

Przyrosty radialne dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) jako bioarchiwum stanów wody Wisły w Kotlinie Oświęcimskiej

Magdalena Piela, Ryszard J. Kaczka

Abstrakt. Badania dotyczyły zapisu stanów wody Wisły w szerokościach przyrostów rocznych dębów rosnących na równinie zalewowej rzeki w Kotlinie Oświęcimskiej. Zbudowano dwie chronologie reprezentujące siedliska o różnych cechach hydrologicznych (równina zalewowa i terasa nadzalewowa) i zestawiono je z danymi o stanach wody, temperaturze powietrza i opadach. Chronologia reprezentująca dęby z terasy nadzalewowej nie wykazuje związku z stanami wody i czynnikami klimatycznymi. Przyrosty drzew rosnących w lesie łągowym korelują pozytywnie z wysokimi stanami wody w kwietniu i temperaturą powietrza w maju. Ciepła i charakteryzująca się dostatkami wody gruntowej wiosna sprzyja rozwojowi drzew i wykształceniu szerokiego przyrostu.

Słowa kluczowe: dąb, wezbrania, terasa zalewowa, Wisła, Kotlina Oświęcimska

Abstract. Here we present the results of the analyses of the tree-ring records of water levels in the channel of Vistula River in Oświęcim Basin. Two oak chronologies from sites of different hydrological settings, one from riparian forest, the other from higher terrace, were developed and their response to climate and water stages was computed. The trees growing far from the river don't show any significant relationship with climatic agents and water stages. The tree-ring width chronology of oaks growing near river correlates at significant level with April high-water level and May temperature. Oaks benefit from warm spring with enough moisture in soil producing wider ring.

Keywords: oak, flood, flood plain, Vistula River, Oświęcim Basin

Wstęp

Rozwój lasu łągowego na równinie zalewowej dużej rzeki jest bezpośrednio związany z dynamiką stanów wody w korycie. Drzewa lasu nadbrzeżnego przystosowane są do podtapiania i zalewania korzeni oraz pnia. Wezbrania czasowo pogarszają warunki ich wzrostu, ale jednocześnie przynoszą osady powodując ciągły rozwój żyznych mąd. Jednym z głównych gatunków lasów łągowych typu *Ficario-Ulmetum* są dęby. Ze względu na powszechną i długotrwałą presję gospodarczą, naturalne lasy łągowe zostały wyeliminowane lub ich skład gatunkowy został mocno zmodyfikowany. Badania paleogeograficzne (w tym dendrochronologiczne) wskazały jednak, że w holocenie dęby stanowiły istotny element środowiska dolin rzecznych.

Szeroki zasięg występowania oraz cechy drewna dębowego sprawiają, że na podstawie tego gatunku skonstruowano najdłuższe chronologie dla Europy (Ważny 1990; Krąpiec 1996). Dla Polski południowej chronologia liczy blisko 2500 lat, od 474 BC do 1997 AD (Krąpiec 1998). Tak długi okres sprawił, że wielu badaczy analizowało dęby pod względem ich przydatności do rekonstrukcji klimatu. Ermich (1953) zauważył, że przyrost średnicy dębów zależy głównie od sumy opadów i temperatury średniej minimalnej czerwieca. Bednarz i Ptak (1990) badając dęby rosnące na

