

MAŁGORZATA DANEK

Wpływ warunków klimatycznych na szerokość przyrostów rocznych modrzewia (*Larix decidua* Mill.) rosnącego w północnej części województwa małopolskiego*

The influence of climate conditions on tree ring width of larch (*Larix decidua* Mill.) from the northern part of the Malopolska province

ABSTRACT

Danek M. 2009. Wpływ warunków klimatycznych na szerokość przyrostów rocznych modrzewia (*Larix decidua* Mill.) rosnącego w północnej części województwa małopolskiego. Sylwan 153 (11): 768-776.

The results of investigation on influence of climate conditions on tree ring width of three larch stands localized in northern part of Malopolska province were presented in this paper. Classic methods, like response function and analysis of pointer years, were used.

KEY WORDS

dendroclimatology, *Larix decidua* Mill., Małopolska

ADDRESSES

Małgorzata Danek – e-mail: mdanek@agh.edu.pl

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; Akademia Górniczo-Hutnicza; Al. Mickiewicza 30; 30-059 Kraków

Wstęp

Modrzew to jedno z cenniejszych gospodarczo drzew lasotwórczych w Polsce. Spośród wielu jego zalet wymienić należy szybki wzrost, wysokie walory drewna [Krzysik 1978], a także wysoką odporność względem zanieczyszczenia powietrza [Karolewski, Białobok 1979; Feliksik 1991]. Również z punktu widzenia dendrochronologii modrzew to drzewo o dużym potencjale [Büntgen i in. 2005]. Prace dendrochronologiczne dotyczące zależności pomiędzy szerokością przyrostów rocznych modrzewia a warunkami klimatycznymi prowadzono w Polsce w kilku stanowiskach w Karpatach [Ermich 1955; Feliksik 1992], u ich podnóża [Feliksik, Wilczyński 1998] oraz w okolicy Puław [Oleksyn, Fritts 1991].

Celem prac, których wyniki zostały przedstawione w tym artykule, było określenie zależności pomiędzy warunkami meteorologicznymi a szerokością przyrostów rocznych drzewostanów modrzewiowych rosnących w północnej części województwa małopolskiego.

Obszar badań oraz metodyka prac

Próby pochodziły ze stanowisk położonych na obszarze nadleśnictw: Miechów, Krzeszowice oraz Brzesko. Do badań wytypowano drzewa, których wiek przekraczał 100 lat. Dokładną lokalizację stanowisk, ich charakterystykę oraz udział modrzewia w składzie gatunkowym przedstawiono

* Praca finansowana z badań statutowych Wydziału GGiOŚ, AGH Kraków nr 11.11.140.560

