

ANDRZEJ ZIELSKI

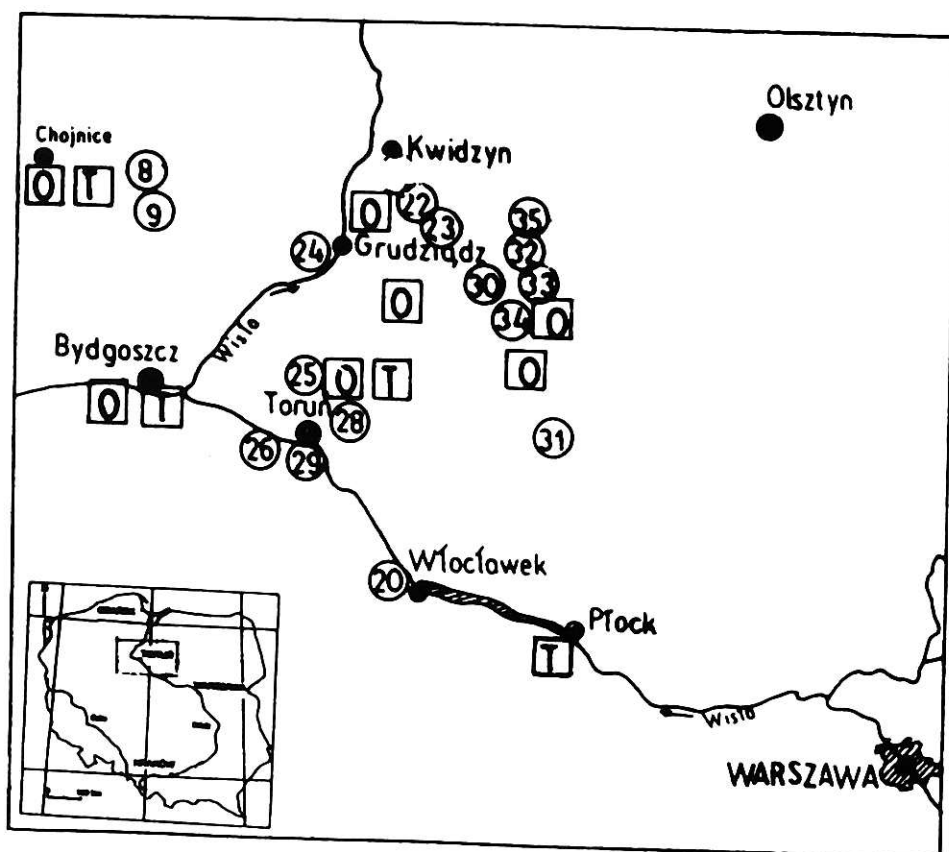
Wpływ temperatury i opadów na szerokość słoików rocznych drewna u sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w rejonie Torunia

The Influence of Temperature and Precipitation on Ring Width of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Locality of Toruń

