

MARCIN KOPROWSKI, ANDRZEJ ZIELSKI

Lata wskaźnikowe u świerka pospolitego [*Picea abies* (L.) Karsten] na Pojezierzu Olsztyńskim

Indicator years of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karsten]
in Olsztyn Lake District

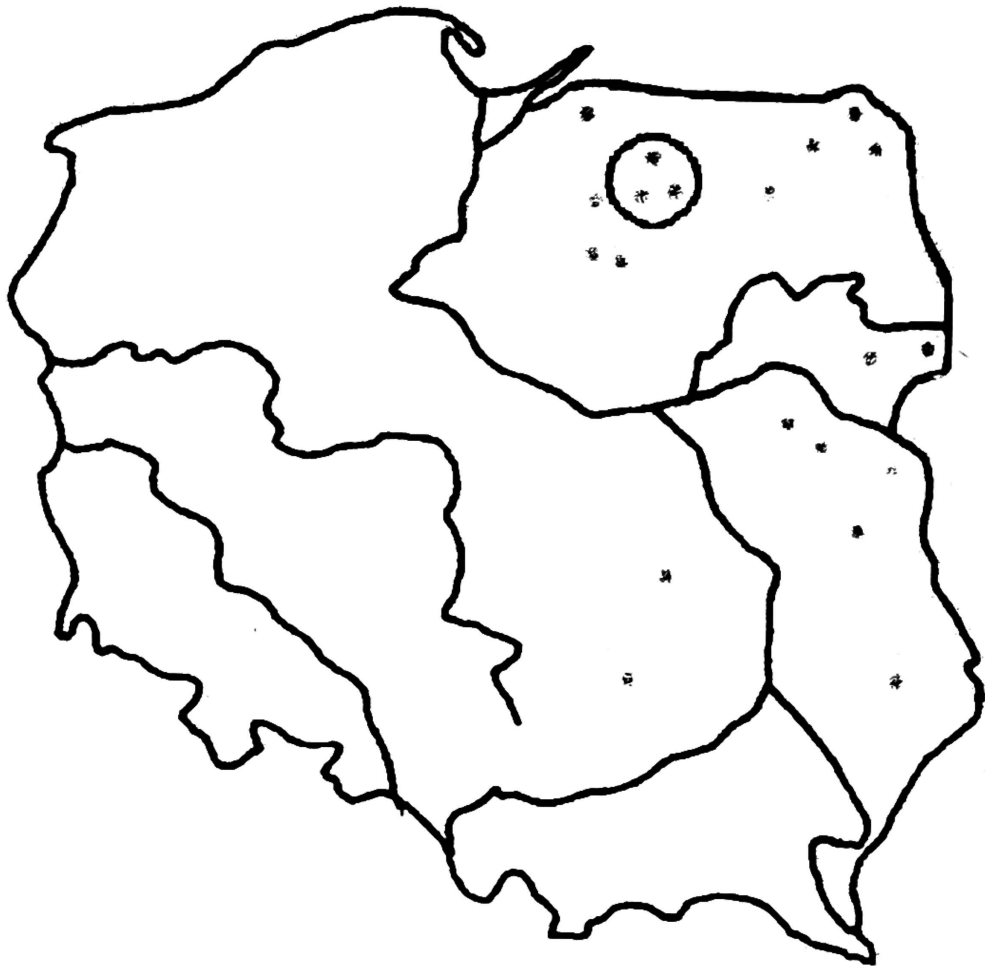
Abstract. The experiment with the determination of years with exceptionally narrow or wide annual increments was conducted on 89 samples. Extreme negative and positive years were determined using a WEISER programme (Gonzales 2001). In the period 1840-1998, seventy nine extreme years were determined. In the years 1979 and 1998, annual increments were most distinct in 81 and 86 core samples. The WEISER programme was found to be a useful tool in determining extreme years. The occurrence of indicator years illustrates the amounts of precipitation by the end of spring and in summer, as well as low temperatures by the end of winter.