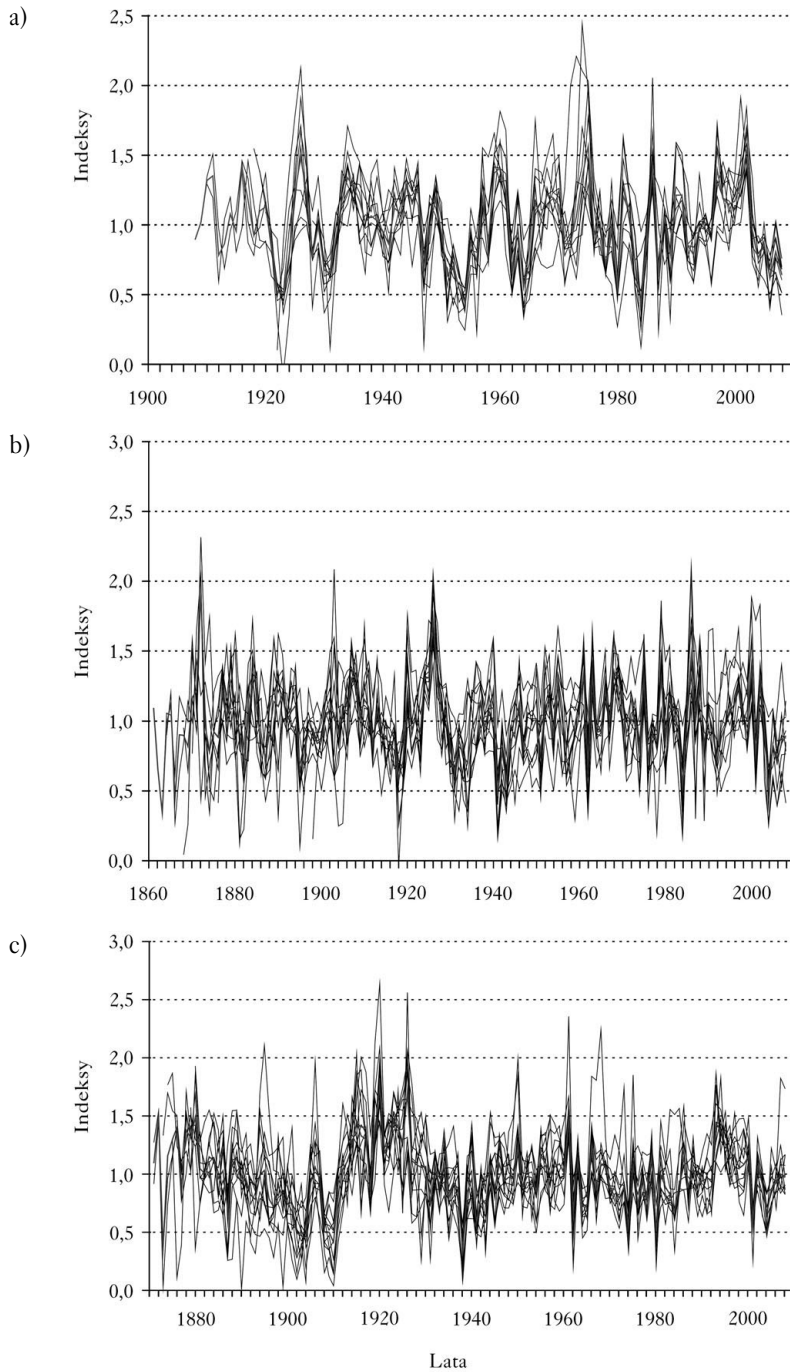
Tabela 1.

Charakterystyka stanowisk badawczych
Characteristic of the investigated sites

Kod stanowiska	Nadleśnictwo	Leśnictwo	Oddział	Siedliskowy typ lasu	Stok/wystawa	Gleba	Skład gatunkowy	Wiek drzewostanu modrzewiowego
4mie1	Miechów	Chrusty	39a	Lwyż.	-	redzina	9 Db 1 Md	126
4krz1	Krzyszowice	Tenczynek	147b	LMwyż.	stanowisko pochyte/S-E	brunatna właściwa	5 Md 3 Bk 2 Brz	137
4br1	Brzesko	Kopaliny	1b	Lwyż.	stanowisko pochyte/N	brunatna właściwa, wylugowana	6 Md 3 Db 1 Bk	140