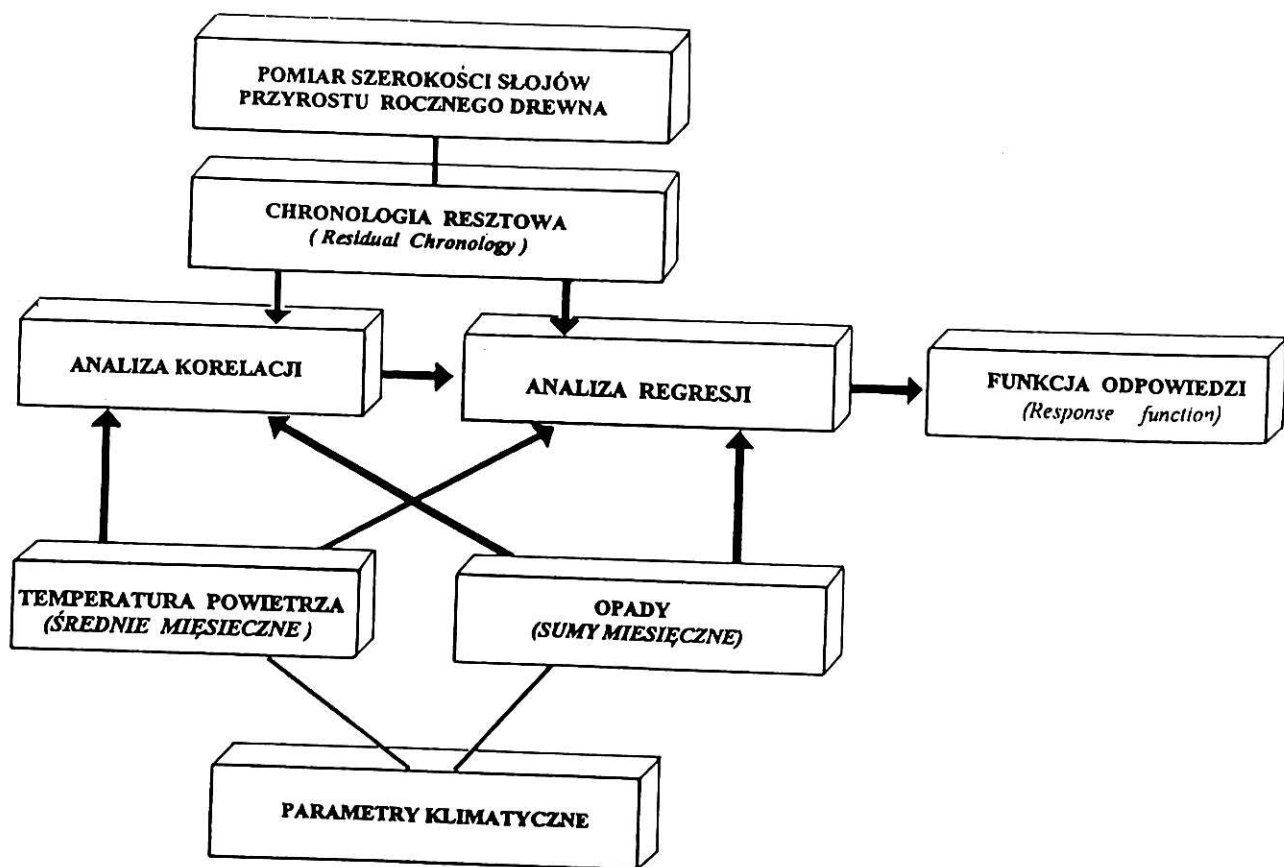
Wstęp, materiały i metody pracy

Pracą jest częścią szerszego tematu dotyczącego budowania i zastosowania wielowiekowej chronologii sosny zwyczajnej w rejonie Torunia. Lokalną populację tego gatunku reprezentuje kolekcja w liczbie 150 prób drewna, pochodząca z 15 stanowisk położonych na Ziemi Chełmińskiej, Kujawach i w Borach Tucholskich (ryc. 1.). Obszar ten uznano za jednorodny pod względem dendrochronologicznym (10). Przy wyborze stanowisk badawczych kierowano się przede wszystkim kryteriami fitosocjologicznymi (metoda Braun-Blanqueta). Wywierty pobierano świdrami Presslera z pni drzew dominujących na wysokości pierśnicy (ok. 130 cm od szyi korzeniowej). Szerokość słoików rocznych mierzono z dokładnością do 0,01 mm na mechaniczno-elektronicznym zestawie pomiarowym EPD 2,2 firmy BIOTRONIC z komputerową rejestracją wyników. Jakość dopasowania prób sprawdzono zarówno wizualnie na wykresach, jak i statystycznie za pomocą nieparametrycznego procentu zgodności (test W), tzw. Gleichlaufigkeitsprocent (3) oraz parametrycznego współczynnika "t-value", który zaproponowali do obliczeń korelacji sekwencji pomiarów szerokości słoików rocznych drewna Baillie i Pilcher (2). Do tych obliczeń wykorzystano programy komputerowe ARBOR (10) oraz CATRAS (1).

Otrzymano homogeniczne ciągi danych z pomiarów temperatury powietrza i całkowitych opadów atmosferycznych z najbliższych stacji klimatycznych (ryc. 1.). Po skorygowaniu wypadłych lub zdwojonych pierścieni rocznych za pomocą programu COFECHA (6) wybrano 74 najlepiej skorelowane z sobą próbki drewna. Zależność przyrost/klimat zbadano według schematu przedstawionego na rycinie 2. Standardyzację oraz konwersję ciągu "surowych" danych z pomiarów szerokości słoików przyrostu rocznego na sekwencję wskaźników (chronologię standardyzowaną i tzw. residual chronology) przeprowadzono za pomocą programu ARSTAN (6). Celem tej operacji było usunięcie zmienności związa-