Key words: dendrochronology, *Picea abies*, statistical analysis, Poland

Wstęp

Celem pracy było przetestowanie i praktyczne zastosowanie programu WEISER (Gonzales 2001) do wyznaczania lat wskaźnikowych dla świerka pospolitego z Pojezierza Olsztyńskiego. Program ten wykorzystuje metodę uśredniania w oknie czasowym. Jest on jednocześnie prosty i łatwy w obsłudze, można także zmieniać i dostosowywać szerokość okna czasowego, wybierać niektóre próby do analizy spośród wielu, dowolnie określać okres czasu w którym chcemy wychwycić wąskie lub szerokie przyrosty itd. W drugiej części pracy wyjaśniono pojawianie się ekstremalnych przyrostów rocznych warunkami klimatycznymi znacznie odbiegającymi od przeciętnych. Prezentowane wyniki są częścią pracy doktorskiej na temat świerka pospolitego na obszarze wschodniej Polski. Badania obejmują dwa ośrodki występowania tego gatunku w Polsce (ryc. 1).

Istnieje wiele różnych metod służących do wyznaczania lat ekstremalnych. Najprostsza z nich – skeleton plot polega na wizualnej ocenie zmian szerokości przyrostów na próbach. W końcowym etapie ustala się, w których latach zarejestrowano wąski lub szeroki przyrost na określonej liczbie prób (od 30 do 50 % i więcej) i określa się to rokiem wskaźnikowym. Kolejnymi sposobami rejestrowania lat ekstremalnych są metody oparte na analizie szeregu



RYC. 1. Stanowiska badawcze świerka pospolitego w Polsce. W okręgu zaznaczono analizowane stanowiska

czasowego otrzymanego z pomiarów szerokości pierścieni rocznych. Zestawienie różnych metod można znaleźć w pracy Riemer'a (1994) i Meyer'a (1997-1998).

O niepowtarzalności sekwencji przyrostów rocznych w czasie decyduje między innymi częstość występowania lat wskaźnikowych, czyli wyjątkowo wąskich lub szerokich przyrostów rocznych w danym roku. Ich identyfikacja ułatwia datowanie drewna historycznego i określenie warunków środowiskowych, które w największym stopniu determinują aktywność kambium. Są narzędziem w monitorowaniu środowiska.

Znaczenie analizy kolejnych przyrostów rocznych i wyznaczania lat ekstremalnych dla celów analizy dendroekologicznej zostały opisane między innymi przez Schweingruber (1989, 1996) i Zielskiego (1997).

Materiał i metody

Próbki pobrane za pomocą świdra Presslera na wysokości 1,30 m od szyi korzeniowej, poddano standardowej preparatyce i zmierzono przyrostomierzem z mechaniczną prowadnicą i elektroniczną rejestracją przyrostów. Szerokość każdego przyrostu rocznego została określona w przybliżeniu do 0,01 milimetra. Łącznie zmierzono 118 rdzeni z trzech nadleśnictw Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Olsztynie (tab. 1). Wytypowano do dalszych badań 89 próbek reprezentujących podobną reakcję przyrostową i zminimalizowany wpływ cech osobniczych na przyrost. Pojedyncze sekwencje po zmierzeniu

TABELA 1
Charakterystyka stanowisk świerka

Nadleś- nictwo	Leśnictwo	Oddział	Symbol	Liczba pobranych prób	Siedlisko	Data pobrania
Kudypy	Sząbruk	343j	klsz	22	LMśw	14 IX 1999
Kudypy	Kamienna Góra	241L	klkg	22	LMśw	26 IX 1999
Wichrowo	Sarny	432a	wls 1	24	BMśw	02 VI 2000
Wichrowo	Dwa Stawy	450n	wld 1	24	Lśw	05 VI 2000
Jedwabno	Łysowo	128d	jlcp	26	BMb	03 VII 2000

zostały przetestowane za pomocą programu COFECHA z pakietu DPL (Dendrochronology Program Library, Holmes 1986). Program ten wskazuje na próbkach brakujące bądź fałszywe przyrosty; po ich wyeliminowaniu zostało 89 stosownych sekwencji. W celu zredukowania autokorelacji, wpływu cech osobniczych, tendencji wiekowej i do wyeksponowania lat ekstremalnych na pojedynczych próbach zastosowano program CRONOL (Dendrochronology Program Library, Holmes 1994).