w tabeli 1. Na każdym ze stanowisk nawiercono od 10 do 17 drzew. Próby pobierano świdrem Preslera, na wysokości pierśnicy, biorąc po jednym wywiercie z każdego drzewa. Po przetransportowaniu do laboratorium próby wklejono w specjalne drewniane podstawki, a następnie ścięto nożem preparacyjnym, dzięki czemu uzyskano czytelną strukturę słojów. Pomiary szerokości przyrostów rocznych każdej z prób przeprowadzono przy użyciu programu Qurecus [Walanus 2005]. Otrzymane sekwencje osobnicze skorelowano ze sobą i wydatowano, wykorzystując do tego pakiet programów TREE-RINGS [Krawczyk, Krąpiec 1995] oraz COFECHA [Holmes 1999a]. Próby z każdego ze stanowisk wykazujące największe podobieństwo weszły w skład tzw. chronologii lokalnych. W celu usunięcia fluktuacji długookresowych (trend wiekowy, zmienność związana z dynamiką drzewostanu), a tym samym wzmocnienia sygnału klimatycznego (zmienności krótkookresowej) sekwencje przyrostowe poddane zostały procesowi standaryzacji. Do każdej z krzywych osobniczych w pierwszym etapie dopasowana została eksponenta lub prosta, a w drugim – krzywa sklejana (tzw. spline). Następnie dokonano indeksacji – każda z rzeczywistych wartości przyrostów tworzących sekwencję osobniczą podzielona została przez odpowiadającą jej w danym roku wartość dopasowanej krzywej. Na podstawie przekształconych w ten sposób sekwencji przyrostów rocznych drzew z danego stanowiska utworzone zostały chronologie standaryzowane (ryc. 1). Dla każdego ze stanowisk utworzono również chronologie rezydualne, czyli takie, z których usunięta została autokorelacja w celu wypuklenia zmienności krótkookresowej. Chronologie te zostały utworzone w programie ARSTAN [Cook, Holmes 1999].

Skonstruowane chronologie wykorzystano w analizie dendroklimatologicznej mającej na celu zbadanie zależności pomiędzy szerokością przyrostów rocznych a warunkami klimatycznymi. Obliczenia wykonano w programie RESPO [Holmes 1999b] wykorzystującym klasyczne metody korelacji liniowej oraz funkcji odpowiedzi (ang. response function). Dane meteorologiczne w postaci średniej miesięcznej temperatury oraz sumy opadów atmosferycznych pochodziły ze stacji meteorologicznych w Krakowie (lata 1881-2008, wykorzystane do porównań ze stanowiskami 4krz1 i 4mie1) i Tarnowie (okres 1954-2008, dla stanowiska 4br1). Dane pozyskano z „Roczników Meteorologicznych” oraz bazy National Climatic Data Center (www.ncdc.noaa.gov). Porównania dokonano dla okresu od maja roku poprzedniego do sierpnia roku, w którym przyrost się tworzył.



Ryc. 1.

Chronologie standaryzowane na tle sekwencji przyrostów rocznych poszczególnych prób z danego stanowiska

Standardized ring width chronologies against a background of individual samples from particular sites

a - 4mie1; b - 4krz1; c - 4br1

Tabela 2.

Wybrane parametry statystyczne utworzonych chronologii
Selected statistic parameters of created chronologies

Kod stanowiska	Zasięg czasowy	Liczba drzew	Srednia liczba przyrostów	Srednia szerokość przyrostu [mm]	Typ chronologii	Odechylenie standardowe	Srednia wrażliwość	Autokorelacja I stopnia
4mie1	1908-2008	10	91	2,267	rzeczywista	0,975	0,243	0,656
					standaryzowana rezydualna	0,26	0,253	0,355
4krz1	1861-2008	11	134	1,547	rzeczywista	1,438	0,208	0,861
					standaryzowana rezydualna	0,228	0,237	0,21
4br1	1871-2008	12	128	1,829	rzeczywista	1,098	0,242	0,826
					standaryzowana rezydualna	0,258	0,23	0,371
						0,225	0,257	-0,106

