

# Dendrochronologiczna analiza przyrostów radialnych choiny zachodniej (*Tsuga heterophylla* Sarg.) i żywotnika olbrzymiego (*Thuja plicata* D. Don) z Pomorza Zachodniego (Nadleśnictwo Dobrzany)

Mariusz Gławenda, Marcin Koprowski

**Abstrakt.** Choina zachodnia (*Tsuga heterophylla* Sarg.) i żywotnik olbrzymi (*Thuja plicata* D. Don) to bardzo rzadko spotykane w Polsce gatunki introdukowane. Stanowisko badawcze zlokalizowano w Nadleśnictwie Dobrzany, gdzie znajduje się najstarszy drzewostan choiny zachodniej w Polsce. Choina rośnie tam razem z żywotnikiem olbrzymim. Materiał badawczy to 40 prób drewna z 20 drzew w wieku 78 lat. Złożone zostały chronologie dla obu gatunków, wyznaczono lata wskaźnikowe oraz wykonano analizę dendroklimatologiczną. Cechą wspólną obu gatunków jest podobna reakcja na temperaturę zimy. Poza tym choina zachodnia reaguje na ilość opadów w lipcu, natomiast żywotnik olbrzymi na ilość opadów w listopadzie. Negatywne lata wskaźnikowe występują w korelacji z mroźnymi zimami oraz małymi sumami rocznych opadów. Większość lat wskaźnikowych jest taka sama jak podawane w literaturze dla daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* Carriere) z Pomorza Zachodniego.

**Słowa kluczowe:** dendroklimatologia, *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*

**Abstract.** Western hemlock (*Tsuga heterophylla* Sarg.) and western red cedar (*Thuja plicata* D. Don) are the exotic species rarely encountered in Poland. The study sites were located in the territory of the Dobrzany Forest District, in the oldest stands of this species in Poland. The research material comprised 40 wood samples from 20 trees aged 78 years. Two chronologies were built for both species, pointer years were determined and dendroclimatological analysis was performed. The common feature of both species is similar reaction to winter temperature. In addition, *Tsuga heterophylla* responds to rainfall in July while *Thuja plicata* on rainfall in November. Negative pointer years occurs together with severe winters and low sum of annual precipitation. Most of this years is similar to those, reported in literature for Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Carriere) from Western Pomerania.

**Key words:** dendroclimatology, *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*

## Wstęp

Choina zachodnia (*Tsuga heterophylla* Sarg.) i żywotnik olbrzymi (*Thuja plicata* D. Don) to ważne gatunki lasotwórcze w zachodniej części USA i Kanady. W polskich lasach istnieje kilkadziesiąt małych drzewostanów i kęp żywotnika olbrzymiego o łącznej powierzchni 7,80 ha (Tumiłowicz 1977b). Choina zachodnia to gatunek bardzo rzadko spotykany, nawet w parkach i ogrodach botanicznych. Jedyne (niewielkie) leśne powierzchnie doświadczalne znajdują się w Nadleśnictwie Dobrzany (Pomorze Zachodnie) i w Rogowie. Najstarszy drzewostan choiny zachodniej w Polsce (posadzony w latach 30-tych XX wieku) znajduje się w Nadleśnictwie Dobrzany (Tumiłowicz, Michałak 1975). Choina zachodnia rośnie tam razem z żywotnikiem olbrzymim.

Najlepiej poznanym introdukowanym gatunkiem z Ameryki Północnej jest dagleżja zielona (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Występuje ona prawie w całej Polsce (Feliksik, Wilczyński 2004). Badania dendrochronologiczne nad tym gatunkiem na Pomorzu Zachodnim prowadziła Cedro (2004). Naturalne zasięgi, w Ameryce Północnej, dagleżji zielonej, żywotnika olbrzymiego i choiny zachodniej w dużej części się pokrywają. W związku z tym wyniki naszych badań dyskutowane są z wynikami uzyskanymi przez Cedro (2004). W Ameryce Północnej drzewostany z żywotnikiem olbrzymim, choiną zachodnią i dagleżją często tworzy także świerk sitkajski (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). Wyniki naszych badań dyskutowane są również z wynikami analiz dendroklimatologicznych przyrostów rocznych świerka sitkajskiego z Nadleśnictwa Sławno (Feliksik, Wilczyński 2008).