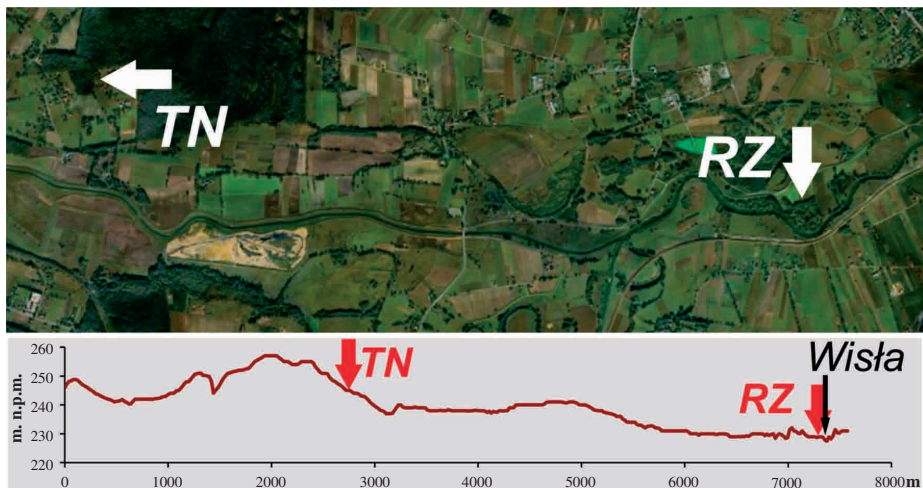
siedlisku lasu wilgotnego stwierdzili, że czynnikiem ograniczającym przyrosty dębów na grubość są niedobory wody w okresie najintensywniejszego wzrostu drzew, a więc w czerwcu i lipcu. Krawczyk i Krąpiec (1999) stwierdził, że na przyrosty dębów wpływają opady czerwca i lipca oraz temperatura maja. Jednakże uzyskane współczynniki korelacji nie były wysokie, w związku z czym autorzy zalecili podjęcie dalszych badań w celu poszerzenia wiedzy na ten temat.

Celem niniejszej pracy było zidentyfikowanie zapisu czynników hydrologicznego w drewnie wtórnym dębu szypułkowego *Quercus robur* L. rosnącego na terasie nadzalewowej oraz równinie zalewowej Wisły.

Material i metody

Obszar badań znajduje się na terenie Kotliny Oświęcimskiej (Kondracki 1994), która należy do kotlin podkarpackich tworzących wykorzystywany przez Wisłę ciąg obniżen na północnym przedpolu Karpat (Klimek 1987). Kotlina tworzy rozciągnięte równoleżnikowo obniżenie o długości 75 km (Starkel 1991). Holocenne dno doliny Wisły znajduje się na wysokości 214-225 m n.p.m. i osiąga szerokość 3,5-4,0 km (Klimek 1993). Osady fluwialne w dolinie Wisły tworzą dwa poziomy piaszczyste o wysokościach 260-270 m n.p.m. oraz 225-240 m n.p.m. Równina zalewowa Wisły w Kotlinie Oświęcimskiej ograniczona jest piaszczysto-gliniastą terasą o szerokości do 3 km, która swój ostateczny zarys osiągnęła w vistulianie. Krawędź tej terasy wznosi się maksymalnie na wysokość 18-20 m nad poziom Wisły. Największe przepływy w tej rzece mają miejsce latem, gdy formują się duże wezbrania. Wezbrania roztopowe na tym terenie są znacznie mniejsze od letnich. Stany minimalne notuje się tu w styczniu i lutym (Czajka 2007).

Wytypowano dwa stanowiska (ryc. 1) o odmiennych warunkach hydrologicznych, ale możliwie zbliżonych cechach klimatycznych. W bezpośrednim sąsiedztwie stanowiska na równinie zalewowej znajduje się wodowskaz Nowy Bieruń, gdzie od 1867 roku prowadzone są pomiary stanów wody. Na pierwszym stanowisku — równinie zalewowej (RZ) — pobrano 96 prób, z których 64 weszły w skład chronologii zalewowej dla lat 1941-2001. Na drugim stanowisku - terasie nadzalewowej (TN) nawiercono 65 drzew, z których 54 wykazywało podobny sygnał w latach 1923-2011.

