

ANDRZEJ JAWORSKI

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

Część II. Przepuszczalne przyczyny zmian tendencji wzrostowych

Changes in growth trends of the main forest tree species in Europe and mountain regions in Poland and possible causes

Part II. Possible causes of changes in growth trends

ABSTRACT

The causes of changes in the growth of European single- and multi-species stands that have been recently reported are seen in the changes in land use including forests, the effect of silvicultural management methods including the use of fertilisers and liming, natural disturbances, damage caused by game, changes of climatic conditions particularly the impact of the global climate warming, as well as air-borne deposition.

KEY WORDS

increment, silvicultural management methods, climate warming, SO₂ deposition

Wstęp

Zmiany tendencji wzrostowych sosny, świerka, jodły, buka i dębu, przedstawione w części I artykułu na podstawie opracowania Europejskiego Instytutu Badawczego Lasu, autorzy [Untheim 1996, Spiecker i in. 1996 i inni] wyjaśniają szeregiem czynników.

Badania przeprowadzone w obszarach górskich Polski wykazały w latach siedemdziesiątych załamanie przyrostu jodły, świerka i sosny [Zawada 2000, 2001, Jaworski 1991, Jaworski i in. 1995, Kopec i Wań 1989, Skrzyszewski 1995 i 2002]. Od początku lat osiemdziesiątych obserwuje się poprawę przyrostu i żywotności jodeł [Jaworski i in. 1995, Zawada 2001], a od dziewięćdziesiątych sosny [Zawada 2000 i Skrzyszewski 2002]. Nie dysponujemy jednak badaniami krajowymi, które wyjaśniałyby przyczyny zmian tendencji wzrostowych. Dlatego warto zapoznać się z badaniami przedstawionymi przez wymieniony Instytut, wyjaśniającymi rolę różnych czynników w zwiększeniu przyrostu w niektórych drzewostanach jedno- i wielogatunkowych Niemiec, często znacznie powyżej danych zawartych w tablicach zasobności. Można przypuszczać, że niektóre z tych czynników mają wpływ na przebieg wzrostu w drzewostanach górskich Polski.

ANDRZEJ JAWORSKI

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

Przyczyny zmian tendencji wzrostowych

Przyczyn zmian wzrostu obserwowanych od pewnego, dłuższego już czasu w europejskich drzewostanach jedno- i wielogatunkowych upatruje się w:

- zmianach form użytkowania ziemi, w tym lasów,
- wpływie hodowlanych sposobów gospodarowania, w tym nawożenia i wapnowania,
- zaburzeniach naturalnych,
- szkodach powodowanych przez zwierzyne,
- zmianach warunków klimatycznych (temperatura, opady) zwłaszcza wpływie globalnego ocieplenia klimatu, a także depozycjach atmosferycznych.

Zmiany form użytkowania ziemi, w tym lasów, obserwowano w wielu regionach Europy. Formy wykorzystania lasu obejmowały łąki i obejmują dzisiaj nie tylko produkcję drewna; las dostarczał bowiem paszy, grabiono w nim ściółkę, co wywarło długotrwały niekorzystny wpływ na właściwości gleby. Pozyskiwanie drewna i zielonej biomasy miało znaczący wpływ na jakość siedliska, a także na warunki wzrostu drzew przez dziesiątki lat. Nadmierne, intensywne użytkowanie ziemi powodowało, że grunty rolne ze względu na ich słabą produktywność i skrajnie mały zysk były często opuszczane, a następnie zalesiane sosną lub świerkiem. Stopniowa poprawa warunków glebowych po zaprzestaniu wymienionych praktyk mogła mieć wpływ na wzrost produktywności siedlisk w ostatnich latach [Spiecker i in. 1996]. Kilka generacji świerka w tym samym miejscu może zmienić siedlisko. Świerk na wielu siedliskach nie jest gatunkiem „tubylczym”. Moosmayer [1957; cyt. za: Untheim 1996] stwierdził jednakże u drzew tego gatunku nieznaczne zwiększenie przyrostu w drugiej lub następnych generacjach, na świeżych glinach z węglanem wapnia. W przypadku buka kilka generacji następujących po sobie najprawdopodobniej nie miało wpływu na zmianę warunków siedliskowych w ciągu ostatnich dziesięcioleci, gdyż gatunek ten istnieje na tych stanowiskach od tysięcy lat. Kilka przyczyn podanych poniżej, pojedynczo lub w połączeniu z innymi, prowadzi do zmiany właściwości gleby, m.in. poprawy możliwości odżywiania (dostępności składników), które mogą spowodować zwiększenie przyrostu [Untheim 1996].

