loss of trees, recruitment and increment in stands of primeval character in selected areas of the Bieszczady Mountains National Park (South-Eastern Poland). J. For. Sci. 48, 2. 141-149.
- Jaworski A., Karczmarski J., Pach M., Skrzyszewski J., Szar J. 1995. Ocena żywotności drzewostanów jodłowych w oparciu o cechy biomorfologiczne koron i przyrost promienia pierśnicy. Acta Agr. et Silv. Ser. Silv. 33: 115-131.
- Jaworski A., Paluch J. 2002. Factors affecting the basal area increment of the primeval forests in the Babia Góra National Park, Southern Poland. Forstw. Cbl. 121: 97-108.
- Jaworski A., Pawłowski B. 1991. Ocena żywotności jodły, sosny i modrzewia polskiego w Nadleśnictwie Skarżysko-Kamienna. Sylwan 135, 9: 17-26.
- Kopeć L., Wań M., 1989. Badania przyrostowe i dendroklimatyczne świerczyn górnoregłowych w Babiogórskim Parku Narodowym. [W:] Stav, vývoj, produkčné schopnosti a funkčné využívanie lesov v oblasti Babej Hory a Pilska. Praca zbiorowa, Zvolen-Poznań-Kraków. 170-178.
- Mielikäinen K., Sennov S. N. 1996. Growth trends of forests in Finland and north-western Russia. [W:] Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 19-27.
- Orzeł St. 1993. Ocena dynamiki przyrostu grubości górskich drzewostanów świerkowych na przykładzie wybranych obiektów w lasach Beskidu Śląskiego i Żywieckiego. Acta Agr. et Silv. Ser. Silv. 31. 3-15.
- Podlaski R. 1999. Kształtowanie się zależności pomiędzy żywotnością, cechami morfologicznymi korony, a przyrostem promienia pierśnicy jodły, buka i sosny w wybranych drzewostanach Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Praca doktorska wykonana w Katedrze Szczegółowej Hodowli Lasu AR w Krakowie. (msk).
- Pretzsch H. 1996. Growth trends of forests in southern Germany. [W:] Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 107-131.
- Schöpfer W., Hradetzky J. 1986. Zuwachsrückgang in erkrankten Fichten- und Tannenbeständen - Auswertungsmethoden und Ergebnisse. Forstwiss. Cbl. 105: 446-470.
- Skrzyszewski J. 1995. Charakterystyka przyrostowa oraz kształtowanie się zależności pomiędzy wybranymi cechami drzew a przyrostem promienia na pierśnicy świerka i modrzewia. Acta Agr. et Silv. Ser. Silv. 33. 141-158.
- Skrzyszewski J. 2002. Porównanie dynamiki przyrostu pierśnicy jodły, świerka i sosny w terenach górskich. Sylwan 146, 7: 49-56.
- Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J.P. 1996. Discussion. [W:] Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 355-367.
- Unthelm H. 1996. Has site productivity changed? A case study in the Eastern Swabian Alb, Germany. [W:] Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 133-147.
- Zawada J. 1987. Ocena zagrożenia świerczyn górskich wynikająca z aktualnych tendencji przyrostowych. Las Pol. 7:18-20.
- Zawada J. 2000. Przyrostowa dynamika sosny w wybranych drzewostanach Krainy Karpackiej i jej konsekwencje hodowlane. Prace IBL Ser. A. 895: 5-22.
- Zawada J. 2000. Przyrostowe objawy rewitalizacji jodły w lasach Karpat i Sudetów oraz wynikające z nich konsekwencje hodowlane. Prace IBL Ser. A. 922: 79-101.
- Zawada J., Gazda M. 1998. Charakterystyka przyrostowa buków w drzewostanach litych i mieszanych południowej Polski oraz wynikające z niej konsekwencje hodowlane i diagnostyczne. Prace IBL Ser. A. 857: 49-67.

SUMMARY

Growth trends of the European main forest tree species and potential causes. Part I. Changes in growth trends

The paper presents the growth trends for pine, spruce, fir, beech and oak in the period 1950-1990. The analysis was based on the research concerning height, diameter and volume increments of pine, spruce, fir, beech and oak in Europe conducted by the European Forest Institute and on the research conducted in the mountain regions by the scientific-research centres in Poland.

The improved site conditions noted in Germany were manifested in the increase in the

dbh basal area and volume increment even up to 250% of the values given in the yield tables.

The increase in height increment was found in some pine stands near Helsinki. The reduction in height increment was recorded in the stands situated in the vicinity of two nickel plants on the Russian Kola Peninsula emitting high amounts of sulphur. In Sweden the site index (bonitet) for pine in the pine stands established after 1940 was only slightly higher. Distinct pine and spruce increments were recorded i.a. in the southern and central Sweden, Finland and Russia (around St. Petersburg).

The height and volume increment in spruce at higher altitudes in the Middle Mountains (Germany) and the Alps had a declining tendency while in the lowlands where height and volume increment was as high as 250% of the values given in yield tables this tendency was rising.

Since the early fifties, the height and volume increment in beech and sessile oak in the Bavarian stands showed the rising tendency. The increment values highly exceeded those contained in the yield tables. In the thinned stands with beech in Fabrikshleichach 015, the culmination of annual increment shifted from the age of 60-80 years to 140-160 years reaching the values of 12-14,5 m³ha⁻¹year⁻¹.

Fir likewise spruce, pine and beech shows the declining tendency in the regions under heavy industrial pollution. However in other regions under the impact of air pollution the response of pure and multispecies stands with the share of fir was positive. In the experimental site Wolfratshausen 97 (Germany) the volume increment of the pure, even-aged stand at the age 115-140 was by 40-130% higher than that in the tables. In the Jura (France) the radial increment of firs from 1982 returned to the average level from the beginning of the 20th century.

In the mountain regions of Poland, spruce and pine showed the decline in the radial increment in the seventies as compared with the period 1951-1960. After 1990, pine began to increment well, though only in certain stands. The poorest increments in the eighties were found in spruce. No changes were found in beech growing in the mountain regions in Poland. In 1981-1989, firs in younger and older age classes showed better radial increment. This positive tendency was found for the whole range of fir distribution in Poland though its increment did not reach the value from the period before fir decline.