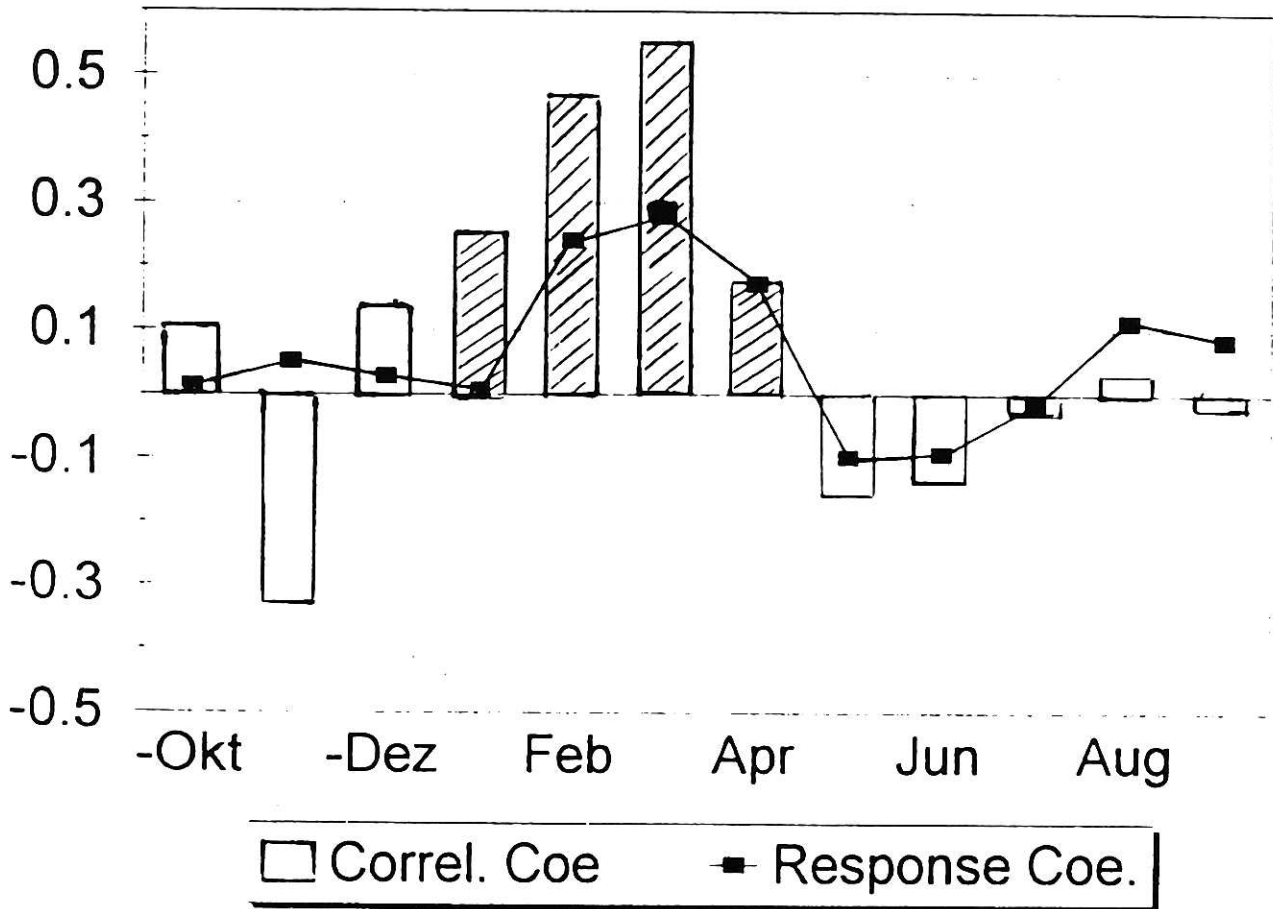


RYC. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych (liczby arabskie) i rozmieszczenie stacji klimatycznych; T= pomiar temperatury, O= pomiar opadów



RYC. 2. Schemat badania relacji przyrost/klimat

Respo Temp.



RYC. 3. Zależności przyrost/temperatura badane od października poprzedniego roku (znak minus przed nazwą miesiąca) do września następnego roku za okres 1861–1991 r. Słupki oznaczają prostą korelację (wartości statystycznie istotne zakreskowano), połączone małe kwadraty reprezentują współczynnik regresji wielokrotnej

nej z wiekiem drzew i eliminacja "szumu" nieklimatycznego (zmienności nie związanej z klimatem). Do obliczenia tzw. response function (5) przyrostu radialnego drzew od klimatu wykorzystano program RESPO (aut. J.M. Logh w modyfikacji M. L. Holmsa – Biblioteka Programów Dendrochronologicznych Uniw. Arizona w Tucson USA). Zależności te badano w ciągu 12 miesięcy począwszy od września poprzedniego roku do sierpnia aktualnego sezonu.