Celem pracy było uzyskanie informacji o wzorach przyrostowych choiny zachodniej i żywotnika olbrzymiego ze stanowiska w Nadleśnictwie Dobrzany, w kontekście dostosowania się tych gatunków do warunków klimatycznych środkowej Europy, wyznaczenie lat wskaźnikowych dla obu gatunków i określenie wpływu temperatury i opadów poszczególnych miesięcy na szerokość przyrostu rocznego drewna.

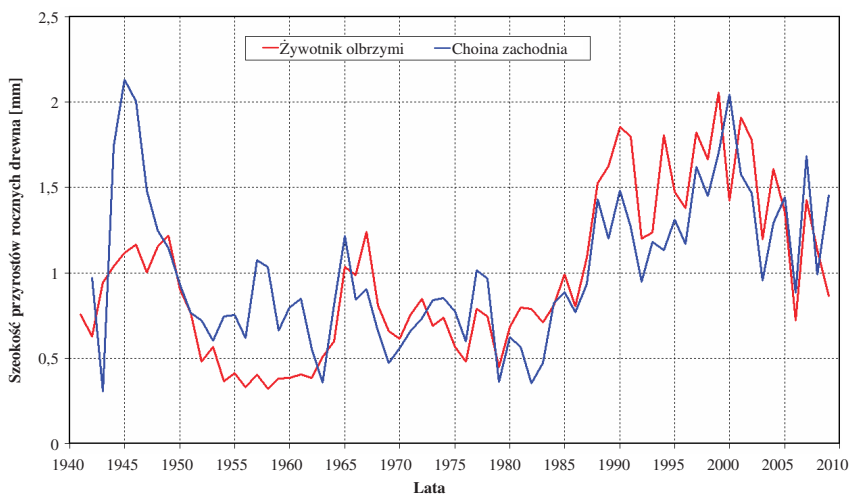
## Material i metody

Nadleśnictwo Dobrzany położone jest w województwie zachodniopomorskim, w Krainie Bałtyckiej (wg regionalizacji przyrodniczo-leśnej) (Trampler et al. 1990). Teren nadleśnictwa charakteryzuje się przejściowym klimatem (łagodnym i wilgotnym). Cechą charakterystyczną jest później nadchodząca, krótka i ciepła zima, małe roczne amplitudy temperatur oraz duże roczne sumy opadów (<http://www.szczecin.lasy.gov.pl/web/dobrzany>). Takie cechy klimatu powinny odpowiadać wymaganiom choiny zachodniej i żywotnika olbrzymiego, gatunków preferujących łagodne zimy i wymagających dużej ilości opadów oraz dużej wilgotności powietrza (Tumiłowicz 1977a, b).

Stanowisko badawcze zlokalizowane jest w pododdziale 588d leśnictwa Dobrzany w Nadleśnictwie Dobrzany (53°20'50" N, 15°28'32" E). Badane drzewa rosną na siedlisku lasu świeżego, w postaci kępy o powierzchni 0,45 ha, składającej się z żywotnika olbrzymiego, choiny zachodniej i dagleżji (Opis... 2002). Kondycja zdrowotną choin i żywotników rosnących na tej powierzchni należy ocenić jako bardzo dobrą.