Hodowlane metody zagospodarowania lasu to jeden z ważniejszych czynników decydujących o tendencjach wzrostowych głównych gatunków lasotwórczych. Na przykład metody odnawiania świerka niewątpliwie zmieniły się: od siewu do sadzenia i rozluźniania więźby. Zmiany metod odnawiania nie dotyczą buka. Gatunek ten był zawsze, od średniowiecza do ostatnich lat, odnawiany w taki sam sposób (rębnią częściową) [Untheim 1996].

Zasady (sposób) trzebieży świerka i buka w badanym przez Untheima regionie (Wschodnia Szwabia Alb, Badenia-Wirtembergia) zmieniały się w przypadku obu tych gatunków, podobnie jak w całych Niemczech. Lasy liściaste zagospodarowywano jako lasy wysokopienne od średniowiecza do ostatniego stulecia. Dawniej były to często lasy połączone. Trzebieże modyfikowano pod względem nasilenia cięć, od umiarkowanych dolnych do górnych silnych. Wyjaśnia to przynajmniej częściowo przyczynę obserwowanej przez Untheima zmiany tendencji przyrostu radialnego. Zdaniem tego autora wzrost wysokości zmienia się w nieznacznym stopniu pod wpływem zabiegów hodowlanych (cięć pielęgnacyjnych), lecz wyjątki od tej prawidłowości są opisywane w literaturze [Untheim 1996]. Wiadomo, że intensyfikacja trzebieży powoduje redukcję przyrostu wysokości buków panujących. A zatem obserwowana w drzewostanach niemieckich tendencja do zwiększania się przyrostu wysokości u buka jest najprawdopodobniej spowodowana zmianą produktywności siedliska, ponieważ inne czynniki wpływające na wzrost nie odgrywają, według cytowanego autora, istotnej roli. Część wyników jego badań wskazuje na korzystną tendencję przyrostu wysokości w tych samych położeniach, na skutek poprawy warunków siedliskowych, lecz również te dodatnie tendencje przyrostowe mogą być zdaniem Untheima [1996] w wielu przypadkach spowodowane zmianami metod gospodarowania hodowlanego i czynnikami genetycznymi.

Pośredni i bezpośredni wpływ na zwiększanie się tendencji wzrostowych drzew leśnych w krajach europejskich wywarły metody hodowlane (odnowienie, pielęgnacja, sposób użytkowania, nawożenie czy wapnowanie) [Spiecker i in. 1996]. Wzrost młodych drzewostanów może być większy w wyniku: właściwego przygotowania gleby, selekcji drzew i wyboru odpowiednich proveniencji, jakości sadzonek oraz zwalczania chwastów. Intensyfikacja trzebieży może wywierać wpływ na produktywność siedliska przez zmianę obiegu składników odżywczych, redukcję liczby drzew, konkurencję o światło, składniki pokarmowe i wodę. Skład gatunkowy wywiera wpływ na systemy korzeniowe, jakość ściółki i magazynowanie składników pokarmowych. Nawożenie i wapnowanie poprawia strukturę gleby leśnej i dostarcza jej potrzebnych makro- i mikroelementów. Zabiegi te są stosowane w różnych częściach lasów europejskich przez wiele dziesięcioleci w celu zwiększenia produktywności siedlisk i zmniejszenia efektu ich degradacji spowodowanej poprzednimi sposobami użytkowania ziemi. Wapnowanie było stosowane od wczesnych lat osiemdziesiątych XX wieku, by kompensować wpływ kwaśnych opadów. Racjonalne odwodnienie torfowisk odegrało ważną rolę w poprawie produktywności w Północnej Europie. W różnych częściach Europy Środkowej kontrola stanu wód i regulacja rzek wywarła wpływ na poziom wód gruntowych [Spiecker i in. 1996].