Wyniki i dyskusja

Analizowano relacje zachodzące pomiędzy szerokościami słoików rocznych (pod postacią wskaźników) i średnimi temperaturami powietrza dla poszczególnych miesięcy od 1861 do 1991 r. oraz całkowitymi miesięcznymi opadami za ten sam okres na wybranym do badań obszarze. Jak widać z tabeli 3 najściślejsze powiązanie pomiędzy przyrostem, a wysokością bieżącej temperatury stwierdzono dla lutego i marca (wsp. korel. odpowiednio 0,47 i 0,55 — ryc. 3). Wpływ opadów atmosferycznych na bieżący przyrost radialny jest największy w czerwcu i lipcu (ryc. 4.). Na rycinie 5 porównano standaryzowaną chrono-

TABELA 1
Charakterystyka stanowisk badawczych

Nr stanowiska	Współrzędne geograficzne			
	Φ N	λ E	fitocenoza	datowanie
8	53°42'	18°33'	LPT	1906–1983
9	53°31'	18°08'	?	1767–1983
20	52°42'	18°57'	QRP	1889–1987
21	53°40'	18°50'	QRP	1895–1988
22	53°38'	19°01'	TCC	1867–1990
23	53°38'	19°05'	VUP	1894–1990
24	53°23'	18°38'	QRP	1886–1991
25	53°03'	18°35'	QRP	1815–1982
26	52°59'	18°30'	PPT	1835–1986
27	53°03'	18°31'	QRP	1918–1985
28	53°05'	18°31'	QRP	1848–1993
29	53°03'	18°30'	?	1830–1987
30	53°24'	19°19'	TCT	1808–1986
31	53°01'	19°38'	PPT	1845–1991
32	53°25'	19°24'	VUP	1885–1987
33	53°25'	19°23'	QRP	1888–1988
34	53°28'	19°24'	LPT	1900–1987
35	53°25'	19°22'	TCT	1862–1988

Numery stanowisk odpowiadają numeracji na ryc. 1.

LPT — *Leucobryo-Pinetum typicum*, QRP — *Quercu roboris-Pinetum*, VUP — *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, TCC — *Tilio-Carpinetum calamagrostietosum*, PPT — *Peucedano-Pinetum typicum*, TCT — *Tilio-Carpinetum typicum*

TABELA 2
Charakterystyka stacji klimatycznych

Nr	Stacja	Pomiar	Φ N	λ E	Wys. n.p.m.	Okres czasu
1	Toruń	T/O	53°03'	18°35'	69	1951–1990
2	Bydgoszcza	T/O	53°08'	18°01'	46	1861–1991
3	Brodnica	O	53°16'	19°24'	90	1951–1990
4	Brzozie	O	53°20'	19°37'	140	1951–1990
5	Grudziądz	O	53°26'	18°44'	26	1951–1990
6	Radzyń	O	53°24'	18°56'	90	1951–1990
7	Chojnice	T/O	53°42'	17°33'	172	1951–1990
8	Płock Radz.	T	52°32'	19°40'	63	1951–1990

