

# Oddziaływanie gradacji brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) na przyrosty promieniowe sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Puszczy Noteckiej

**Bernard Okoński, Antoni T. Miler, Andrzej Czerniak, Sylwester Grajewski, Piotr Duszyński**

**Abstrakt:** Przedmiot badań stanowiła sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) z dwóch stanowisk znajdujących się w Nadleśnictwie Międzychód (wydzielenia 12b i 211a) położonym w Puszczy Noteckiej. Stanowisko badawcze założone w wydzieleniu 12b położone w pierwotnym ognisku gradacyjnym brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.), natomiast stanowisko kontrolne założone zostało w wydzieleniu 211a, znajdującym się poza zasięgiem oddziaływania gradacji szkodnika. Opracowane chronologie dla stanowisk obejmują lata 1942–2012. Wyniki przeprowadzonych analiz dendroentomologicznych wskazują, iż okresy wybuchu trzech ostatnich gradacji korespondowały z wystąpieniem redukcji przyrostów promieniowych. Drzewa z powierzchni gradacyjnej charakteryzowały się również niższą średnią szerokością przyrostów rocznych w porównaniu z powierzchnią kontrolną. Lata przed wybuchami poszczególnych gradacji charakteryzowały się niskimi opadami w okresach wegetacyjnych oraz przeciętnymi temperaturami i wilgotnymi ciepłymi zimami. Analizy dendroklimatologiczne temperatur i opadów wykazały, że najsilniejsze zależności pozytywne między przyrostami rocznymi oraz temperaturami wystąpiły w przypadku temperatury lutego i marca roku tworzenia się przyrostu dla obu powierzchni badawczych.

**Słowa kluczowe:** gradacje brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.), sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), przyrosty promieniowe, leśnictwo.

**Abstract: Impact of black arches (*Lymantria monacha* L.) outbreak on radial increment of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Puszcza Notecka forest.** The tree species under research was Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from two research sites located in Międzychód Forest District (compartments 12b and 211a) in Puszcza Notecka. The research site located in compartment 12b was selected in picket of infestation of Black Arches (*Lymantria monacha* L.) and control site was in subcompartment 211a outside zone of insect outbreak episodes. The pine chronologies covered the period 1942–2012. The results show that insect outbreaks in three last periods correspond with reduction of radial increment of pine. The trees from the outbreak site have lower mean radial increment width in comparison with trees from the control site. The years preceding insect outbreaks were periods of low precipitation of vegetation period, periods of average annual temperatures, periods of warm and humid winter half-years. The results of dendroclimatological analysis for precipitation and temperature show that the strongest relation occurs between radial growth and temperature of February and March of radial growth year (positive relation).

**Key words:** outbreak of Black Arches (*Lymantria monacha* L.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), radial increment, forestry.

## Wprowadzenie

Gradacje owadów foliofagicznych, między innymi brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.), w drzewostanach sosnowych mogą powodować redukcję w 3–4-letnich przyrostach rocznych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) (Zielski, Krąpiec 2009).

Wyniki licznych badań dendroklimatologicznych wskazują na dość silne związki wielkości przyrostów radialnych drzew z dwoma podstawowymi składowymi klimatu: opadem atmosferycznym i temperaturą powietrza. Bieżące przyrosty związane są ze stanem zdrowotnym drzew. Stąd gradacje szkodników (owady, grzyby), immisja zanieczyszczeń antropogenicznych wpływają synergicznie na owe przyrosty. Analiza sekwencji przyrostów rocznych drewna pod kątem badania śladów gradacji jest zatem dość trudna. Niemniej reakcja na warunki pluwialno-termiczne występuje w danym i następnym roku, a w przypadku gradacji owadzich dla gatunków iglastych może trwać 3–5 lat (powolna regeneracja aparatu asymilacyjnego utraconego w wyniku żerowania) i ma silne zróżnicowanie przestrzenne. Zatem konieczne są szczegółowe informacje o rodzaju i przebiegu gradacji.