Aby obiektywnie wyznaczyć lata ekstremalne użyto programu WEISER (Gonzales 2001), który wykorzystuje uśrednianie w oknie czasowym (Meyer 1997-1998)

$$z_i = \frac{x_i - \text{średnia [okno]}}{\text{odchylenie standardowe [okno]}}$$

gdzie:

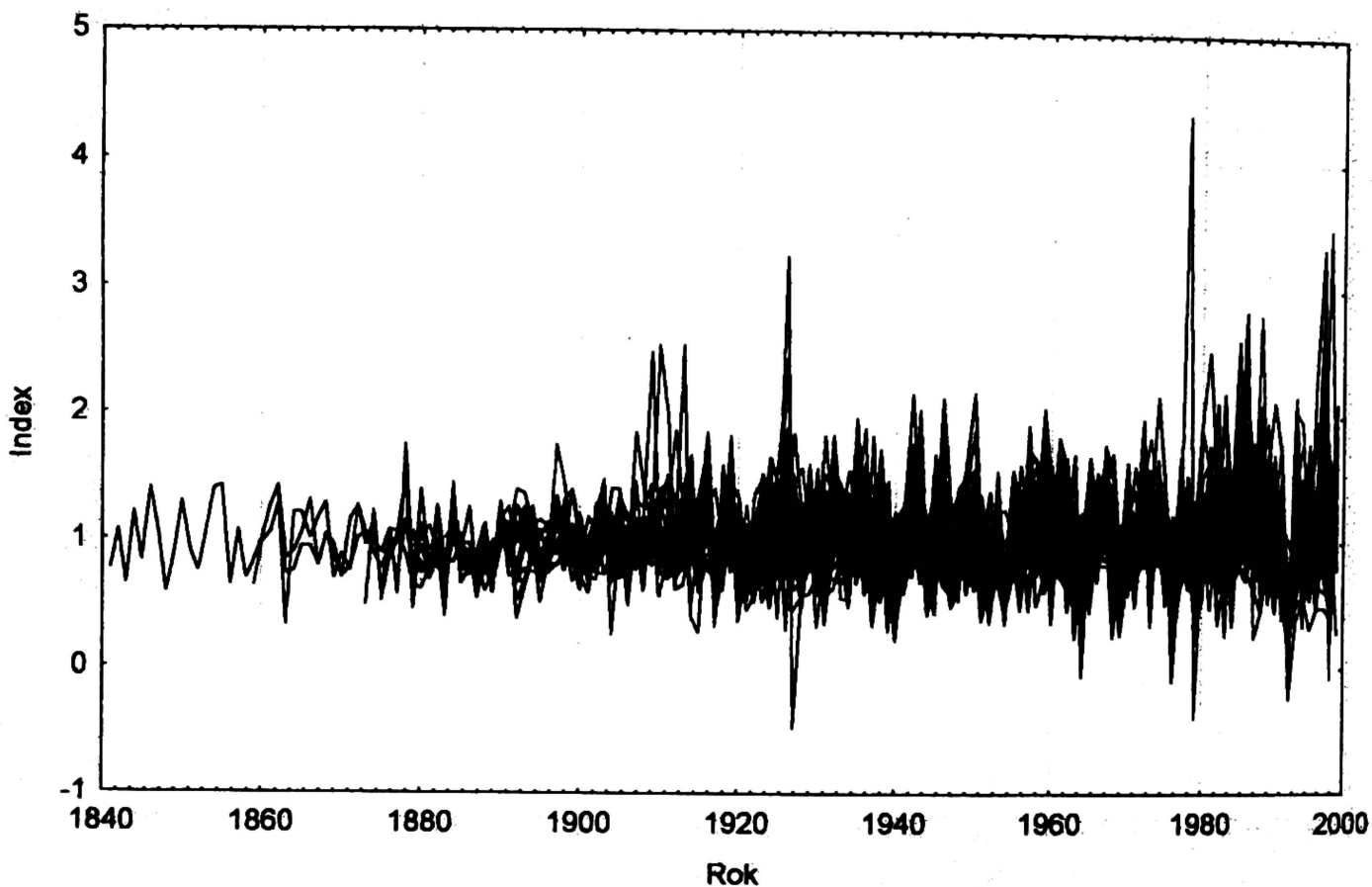
- z_i – zindeksowana wartość w roku i ,
- x_i – wartość pomiaru w roku i ,
- średnia [okno] – średnia arytmetyczna przyrostów rocznych wewnątrz okna $x_{i-2}, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, x_{i+2}$
- odchylenie standardowe [okno] – standardowe odchylenie przyrostów rocznych wewnątrz okna $x_{i-2}, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, x_{i+2}$

Program typuje lata ekstremalne na podstawie liczby prób jaka wykazała dany rok charakterystyczny. Liczba kolejnych pomiarów w oknie czasowym wynosiła 7.