Obok działalności gospodarczej człowieka decydującą rolę we wzroście lasów odgrywają zaburzenia naturalne [Spiecker i in. 1996]. Ogień, pestycydy, susze, sztormy, śnieg, lawiny są przyczyną naturalnej sukcesji i zmiany czynników powodujących wzrost lasu, takich jak: konkurencja o światło, pokarm i wodę oraz zmianę składu gatunkowego drzewostanów. Czynniki te mogą wywierać wpływ na konkurencję drzew i na procesy selekcji. Zmianom ulegają ponadto warunki glebowe i odżywcze.

Szkody powstające w wyniku zgryzania i spalowania drzew przez zwierzynę oddziałują głównie na wzrost i przeżywanie młodych drzewek, a w konsekwencji wywierają wpływ na zmianę składu gatunkowego oraz strukturę wieku drzewostanów, a także na osiągnięcie stabilności dopiero w późnym wieku.

Jako czynniki wywierające wpływ na wzrost drzew leśnych często są brane pod uwagę warunki klimatyczne, głównie temperatura i opady. Temperatura oddziałuje na długość okresu wzrostu. Susze, bardzo częste w Europie Środkowej, wpływają na tę cechę ujemnie; szczególną recesję wzrostu w tym rejonie Europy zanotowano w późnych latach czterdziestych. Susze obserwowane w połowie lat siedemdziesiątych dały początek dyskusji dotyczącej m.in. defoliacji i obumierania lasów.

Długotrwałe efekty oddziaływania czynników klimatycznych komplikują poznanie możliwych przyczyn zmian produktywności siedliska. Wyniki badań wykazały jednak, że zmiany klimatyczne korelują z krótko- i średniookresową zmiennością wzrostu, na podstawie zmiennych klimatycznych nie można natomiast przewidzieć trendów długoterminowych [Spiecker i in. 1996].

Nie jest jeszcze wyjaśniony wpływ globalnego ocieplenia klimatu. W Portugalii długie okresy suszy są przyczyną zahamowań wzrostu pola powierzchni przekroju pierśnicowego i miąższości u sosny (*Pinus pinaster*) i eukaliptusa (*Eucalyptus globulus*). We Francji drzewa, które rosną w wyższych położeniach górskich niż Pireneje, a więc nie są objęte działalnością gospodarki leśnej i są eksponowane na niską depozycję azotu, wykazały wyraźną, pozytywną tendencję wzrostową [Badeau i in. 1996].

Zwiększona zawartość CO₂ w atmosferze lub inne warunki klimatyczne mogą też mieć duży wpływ. Dwutlenek węgla może bowiem stymulować fotosyntezę, ograniczać oddychanie oraz łagodzić stres wodny spowodowany niskim natężeniem światła. Jednakże wzrost jest modyfikowany przez gatunki oraz siedlisko i dlatego trudno wyciągać ogólne wnioski dotyczące

wpływu podanych wyżej czynników na wzrost drzewostanów. Możliwe, że wpływ CO₂ jest w Europie zróżnicowany. Jest również prawdopodobne, że na wzrost lasu wywiera równocześnie wpływ kilka czynników, a końcowy efekt ich łącznego oddziaływania powoduje zmianę oddziaływań indywidualnych [Spiecker i in. 1996].

Pozytywne tendencje w przyroście jodły rosnącej w Jurze wiąże Bert (1992) ze zmianą warunków klimatycznych. Porównując bowiem średnie wartości zmian przyrostu promienia i dane meteorologiczne (roczne opady i średnia temperatura roku) wykazał, że okres suszy w latach 1971-1976 spowodował spadek przyrostu drzew tego gatunku od 1973 r. i był tak znaczny, że cytowany autor nazwał to zjawisko „obumieraniem lasu”. Po następnych, bardziej wilgotnych latach, przyrost wrócił do poziomu charakterystycznego dla początku XX wieku. Na całej powierzchni półkuli północnej temperatura powietrza wykazuje podobny trend, w tym samym okresie. Globalne ocieplenie może wywierać dwojaki wpływ na przyrost radialny:

- w terenach górskich Jury zwiększenie przyrostu jodły było wyraźniej zaznaczone na powierzchniach (stacjach badawczych) najzimniejszych, a słabiej na cieplejszych. Wyniki te wskazują, że słabe ocieplenie klimatu mogło poprawić przyrost radialny drzew badanego gatunku,
- w położeniach stosunkowo najsuchszych przyrost jodeł zwiększył się wyraźniej niż w innych położeniach. Na podstawie tych obserwacji Bert [1992] przypuszcza, że obfite opady sprzyjają poprawie tej cechy (tj. przyrostu).