Sosnę zwyczajną zalicza się do grupy gatunków borealno-górskich o niewielkich wymaganiach edaficznych (wyjątkowych możliwościach przystosowawczych), związanych z klimatem kontynentalnym (Białobok et al. 1993). Natomiast brudnica mniszka okazała się pod koniec XX wieku najgroźniejszym szkodnikiem pierwotnym lasów w Europie Środkowej, wykazującym zdolność do masowego pojawiania się z cyklicznością 10–11 lat (Szujecki 1998). Na terenie Polski w latach 1945–2007 odnotowano siedem gradacji brudnicy mniszki, obejmujących swym zasięgiem różne części naszego kraju (1946–52, 1955–60, 1962–68, 1970–75, 1978–85, 1991–94 i 1999–2003). W Puszczy Noteckiej za rok rozpoczęcia ostatnich sześciu gradacji można przyjąć lata: 1956, 1962, 1972, 1979, 1991 i 1999 (Sukovata 2010). Główną rolę w przebiegu gradacji odgrywają warunki pogodowe – powtarzająca się przez kilka lat susza atmosferyczna w czerwcu i lipcu (Sukovata 2010 za: Wellenstein 1942, Benkevic 1960, Bejer-Petersen 1972, Jensen 1985, Bejer 1988, Klimetzek, Yue 1997). Podwyższona temperatura lipca i sierpnia w okresie wylęgu motyli wpływa również korzystnie na przebieg rójki, która w takich warunkach jest nasiloną w krótkim czasie (Sukovata 2010 za Schonher 1989). W Katedrze Inżynierii Leśnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu od wielu lat prowadzono badania z zakresu wpływu różnych czynników na przyrosty roczne u sosny. Analizowano między innymi wpływ lustra wody gruntowej w sąsiedztwie napełnianego zbiornika retencyjnego (Kamiński et al. 1992). W latach 1998–2002 na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w Warszawie badano wpływ wód powodziowych na zdrowotność drzewostanów sosnowych (Kamiński et al. 2002; Kamiński et al. 2003).

Celem pracy jest wykazanie wpływu gradacji brudnicy mniszki na wielkość przyrostów radialnych sosny zwyczajnej w zachodniej części Puszczy Noteckiej.

## Zakres i metodyka

Prace terenowe prowadzone były na dwóch powierzchniach badawczych wytypowanych przez Ochońskiego (2013) w oparciu o analizę materiałów archiwalnych: Zespołu Ochrony Lasu w Szczecinku ewidencjonującego epizody gradacyjne na obszarze objętym badaniami. Pierwsza powierzchnia położona jest w pierwotnym ognisku gradacyjnym brudnicy mniszki, druga stanowi powierzchnię kontrolną i leży poza obszarem występowania gradacji. Pobór próbek przyrostowych oraz ich analizę laboratoryjną prowadzono zgodnie ze strategią EKO (Zielski i Krąpiec 2009). Na każdej z powierzchni badawczych, zlokalizowanych w jednowiekowych,

jednogatunkowych drzewostanach sosnowych wyznaczono 15 drzew V klasy wieku, równomiernie rozmieszczonych, zaliczających się do drugiej klasy Krafta. Następnie pobrano próbki przyrostowe przy użyciu świdra Presslera, po dwie z każdego drzewa, na wysokości pierśnicy, po wschodniej i zachodniej stronie pnia.

Próbki przyrostów rocznych po przeschnięciu zostały przyklejone do drewnianych prawi- deł ze specjalnie wyfrezowanym wcięciem, a następnie zeszlifowane w celu wyeksponowania przebiegu przyrostów. Następnie próbki zeskanowano w rozdzielczości 1200 dpi i z pomocą programu CooRecorder dokonano pomiaru szerokości przyrostów rocznych z dokładnością 0,01 mm (Duszyński 2013).

Do analiz dendroklimatologicznych wykorzystano metodę regresji wielokrotnej – funkcję odpowiedzi, tj. przyrost roczny jako funkcja parametrów meteorologicznych. Wykorzystano program DENDROCLIM2002 (Biondi, Waikul 2004). Temperatury powietrza oceniano według danych ze stacji IMGW w Gorzynie (1961–2012), a opady atmosferyczne według danych pochodzących ze stacji IMGW w Drezdenku (1950–2012). Dane te uzupełniono ze związków regresyjnych ze stacji IMGW w Poznaniu, stosownie do celu, którym było uzyskanie szeregów dla okresu 1940–2012 (Okoński 2013). W obliczeniach statystycznych przyjęto zwyczajowo stosowany poziom istotności  $\alpha = 0,05$ .