T — pomiar temperatury powietrza, O — pomiar całkowitych opadów atmosferycznych

TABELA 3

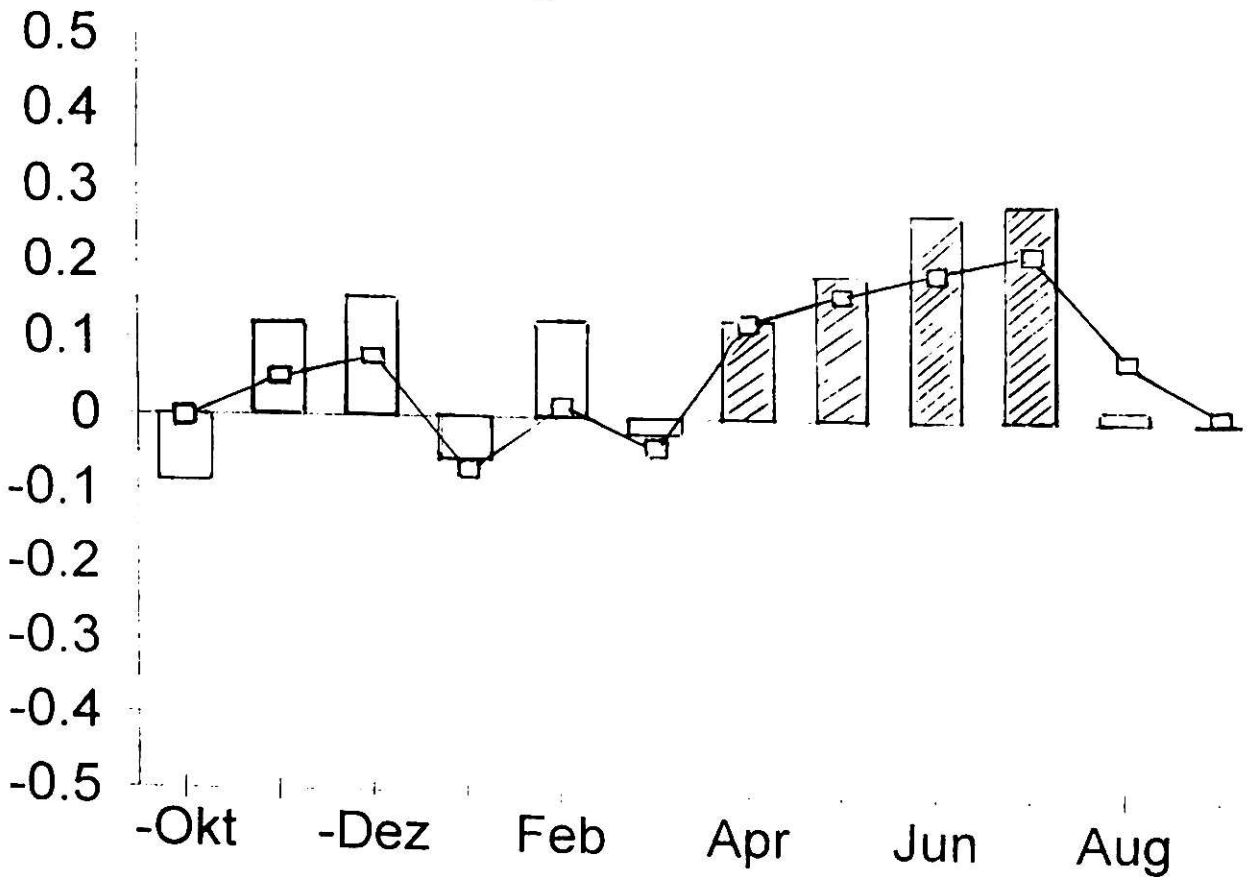
Wydruk z wykonania programu RESPO

KORELACJA I RESPONSE FUNCTION DLA SOSNY ZWYCZAJNEJ - REGION TORUN

Variable	T is Temperature		P is Precipitation		Var	Correlation function		Response func regression			
	Coef	Upper	Coef	Lower		Coef	Upper	Coef	Lower		
1	TS				SEP T	-.0229	.1724	-.2183	.0848	.1799	-.0103
2	AT				AUG T	.0299	.2252	-.1654 **	.1134	.2172	.0097
3	TJ				JUL T	-.0324	.1629	-.2276	-.0154	.0575	-.0883
4	TTTTJ				JUN T	-.1383	.0536	-.3301	-.0926	.0069	-.1922
5	TTTTTM				MAY T	-.1587	.0320	-.3494	-.0984	.0100	-.2069
6	ATTTTT				APR T	.1764	.3660	-.0132 **	.1731	.2878	.0583
7	MTTTTTTTTTTTTT				MAR T **	.5489	.6870	.4107 **	.2789	.3691	.1886
8	FTTTTTTTTTTTTT				FEB T **	.4676	.6216	.3136 **	.2410	.3261	.1558
9	JTTTTTTTT				JAN T **	.2534	.4367	.0700	.0063	.0826	-.0699
10	DTTTT				DECpT	.1368	.3287	-.0551	.0283	.1303	-.0736
11	TN				NOVpT	-.0327	.1625	-.2280	.0509	.1444	-.0425
12	OITTT				OCTpT	.1068	.3001	-.0865	.0122	.0540	-.0296
13	S				SEP P	-.0023	.1931	-.1977	.0105	.1138	-.0929
14	A				AUG P	.0131	.2085	-.1823	.0807	.1679	-.0066
15	JPPPPPPPPP				JUL P **	.2844	.4646	.1042 **	.2184	.3139	.1229
16	JPPPPPPPPP				JUN P **	.2703	.4519	.0886 **	.1912	.2794	.1030
17	MPPPPPPP				MAY P	.1875	.3763	-.0013 **	.1602	.2854	.0351
18	APPPP				APR P	.1280	.3203	-.0644 **	.1247	.2220	.0275
19	PM				MAR P	-.0221	.1733	-.2174	-.0403	.0796	-.1603
20	FPPPP				FEB P	.1256	.3181	-.0668	.0142	.1217	-.0933
21	PPJ				JAN P	-.0559	.1390	-.2507 **	-.0712	-.0013	-.1411
22	OPPPPP				DECpP	.1529	.3439	-.0381	.0776	.1606	-.0053
23	NPPPP				NOVpP	.1177	.3105	-.0751	.0492	.1659	-.0674
24	PPPO				OCTpP	-.0872	.1068	-.2812	-.0024	.1070	-.1118
25	11C				CRN-1	-.0671	.1275	-.2617 **	-.1989	-.0721	-.3256

Confidence limits are at the 95 pct level
 ** Significant at the .05 level

Respo Prec.