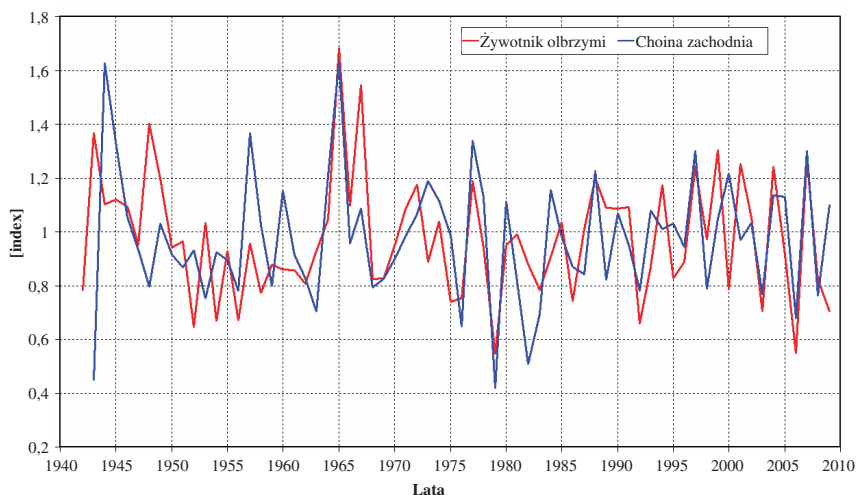
Materiał badawczy to 40 odwiertów pobranych za pomocą świdra Presslera z 20 drzew, na wysokości piersznicy. Z każdego drzewa pobrano 2 próby (od strony wschodniej i zachodniej). Do badań wybrano egzemplarze bez zewnętrznych oznak chorobowych i uszkodzeń, zgodnie ze strategią EKO (Zielski, Krąpiec 2004). Wiek drzew obu gatunków w momencie poboru prób (2010 rok) wynosił wg opisu taksacyjnego 78 lat.

Pozyskane próby zostały standardowo spreparowane i zeskanowane (w rozdzielczości 1200 DPI). Następnie zmierzono szerokość przyrostów rocznych z zaokrągleniem do 0,01 mm za pomocą programu Coorecorder ([www.cybis.se](http://www.cybis.se)). W celu wytypowania sekwencji osobniczych, które posłużyły do złożenia chronologii stanowisk wykorzystano program CDendro ([www.cybis.se](http://www.cybis.se)). Podobieństwo pomiędzy poszczególnymi próbami zostało wyznaczone na podstawie wartości współczynnika korelacji,  $t$  i GL. Test  $t$  określa stopień podobieństwa między poszczególnymi próbami (Baillie, Pilcher 1973). Próby, które najbardziej odbiegały od pozostałych, wykluczono z dalszej analizy. Kolejnym etapem budowania chronologii było testowanie wytypowanych prób. Wykorzystano do tego program COFECHA (Grissino-Mayer 2001), który analizuje każdą serię w stosunku do utworzonej chronologii wzorcowej i porównuje wartości współczynników korelacji. Program COFECHA wykorzystano również do wyznaczenia lat wskaźnikowych. Do dalszych analiz zastosowano dwa rodzaje chronologii stanowisk: chronologie rzeczywiste złożone z uśrednionych wartości szerokości przyrostów rocznych (w mm) (ryc. 1) oraz chronologie rezydualne, które zostały otrzymane po zastosowaniu programu R (R Development Core Team 2007) i pakietu dplR (Bunn 2008). Eliminację trendów i indeksację przeprowadzono według standardowych procedur (Cook et al. 1990) (ryc. 2).



**Ryc. 1.** Chronologia rzeczywista choiny zachodniej (linia niebieska) i żywotnika olbrzymiego (linia czerwona)

*Fig. 1. Raw chronology of western hem lock (blue line) and western red cedar (red line)*



**Ryc. 2.** Chronologia rezydualna choiny zachodniej (linia niebieska) i żywotnika olbrzymiego (linia czerwona)

*Fig. 2. Residual chronology of western hem lock (blue line) and western red cedar (red line)*

W celu wyznaczenia parametrów klimatycznych, które wpływają na kształtowanie słoików zastosowano pakiet bootRes (autor: Christian Zang). Do analiz relacji przyrost/klimat metodą response function wykorzystano chronologie rezydualne, pozbawione długookresowych trendów przyrostowych. Dane klimatyczne pochodzą ze stacji IMGW w Szczecinie (zlokalizowanej około 55 km w kierunku zachodnim od powierzchni badawczej). Wykorzystano sumy miesięczne opadów i średnie miesięczne temperatury. Zależność szerokości przyrostów od klimatu zbadano w okresie 1951-2009.