Weryfikację lat gradacyjnych dla powierzchni badawczej położonej w ognisku pierwotnym brudnicy mniszki – wydzielanie 12b (nadleśnictwo Międzychód) wykonano wg dokumentacji Zespołu Ochrony Lasu w Szczecinku oraz dokumentacji Sukovata (2010). Ostatecznie ustalono, iż za lata rozpoczęcia gradacji brudnicy mniszki można przyjąć: 1979–80, 1991–92 i 1999–2000. Wcześniejsze gradacje są trudne do jednoznacznej interpretacji. Ustalono także okres trwania gradacji na 4–5 lat.

Ocenę śladu występowania gradacji wykonano na podstawie indeksów  $z_i$  zdefiniowanych jako ilorazy 5-letnich średnich konsekwentnych ( $x_{sr.5}$ ) i odchyłeń standardowych dla tych pięciu lat ( $\sigma_5$ ):

$$z_i = \frac{x_{sr.5}}{\sigma_5} \quad (1)$$

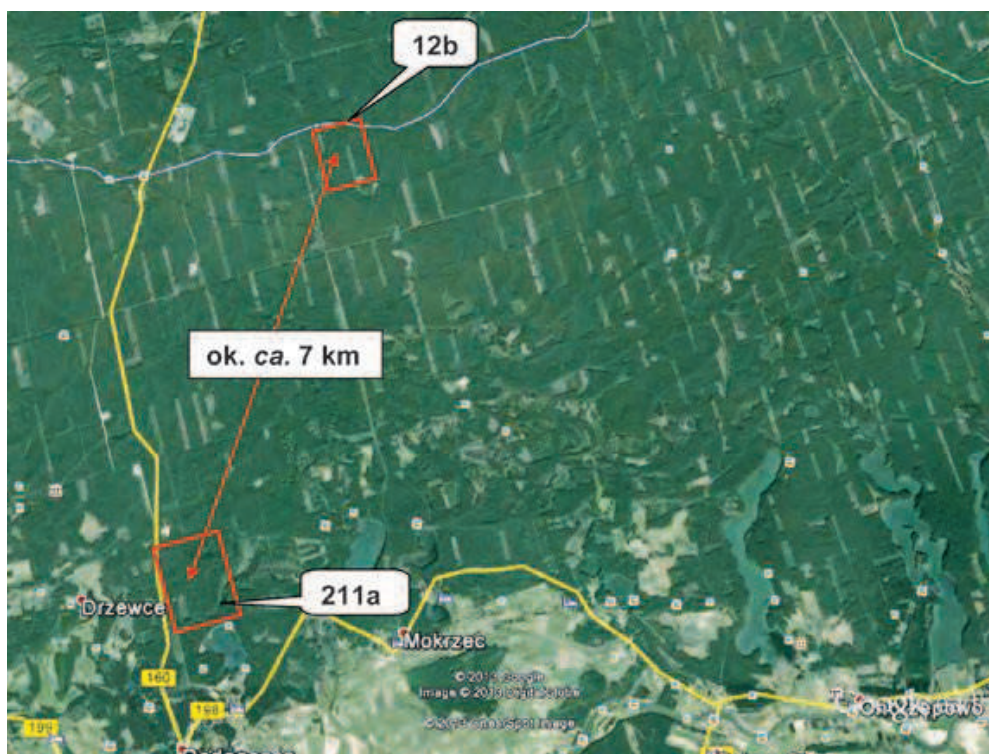
gdzie:  $x_i$  – wartość przyrostu w  $i$ -tym roku, a  $x_{sr.5} = (x_{i-2} + x_{i-1} + x_i + x_{i+1} + x_{i+2})/5$  (Gonzales 2001).

Zakłada się, że gradacje owadzie powodujące defoliacje są czynnikiem stresu dla drzew. Zostawiają ślad w drewnie w postaci serii zredukowanych przyrostów (Swetnam, Lynch 1993, Swetnam et al. 1995, Mason et al. 1997, Alfaro et al. 2014).