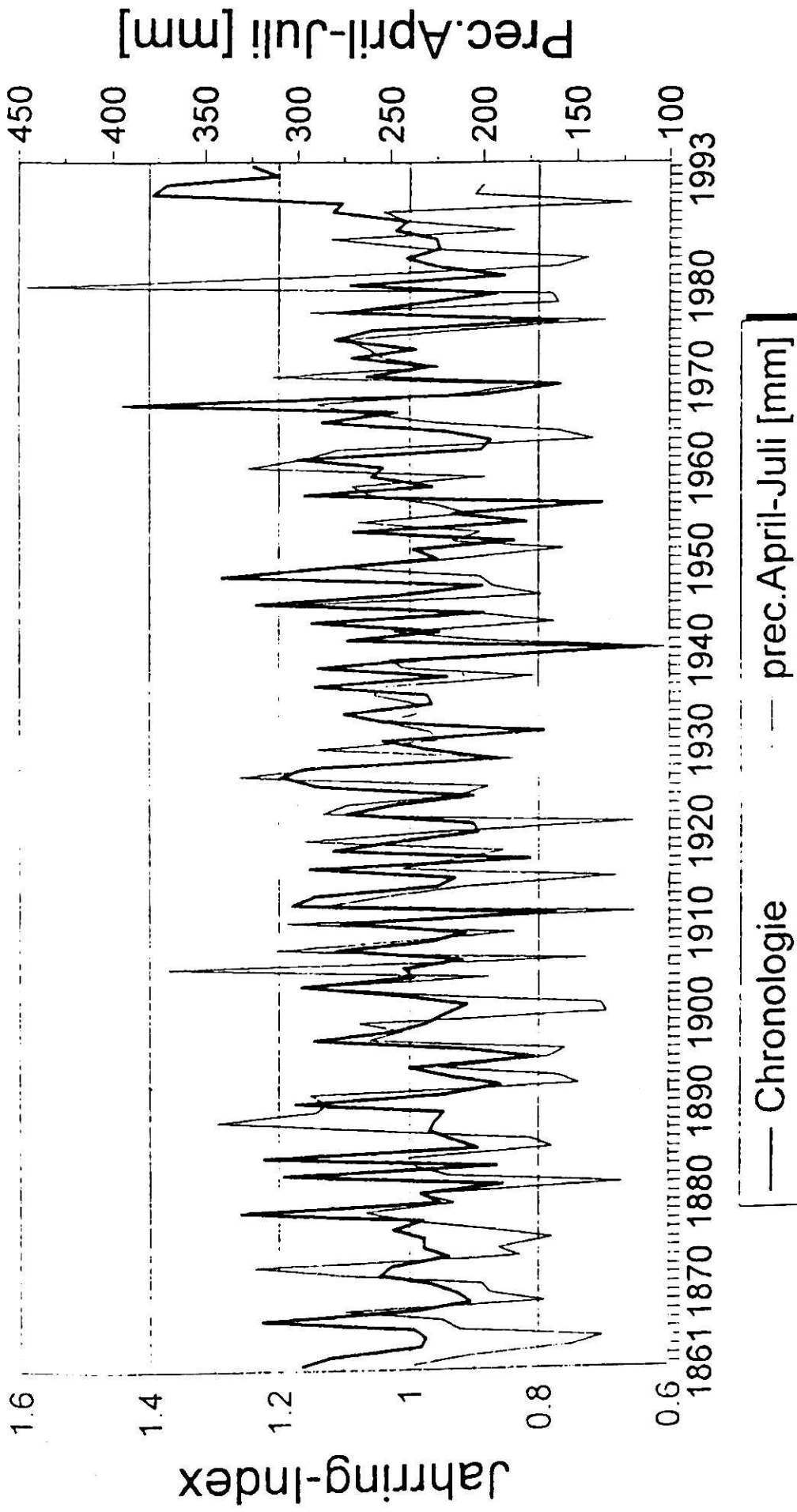


RYC. 4. Zależności przyrost/opady; oznakowanie i objaśnienia podobnie jak na rycinie 2

