

EDWARD FELIKSIK, SŁAWOMIR WILCZYŃSKI

Telekoneksja chronologii przyrostów radialnych daglezi (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Ogólnopolski oraz regionalne wzorce przyrostowe

Teleconnection of tree-ring increment chronologies of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco): nationwide and regional increment patterns

ABSTRACT

This paper provides analyses of the similarity of the Douglas fir tree-ring radial increment rhythm across Poland and describes efforts to elaborate regional increment patterns and the nationwide chronology for the species.

KEY WORDS

Pseudotsuga menziesii, Poland, teleconnection, tree-ring

Wstęp

Tworzenie warstw przyrostowych wtórnego ksylemu związane ze zmiennym rytmem aktywności twórczej kambium u drzew umiarkowanej strefy klimatycznej jest uwarunkowane endogenicznie. Jednakże cechy dymensyjne pojedynczych słoików przyrostu wskazują, że na proces tworzenia tkanki waskularnej mają wpływ także inne czynniki o charakterze egzogenicznym, które ograniczają potencjalne możliwości genomu. W efekcie szerokość przyrostu radialnego jest wypadkową procesów metabolicznych regulowanych specyficznym układem zespołu czynników środowiska. Dynamika zmian poszczególnych elementów środowiska decyduje o frekwencji szerokich i wąskich pierścieni drewna.

Najbardziej zmiennym elementem środowiska są warunki pogodowe. Każdego roku, ich specyficzny i niepowtarzalny układ wpływa na aktywność twórczą kambium. W ten sposób w trakcie życia, drzewo formuje własny wzór przyrostowy, tzw. chronologię osobniczą.

U drzew danej populacji reakcje na oddziaływanie warunków meteorologicznych są na ogół bardzo zbliżone, stąd też chronologie szerokości słoików poszczególnych osobników wykazują duże podobieństwo [Fritts 1976]. Zdarzają się jednak okresowe zaburzenia tej zgodności. Ma to miejsce najczęściej po stresowym zadziałaniu na drzewa jakiegoś silnego bodźca, na przykład gradacji owadów, chorób grzybowych, anomalii pogodowych czy też imisji przemysłowych. Bodźce tego rodzaju powodują spadek zbieżności chronologii. Po ich ustąpieniu drzewa wracają do zgodnego, uregulowanego rytmu formowania słoików.

EDWARD FELIKSIK

Katedra Klimatologii Leśnej
Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
rfeliks@cyf-kr.edu.pl

SŁAWOMIR WILCZYŃSKI

Katedra Klimatologii Leśnej
Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
rlwilczy@cyf-kr.edu.pl

Konstrukcja wzorców przyrostowych drzew różnych gatunków jest obiektem zainteresowania dendrochronologii. Służą one między innymi do datowania drewna historycznego oraz odtwarzania warunków klimatycznych w przeszłości [Douglas 1936; De Geer 1935; Huber 1941; Ermich 1960; Goczyński, Mołski 1965; Eckstein 1969; Becker, Giertz-Siebenlist 1970; Fritts 1976; Schweingruber 1983; Ważny 1993; Zielski 1990, 1997; Krąpiec 1992, 1998; Szychowska-Krąpiec 1997].

Jeżeli aktywność przyrostowa drzew danego gatunku kształtuje się w podobnej czasowo-przestrzennej konfiguracji warunków meteorologicznych, to cechy ich wzorów przyrostowych mogą być także cennym materiałem do wyznaczania obszarów jednorodnych pod względem dendroklimatologicznym. Mając to na uwadze przyjęto hipotezę, że warunki wzrostu daglezi na obszarze Polski są na tyle jednorodne, że pozwalają na konstrukcję wzorców przyrostowych nie tylko o charakterze lokalnym czy regionalnym, ale nawet dla całej Polski. Hipoteza alternatywna zakłada, że lokalna zmienność reakcji przyrostowych populacji drzew jest na tyle duża, że nie pozwala tworzyć takich wzorców.

Niniejsza praca poświęcona jest analizie podobieństwa chronologii szerokości słojeń 50 populacji cząstkowych daglezi zielonej rosnących w regionach Polski, w których na przełomie XIX i XX w. wprowadzono ten gatunek drzewa do upraw leśnych. Celem pracy jest zatem zbadanie telekoneksji rytmu przyrostowego daglezi oraz próba konstrukcji regionalnych oraz ogólnopolskiego wzorca przyrostowego dla tego gatunku.