Dane klimatyczne za lata 1951-1996 pochodzą ze stacji IMGW w Olsztynie (ϕ 53° 46'N, λ 20° 25'E). Analizowano sumę miesięcznych opadów od maja do sierpnia i średnie miesięczne temperatury dla marca, czerwca i listopada.

Wyniki i dyskusja

W latach 1840-1998 wyznaczono 79 lat ekstremalnych. Zestawienie pojedynczych prób przedstawiono na rycinie 2. Udział lat negatywnych i pozytywnych był prawie jednakowy. Stwierdzono 41 wyjątkowo wąskich przyrostów i 39 szerokich. Godne uwagi są te lata, w



RYC. 2. Zbiorczy wykres chronologii indeksowanych przyrostów rocznych świerka pospolitego na Pojezierzu Olsztyńskim

których reagowały prawie wszystkie próbki. W roku 1967 szeroki przyrost roczny stwierdzono na 81 rdzeniach. Rok 1979 i 1992 to lata negatywne, w których liczba reagujących próbek wynosiła odpowiednio 81 i 86 (tab. 2). Reakcja drewna większości drzew na obszarze pięciu leśnictw Pojezierza Olsztyńskiego świadczy o istnieniu wspólnego czynnika determinującego wzór przyrostowy. Znaczna liczba próbek z różnych leśnictw eliminuje wpływ działalności gospodarczej i zabiegów pielęgnacyjnych na określenie lat ekstremalnych.

Analiza wyjątkowo wąskich i szerokich przyrostów pozwala na monitorowanie środowiska i określenie wpływu czynników lokalnych oddziałujących na twórczą aktywność kambium na danym obszarze w określonym roku (Zielski 1997). W niniejszej pracy skupiono się na wpływie klimatu jako czynnika ponad regionalnego, wpływającego na szerokość pierścieni. Określenie wpływu warunków pluwialnych i termicznych na przyrost i zgeneralizowanie ich na danym obszarze pozwoli na wychwycenie czynników lokalnych. Przykładem może być rok 1992. W roku tym odnotowano niewielką sumę opadów – około 120 milimetrów w miesiącach od maja do sierpnia. Średnia dla tego obszaru wynosi około 270 milimetrów za lata 1951-1996. Rok ten został odnotowany również na Litwie (Vitas 2001) co świadczy o jednorodnej reakcji świerków z borealno-bałtyckiego zasięgu na podobne warunki klimatyczne. Na podstawie wcześniejszych badań prowadzonych na tych samych stanowiskach stwierdzono, iż szczególną rolę w kształtowaniu przyrostów odgrywa średnia temperatura marca i czerwca, jak również listopada w roku poprzedzającym kształtowanie się przyrostów. Suma miesięcznych opadów jest najbardziej znacząca od maja do sierpnia

TABELA 2

Łata ekstremalne w przyrostach rocznych świerka pospolitego z Pojezierza Olsztyńskiego;
+ rok wskaźnikowy pozytywny, – rok wskaźnikowy negatywny