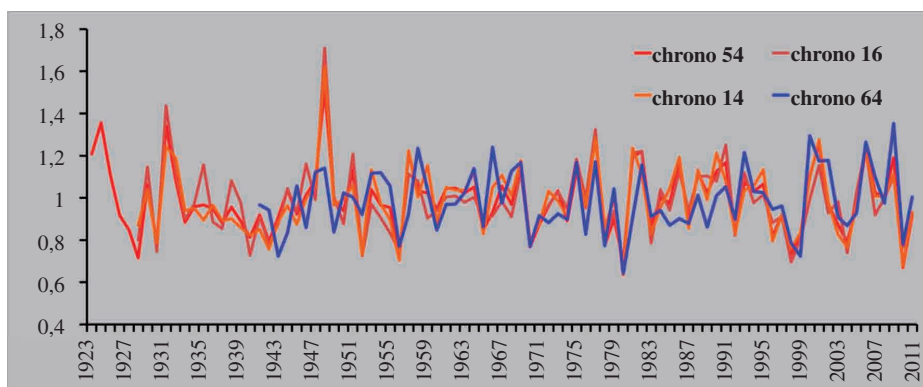


Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych (równina zalewowa - RZ, terasa nadzalewowa - TN) w Kotlinie Oświęcimskiej

Fig. 1. Location of study sample plots (riparian forest - RZ, terrace - TN) in the Oświęcim Basin

Próby pobierano świdrem Presslera. Po wypreparowaniu powierzchni pomiarowej, odwierty zeskanowano. Pomiarów szerokości przyrostów dokonano w programie CooRecorder 7.3. Grupy prób do budowy chronologii wyselekcjonowano stosując wizualne sprawdzenie przebiegu i synchroniczności serii szerokości przyrostów oraz testując ciągi pomiarowe w programie COFECHA (Holmes 1983). Wszystkie chronologie zbudowano stosując program ARSTAN (Cook, Holmes 1986).

Ze względu na małą wrażliwość klimatyczną i hydrologiczną dębów z tego stanowiska dokonano podziału zbioru 54 drzew na dwie populacje o odmiennym przebiegu dendrogramów (ryc. 2). Kryterium selekcji drzew był przebieg szerokości przyrostów pojedynczych osobników. W celu szczegółowej analizy prześlędzono zależności między pojedynczymi osobnikami. Na podstawie chronologii średnich dało się wydzielić 3 grupy różnie reagujących drzew: wszystkie drzewa wykazujące ten sam sygnał (chrono 54); drzewa o silnie zredukowanych przyrostach w latach 1998-2005 (chrono 14) i drzewa o silnie zredukowanych przyrostach w latach 1939-1948 (chrono 16). W dalszej części analiz testowano czy na wrażliwość na czynniki hydroklimatyczne miały wpływ inne zdarzenia zmieniające wzrost drzew (gradacje szkodników, zmiany użytkowania lasu itp).



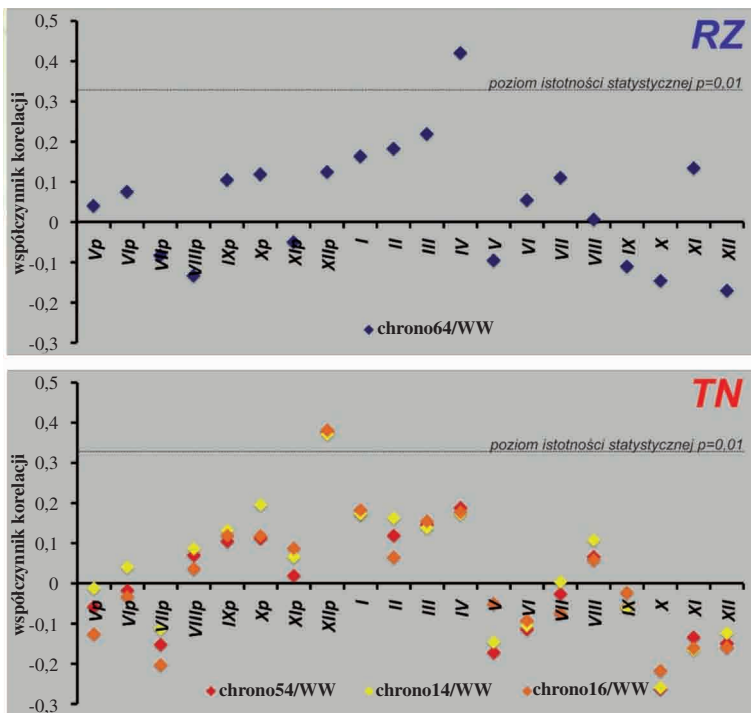
Ryc. 2. Chronologie rezydualne z równiny zalewowej (chrono 64) i trzy wersje chronologii (chrono 54, 16, 14) z terasy nadzalewowej