Zwiększenie szerokości słoï w długim okresie może być interpretowane jako rezultat podwyższenia temperatury powietrza, któremu towarzyszy niewielki wzrost ilości opadów, co można ewentualnie wiązać z efektem szklarniowym spowodowanym wzrostem zawartości CO₂ w powietrzu. Bert [1992] podkreśla też, że zmiany przyrostu mogą być modyfikowane przez imisje i niewłaściwe zabiegi hodowlane.

Na tendencje wzrostowe drzew leśnych, tworzących drzewostany jedno- lub wielogatunkowe może mieć także wpływ obecność w powietrzu określonych ilości azotu, ozonu i dwutlenku siarki.

Azot jest znanym, bardzo ważnym składnikiem odżywczym roślin. W większości publikacji przedstawionych w Raporcie badawczym nr 5 EFI, bierze się pod uwagę jego roczną depozycję jako prawdopodobny czynnik wpływający na wzrost drzew w ostatnich dekadach wieku XX. Pozytywną tendencję wzrostową obserwowano w dużej części Europy, szczególnie w tych jej rejonach, w których zwiększyła się depozycja azotu. Fakt, że nie stwierdzono zmian trendu wzrostowego drzew w niektórych częściach Europy Północnej może być wyjaśniony niską jego depozycją. Jednakże w Pirenejach przyrost zwiększył się [Badeau i in. 1996], chociaż depozycja azotu była mała.

Zawartość ozonu w niższych warstwach atmosfery, przypuszczalnie stale zwiększała się w ciągu XX wieku. W dni słoneczne, największe stężenie ozonu może być czasami większe niż w przeciętnych warunkach pogodowych. Problem wpływu ozonu na żywotność drzew i ich przyrost, szczególnie w wyżej położonych lasach Europy Środkowej, jest szeroko dyskutowany. Jednakże do 1996 roku brak było jednoznacznych wyników dotyczących jego wpływu na wzrost drzew w warunkach naturalnych [Spiecker i in. 1996]. Dlatego warto poznać najnowsze wyniki badań Wentzla (2001), które wyjaśniają wpływ azotu i ozonu na przyrost drzew. Z pracy tego autora wynika, że na miejscu dawnych imisji złożonych z CO₂ występują mieszane imisje z NO₂, NH₃/NH₄, ozonu i SO₃. Obecnie, zwłaszcza w niższych położeniach główną rolę w kształtowaniu przyrostu odgrywają związki azotowe, a w wyższych ozon jest głównym czynnikiem powodującym

szkody. Zwiększenie koncentracji związków azotu w powietrzu, które wielokrotnie przekraczają wartości graniczne, tolerowane przez ekosystem leśny, powoduje zwiększenie przyrostu ale w ograniczonym czasie – stymuluje wzrost w młodości, lecz powoduje wczesne starzenie. Z powodu nadmiaru azotu drzewa tracą odporność i są uszkodzane na skutek susz i mrozów.

Wpływ SO_2 na ulistnienie drzew - jako bezpośredni czynnik oddziaływania – obserwowany wokół dużych ośrodków przemysłowych (np. hut niklu na Półwyspie Kola), w połączeniu z pośrednimi czynnikami, zakwaszeniem i dużą zawartością metali ciężkich w glebie, jest przyczyną obumierania lasów. W skrajnych przypadkach powierzchnia totalnej destrukcji następuje w odległości 5-10 km od źródła emisji [Mielikäinen i Sennov 1996]. Efekt wpływu niskich koncentracji SO_2 na przyrost drzew w warunkach naturalnych nie jest jeszcze udowodniony. Dotyczy to także innych depozycji i zanieczyszczeń powietrza.