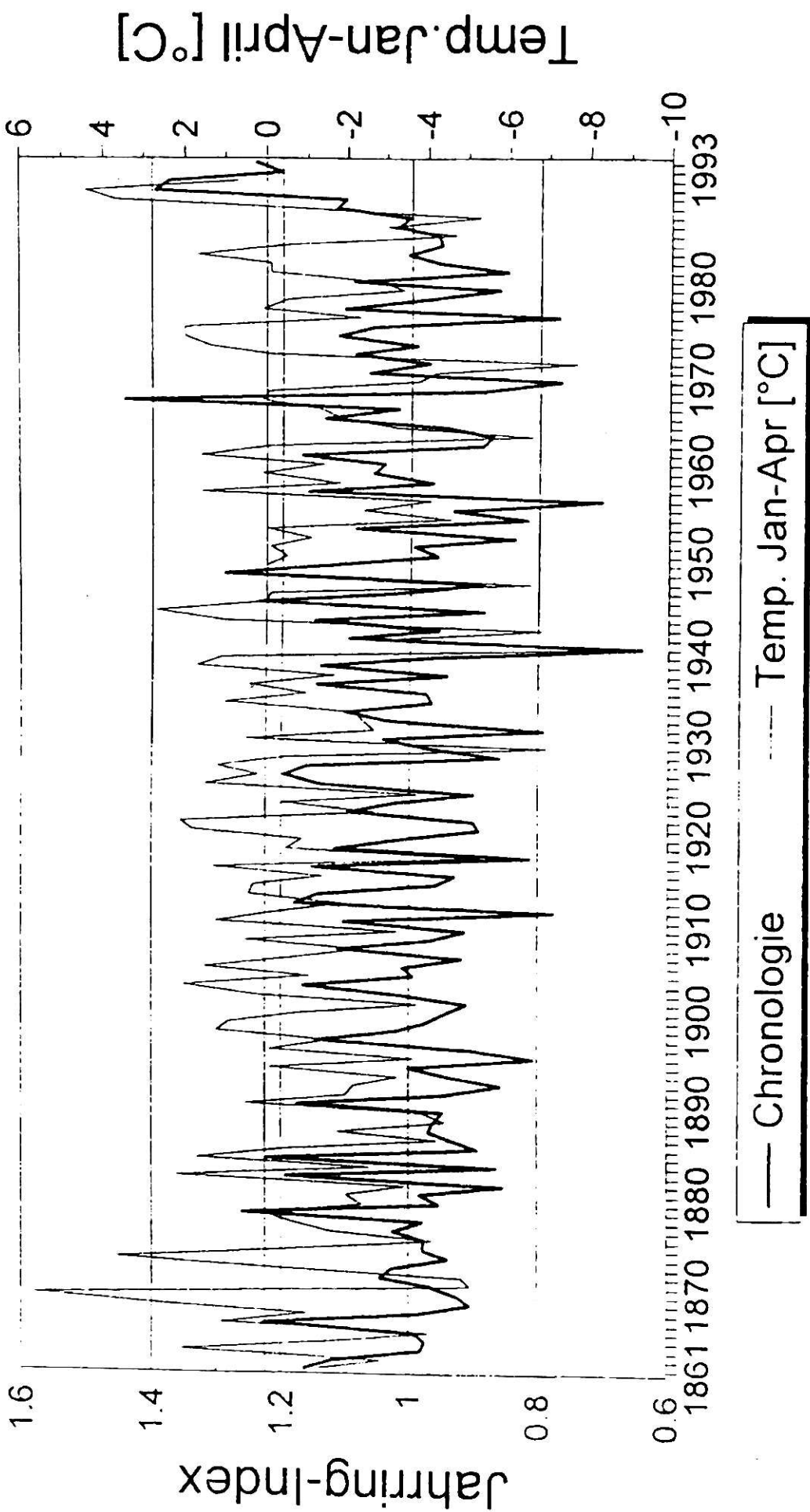
logię pierścieni przyrostu rocznego z całkowitymi opadami dla miesięcy od kwietnia do lipca w rejonie Torunia, natomiast na rycinie 6 porównano tę chronologię z temperaturami od stycznia do kwietnia.

Podobne wyniki dla sosny zwyczajnej stwierdził w Nadleśnictwie Dąbrowa Tarnowska Feliksik (4). Bieżący przyrost drewna był tam silnie uzależniony od warunków termicznych zimy (styczeń–marzec) i wysokości opadów w okresie wiosenno–letnim (kwiecień – sierpień). Stwierdzono (9), że generalnie wielkość przyrostów sosny zwyczajnej na powierzchniach próbnych w Polsce jest istotnie skorelowana z temperaturami zimowymi. Gatunek ten w południowej Szwecji (7) wykazuje pozytywną reakcję na wysokie temperatury zimy (styczeń – kwiecień) oraz brak korelacji z opadami. Również dodatni wpływ ciepłych zim (styczeń – marzec) oraz brak jednoznacznej odpowiedzi na opady atmosferyczne stwierdziła von Lührte (1992) u *Pinus sylvestris* L. w okolicach Berlina. Badała ona obliczenia "response functions" dla relacji przyrost/klimat w różnych dekadach i stwierdziła wzrost procentu zmienności zależnej od klimatu w latach sześćdziesiątych co tłumaczyć można różnie – zmiana klimatu?, wpływ wieku drzew lub wzrost wrażliwości na rosnące zanieczyszczenie powietrza?