## Wyniki i dyskusja

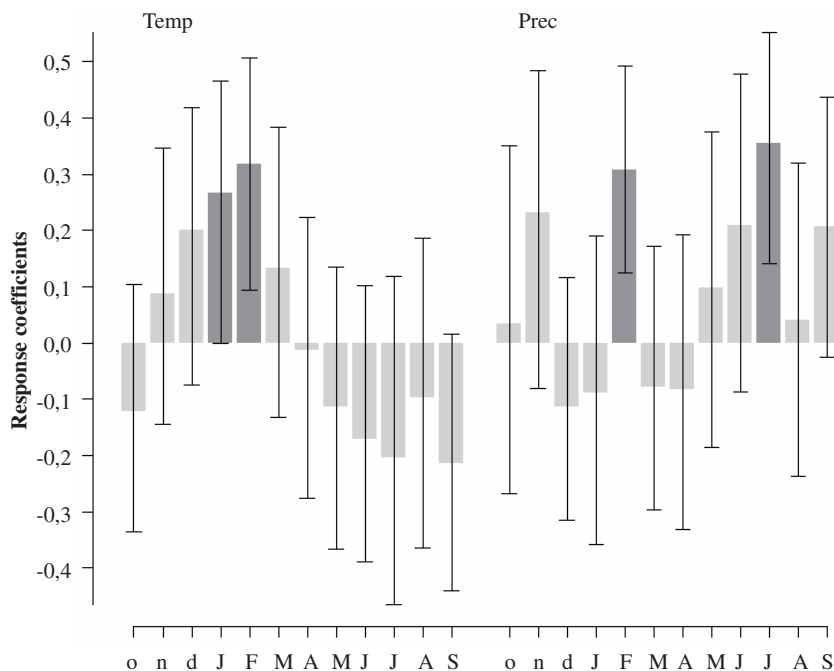
### *Analiza wzoru przyrostowego*

Średnia szerokość przyrostu rocznego wynosi 1,01 mm u choiny zachodniej i 0,97 mm u żywotnika olbrzymiego. Jest to trzykrotnie mniejsza wartość w porównaniu do daglezi zielonej, która na Pomorzu Zachodnim osiąga średnią szerokość słoja 3,07 mm (uśrednienie z 16 stanowisk) (Cedro 2004). Biorąc pod uwagę wysoką żyźność siedliska (Lśw) i stosunkowo młody wiek badanych drzew, stwierdzić należy powolny wzrost choiny zachodniej i żywotnika olbrzymiego w Polsce północno-zachodniej. Poza klimatem wpływ na odkładanie tak wąskich słoików może mieć wysoka cienożnośność choiny zachodniej i żywotnika olbrzymiego, co pozwala na utrzymywanie silnego zwarcia drzewostanów znacznie dłużej niż u daglezi. Potwierdza to wyraźnie widoczny odwrócony trend wiekowy (ryc. 1). Duże znaczenie dla osiągnięcia dobrych efektów introdukcji ma dobór odpowiedniego pochodzenia nasion (Tumiłowicz 1977a, b). Powolny przyrost badanych drzew może być również spowodowany nie najlepiej dobranym pochodzeniem nasion.

### *Analiza dendroklimatologiczna*

Na szerokość przyrostów rocznych drewna choiny zachodniej wpływ mają warunki termiczne stycznia i lutego oraz ilość opadów w lutym i w lipcu (ryc. 3). W przypadku 30% prób stwierdzono brak przyrostu w roku 1982 co może mieć związek z wyjątkowo małą sumą rocznych opadów (w Szczecinie wyniosła ona 349,8 mm) oraz gwałtownym spadkiem temperatury o 28°C, z dnia 6 na 7 stycznia 1982 (Gławenda, Koprowski 2012). Choina zachodnia jest wrażliwa na wahania temperatur powietrza w czasie zimy, powodujące osypywanie się części igieł (Tumiłowicz 1977a). Brak przyrostu na całym przekroju pnia bądź jego fragmencie jest również źródłem informacji o reakcji drzewa na negatywne czynniki środowiskowe (Schweingruber 1996).