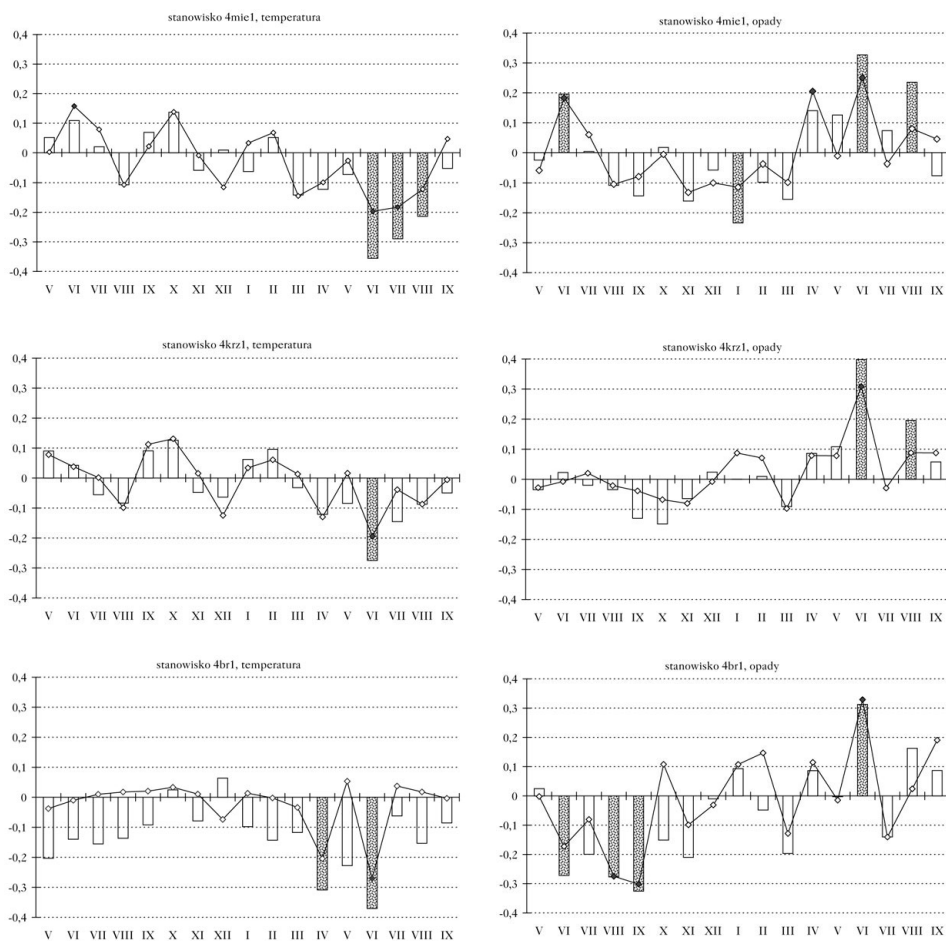
Dla każdej chronologii lokalnej wykonano również analizę lat wskaźnikowych [Schweingruber i in. 1990]. Za lata takie przyjęto te, w których u 90% spośród wchodzących w skład poszczególnych chronologii sekwencji osobniczych zaobserwowano wzrost lub spadek szerokości przyrostu rocznego w stosunku do roku poprzedniego. Minimalna liczba drzew, dla której rok wskaźnikowy mógł być wyliczony, wynosiła 10. Porównania lat wskaźnikowych dokonano dla okresu 1917-2009, to jest od momentu kiedy podane wyżej kryterium było spełnione dla wszystkich chronologii. Lata wskaźnikowe obliczono w programie Qurecus [Walanus 2005].

Wyniki i dyskusja

W tabeli 2 zestawione zostały wartości statystyczne charakteryzujące utworzone dla każdego stanowiska chronologie rzeczywiste, standaryzowane i rezydualne. Dwie spośród nich reprezentują podobny przedział czasowy. Drzewa na stanowisku zlokalizowanym w Leśnictwie Chrusty okazały się młodsze niż przypuszczano, stąd chronologia, w skład której weszły (4mie1) jest zdecydowanie krótsza (tab. 2). Średnia szerokość przyrostu rocznego w poszczególnych stanowiskach wahała się od 1,547 (stanowisko 4krz1) do 2,267 (stanowisko 4mie1). Widać tu spadek tej wartości wraz ze wzrostem wieku drzewostanu, co niewątpliwie związane jest z tzw. trendem wiekowym i zmniejszaniem szerokości przyrostu rocznego w miarę powiększania się obwodu pnia. Wpływ trendu wiekowego obrazują również wartości autokorelacji, szczególnie wysokie w przypadku dwóch starszych stanowisk, a także niskie wartości średniej wrażliwości. Po procesie standaryzacji i dzięki usunięciu autokorelacji, w chronologii rezydualnej wzmocnieniu uległ tzw. sygnał klimatyczny. Wzajemne podobieństwo chronologii standaryzowanych sprawdzono na podstawie wartości współczynników korelacji oraz wartości „t”. Stwierdzono, że wykazują one znaczne podobieństwo. Największą zgodność wykazują chronologie 4krz1 i 4mie1 ($t=8,020$; $r=0,635$) oraz 4krz1 i 4br1 ($t=6,898$; $r=0,515$). Korelacja chronologii 4mie1 z 4br1 jest już niższa ($t=3,764$, $r=0,360$), co wynikać może z dość znacznej już odległości obu stanowisk.