Wysoka korelacja parametrów klimatycznych z szerokościami słoików rocznych u sosny zwyczajnej, którą stwierdzono na badanym obszarze, daje nadzieję na rekonstrukcję



RYC. 5. Porównanie standaryzowanej chronologii siojów rocznych sosny zwyczajnej z całkowitymi opadami dla okresu od kwietnia do lipca w latach 1861–1991



RYC. 6. Porównanie standardyzowanej chronologii słoów przyrostowych sosny z wyznaczanej z temperaturami powietrza dla okresu od stycznia do kwietnia w latach 1861–1991

klimatu w okresie średniowiecznym. Dla Torunia i innych miast Ziemi Chełmińskiej istnieje bowiem lokalna średniowieczna chronologia absolutna drewna sosnowego, doskonale zachowanego w dachach licznych kościołów gotyckich.

Podziękowania
Dziękuję prof. D. Ecksteinowi (Ordinariat für Holzbiologie Univ. w Hamburgu)
za udostępnienie mi swojej pracowni. Dziękuję ponadto prof. G. Wójcikowi
i dr. K. Marciniakowi z Zakładu Klimatologii UMK za udostępnienie danych wykorzystanych w tym artykule.

Literatura

1. **Anioł R.W.:** Tree – ring analysis using CATRAS. *Dendrochronologia* 1:45–53, 1983.
2. **Baillie M.G.L., Pilcher J.R.:** A simple crossdating program for tree–ring research. *Tree – Ring Bull.* 33:7–14, 1973.
3. **Eckstein D., Bauch J.:** Ein Beitrag zur Rationalisierung eines Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. *Forstwiss. Centralbl.* 88:230–250, 1969.
4. **Feliksik E.:** Badania wpływu klimatu na szerokość przyrostów rocznych drewna sosny pospolitej. *Zesz. Nauk. ATR im. Śniadeckich w Bydgoszczy* nr 158, Rolnictwo, 27:11–17, 1988.
5. **Fritts H.C.:** Tree rings and climate. London, New York; Academic Press. S. 567, 1976.
6. **Holmes R.L.:** Quality control of crossdating and measuring. A users manual for computer programs COFECHA and ARSTAN (w:) Holmes R.L., Adams R.K., Fritts H.C.: Tree rings chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. *Chronology Series VI.* Tuscon: Univ. of Arizona, 41–49, 1986.
7. **Linderson H.:** Dendroclimatological investigation in Southern Sweden. *Lundqua Report* 34, 198–201, 1992.
8. **Luhrte von A.:** Dendroecological studies on pine and oak in the forest of Berlin (West). *Lundqua Report* 34:212–216, 1992.
9. **Oleksyn J., Fritts H.C., Hughes M.K.:** Tree–ring analysis of different *Pinus sylvestris* provenans, *Quercus robur*, *Larix decidua* and *L. decidua* x *L. kaempferi* affected by air pollution. *Arboretum Kórnickie.* 38,87–111, 1993.
10. **Zielski A.:** Współczesna chronologia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w rejonie Torunia. *AUNC Biologia* 48 Nauki Mat.–Przyr. 93, 203–222, 1995.
11. **Zielski A., Wejer K.:** Datowanie dendrochronologiczne drewna sosnowego (w:) *Naukowe podstawy ochrony i konserwacji dzieł sztuki oraz zabytków kultury materialnej.* Red. A. Strzelczyk i S. Skibiński: Wyd. UMK Toruń. S. 76–104, 1992.

Summary

The influence of temperature and precipitation on ring width of scots (*Pinus sylvestris* L.) in the Locality of Toruń

The increment/climate relation was studied in Scots pine in the Toruń region, Poland (Tabs. 1 and 2). Professional computer programs ARBOR (Zielski and Wejer 1992) and CARAS (Anioł 1983) were used. The quality of measuring sequences was controlled using the COFECHA program (Holmes 1986). The ARSTAN and RESPO programs (Fritts 1976, Holmes 1986) were used to calculate response function. The results were presented on Figs 2–5. It was found that the current increment of Scots pine in the Toruń region in the years 1861–1991 depended strongly on the level of temperature in the January–April timespan, while on precipitation in the April–July period.