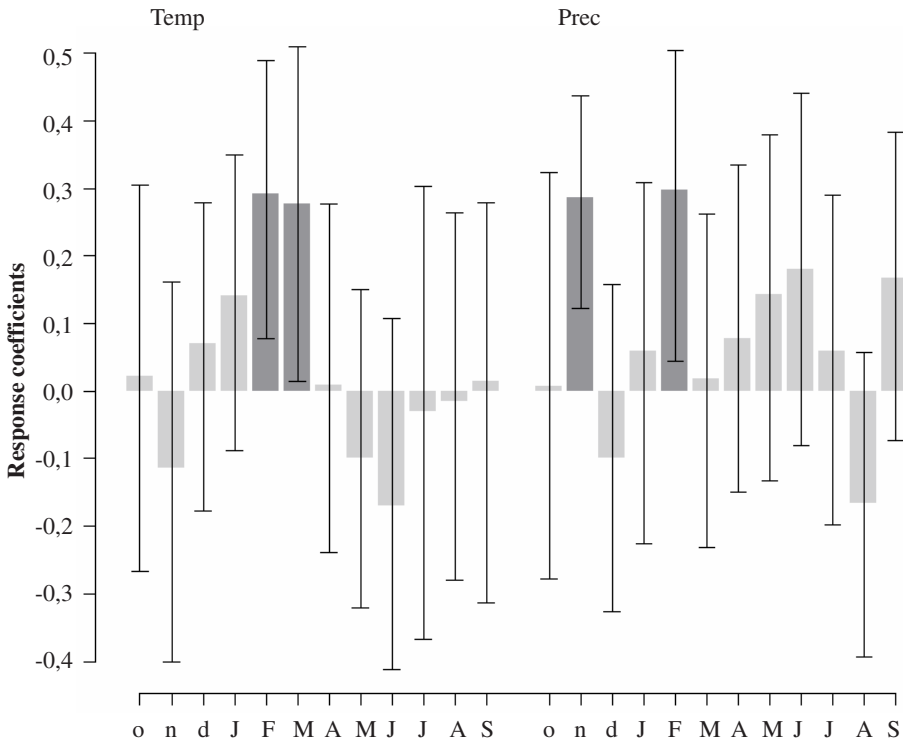
Pozytywny wpływ cieplej zimy i dużej ilości opadów w lipcu na szerokość przyrostu rocznego potwierdza informacje z literatury na temat wymagań klimatycznych choiny zachodniej jako gatunku w naszych warunkach nie w pełni mrozoodpornego i wrażliwego na suszę (Tumiłowicz 1977a). Pozytywny wpływ dużej sumy opadów w lutym należy wiązać z adwekcją cieplejszych mas powietrza i większym zachmurzeniem. Choina górską rosnącą wzdłuż wybrzeża Pacyfiku w Ameryce Północnej reaguje głównie na temperaturę sezonu letniego zarówno w roku poprzedzającym przyrost, jak i w roku bieżącym (Gedalof, Smith 2001). Natomiast przyrosty choin rosnących na obszarze, gdzie przenikają się klimat kontynentalny i oceaniczny były skorelowane z temperaturą lipca roku poprzedniego, stycznia i lipca roku bieżącego (Larocque, Smith 2005). Opady wzdłuż wybrzeża Pacyfiku odgrywają mniejszą rolę, jest to związane z wpływem klimatu oceanicznego i roczną sumą opadów wynoszącą 1677 mm, a mniejszym udziałem klimatu kontynentalnego, gdzie roczne sumy opadów na badanym obszarze wahają się od 400 do 450 mm (Larocque, Smith 2005). Na innych dwóch stanowiskach w Górach Kaskadowych w Stanach Zjednoczonych, gdzie badano wpływ klimatu na choinę górską rosnącą na wysokości 1448 i 1615 m n.p.m. u drzew z niższej wysokości zaobserwowano pozytywny wpływ temperatur stycznia i opadów w lipcu (Woodward et al. 1994), znaczenie pogody w tych miesiącach było również obserwowane na stanowisku w Nadleśnictwie Dobrzany (Gławenda, Koprowski 2012). Choina kanadyjska rosnąca w południowo-wschodniej części Stanów Zjednoczonych odkładała szerokie przyrosty drewna w latach, w których obserwowano wyższą sumę opadów w październiku (roku poprzedzającego przyrost) i w lutym. Statystycznie istotna, negatywna zależność była również obserwowana pomiędzy temperaturą sierpnia (roku poprzedzającego przyrost) a szerokością słoików drewna (Hart et al. 2010). Na podstawie badań prowadzonych przez Petersona i Petersona (2001) w górach Kaskadowych i Olimpijskich największe podobieństwo stanowiska choiny zachodniej w północno-zachodniej Polsce zostało zaobserwowane ze stanowiskami z południowej części gór Zachodniego Wybrzeża Stanów Zjednoczonych, szczególnie jeśli chodzi o reakcję na opady w lipcu.