Rok	Rok wskaźnikowy	Liczba prób	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy negatywny	Liczba prób niewykazujących roku ekstremalnego	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy pozytywny
1841	-	1	1	0	0
1842	+	1	0	0	1
1843	-	1	1	0	0
1844	+	1	0	0	1
1845	-	1	1	0	0
1846	+	1	0	0	1
1847		1	0	1	0
1848	-	1	1	0	0
1849		1	0	1	0
1850	+	1	0	0	1
1851		1	0	1	0
1852	-	1	1	0	0
1853		1	0	1	0
1854	+	1	0	0	1
1855	+	1	0	0	1
1856	-	1	1	0	0
1857		1	0	1	0
1858	-	1	1	0	0
1859	-	2	2	0	0
1860		2	0	2	0
1861	+	2	0	0	2
1862	+	3	0	0	3
1863	-	3	3	0	0
1864	-	3	2	1	0
1865		3	0	3	0
1866	+	3	0	1	2
1867	-	3	2	0	1
1868	+	3	0	1	2
1869		3	1	2	0
1870	-	3	3	0	0
1871	-	3	2	0	1
1872	+	3	0	0	3
1873		4	1	2	1
1874	+	4	0	2	2
1875	-	6	6	0	0
1876		6	1	5	0
1877		6	2	2	2
1878	+	6	0	0	6

cd. dalszy na następnej stronie

TABELA 2 cd.

Rok	Rok wskaz- nikowy	Liczba prób	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy negatywny	Liczba prób niewykazujących roku ekstremalnego	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy pozytywny
1879	-	8	5	1	2
1880	+	8	2	1	5
1881	-	8	5	2	1
1882		9	0	5	4
1883	-	12	8	4	0
1884	+	12	1	1	10
1885		13	4	6	3
1886		13	2	9	2
1887	-	14	9	5	0
1888		16	4	8	4
1889	-	16	11	4	1
1890	+	16	0	2	14
1891		16	5	6	5
1892		17	6	5	6
1893		17	5	8	4
1894		17	4	7	6
1895	-	17	11	5	1
1896		18	5	9	4
1897	+	18	1	6	11
1898		18	2	8	8
1899		18	5	8	5
1900		18	8	6	4
1901	-	20	10	7	3
1902		20	6	8	6
1903	+	20	3	7	10
1904	·	22	10	8	4
1905	+	23	3	7	13
1906	-	28	21	4	3
1907		29	5	10	14
1908		30	13	7	10
1909	+	30	2	9	19
1910		31	12	12	7
1911		33	11	15	7
1912	-	37	23	10	4
1913		41	10	22	9
1914		43	6	24	13
1915		47	17	26	4
1916	+	49	1	5	43
1917	-	52	48	3	1
1918		55	9	22	24

cd. dalszy na następnej stronie

TABELA 2 cd.

Rok	Rok wskaźnikowy	Liczba prób	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy negatywny	Liczba prób niewykazujących roku ekstremalnego	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy pozytywny
1919	+	57	2	20	35
1920		61	26	17	18
1921	-	65	47	14	4
1922		66	29	27	10
1923		72	16	34	22
1924		77	25	18	34
1925		78	18	33	27
1926	+	79	18	21	40
1927		79	24	35	20
1928	.	79	31	27	21
1929		80	25	35	20
1930	-	81	51	21	9
1931		81	35	18	28
1932	+	82	5	26	51
1933		83	26	37	20
1934	-	84	50	26	8
1935	+	86	11	24	51
1936	+	86	18	24	44
1937	-	86	47	29	10
1938		86	26	35	25
1939	-	86	47	29	10
1940		86	40	37	9
1941		87	21	49	17
1942	+	87	5	31	51
1943	+	87	9	17	61
1944	-	87	59	26	2
1945		87	27	31	29
1946	+	87	12	29	46
1947	-	87	66	21	0
1948		87	29	32	26
1949	+	88	14	29	45
1950	+	88	9	13	66
1951		88	33	42	13
1952	.	89	53	25	11
1953	-	89	17	46	26
1954	-	89	74	13	2
1955		89	5	50	34
1956		89	44	33	12
1957	+	89	7	17	65
1958		89	15	43	31

cd. dalszy na następnej stronie

TABELA 2 cd.