Materiał badawczy i metodyka

Podstawą analiz były lokalne chronologie indeksowane populacji cząstkowych daglezi zielonej opracowane dla każdego z pięćdziesięciu stanowisk. Charakterystykę stanowisk badawczych, zbioru prób, sposobu weryfikacji pomiarów i konstrukcji chronologii lokalnych zawarto w artykule Feliksik i Wilczyński [2004a].

Stopień podobieństwa chronologii lokalnych określano za pomocą współczynnika zbieżności GL [Huber 1943; Eckstein, Bauch 1969], natomiast chronologii regionalnych dodatkowo za pomocą współczynnika korelacji. Korelowano ponadto chronologie lokalne oraz regionalne z chronologią wzorcową (W_z) (średnia chronologia ze wszystkich chronologii lokalnych) [Holmes 1986].

Aby zbadać zmiany podobieństwa chronologii w przestrzeni określono zależność między wartościami współczynników korelacji oraz zbieżności chronologii lokalnych z odległością między stanowiskami.

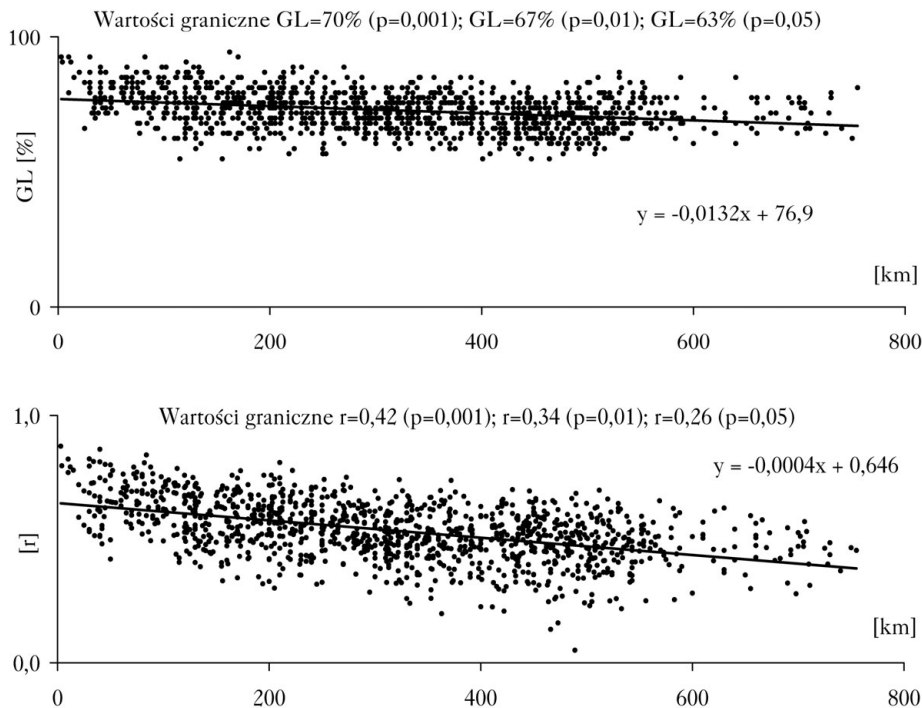
Wyniki badań

Wartości współczynników zbieżności wskazują na stopniowy spadek podobieństwa postępujący wraz ze zwiększającą się odległością między stanowiskami (ryc. 1). Potwierdza to znane w badaniach telekonekcyjnych zjawisko zależności podobieństwa rytmu przyrostowego drzew od odległości analizowanych obiektów [De Geer 1935; Müller-Stoll 1951; Ermich 1960; Feliksik 1990; Zielski 1997; Feliksik i Wilczyński 1996, 2003; Wilczyński, Skrzyszewski 2002].

Szczegółowa analiza wartości współczynników zbieżności chronologii pozwala zauważyć, że stanowiska daglezi grupują się według charakterystycznych regionów geograficzno-klimatycznych. W obrębie tych regionów wartości współczynników GL nie spadają poniżej poziomu $P=99,9\%$ (tab. 1).