**Ryc. 3.** Zależność szerokości przyrostów rocznych drewna choiny zachodniej od temperatury (Temp) i opadów (Prec) poszczególnych miesięcy. Małe litery- miesiące roku poprzedzającego przyrost, duże litery rok bieżący, o-październik, n-listopad, d-grudzień, J-styczeń, F-luty, M-marzec, itd. Kolor ciemnoszary wskazuje zależność istotną statystycznie

*Fig. 3. Relationships between tree-rings of western hemlock, monthly temperature (Temp) and precipitation (Prec). Lower-case letters- previous year, capital letters- current year, o-October, n-November, d-December, J-January, F-February, M-March, etc. Dark grey column indicates statistically significant dependence*

Na szerokość słoju drewna żywotnika olbrzymiego z Nadleśnictwa Dobrzany wpływ mają warunki termiczne lutego i marca oraz ilość opadów w listopadzie (roku poprzedniego) i w lutym (ryc. 4.). Żywotnik olbrzymi, w przeciwieństwie do choiny zachodniej, nie wykazał reakcji w przyrostach drewna na ilość opadów w lipcu. Druga różnica dotyczy wpływu opadów listopada na szerokość przyrostów drewna, którego u choiny zachodniej nie stwierdzono. Jednak świerk sitkajski z Pomorza (Nadleśnictwo Sławno) również wymaga odpowiednio dużych zapasów wilgoci zgromadzonych w podłożu w wyniku obfitych opadów występujących w listopadzie. Mokry listopad miał pozytywny wpływ na przyrost drewna świerka sitkajskiego w roku następnym (Feliksik, Wilczyński 2008). Świerk sitkajski z Nadleśnictwa Sławno reaguje również na warunki termiczne zimy i przedwiośnia oraz na ilość opadów w lutym. Rosnąca wraz z nim (w tym samym drzewostanie) dagleź zielona wykazuje zależność szerokości przyrostów od temperatury stycznia, lutego i marca oraz od opadów listopada (roku poprzedniego), lutego i marca. W przypadku daglezi czynnikiem ograniczającym przyrost radialny drzew obok niskiej temperatury w zimie i na przedwiośniu jest także niska temperatura czerwca, lipca i sierpnia, czego u świerka sitkajskiego nie stwierdzono (Feliksik, Wilczyński 2008).



**Ryc. 4.** Zależność szerokości przyrostów rocznych drewna żywotnika olbrzymiego od temperatury (Temp) i opadów (Prec) poszczególnych miesięcy. Małe litery- miesiące roku poprzedzającego przyrost, duże litery rok bieżący, o-październik, n-listopad, d-grudzień, J-styczeń, F-luty, M-marzec, itd. Kolor ciemnoszary wskazuje zależność istotną statystycznie

*Fig. 4. Relationships between tree-rings of western red cedar, monthly temperature (Temp) and precipitation (Prec). Lower-case letters- previous year, capital letters- current year, o-October, n-November, d-December, J-January, F-February, M-March, etc. Dark grey column indicates statistically significant dependence*