Fig. 2. Oak residual chronologies: the riparian forest chronology (chrono 64) and three versions of terrace chronologies (chrono 54, 16, 14)

Zbudowane chronologie zestawiono z: a) dostępnymi danymi klimatycznymi: średnią miesięczną temperaturą powietrza, średnią miesięczną maksymalną i minimalną temperaturą powietrza, miesięczną sumą opadów, średnim miesięcznym zachmurzeniem, średnią miesięczną wartością PDSI (indeks intensywności suszy Palmera), prężnością pary wodnej, pozyskanymi z bazy danych grid CRU 3.1. (Mitchell, Jones 2005) oraz b) danymi hydrologicznymi: najwyższym miesięcznym stanem wody (WW), najniższym miesięcznym stanem wody, średnim miesięcznym stanem wody, w profilu wodowskazowym Nowy Bieruń. Chronologie rezydualne porównano z miesięcznymi stanami niskimi, średnimi i wysokimi w latach 1947-2011, średnią temperaturą miesięczną w latach 1947-2006, miesięczną sumą opadów w latach 1947-2006. Do oceny, który z w/w czynników ma największy wpływ na wzrost dębów wykorzystano współczynnik korelacji Pearsona (przyjęto próg istotności statystycznej na poziomie 0,01). W dalszej części artykułu prezentowane są jedynie te czynniki klimatyczne i hydrologiczne, których wpływ na wzrost drzew był największy (średnia miesięczna temperatura powietrza, miesięczna suma opadów, WW — miesięczna wysoka woda).

Wyniki i dyskusja

Aby wykazać jakie bodźce dominują w Kotlinie Oświęcimskiej utworzone chronologie zestawiono z dostępnymi danymi klimatycznymi (średnimi miesięcznymi opadami, średnią miesięczną temperaturą) oraz danymi hydrologicznymi. Chronologie rezydualne porównano z miesięcznymi stanami niskimi, średnimi i wysokimi w latach 1947-2011, średnią temperaturą miesięczną w latach 1947-2006, miesięczną ilością opadów w latach 1947-2006. Istotny statystycznie jest wpływ jaki na przyrost drzew mają wysokie stany wód oraz temperatura powietrza. Najwyższy współczynnik korelacji, wynoszący 0,41 otrzymano w zestawieniu chronologii z wysokimi stanami wody (WW) w kwietniu (ryc. 3).