## Opis obszaru badań

Powierzchnie badawcze założono na terenie Puszczy Noteckiej w Nadleśnictwie Międzychód. Powierzchnia w pierwotnym ognisku gradacyjnym brudnicy mniszki położona jest w wydzielaniu 12b, natomiast powierzchnia kontrolna w wydzielaniu 211a (ryc. 1).

Powierzchnia pododdziału 12b wynosi 12,4 ha, gatunkiem panującym w drzewostanie jest sosna zwyczajna, której udział wynosi 100%. Miejscowo występuje świerk pospolity. Wiek drzewostanu wynosi 83 lata, średnia wysokość zgodnie z opisem taksacyjnym – 17 m. Drzewostan charakteryzuje się jednopiętrową budową pionową, z umiarkowanym zwarciem. Teren wydzielania można określić jako nizinny falisty. Typ siedliskowy lasu dla poddziału określono jako bór świeży.



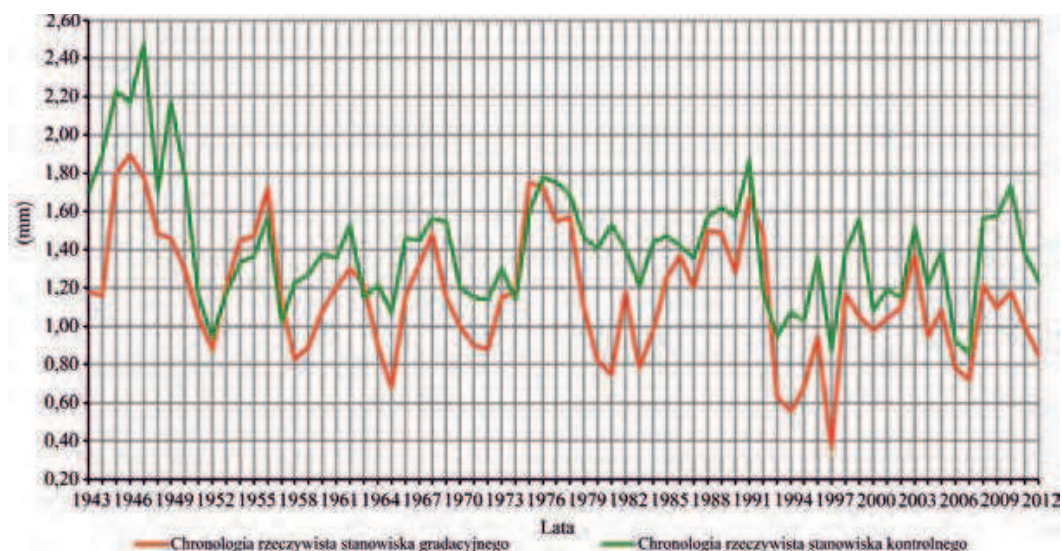
**Ryc. 1.** Lokalizacja powierzchni badawczych  
*Fig. 1. Location of research sites*

Powierzchnia pododdziału 211b wynosi 26,45 ha. Gatunkiem panującym w drzewostanie jest sosna zwyczajna, której udział wynosi 100%. Wiek drzewostanu wynosi 83 lata. Miejscowo występuje brzoza brodawkowata w wieku 83 lat oraz dąb bezszypułkowy również w wieku 83 lat, a także sosna zwyczajna w wieku 108 lat. Drzewostan charakteryzuje się jednopiętrową budową pionową z umiarkowanym zwarciem. Teren wydzielenia można określić jako nizinny falisty, typ siedliskowy lasu to bór świeży.

## Wyniki

Średnia pierśnica wybranych 15 drzew w pododdziale 12b („gradacja”) wynosiła 23 cm, a dla wybranych 15 drzew w pododdziale 211a („kontrola”) wynosiła 28 cm – różnica wyniosła 5 cm. Podobne różnice były pomiędzy średnicami minimalnymi i maksymalnymi. Analiza 60 chronologii osobniczych dla tych drzew (po dwie dla każdego drzewa) wykazała, iż średni radialny przyrost roczny drzew w pododdziale 12b wynosi 1,16 mm, a w pododdziale 211a 1,41 mm – różnica 0,25 mm. Na rycinie 2 przedstawiono uśrednione chronologie osobnicze dla badanych powierzchni (Duszyński 2013).