#### Analiza lat wskaźnikowych

W okresie od 1942 do 2009 roku wyznaczono po siedem lat wskaźnikowych dla każdego z obu badanych gatunków (tab. 1). Trzy z siedmiu lat wskaźnikowych pokrywają się u choiny zachodniej i żywotnika olbrzymiego. Są to lata: 1965, 1979 i 2006. Negatywne lata wskaźnikowe występują w korelacji z mroźnymi zimami oraz małymi sumami rocznych opadów. Większość lat wskaźnikowych jest taka sama jak podawane w literaturze dla daglezwii zielonej z Pomorza Zachodniego natomiast pozytywny rok wskaźnikowy 1945 wyznaczony został dla sosny pospolitej z Pomorza Zachodniego (Cedro 2004). Występowanie ekstremalnie wąskich i szerokich przyrostów rocznych potwierdza wyniki badań relacji przyrost/klimat wykonane metodą response function.

**Tab. 1.** Charakterystyka lat wskaźnikowych u choiny zachodniej i żywotnika olbrzymiego  
*Table 1. Characteristics of pointer years of western hemlock and western red cedar*

Żywotnik olbrzymi	Choina zachodnia	Warunki termiczne i pluwalne w latach wskaźnikowych
1942 negatywny		Mroźna zima
	1945 pozytywny	Ciepła zima i wilgotne lato
1948 pozytywny		Bardzo ciepła zima i wiosna, wilgotne lato
1949 pozytywny		Korzystne warunki termiczne i pluwalne w 1948 roku
	1963 negatywny	Bardzo mroźna zima i suche lato - suma rocznych opadów w Szczecinie wyniosła 388,4 mm
1965 pozytywny	1965 pozytywny	Duża ilość opadów w maju i w lipcu
1967 pozytywny		Łagodna zima, wczesna wiosna, rok wilgotny - suma rocznych opadów w Szczecinie wyniosła 674,5 mm
1979 negatywny	1979 negatywny	Bardzo mroźna zima, chłodny lipiec
	1982 negatywny	Mroźna zima, wyjątkowo mała suma rocznych opadów (349,8 mm w Szczecinie), gwałtowny spadek temperatury z dnia 6 na 7 stycznia 1982
	1983 negatywny	Bardzo suchy czerwiec i lipiec, możliwe osłabienie kondycji drzew z powodu trudnego roku 1982
2006 negatywny	2006 negatywny	Bardzo mroźny styczeń, susza w lipcu

## Podsumowanie

Wzór przyrostowy choiny zachodniej i żywotnika olbrzymiego z Nadleśnictwa Dobrzany cechuje duże zróżnicowanie szerokości słoików rocznych, odwrócony trend wiekowy oraz małe średnie szerokości słoików drewna w porównaniu z dąglęzją. Jest to związane z dużą cieniznością tych gatunków, co pozwala na utrzymanie silnego zwarcia przez długi okres czasu. Cechą wspólną obu gatunków jest podobna reakcja na temperaturę zimy, w przypadku choiny zachodniej istotna, pozytywna zależność została zaobserwowana dla stycznia i lutego a w przypadku żywotnika dla lutego i marca. W przypadku choiny zachodniej cechą wspólną z drzewami z naturalnego zasięgu jest wpływ opadów lipca na szerokość słoika w danym roku kalendarzowym. Natomiast żywotnik zachodni jest wrażliwy na sumy opadów w listopadzie co jest cechą wspólną w porównaniu z dąglęzją i świerkiem sitkajskim na Pomorzu. Na podstawie naszych badań można stwierdzić, że badane gatunki dostosowały się do warunków klimatycznych Pomorza Zachodniego. Przemawia za tym reakcja na ekstremalne zdarzenia pogodowe, która jest podobna do obserwowanej u innych gatunków.