Rok	Rok wskaźnikowy	Liczba prób	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy negatywny	Liczba prób niewykazujących roku ekstremalnego	Liczba prób wykazujących rok wskaźnikowy pozytywny
1959		89	20	30	39
1960		89	38	32	19
1961	+	89	12	31	46
1962		89	22	41	26
1963	-	89	57	15	17
1964	-	89	63	25	1
1965		89	28	42	19
1966		89	9	38	42
1967	+	89	0	8	81
1968		89	39	28	22
1969	-	89	73	13	3
1970		89	19	47	23
1971	-	89	49	30	10
1972	+	89	7	31	51
1973		89	24	32	33
1974	+	89	2	21	66
1975		89	42	30	17
1976	-	89	67	18	4
1977		89	7	42	40
1978		89	7	42	40
1979	-	89	81	7	1
1980		89	22	44	23
1981	+	89	6	38	45
1982		89	18	50	21
1983	-	89	45	29	15
1984	-	89	49	32	8
1985		89	8	39	42
1986	+	89	9	27	53
1987		89	31	39	19
1988		89	24	37	28
1989		89	16	49	24
1990		89	15	34	40
1991		88	27	42	19
1992	-	88	86	2	0
1993		88	11	35	42
1994		88	20	42	26
1995		88	16	45	27
1996		88	18	59	11
1997		88	0	56	32
1998		88	0	76	12

TABELA 3

Porównanie lat wskaźnikowych z wybranymi parametrami klimatycznymi; + istnieje zależność pomiędzy przyrostem w danym roku a parametrami klimatycznymi określonych miesięcy, – brak zależności

Rok	Opady: maj – sierpień	Temperatura		
		marzec	czerwiec	listopad
1952	+	+	-	-
1954	-	-	+	-
1957	+	-	-	+
1961	+	+	-	-
1963	-	+	-	-
1964	-	+	+	+
1967	+	+	-	-
1969	+	+	-	-
1971	-	-	-	-
1972	+	-	-	-
1974	+	+	+	-
1976	+	+	-	-
1979	+	-	+	+
1981	-	-	-	-
1983	+	+	-	+
1984	-	-	-	-
1986	+	-	-	+
1992	+	-	-	-

(Zielski, Koprowski 2001). W tabeli 3 zestawiono lata ekstremalne za okres od 1951 do 1996 roku i wyjaśniono przyczyny ich powstawania parametrami klimatycznymi odbiegającymi od średnich wartości. Należy podkreślić, że wpływ temperatury listopada i czerwca jest odwrotnie proporcjonalny do kształtowania się szerokich przyrostów to znaczy, że niższa temperatura tych miesięcy jest korzystniejsza dla kształtowania się szerokich przyrostów.

W okresie 1952-1996 wytypowano 18 lat ekstremalnych, z czego 11 negatywnych i 7 pozytywnych. Większość z nich wyjaśniają warunki klimatyczne marca, maja, czerwca, lipca i sierpnia. Trzy lata wskaźnikowe pozostały niewyjaśnione. Lata ekstremalne były analizowane też na innych gatunkach. Szychowska-Krąpiec (1999) określała je dla jodły w latach 1177-1998. Powtarza się rok pozytywny 1961. Autorka pisze, że rok 1936 w chronologii niemieckiej jest rokiem negatywnym, dla jodły zaś to rok pozytywny. Podobnie jest też u świerka (tab. 2). W drzewostanach bukowych północnej Polski wpływ niekorzystnych warunków termiczno-pluwialnych objawił się w latach 1929-1930, 1963-1964, 1976

i 1992 (Chojnacka-Ożga 2001). Wąskie przyrosty w tych latach stwierdzono też u świerka (tab. 2). Wilczyński (1999) w latach 1931-1990 u sosny zarejestrował 11 lat z wyraźną depresją w wielkości przyrostów i 13 lat pozytywnych. Stwierdzony u sosny negatywny rok 1940 (Wilczyński 1999, Zielski 1997) nie wystąpił u świerków z Pojezierza Olsztyńskiego. W roku tym odnotowano bardzo zimny styczeń, luty i marzec. Może to świadczyć o większej odporności świerka borealno-bałtyckiego na niskie wartości temperatury zimą.

Wnioski

- Program WEISER jest odpowiednim narzędziem do wyznaczania lat wskaźnikowych. Przede wszystkim lata te wyznaczane są na podstawie liczby reagujących próbek z danej populacji drzew, obrazuje to intensywność działania czynników klimatycznych na przyrost drewna wtórnego.
- Ekstremalne przyrosty u świerków z Pojezierza Olsztyńskiego odzwierciedlają głównie wpływ warunków klimatycznych na przyrosty. Większość drzew reaguje negatywnymi przyrostami na suszę końca wiosny i lata i na niską temperaturę końca zimy.
- Występowanie lat ekstremalnych jest dobrym wskaźnikiem warunków pogodowych w danym roku. Ich analiza jest również narzędziem do monitoringu środowiska. Pierwszym krokiem jest zgeneralizowanie wpływu klimatu jako głównego czynnika mającego wpływ na przyrosty.