Zestawienie wyników analizy dendroklimatologicznej dla poszczególnych chronologii rezydualnych przedstawiono na rycinie 2. Uzyskane wartości współczynników korelacji oraz funkcji odpowiedzi wskazują na istnienie związku między szerokością przyrostów rocznych modrzewia a warunkami termicznymi i pluwialnymi panującymi wiosną i latem w roku, w którym przyrost się tworzył. Z porównania wyników uzyskanych dla poszczególnych stanowisk wynika, że czerwiec, dla którego istotne statystycznie wartości współczynnika korelacji oraz funkcji odpowiedzi uzyskano we wszystkich stanowiskach, zasługuje tu na szczególną uwagę. Rezultaty badań wskazują, że niekorzystnie na przyrost roczny, którego większa część wykształca się właśnie w tym czasie (największa intensywność w okresie maj-lipiec [Chałupka, Kosiński 1986; Oleksyn, Fritts 1991]), wpływa wysoka temperatura panująca w czerwcu. Korzystne są natomiast obfite opady w tym miesiącu. Na uwagę zasługuje także sierpień. Podobnie jak w czerwcu, wystąpienie wysokiej korelacji z opadami wiąże się tutaj z odwrotną zależnością względem temperatury. Jednak w tym przypadku istotne wartości współczynników korelacji względem opadów otrzymano dla dwóch stanowisk, a wartości statystycznie istotne dla temperatury występują tylko na jednym z nich (4mie1). Uwarunkowanie przyrostu rocznego modrzewia wysokością opadów okresu wegetacyjnego notowano również w innych stanowiskach, chociaż obserwowane dla poszczególnych miesięcy związki były zróżnicowane [Oleksyn, Fritts 1991; Feliksik 1992; Feliksik, Wilczyński 1998]. Powyższą zależność tłumaczy się wysokim zapotrzebowaniem na wodę tego gatunku [Oleksyn, Lorenc-Plucińska 1986]. Związki pomiędzy szerokością przyrostu a temperaturą są natomiast bardziej zróżnicowane w przytoczonych wyżej opracowaniach. W opisywanym tutaj przypadku odwrotne korelacje z opadami i temperaturą w czerwcu i sierpniu wydają się mieć potwierdzenie w cechach naszego klimatu, dla którego chłodniejsze lata wiążą się często z wysoką sumą opadów [Woś 1999], a więc wysoka temperatura może do pewnego stopnia obrazować okresy suszy. Badania dendroklimatologiczne dotyczące *Larix decidua* Mill. w Europie obejmują głównie rejon Alp, co niewątpliwie ma związek z naturalnym zasięgiem jego występowania. Przedstawione wyżej zależności pomiędzy szerokością przyrostów rocznych a czynnikami klimatycznymi są odmienne niż notowane w tamtym rejonie. Chociaż obserwowano również zależność pomiędzy temperaturą okresu późna wiosna–wczesne lato, jednak była to korelacja dodatnia. Natomiast wyższe opady w wymienionym okresie wpływały negatywnie na tworzący się przyrost roczny [Frank, Esper 2005; Carrer, Urbinati 2006]. Taka odmiennosc reakcji w stosunku do opisywanej w tym opracowaniu wynika ze specyfiki tego typu wysoko położonych terenów górskich [Tessier i in. 1997], dla których temperatura lata ma szczególny wpływ na wzrost wielu gatunków drzew iglastych, natomiast wpływ opadów wynika głównie z odwrotnej zależności pomiędzy wyżej wspomnianymi parametrami [Frank, Esper 2005].