Obliczone indeksy  $z_i$  (uśrednionych 5-letnich przyrostów radialnych) wahają się na badanych powierzchniach w przedziale  $\pm 1,6$ . Można arbitralnie przyjąć, iż lata, dla których indeksy są mniejsze lub równe  $-0,8$  ( $1/4$  przedziału zmienności), będą zaliczane do lat z istotną redukcją przyrostów. W tabeli 1 zestawiono 16 wydzielonych lat z taką istotną redukcją przyrostów. 10 z nich pokrywa się z latami występowania gradacji brudnicy mniszki w Polsce (w tab. 1 zaznaczono je pogrubioną czcionką). W pozostałych latach występowały niekorzystne warunki klimatyczne (lata suche lub po suchych, zimne lub po zimnych).



**Ryc. 2.** Zestawienie chronologii rzeczywistych przyrostów radialnych dla badanych stanowisk 12b i 211a  
*Fig. 2. Raw chronologies of radial increments for studied places 12b and 211a*

**Tab. 1.** Zestawienie wartości indeksu  $z_i$  dla badanych powierzchni w latach z istotną redukcją przyrostów radialnych

*Table 1. Index values ( $z_i$ ) for research sites for the years with significant reduction of radial increments (pointer years)*

Lata	Indeks $z_i$	
	Obiekt 12b	Obiekt 211a
1943	-1,20	1,03
1951	-1,27	-1,00
1957	-0,82	-0,14
1958	-0,94	0,05
1964	-1,49	-1,01
1970	-0,91	-0,74
1971	-0,98	-0,25
1980	-0,89	0,70
1982	-0,95	-1,65
1986	-1,19	-1,05
1989	-1,42	0,09
1993	-0,81	-0,71
1996	-1,49	-1,10
1999	-1,19	-0,60
2005	-0,80	-0,88
2006	-1,21	-1,15

Analizując trzy ostatnie epizody gradacji brudnicy mniszki w Puszczy Noteckiej, można wskazać, iż lata pojawienia się gradacji należy oceniać jako ciepłe i suche.

Przeprowadzone analizy z wykorzystaniem funkcji odpowiedzi (regresji wielokrotnej) nie wskazały statystycznie istotnych związków dla badanych powierzchni oprócz istotnego związku między temperaturą lutego i rocznym przyrostem promieniowym dla powierzchni 211a (kontrolnej). Wyniki te nawiązują do innych wyników badań podawanych z obszaru Polski (Zielski 1997, Feliksik, Wilczyński 2009).

Analiza warunków termiczno-pluwalnych potwierdza dość powszechny w literaturze przedmiotu pogląd, iż letnie susze w okresach przedgradacyjnych implikują powstawanie gradacji brudnicy mniszki poprzez zmniejszenie naturalnego oporu środowiska (Sukovata 2010 za: Wellenstein 1942, Benkevic 1960, Bejer-Petersen 1972, Jensen 1985, Bejer 1988, Klimetzek, Yue 1997). Z kolei między wysokością opadów okresu wiosenno-letniego oraz szerokością przyrostów rocznych sosny w tych samych warunkach siedliskowych występuje związek pozytywny (Zielski 1997, Feliksik, Wilczyński 2009, Wilczyński 2013). Stąd można sądzić, że zarówno czynnik gradacyjny, jak i warunki opadowe mogą oddziaływać synergicznie, ponieważ kierunek oddziaływania jest podobny w obu przypadkach.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

Epizody gradacji brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) spowodowały wystąpienie lat charakterystycznych, tj. wskaźnikowych lat negatywnych pod względem przebiegu przyrostów radialnych – redukcja przyrostów w tych latach. Stąd prawdopodobnie drzewa z ogniska gradacyjnego charakteryzują się także ogólnie średnio węższymi przyrostami rocznymi w porównaniu z powierzchnią kontrolną.

Warunki termiczno-pluwalne, które mogą wpływać na powstanie i rozwój gradacji to niskie opady w lecie i okresie wegetacyjnym przed inicjacją gradacji oraz temperatury poniżej normy dla okresów wegetacyjnych w roku powstania gradacji.

Gradacje owadzie są tylko jednym z wielu czynników wpływających na przyrosty radialne. Ważne są także czynniki siedliskowe i antropogeniczne. Stąd uzyskane zależności należy traktować częściowo w charakterze jakościowym.