## Literatura

- Baillie M. G. L., Pilcher J. R. 1973. *A simple crossdating program for tree-ring research*. Tree-Ring Bulletin 33: 7-14.
- Bunn A. G. 2008. *A dendrochronology program library in R (dplR)*. Dendrochronologia 26: 115-124.
- Cedro A. 2004. *Zmiany klimatyczne na Pomorzu Zachodnim w świetle analizy sekwencji przyrostów*

- rocznych sosny zwyczajnej, daglezi zielonej i rodzimych gatunków dębów. Uniwersytet Szczeciński, Oficyna IN PLUS.
- Cook E.R., Briffa K., Shiyatov S., Mazepa A., Jones P.D. 1990. *Data analysis*. W: E.R. Cook, L.A. Kairiukstis [red.]. *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*. Boston: International Institute for Applied Systems Analysis, Kluwer Academic Publishers. 97-162.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2004. *Lokalne wzorce przyrostowe daglezi zielonej (Pseudotsuga menziesii Franco) w Polsce*. Sylwan 148 (12): 3-13.
- Feliksik E., Wilczyński S. 2008. *Sygnal klimatyczny w słojach Picea sitchensis (Bong.) Carr. oraz Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco*. Sylwan 152 (6): 3-13.
- Gedalof Z., Smith D. J. 2001. *Dendroclimatic response of mountain hemlock (Tsuga mertensiana) in Pacific North America*. Canadian Journal of Forest Research. 31: 322-332.
- Gławenda M., Koprowski M. 2012. *Dendrochronologiczna analiza przyrostów radialnych choiny zachodniej (Tsuga heterophylla Sarg.) z Pomorza Zachodniego (Nadleśnictwo Dobrzany)*. Sylwan 156 (4): 287-293.
- Grissino-Mayer H. D. 2001. *Evaluating crossdating accuracy: A manual and tutorial for the computer program COFECHA*. Tree-Ring Research 57 (2): 205-221.
- Hart J. L., Van de Gevel S. L., Sakulich J., Grissino-Mayer H. D. 2010. *Influence of climate and disturbance on the growth of Tsuga canadensis at its southern limit in eastern North America*. Trees - Structure and Function 24: 621-633.
- Larocque S. J., Smith D. J. 2005. *A dendroclimatological reconstruction of climate since AD 1700 in the Mt. Waddington area, British Columbia Coast Mountains, Canada*. Dendrochronologia. 22: 93-106.
- Opis taksacyjny Nadleśnictwa Dobrzany. 2002. Obręb - Dobrzany.
- Peterson D. W., Peterson D. L. 2001. *Mountain hemlock growth responds to climatic variability at annual and decadal time scales*. Ecology 12: 3330-3345.
- R Development Core Team. 2007. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- Schweingruber F. H. 1996. *Tree Rings and Environment. Dendroecology*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Berne, Stuttgart, Vienne, Haupt.
- Trampler T., Kiczowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. *Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych*. PWRiL, Warszawa.
- Tumiłowicz J., Michalak K. 1975. *Ocena dotychczasowych wyników uprawy Tsuga heterophylla Sarg. w Polsce*. Sylwan 119 (7): 49-60.
- Tumiłowicz J. 1977a. *Choina zachodnia Tsuga heterophylla Sarg.* W: S. Bellon, J. Tumiłowicz, S. Król (red.). *Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym*. PWRiL, Warszawa.
- Tumiłowicz J. 1977b. *Żywotnik olbrzymi Thuja plicata Donn.* W: S. Bellon, J. Tumiłowicz, S. Król (red.). *Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym*. PWRiL, Warszawa.
- Woodward A., Silsbee D. G., Schreiner E. G., Means J. E. 1994. *Influence of climate on radial growth and cone production in sub-alpine fir (Abies lasiocarpa) and mountain hemlock (Tsuga mertensiana)*. Canadian Journal of Forest Research 24: 1133-1143.
- Zielski A., Krapiec M. 2004. *Dendrochronologia*. PWN, Warszawa.

**Mariusz Gławenda<sup>1\*</sup>, Marcin Koprowski<sup>2</sup>**

\*mg\_77@op.pl

<sup>1</sup>Technikum Leśne w Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych im. Włodzimierza Puchalskiego w Męckiej Woli

<sup>2</sup>Pracownia Dendrochronologiczna; Katedra Ekologii i Biogeografii; Uniwersytet Mikołaja Kopernika