Uwagi końcowe

Przyrost drzewostanów był w przeszłości interpretowany jako niezmienny (statyczny) w danych warunkach siedliskowych. Nowsze badania wskazują jednak na dynamiczną zmianę warunków środowiska, a więc i na ich wpływ na przyrost. Warunki środowiska, takie jak: zanieczyszczenie powietrza, mrozy, susze są przyczyną zmniejszonego przyrostu, na który nakłada się efekt zwiększenia ilości (koncentracji) dwutlenku węgla i azotu. Oba te czynniki powodowały, że w okresie prowadzonych badań (przed 1996 r.) nie następowało obniżenie przyrostu drzew poniżej wartości tablicowych, obserwowano go jednak w warunkach ciągłego wpływu dotkiliwych imisji w wyższych położeniach Średniogórza Niemiec, w przeciwieństwie do zwiększonego przyrostu notowanego w innych częściach tego kraju. Pretzsch [1996] podkreśla, że dotychczas zajmowano się głównie aktualnym rozwojem drzew leśnych i niewiele zrobiono poza zestawieniem symptomów i możliwych przyczyn różnic w tendencjach wzrostowych. Niemniej uzasadnione jest przypuszczenie, że globalne ocieplenie klimatu ma charakter przejściowy, a trendy wzrostowe zostały zakłócone tylko tymczasowo, wszystko wróci do stanu normalnego i będzie można znów stosować konwencjonalne modele prognostyczne. Globalne zmiany warunków produktywności wydają się stawać normą, podczas gdy warunki wzrostu, które dotychczas były uważane za statyczne staną się wyjątkami [Pretzsch 1996].

Literatura

- Badeau V., Becker M., Bert D., Dupouey J.L., Lebourgeois F., Picard J.F. 1996. Long-term growth trends of trees: ten years of dendrochronological studies in France. W: Growth trends in European forests. European Forest Institute Research Report 5, red. H. Spiecker, K. Mielikäinen, M. Köhl, J. Skovsgaard. 167-181.
- 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.
- Jaworski A. 1991. Vitality of the fir (*Abies alba* Mill.) in the forests of Poland. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel. Zürich 106: 162-173.
- 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.
- Kopeć L., Wań M. 1989. Badania przyrostowe i dendroklimatyczne świerczyn górnoeregłowych 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.
- 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.
- 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 7: 49-56.
- Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J.P. 1996. Conclusions and summary. 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.
- Wentzel K.F. 2001. Was bleibt vom Waldsterben? Bilanz und Denkanstöße zur Neubewertung der derzeitigen Reaktion der Wälder auf Luftschadstoffe. Hochschul-Verlag, Freiburg.
- Zawada J. 2000. Przyrostowa dynamika sosny w wybranych drzewostanach Krainy Karpackiej i jej konsekwencje hodowlane. Prace IBL Ser. A. 895: 5-22.
- Zawada J. 2001. Przyrostowe objawy rewitalizacji jodły w lasach Karpat i Sudetów oraz -wynikające z nich konsekwencje hodowlane. Prace IBL Ser. A. 922: 79-10.

SUMMARY

Changes in growth trends of the main forest tree species in Europe and mountain regions in Poland and possible causes Part II. Possible causes of changes in growth trends

According to information by the European Forest Institute the changes in the growth of European single- and multi-species stands are seen in the changes in land use including forests, the effect of silvicultural management methods including the use of fertilisers and liming, natural disturbances, damage caused by game, changes of climatic conditions (temperature, precipitation, as well as air-borne deposition particularly the impact of global climate warming).

The authors whose research results are presented in this paper state that the increment of stands in the past was understood as constant (static) under the given site conditions. However more recent studies point to the dynamic changes in the environment conditions, and to the impact they have on stand increment. Environment conditions such as air pollution, frost or drought which combined with higher concentrations of carbon and nitrogen dioxides are the major causes of increment decline. Both of these factors caused no decline of tree growth below table values within the period of study (before 1996); it was observed, however, in the conditions of constant influence of intense emissions in the higher sites of the low mountain region of Germany, contrary to the increased growth noted in other parts of the country.

Pretzsch emphasises that the current development of forest trees was the main concern of researchers and little was done save for specifying the symptoms and possible causes of differences in the growth trends. Nevertheless, it is a justified believe that the global climate warming is of a transitional nature, the disturbances in growth trends are temporal, and traditional prognostic models will be used when everything comes back to normal. The global changes in conditions of forest productivity seem to be a standard while the growth conditions which used to be considered static will be an exception.