Na ich podstawie wyodrębniono region: Warmii reprezentowany przez stanowiska: Purda (PUR) i Pieniężno (PIE), region Pomorza ze stanowiskami: Międzyzdroje (MIE), Szczecin (SZC),

16 Edward Feliksik, Sławomir Wilczyński



Ryc. 1.

Zależność wartości współczynników korelacji (r) oraz zbieżności (GL) lokalnych chronologii indeksowanych od odległości między stanowiskami dla okresu 1940-1994

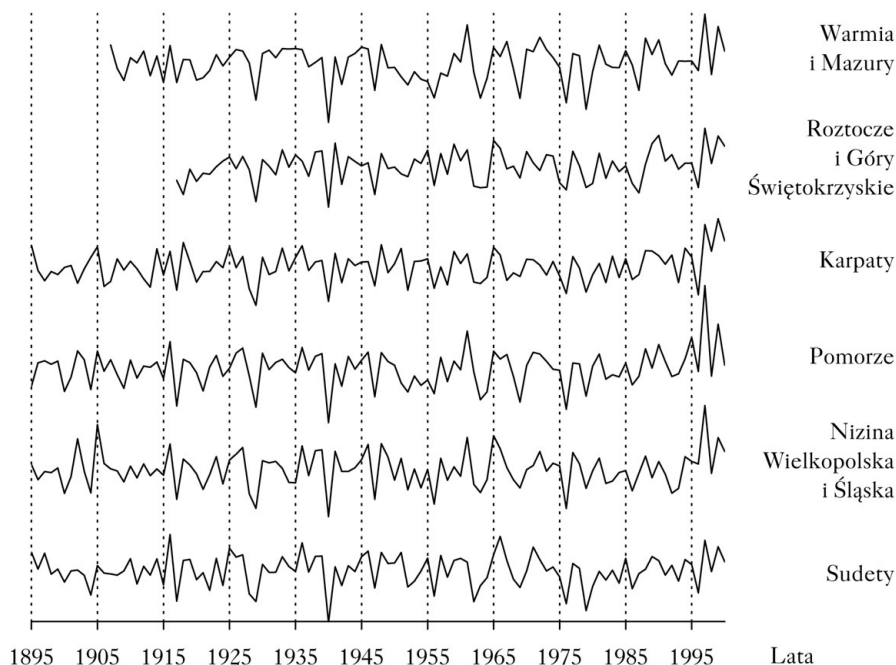
Relationship between correlation (r) and convergence (GL) coefficient values for local indexed chronologies and the distance between the locations in the period between 1940 and 1994

Trzebież (TRZ), Gryfice (GYF), Sławno (SLA), Tuczno (TUC), Lipka (LIP), Wejherowo (WEJ), Gdańsk (GDA), Kwidzyn (KWI), Bażyny (BAZ), Dobrocin (DOB), Susz (SUS), region Niziny Wielkopolskiej i Śląskiej obejmujących stanowiska: Choszczno (CHO), Rzepin (RZE), Miradz (MIR1 i MIR2), Łopuchówko (LOP), Lubsko (LUB), Kościan (KOS), Nowa Sól (SOL), Sława (SLW), Jarocin (JAR), Piaski (PIA), Oleśnica (OLE), Namysłów (NAM), Sieradz (SIE), region Sudetów ze stanowiskami: Lwówek (LWO), Śnieżka (SNI), Kamienna Góra (KAM), Jugów (JUG), Bystrzyca Kłodzka (BYS), Bardo Śląskie (BAR), oraz region obejmujący Karpaty, Góry Świętokrzyskie i Roztocze reprezentowany przez stanowiska: Istebna (IST), Bielsko (BIE), Andrychów (AND), Jeleśnia (JEL), Złatna (ZLA), Glinka (GLI), Zawoja (ZAW), Łosie (LOS), Dukla (DUK), Lesko (LES), Kańczuga (KAN), Krasieczyn (KRA), Świętokrzyski Park Narodowy (SPN), Zwierzyniec (ZWI), Hrebenne (HRE) [Feliksik i Wilczyński 2004a].

W obrębie tych regionów zdarzają się jednak nieliczne przypadki, kiedy chronologie blisko położonych populacji charakteryzują się mniejszym podobieństwem aniżeli populacji oddalonych o ponad 700 km (ryc.1). Przykładem mogą być chronologie Sieradz (SIE) i Lubsko (LUB) czy też Kańczuga (KAN) i Łosie (LOS) (tab. 1).