Analiza lat wskaźnikowych pokazała, że w okresie 1917-2008 najwięcej, bo 39, lat wskaźnikowych zanotowano w przypadku chronologii 4br1 (20 pozytywnych i 19 negatywnych). Na stanowisku 4krz1 stwierdzono 29 takich lat (17 pozytywnych i 12 negatywnych). Natomiast w najmłodszej chronologii 4mie1 wystąpiły 24 lata wskaźnikowe (10 pozytywnych i 14 negatywnych). Wspólne wszystkim chronologiom lata pozytywne wystąpiły w 1955, 1963, 1966, 1981 oraz 1985 roku, natomiast negatywne pojawiły się w roku 1962, 1976, 1980, a także 2003. Wykształcenie wąskich przyrostów odbywało się w latach z niskimi opadami w sezonie wiosno-letnim. Tak było w przypadku roku 1976 oraz 2003 (dodatkowo w roku 2003 wiosna i lato były bardzo ciepłe). Podobnie było w roku 1980, w którym łączna suma opadów okresu kwiecień-sierpień notowana w Krakowie była niska, natomiast w Tarnowie niżej niż średnia planowała się suma opadów w maju, czerwcu i lipcu. Warto dodać, że poprzedni rok 1979 był



Ryc. 2.

Wyniki korelacji liniowej i funkcji odpowiedzi

Results of correlation and response function

Słupki – wartości współczynników korelacji liniowej; kwadraty – wartości funkcji odpowiedzi; szare słupki i czarne kwadraty prezentują wartości istotne statystycznie przy $\alpha=0,05$

Bars – values of correlation coefficient; squares – values of response function; grey bars and black squares presents values significant for $\alpha=0,05$

również ubogi w opady w Krakowie, natomiast w Tarnowie niższe były tylko opady w czerwcu. W roku 1962 łączna suma opadów okresu wegetacyjnego notowana na obydwu stacjach była stosunkowo wysoka. Jednak opadów mało było w czerwcu, a szczególnie zaś w sierpniu (na stacji w Tarnowie tylko w sierpniu). Negatywne lata wskaźnikowe 1962 oraz 1976 obserwowano również u innych drzew iglastych, takich jak jodła i sosna [Felixsik 1990; Wilczyński 1999; Szychowska-Krąpiec 2000]. W przypadku tego ostatniego roku szczególnie wąskie przyrosty wystąpiły również u dąglezi [Felixsik, Wilczyński 2004; Cedro 2004], świerka [Koprowski, Zielski 2002], a także sosny z obszaru Pomorza Zachodniego [Cedro 2004]. Lata te wiązano z surową zimą i następującym po niej ubogim w opady okresem wegetacyjnym. Wydaje się, że w przypadku modrzewia zadziałał tutaj jednak głównie ten drugi czynnik. Modrzew nie reaguje bowiem na temperaturę zimy [Oleksyn, Fritts 1991; Felixsik 1992; Felixsik, Wilczyński

1998 oraz obecne opracowanie] i jest uważany za dobrze znoszący nawet surowe warunki klimatyczne w tym okresie [Maciejowski 1956]. W porównaniu z latami negatywnymi opisanymi przez Feliksika [1992] dla modrzewia z kilku stanowisk w Karpatach, jedynym negatywnym rokiem wspólnym z wszystkimi trzema chronologiami jest 1980. Ponadto wyróżnione w wyżej podanym opracowaniu lata negatywne 1921, 1984 i 1987 wystąpiły w dwóch spośród trzech omawianych tutaj stanowisk. Pozytywne lata wskaźnikowe charakteryzowały się wysokimi opadami w okresie wegetacyjnym, takimi były 1966, 1985 oraz 1955 rok (w tym ostatnim przypadku wysokie opady zanotowano tylko na stacji w Krakowie). Należy dodać, że pozytywne lata wskaźnikowe 1955 i 1966 zanotowano także u sosny [Wilczyński 1999]. W latach 1963 i 1981 warunki pluwalne w okresie wegetacyjnym były z kolei nieco niższe niż przeciętne. W obydwu przypadkach lata te są poprzedzone wystąpieniem roku negatywnego. Pojawienie się wskaźnikowego roku pozytywnego bezpośrednio po negatywnym wiązać można z odciążeniem drzewa na niekorzystne warunki roku poprzedniego, czego efektem jest wykształcenie szerokiego słoja nawet w przypadku, gdy warunki w roku tworzenia się przyrostu są tylko przeciętne. Zjawisko takie było obserwowane u innych gatunków drzew iglastych [Szychowska-Krąpiec 2000; Feliksik, Wilczyński 2004].