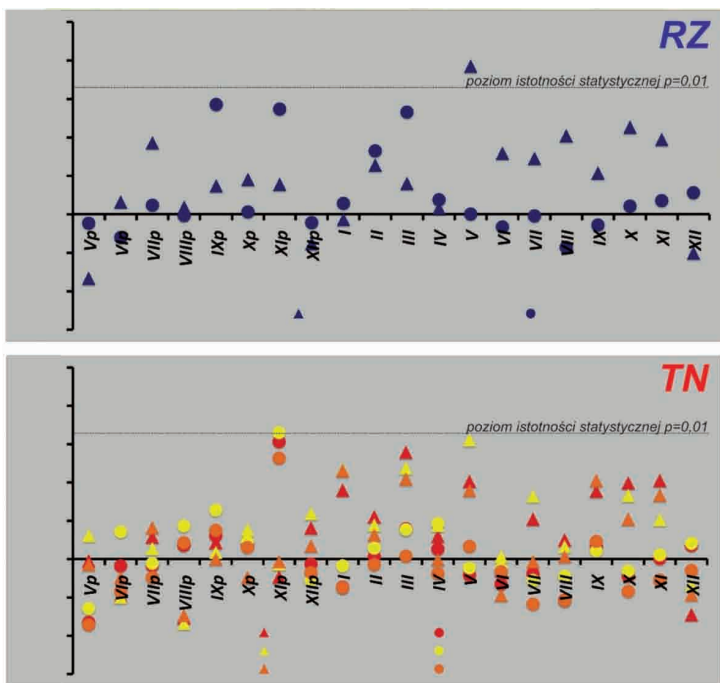
Ryc. 3. Wpływ (wyrażony współczynnikiem korelacji) wysokich stanów wody Wisły (WW-wysoka woda) na Nowym Bieruniu na szerokość przyrostów dębów z równiny zalewowej RZ i terasy nadzalewowej (trzy wersje) TN

Fig. 3. Tree-ring/water stage (WW - high water stage) response of oak chronology from riparian forest RZ and all three versions of terrace chronology TN

Drzewa liściaste tracą liście w porze zimowej. Na wiosnę konieczny jest więc ponowny rozwój całego aparatu asymilacyjnego, aby możliwy był proces fotosyntezy. Komórki miazgi u dębu szypułkowego uaktywniają się jeszcze przed pękaniem pąków liściowych (Ermich 1959; Pukacka 2006), dzieje się to od drugiej połowy kwietnia do początku maja. Komórki miazgi, tworzące drewno wczesne, są aktywne od 2 połowy kwietnia do połowy czerwca. Do produkcji komórek zużywane są materiały zapasowe z roku poprzedniego (Pukacka 2006). Do transportu tych substancji, jak i do samego rozwoju nowych liści, konieczna jest również duża ilość wody. W tym czasie

produkowane jest drewno wczesne zawierające elementy przewodzące o szerokim świetle komórkowym, ponieważ jego zadaniem jest transport wody i soli mineralnych z korzeni do liści. Jeśli w tym czasie jest dostatecznie wysoki poziom wód, przyrosty są większe, ponieważ drzewo ma możliwość absorbowania z gleby wymaganej ilości wody. Wezbrania letnie nie mają znaczenia dla szerokości przyrostów, a najsilniej oddziałuje stały wysoki poziom wód wiosennych. Znajduje to swoje odbicie w fakcie, że najwyższa korelacja nie przypada na miesiące letnie, kiedy notujemy ekstremalnie wysokie stany wody, niejednokrotnie przekraczające 400 cm (280 cm to stan pełnokorytowy Wisły na badanym odcinku).