*Pracownia Dendrochronologiczna
Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
zielski@biol.uni.torun.pl, koper@biol.uni.torun.pl*

Literatura

- Chojnacka-Ożga L.:** Rytmika przyrostu pierśnicy buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.). Rozpr. dokt. SGGW, Wyd. Leśny, Warszawa, 2001. 148pp.
- Gonzales I.G.:** WEISER: a New Computer Program For Identifying Event and Pointer Years Using Different Criteria. Eurodendro 2001. Book of abstracts. Gozd Martuljek, Slovenia 2001. 6-10.06.2001.
- Holmes R.L.:** Quality control of crossdating and measuring. A users manual for program COFECHA. [W:] Holmes R.L., Adams R.K., Fritts H.C., Tree ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Chronology Series VI. Tucson: Univ. of Arizona, 1986. 41-49.
- Holmes R.L.:** Dendrochronology Program Library. Users Manual. Laboratory of Tree-Ring Research. University of Arizona, 1994. Tucson, Arizona USA.
- Meyer F.D.:** Pointer year analysis in dendroecology: a comparison of methods. Dendrochronologia. 1998-1999. 16-17:193-204.
- Riemer T.:** Über die Varianz von Jahringbreiten Statistische Methoden für die Auswertung der jährlichen Dickenzuwächse von Bäumen unter sich änderen Lebensbedingungen. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, 1994. Reihe A, Bd. 121. Göttingen.

- Schweingruber F.:** Dendroecological Information in Pointer Years and Abrupt Growth Changes. [W:] Cook E.R., Kairiukstis L.A. (red.). *Methods of Dendrochronology*. 1989. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. Boston. London.
- Schweingruber F.H.:** *Tree Rings and Environment. Dendroecology*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. 1996. Berne, Stuttgart, Vienna, Haupt.
- Szychowska-Krąpiec E.:** Późnooloceniński standard dendrochronologiczny dla jodły *Abies alba* Mill. z obszaru południowej Polski. Rozpr. doktor., AGH w Krakowie, Wydz. Geol., Geofiz. i Ochr. Środ., 1999. 110pp.
- Vitas A.:** Drought of 1992 in Lithuania and Consequences to Norway Spruce. *Baltic Forestry*. 2001. Vol. 7. No.2 (13).25-30.
- Wilczyński S.:** Dendroklimatologia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z wybranych stanowisk w Polsce. Praca doktorska, AR w Krakowie. 1999. 84pp.
- Zielski A.:** Uwarunkowania środowiskowe przyrostów radialnych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Polsce północnej na podstawie wielowiekowej chronologii. Wydawnictwo UMK. 1997. Toruń.
- Zielski A., Koprowski M.** Dendrochronologiczna analiza przyrostów rocznych świerka pospolitego na Pojezierzu Olsztyńskim. 2001. *Sylwan* Nr 7. 65-73.

Summary

Indicator years of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karsten] in Olsztyn Lake District

The aim of the study was to test and apply a WEISER programme (Gonzales 2001) used for the determination of indicator years. The programme uses the averaging method in a given time window. 118 Norway spruce samples were collected from the stands of the Olsztyn Lake District (Fig. 1, Table 1). Eighty nine core samples were used for final analysis (Fig. 2). In the period 1840-1998, seventy nine extreme years were determined. Forty one negative and thirty nine positive indicator years were recognized. Table 2 presents all the years and the number of reacting samples per year. The occurrence of extreme annual increments was due to climatic conditions, which differed from the normal (Table 3). The WEISER programme was found to be a useful tool in determining indicator years. The main advantage of the method is that indicator years are determined on the basis of reacting samples. Narrow increments in most trees were mainly caused by a scarce amount of precipitation by the end of spring and in summer, as well as low temperatures by the end of winter.