Wnioski

Uzyskane wyniki badań dendroklimatologicznych wskazują na istotny związek pomiędzy szerokością przyrostów rocznych modrzewia a warunkami panującymi w okresie wegetacyjnym w roku, w którym przyrost roczny się tworzył. Szczególne znaczenie odgrywają warunki panujące w czerwcu. Istotny korzystny wpływ na przyrost roczny wydają się mieć również obfite opady w sierpniu. Wysokie wymagania wodne modrzewia potwierdza także analiza lat wskaźnikowych. Wskazuje na to powiązanie negatywnych lat wskaźnikowych z okresami suszy w okresie wegetacyjnym, natomiast pozytywnych z okresami bogatymi w opady.

Literatura

- Büntgen U., Esper J., Frank D. C., Nicolussi K., Schmidhalter M. 2005. A 1052-year tree-ring proxy for Alpine summer temperatures. *Climate Dynamics* 25: 141-153.
- Carrer M., Urbinati C. 2006. Long-term change in the sensitivity of tree-ring growth to climate forcing in *Larix decidua*. *New Phytologist* 170: 861-872.
- Cedro A. 2004. Zmiany klimatyczne na Pomorzu Zachodnim w świetle analizy sekwencji przyrostów rocznych sosny zwyczajnej, daglezi zielonej i rodzimych gatunków dębów. In Plus Oficyna, Szczecin.
- Chałupka W., Kosiński G. 1986. Fizjologia wzrostu i rozwoju. W: S. Białobok [red.]. *Modrzewie Larix Mill.* PWN, Warszawa-Poznań.
- Cook E. R., Holmes R. L. 1999. User manual for Program ARSTAN. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona USA.
- Ermich K. 1955. Zależność przyrostu drzew w Tatrach od wahań klimatycznych. *Acta Soc. Bot. Pol.* 24 (2): 245-273.
- Feliksik E. 1990. Badania dendroklimatologiczne dotyczące jodły (*Abies alba* Mill.) występującej na obszarze Polski. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 151: 1-106.
- Feliksik E. 1991. Badania wrażliwości ważniejszych gatunków drzew leśnych na zanieczyszczenia przemysłowe. *Zeszyty Naukowe AR Kraków: Leśnictwo* 254 (20): 353-391.
- Feliksik E. 1992. Wpływ warunków klimatycznych na wielkość przyrostów radialnych modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) występującego w Karpatach. *Sylwan* 136 (5): 61-67.
- Feliksik E., Wilczyński S. 1998. Wpływ temperatury i opadów na przyrost roczny drewna świerka, sosny i modrzewia występujących w Leśnictwie Pierściec u podnóża Pogórza Wilamowickiego. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich* 44: 77-85.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2004. Lata wskaźnikowe daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) na obszarze Polski. *Sylwan* 148 (12): 39-47.
- Frank D., Esper J. 2005. Characterization and climate response patterns of a high-elevation, multi-species tree-ring network in the European Alps. *Dendrochronologia* 22: 107-121.

- Holmes R. L. 1999a. User manual for Program COFECHA. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona USA.
- Holmes R. L. 1999b. User manual for Program RESPO. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona USA.
- Karolewski P., Białobok S. 1979. Wpływ dwutlenku siarki, ozonu, mieszaniny tych gazów i fluorowodoru na uszkodzenie igieł modrzewia europejskiego. *Arboretum Kórnickie* 24: 297-305.
- Krawczyk A., Krapiec M. 1995. Dendrochronologiczna baza danych. Materiały II Krajowej Konferencji: Komputerowe wspomaganie badań naukowych. Wrocław: 247-252.
- Koprowski M., Zielski A. 2002. Lata wskaźnikowe u świerka pospolitego *Picea Abies* [L.] Karsten] na Pojezierzu Olsztyńskim. *Sylwan* 146 (11): 29-39.
- Krzysik F. 1978. Nauka o drewnie. PWN Warszawa.
- Maciejowski 1956. Modrzew w lasach polskich. *Sylwan* 100 (11): 6-57.
- Oleksyn J., Lorenc-Plucińska G. 1986. Wymiana gazowa i gospodarka wodna. W: S. Białobok [red.]. *Modrzewie Larix* Mill. PWN, Warszawa-Poznań.
- Oleksyn J., Fritts H. C. 1991. Influence of climatic factors upon tree rings of *Larix decidua* and *L. decidua* × *L. kaempferi* from Puławy, Poland. *Trees* 5: 75-82.
- Schweingruber F. H., Eckstein D., Serre-Bachet F., Bräker O. U. 1990. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia* 8: 9-38.
- Szychowska-Krapiec E. 2000. Późnooloceniński standard dendrochronologiczny dla jodły *Abies alba* Mill. z obszaru południowej Polski. *Kwart. AGH Geologia* 26 (2): 173-299.
- Tessier L., Guibal F., Schweingruber F. H. 1997. Research strategies in dendroecology and dendroclimatology in mountain environments. *Climatic Change* 36: 499-517.
- Walanus A. 2005. Program Quercus. Instrukcja obsługi. Kraków.
- Wilczyński S. 1999. Dendroklimatologia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z wybranych stanowisk w Polsce. Praca Doktorska, AR Kraków.
- Woś A. 1999. Klimat Polski. PWN Warszawa.

SUMMARY

The influence of climate conditions on tree ring width of larch (*Larix decidua* Mill.) from the northern part of the Malopolska province

The aim of this study was to assess the impact of climatic factors (temperature and precipitation) on tree ring width of larches from the northern part of Malopolska province (tab. 1). Three local chronologies were built (fig. 1; tab. 2). Connections between residual versions of created chronologies and average monthly temperature and sum of precipitation were checked using correlation and response function. A positive correlation with rainfall and negative with temperature in June were found. Correlation in August also exists, but in this case significant values for precipitation were found for two sites and only for one of them for temperature (fig. 2). Correlation with precipitation in vegetation period, which was observed also in other sites in Poland, is in agreement with high water requirements of larch. Correlation with temperature seems to confirm this fact, because in Poland low temperature in spring and summer is often connected with higher precipitation.

For all chronologies the analysis of pointer years was also performed. Determination of pointer years was made on the basis of all tree ring sequences used for construction of given chronology. Years, in which an increase or decrease of tree ring width were observed in at least 90% of sequences, in comparison to the previous year were taken into account. This change should be observed in at least 10 sequences within each chronology. Analysis was carried for period from 1917 to 2008 – in which all criteria mentioned above were fulfilled. Comparison of the results between particular chronologies revealed nine pointer years existed in all of them: five positive (1955, 1963, 1966, 1981, 1985) and four negative (1962, 1976, 1980, 2003). Negative

ones usually can be connected with drought in vegetation period and positive occurred in years with high amount of precipitation in spring and summer. Beside there were two positive pointer years (1963 and 1981), which can be explained by reaction of trees after bad conditions (and creation of negative pointer year) in the preview year.

Results of this study show correlation of tree ring width with climate condition in vegetation period. It can be connected with high water requirements of larch, which is also supported by the results of pointer year analysis.