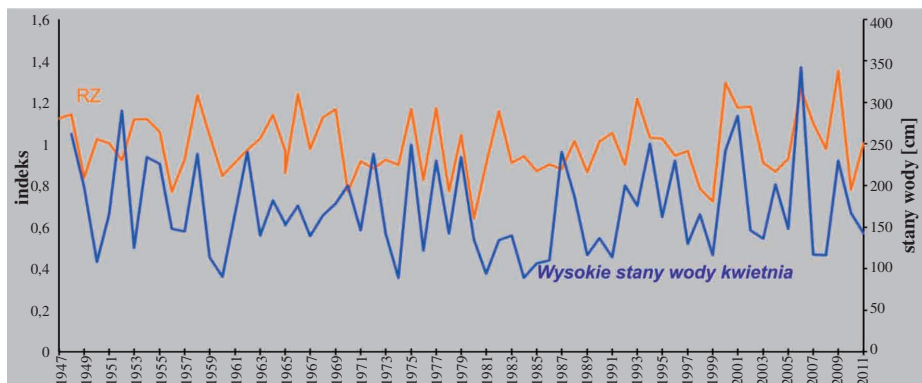
Równie wysoki współczynnik korelacji zanotowano w zestawieniu chronologii z temperaturą średnią maja, sięgającą wartości 0,36 (ryc. 4). Na rozpoczęcie i intensywność produkcji komórek drewna przez kambium (miażdżę) wpływa temperatura. Temperatura lata, lipca i sierpnia nie wpływa znacząco na przyrosty drzew, ponieważ w tym czasie powstaje już przyrost letni składający się z komórek pełniących funkcję wzmacniającą. Lato w Kotlinie Oświęcimskiej jest zazwyczaj ciepłe i brak anomalii mogących istotnie ograniczać wzrost rosnących tu dębów. Stanowisko na terasie nadzalewowej położone o 20 metrów wyżej od poprzedniego nie powinno wykazywać związku z wahaniami stanów wody, a jedynie pokazywać sygnał klimatyczny (związany z temperaturą powietrza i opadami). Badania nie wykazały istotnej statystycznie korelacji z opadami i niewiele przekraczającą próg istotności 0,01 temperaturą powietrza.



Ryc. 4. Wpływ (wyrażony współczynnikiem korelacji) średniej miesięcznych temperatur i opadów na szerokość przyrostów dębów z równiny zalewowej - RZ (chron 64) i terasy nadzalewowej - TN (chron 54, 16, 14)

Fig. 4. Influence of climate conditions (mean monthly temperatures and precipitation) on oaks tree-rings width in case of riparian forest - RZ (chron 64) and terrace - TN (chron 54, 16, 14)

Synchroniczność przebiegu szerokości przyrostów dębów z równiny zalewowej i kwietniowych wysokich stanów wody ilustruje rycina 5. W ciągu badanego okresu 1947-2009 tylko dwukrotnie w kwietniu woda przekroczyła stan pełno korytowy (280 cm). Jednak przez cały ten czas utrzymywał się stały, wysoki poziom wody w korycie rzeki, co ma bezpośredni związek z podwyższeniem wód gruntowych, dostępnych dla roślin. Średnia wysoka woda kwietnia z wielolecia wynosi 171 cm.



Ryc. 5. Przebieg chronologii rezydualnej z równiny zalewowej (RZ) i kwietniowych wysokich stanów wody Wisły w Nowym Bieruniu

Fig. 5. The comparison of residual chronology (RZ) and water levels of the Vistula River in April in Nowy Bieruń

Wnioski

- Dęby rosnące na równinie zalewowej tworzą jednorodną chronologię wykazującą wyraźny sygnał hydroklimatyczny. Szerokie przyrosty radialne tych drzew charakteryzują się istotnym statystycznie związkiem z wysoką wodą na początku sezonu wegetacyjnego (kwiecień), co można tłumaczyć dużym zapotrzebowaniem na wodę, zaspakajaniem łatwo dostępnymi dla korzeni wodami gruntowymi.
- Głównym czynnikiem klimatycznym wpływającym na przyrost analizowanych dębów jest temperatura maja. Wzrost drzew rosnących nad rzeką nie wykazuje wyraźnego związku z opadami — czynnikiem typowo zapisującym się w przyrostach dębów.
- Chronologia reprezentująca dęby rosnące na terasie nadzalewowej jest znacznie bardziej heterogeniczna i zapis czynników hydrologicznych jest zmienny. Brak jest jednak wyraźnego, jednorodnego sygnału hydrologicznego
- Podobnie problematyczny, dla tego stanowiska, jest zapis oddziaływania czynników klimatycznych. Brak jest wyraźnego związku szerokości przyrostów rocznych dębów rosnących na terasie nadzalewowej z testowanymi elementami klimatu. Zastosowanie trzech chronologii respektujących czasowe zmiany we wzroście (depresje przyrostu w pierwszej połowie XX wieku i dla ostatnich 20 lat) nie pomogły w zidentyfikowaniu wpływu klimatu na szerokości słoików.
- Przeprowadzone badania szerokości przyrostów rocznych dębów rosnących na równinie zalewowej wykazują związek ze stanami wody. Pozytywne wyniki skłaniają do dalszych badań, tj. pomiar wielkości naczyń, w celu potwierdzenia tej zależności. Dodatkowo do dalszej dyskusji zmusza brak jednoznacznej odpowiedzi na czynniki klimatyczne bądź hydrologiczne drzew rosnących na terasie nadzalewowej.