## Literatura

- Alfaro R.I., Breg J., Axelson J. 2014. Periodicity of western spruce budworm in Southern British Columbia. *Forest Ecology and Management* 315: 72–79.
- Białobok S., Boratyński A., Bugała W. (red). 1993. *Biologia sosny zwyczajnej*. Instytut Dendrologii PAN. Poznań-Kórnik.
- Biondi, F., Waikul. K. 2004. DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. *Computers & Geosciences* 30: 303–311.
- Duszyński P. 2013. Ślad gradacji brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) w przyrostach promieniowych sosny w świetle warunków termiczno-opadowych. Praca magisterska wykonana pod kierunkiem dra inż. B. Okońskiego. Katedra Inżynierii Leśnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Maszynopis.

- Feliksik E., Wilczyński S. 2008. The Effect of Climate on Tree-Ring Chronologies of Native and Nonnative Tree Species Growing Under Homogenous Site Conditions. *Geochronometria* 33: 49–57.
- Gonzalez I.G., 2001. WEISER: a computer program to identify event and pointer years in dendrochronological series. *Dendrochronologia* 19 (2): 239–244.
- Kamiński B., Czerniak A., Grajewski S., Okoński B. 2003. Wpływ wód powodziowych na zdrowotność drzewostanów sosnowych. W: *Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego*. Red. A.T. Miler, Wyd. AR Poznań: 307–318.
- Kamiński B., Czerniak A., Grajewski S., Okoński B., 2002. Wpływ wód powodziowych na przyrost drzewostanów w zależności od rodzaju gleb i gruntów głębszego podłoża. Sprawozdanie końcowe wraz z wytycznymi dla gospodarki leśnej, grant branżowy, nr tematu 25/98, ilość stron: 82. Badania finansowane przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.
- Kamiński B., Czerniak A., Jankowiak O., Perzanowski G. 1992. Wpływ spiętrzenia wody w zbiorniku retencyjnym na przyrost sąsiadujących z nim różnowiekowych drzewostanów sosnowych. *Sylvan* 1992 nr 8. ROK CXXXVI: 5-14.
- Mason R.R., Wickman B.E., Paul H.G. 1997. Radial growth response of Douglas-fir and grand fir to larval densities of the Douglas-fir tussock moth and the western spruce budworm. *Forest Science* 43: 194–205.
- Okoński B. 2013. Ocena warunków termiczno-opadowych w zachodniej części Puszczy Noteckiej. Maszynopis. Katedry Inżynierii Leśnej UP w Poznaniu.
- Sukovata L. 2010. Prognozowanie i ograniczanie występowania brudnicy mniszki *Lymantria monacha* L. (*Lepidoptera, Lymantriidae*). Instytut Badawczy Leśnictwa. Zakład Ochrony Lasu. Sękocin Stary.
- Swetnam T.W., Lynch A.M. 1993. Multi-century, regional scale patterns of western spruce budworm history. *Ecological Monographs* 63 (4): 399–424.
- Swetnam T.W., Wickmann B.E. Paul H.G. Baisan C.H. 1995. Historical Patterns of Western Spruce Budworm and Douglas-Fir Tussock Moth Outbreaks in the Northern Blue Mountains, Oregon, since AD 1700. USDA Forest Service Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon PNW-RP-484.
- Szujecki A. 1998. Entomologia leśna. Tom II. SGGW. Warszawa.
- Wilczyński S. 2013. Krótkookresowe reakcje przyrostowe jodły, świerka i sosny rosnących w jednorodnych warunkach siedliskowych. *Sylvan* 6: 442–452.
- Zielski A. 1997. Uwarunkowania środowiskowe przyrostów radialnych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Polsce Północnej na podstawie wielowiekowej chronologii. Rozprawa habilitacyjna, Wyd. UMK. Toruń.
- Zielski A., Krąpiec M. 2009. *Dendrochronologia*. PWN. Warszawa.

**Bernard Okoński, Antoni T. Miler, Andrzej Czerniak,  
Sylwester Grajewski, Piotr Duszyński**  
Katedra Inżynierii Leśnej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
okonski@up.poznan.pl