Wyniki analiz telekonekcyjnych chronologii lokalnych uprawniły nas do opracowania regionalnych wzorców przyrostowych dąglezji. Na podstawie lokalnych chronologii indeksowanych skonstruowano regionalne chronologie indeksowane dla: Pomorza, Warmii, Niziny Wielkopolskiej oraz Śląskiej, Sudetów, Karpat, Gór Świętokrzyskich i Roztocza (ryc. 2).

18 Edward Feliksik, Sławomir Wilczyński



Ryc. 2.

Regionalne chronologie indeksowane daglezi
Regional indexed chronologies of Douglas-fir

Kolejnym krokiem było określenie stopnia podobieństwa między chronologiami regionalnymi. Bardzo wysokie wartości współczynników zbieżności oraz korelacji (tab. 2) między tymi chronologiami świadczą o istnieniu ponadregionalnych czynników determinujących zmienność reakcji przyrostowych daglezi w Polsce. Ich identyfikacją zajmujemy się w osobnym opracowaniu [Feliksik, Wilczyński 2004b, c]. W tym miejscu można jednak stwierdzić, że bardzo silne podobieństwo chronologii w ramach poszczególnych regionów geograficzno-klimatycznych Polski wskazuje na klimatyczny charakter przyczyn podobnego rytmu wahań wielkości przyrostów radialnych daglezi. Największe współczynniki zbieżności i korelacje uzyskano bowiem dla chronologii reprezentujących regiony o zbliżonym reżimie klimatycznym tj. obszarów nizinnych

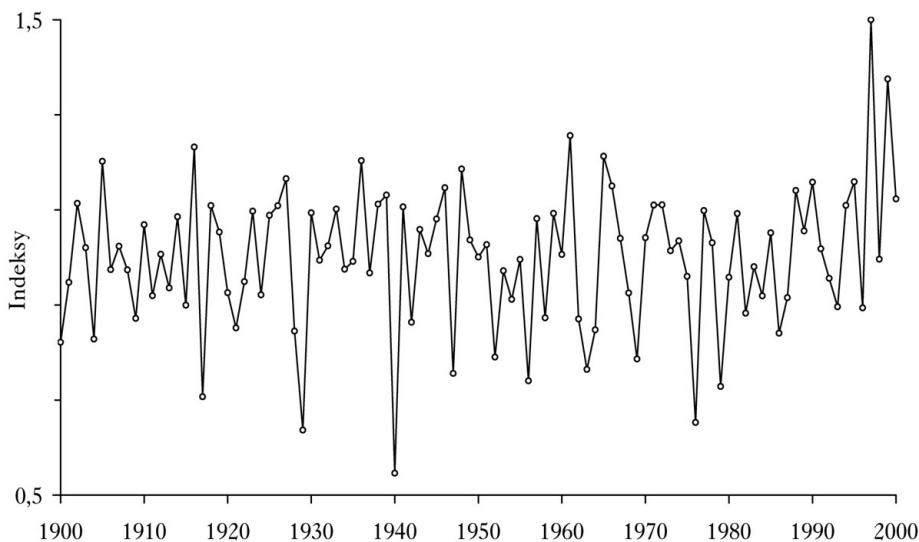
Tabela 2.

Współczynniki korelacji i zbieżności [%] regionalnych chronologii indeksowanych obliczonych dla okresu 1901-2000

Correlation and convergence coefficients [%] for regional indexed chronologies calculated for the period between 1901 and 2000

GL (%) \ r	Karpaty	Pomorze	RiGŚ	Sudety	Warmia	NWŚ
Karpaty	×	0,649	0,768	0,745	0,584	0,642
Pomorze	78,2	×	0,696	0,711	0,802	0,865
WŚP	85,5	78,3	×	0,705	0,710	0,647
Sudety	80,2	77,2	77,1	×	0,650	0,738
Warmia	77,2	87,1	75,9	71,3	×	0,680
NWŚ	79,2	88,1	69,9	76,2	84,2	×

RiGŚ – Roztocze i Góry Świętokrzyskie; NWŚ – Niziny Wielkopolska i Śląska; Wartość graniczna GL=65% oraz $r=0,3211$ ($p=0,001$)
RiGŚ – Roztocze and Góry Świętokrzyskie; NWŚ – Lowlands Wielkopolska and Śląsk; Threshold value GL=65% and $r=0,3211$ ($p=0,001$)



Ryc. 3.

Ogólnopolska chronologia indeksowana dąglezji
Nationwide indexed chronology for Douglas-fir

Pomorza, Warmii, Wielkopolski i Dolnego Śląska oraz pomiędzy chronologiami regionów wyżynnych, podgórskich i górskich, czyli Karpat, Sudetów, Rostocza i Gór Świętokrzyskich (tab. 2).

O wysokim podobieństwie chronologii lokalnych oraz regionalnych świadczą również współczynniki korelacji tych chronologii z chronologią wzorcową, liczone dla kolejnych przedziałów czasu (tab. 3, 4). Stworzyło to zatem możliwość konstrukcji jednej ogólnopolskiej chronologii, obejmującej lata 1900-2000 (ryc. 3). Stanowi ona wzorec do datowania prób drewna dąglezjowego pochodzących z obszaru Polski. Jednak z uwagi na stwierdzone przypadki odmienności niektórych chronologii lokalnych istnieje przypuszczenie, że nie zawsze może być ona do tych celów w pełni użyteczna.

Wnioski

- ✦ Uzyskane wyniki potwierdziły hipotezę o możliwości tworzenia wzorców przyrostowych dąglezji na terenie Polski, nie tylko o zasięgu regionalnym, ale i ponadregionalnym. Pomimo pewnego zróżnicowania podobieństwa chronologii lokalnych, obszar Polski jest dla dąglezji zielonej obszarem dendrochronologicznie jednorodnym.
- ✦ Utworzone chronologie lokalne stanowią dobry materiał do konstrukcji chronologii reprezentujących region geograficzno-klimatyczny.
- ✦ Ponadregionalna chronologia obejmująca obszar północnej, zachodniej i południowej Polski wydaje się być zadowalającym wzorcem do datowania prób drewna dąglezjowego.
- ✦ Specyfika niektórych siedlisk powoduje, że niektóre chronologie lokalne wykazują mniejsze podobieństwo do pozostałych. Dlatego też wzorec ogólnopolski może nie być zawsze dostatecznie użyteczny do datowania wszystkich prób drewna. Wymaga to każdorazowo konfrontacji chronologii lokalnej z wzorcową chronologią regionalną.
- ✦ Zróżnicowany stopień podobieństwa chronologii między regionami daje asumpt do poszukiwania przyczyn tego zjawiska.

20 Edward Feliksik, Sławomir Wilczyński

Tabela 3.

Współczynniki korelacji lokalnych chronologii indeksowanych z wzorcem (W_z) w okresach 50-letnich oraz dla całego interwału (I_c)

Correlation coefficients for local indexed chronologies with a pattern chronology (W_z) in 50-year periods and the entire interval (I_c)

Kod chronologii	Interwał	1900-1949	1925-1974	1950-1999	I_c
AND	1919-1998	0,82	0,77	0,53	0,71
BAR	1909-2001	0,89	0,86	0,76	0,84
BAZ	1914-2003	0,85	0,87	0,77	0,84
BIE	1902-1998	0,77	0,85	0,66	0,72
BYS	1895-2001	0,78	0,81	0,61	0,69
CHO	1903-2001	0,78	0,80	0,75	0,76
DOB	1903-2003	0,85	0,89	0,78	0,82
DUK	1926-2002	–	0,68	0,73	0,69
GDA	1905-2001	0,76	0,83	0,80	0,78
GLI	1909-1993	0,79	0,78	0,72	0,77
GRY	1908-1996	0,79	0,81	0,74	0,79
HRE	1915-2002	0,76	0,84	0,70	0,73
IST	1906-1999	0,78	0,83	0,70	0,76
JAR	1917-2001	0,82	0,84	0,84	0,83
JUG	1895-2001	0,82	0,80	0,69	0,74
KAM	1892-2001	0,83	0,80	0,64	0,73
KAN	1909-2002	0,68	0,76	0,77	0,71
KOS	1904-2001	0,68	0,75	0,70	0,68
KRA	1909-2001	0,58	0,69	0,69	0,61
KWI	1892-2001	0,79	0,78	0,73	0,75
LES	1915-2002	0,75	0,75	0,77	0,75
LIP	1907-2001	0,87	0,87	0,80	0,84
LOP	1893-1996	0,89	0,91	0,70	0,70
LOS	1911-2001	0,76	0,78	0,70	0,80
LUB	1898-2001	0,76	0,70	0,66	0,79
LWO	1893-2001	0,84	0,87	0,82	0,76
MIE	1893-2001	0,78	0,77	0,72	0,74
MIR	1899-2001	0,80	0,89	0,80	0,77
MIR	1895-1999	0,85	0,89	0,67	0,76
NAM	1900-2003	0,90	0,91	0,80	0,85
OLE	1905-2003	0,73	0,81	0,78	0,75
PIA	1919-2003	0,84	0,82	0,61	0,73
PIE	1903-2003	0,43	0,55	0,84	0,56
PUR	1903-1997	0,46	0,61	0,74	0,59
RZE	1899-2001	0,73	0,65	0,51	0,62
SIE	1921-2002	0,75	0,77	0,78	0,74
SLA	1911-2001	0,78	0,83	0,83	0,68
SLW	1897-2001	0,69	0,68	0,69	0,80
SNI	1893-1997	0,73	0,74	0,65	0,68
SOL	1907-2001	0,73	0,73	0,70	0,69
SPN	1937-2003	–	0,64	0,65	0,66
SUS	1893-2003	0,73	0,88	0,85	0,76
SZC	1910-2001	0,50	0,60	0,65	0,59
TRZ	1920-2000	0,81	0,83	0,82	0,80
TUC	1900-2002	0,88	0,88	0,75	0,82
UJS	1932-2002	–	0,75	0,64	0,70
WEJ	1915-2002	0,80	0,81	0,72	0,79
ZAW	1891-2001	0,83	0,85	0,62	0,70
ZLA	1900-1992	0,72	0,82	0,74	0,72
ZWI	1921-2002	0,74	0,78	0,67	0,70

Tabela 4.

Współczynniki korelacji regionalnych chronologii indeksowanych z chronologią wzorcową (W_z) w okresach 40-letnich oraz dla całego interwału (I_c)

Correlation coefficients for regional indexed chronologies with a pattern chronology (W_z) in 40-year periods and the entire interval (I_c)

Region	Interwał	1901-1940	1921-1960	1941-1980	1961-2000	I_c
Karpaty	1895-2000	0,58	0,86	0,86	0,75	0,67
Pomorze	1894-2000	0,88	0,93	0,92	0,86	0,87
RiGŚ	1917-2000	0,73	0,86	0,84	0,78	0,76
Sudety	1893-2000	0,68	0,89	0,89	0,77	0,74
Warmia	1894-2000	0,71	0,91	0,91	0,85	0,80
NWŚ	1894-2000	0,82	0,87	0,85	0,73	0,78

RiGŚ – Roztocze i Góry Świętokrzyskie; NWŚ – Niziny: Wielkopolska i Śląska

RiGŚ – Roztocze and Góry Świętokrzyskie; NWŚ - Lowlands: Wielkopolska and Śląsk

Podziękowania

Badania zostały sfinansowane przez Komitet Badań Naukowych (KBN) w ramach projektu badawczego nr: 6PO6H09620, realizowanego w latach 2001-2004.

Literatura

- Becker B., Giertz-Siebenlist V. 1970. Eine über 1100 jährige mitteleuropäische Tannenchronologie. Flora 159: 310-346.
- De Geer E. H. 1935. Prehistoric bulwark in Gotland Geochronologically dated. Geografiska Annaler 17.
- Douglas A. E. 1936. Central Pueblo chronology. Tree-Ring Bull. 9: 18-24.
- Eckstein D. 1969. Entwicklung und Anwendung der Dendrochronologie zur Altersbestimmung der Siedlung Haithabu. Diss. Univ. Hamburg.
- Ermich K. 1960. Zagadnienia telekoneksji w dendrochronologii na przykładzie dębu szypułkowego w Bawarii i w Polsce. Roczn. Dendr. 14: 31-43.
- Feliksik E. 1990. Badania dendroklimatologiczne dotyczące jodły (*Abies alba* Mill.) występującej na obszarze Polski. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 151.
- Feliksik E., Wileczyński S. 1996. Dendrochronologiczna charakterystyka sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z Kotliny Klodzkiej i Karpat. Sylwan 140, 9: 77-84.
- Feliksik E., Wileczyński S. 2003. Diversification of increment reactions of the Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) from the mountainous regions of southern Poland. J. For. Sci. 49 (12).
- Feliksik E., Wileczyński S. 2004a. Lokalne wzorce przyrostowe dąglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Polsce. Sylwan 148, 12: 3-13.
- Feliksik E., Wileczyński S. 2004b. Regiony dendroklimatyczne dąglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w Polsce. Sylwan 148, 12: 23-30.
- Feliksik E., Wileczyński S. 2004c. Klimatyczne uwarunkowania przyrostu radialnego dąglezji zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) rosnącej na obszarze Polski. Sylwan 148, 12: 31-38.
- Fritts H. C. 1976. Tree-Rings and Climate. Acad. Press, London.
- Gorczyński T., Molski B. 1965. Dendrochronologia na usługach archeologii. Roczn. Dendrol. 19: 5-33.
- Holmes R. L. 1986. Quality control of crossdating and measuring. Users manual for computer program COFECHA. W: Holmes R. L., Adams R. K., Fritts H. C. (wyd.), Tree rings chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Chronology Series 6, Univ. of Arizona, Tucson. 41- 49.
- Huber B. 1941. Aufbau einer mitteleuropäischen Jahrringchronologie. Mitt. Akad. dtsh. Forstwiss 1.
- Huber B. 1943. Über die sicherheit jahresringchronologischer Datierung. Holz als Roh- und Werkstoff 6, 10/12: 263-268.
- Krapiec M. 1992. Skale dendrochronologiczne późnego holocenu południowej i centralnej Polski. Geologia 18, 3: 77-119.
- Krapiec M. 1998. Oak dendrochronology of the Neoholocene in Poland. Folia Quaternaria 68, PAU. 5-133.
- Müller-Stoll H. 1951. Vergleichende Untersuchungen über die Abhängigkeit der Jahrringfolge von Holzart, Standort und Klima. Bibl. Botan. 122, Stuttgart.
- Schweingruber H. F. 1983. Ein 6000 jähriges Handwerk im Emmental. Schweiz. Z. Forstwes. 134: 915-920.
- Szychowska-Krapiec E. 1997. Dendrochronological Pine Scale (1622-1996 AD) for the małopolska Area (South Poland). Bull. of the Pol. Acad. of Scienc., Earth Sci. 45, 1: 1-13.

22 Edward Feliksik, Sławomir Wilczyński

- Wilczyński S., Skrzyszewski J. 2002. Dependence of Scots pine tree-rings on climatic conditions in southern Poland (Carpatian Mts.). EJPAU 4, 2, ser. Forestry.
- Zielski A. 1990. Tysiącletnia historia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na obszarze ziemi Chełmińskiej i północnych Kujaw w świetle badań dendrochronologicznych. Zesz. Nauk. Polity. Śląsk. ser. Mat.-Fiz. 61: 175-188.
- Zielski A. 1997. Uwarunkowania środowiskowe przyrostów radialnych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w Polsce północnej na podstawie wielowiekowej chronologii. Praca habilit. Uniw. M. Kopernika, Toruń.

SUMMARY

Teleconnection of tree-ring increment chronologies of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco): nationwide and regional increment patterns

The paper is dedicated to the analysis of the similarity of tree-ring chronologies of 50 partial populations of Douglas fir growing in Poland. The aim of the project was to elaborate regional chronologies as well as the overall nationwide increment pattern for the species. The locations of research plots and characteristic of individual chronologies were included in the previous paper by Feliksik and Wilczyński [2004]. The obtained results denoted that in Poland site chronologies inside geographic regions are highly homogeneous. Coefficients of convergence of site indexed chronologies were significant ($p < 0.001$) even for plots located over 700 km apart (Tab. 1; Fig. 1). Regional chronologies for Warmia, Pomorze, Nizina Wielkopolska, Nizina Śląska, Sudety, Karpaty, Roztocze and Gory Świętokrzyskie (Fig. 2) were developed based on site chronologies. Their high convergence (Tab. 2) allowed to create a transregional chronology which includes a period from 1900 to 2000 (Fig. 3). In our opinion it seems to be a satisfactory pattern for dating Douglas fir wood samples from Poland.