Literatura

- Bednarz Z., Ptak K. 1990. *The influence of temperature and precipitation on ring widths of oak*. Tree - Ring Bulletin 50: 1-10.
- Cook E. R., Holmes R. L. 1986. *Users manual for computer programs ARSTAN*. W: Holmes R. L., Adams R. K., Fritts H. C. (ed.). *Tree rings chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin*. Chronology Series 6, Univ. Arizona, Tuscon: 50-56.
- Czajka A. 2007. *Środowisko sedymentacji osadów przykorytowych rzek uregulowanych na przykładzie górnej Odry i górnej Wisły*. Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Oddział Katowicki. 25-27.
- Ermich K. 1953. *Wpływ czynników klimatycznych na przyrosty dębu szypułkowego (Quercus robur L.) i sosny zwyczajnej (Pinus sylvestris L.)*. Próba analizy zagadnienia. Prace Rolniczo - Leśne PAU 68.
- Ermich K. 1959. *Badania nad sezonowym przebiegiem przyrostu grubości pnia u Pinus sylvestris L. i Quercus robur L.* Acta Soc. Bot. Pol. 28: 15-63.
- Holmes R. L. 1983. *Computer - assisted quality control in tree-ring Dating and measurement*. Tree-Ring Bulletin 43: 69-78.
- Klimek K. 1987. *Vistula River Valley in the eastern part of Oświęcim Basin during the Upper Vistulian and Holocen*. In: *Evolution of Vistula River Valley during the last 15000 years*. Part 2. Ed. L. Starkel. „Geographical Studies” Special Issue 4: 13-29.
- Klimek K. 1993. *Środowisko sedymentacyjne antropogennych osadów pozakorytowych Przemysły i Wisły Śląskiej*. Sosnowiec, Georama.
- Kondracki J. 1994. *Geografia Polski*. Mezoregiony fizycznogeograficzne. Warszawa, PWN.
- Krawczyk A., Krąpiec M. 1999. *Rekonstrukcja paleoklimatu Małopolski na podstawie sekwencji przyrostów rocznych dębów*. Geologia, t. 25, z. 4: 305-319.
- Krąpiec M. 1996. *Subfossil oak chronology (474 BC - 1529 AD) from Southern Poland*. W: Dean J. S., Meko D. M & Swetnam T. W. (Eds.) *Tree Rings, Environment and Humanity*. Radiocarbon. 813-819.
- Krąpiec M. 1998. *Oak dendrochronology of the Neoholocene in Poland*. Folia Quaternaria 69: 5-133.
- Mitchell T. D., Jones P. D. 2005. *An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high resolution grids*. International Journal of Climatology 25 (6): 693-712.
- Pukacka S. 2006. *Fizjologia. „Dęby” PAN Instytut Dendrologii*. Red. W. Bugała.
- Starkel L. 1991. *Rzeźba terenu*. W: *Dorzecze górnej Wisły*. Red. I. Dynowska, M. Maciejewski. Warszawa- Kraków, PWN.
- Ważny T. 1990. *Aufbau Und Anwendung der Dendrochronologie für Eichenholz in Polen*. Dissert. Univ. Hamburg.

Magdalena Piela*, Ryszard J. Kaczka
*magda3333sc@interia.pl
Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski