

ANDRZEJ KRAWCZYK, MAREK KRĄPIEC

TRISTAN – program do standaryzacji sekwencji przyrostów rocznych

TRISTAN – program for standardization of the annual increment sequences

ABSTRACT

Krawczyk A., Krąpiec M. 2010. TRISTAN – program do standaryzacji sekwencji przyrostów rocznych. Sylwan 154 (7): 471-477.

The paper presents the program TRISTAN 2.1 (Tree-Rings STANdardization) dedicated to standardization of the dendrochronological sequences written in one of the most often used formats: Tucson Raw Data, ITRDB Site Chronology, TRRAD, TRMEAS as well as text ones. The program enables the choice of the optimal form of the trend function out of ten different variants and also offers the opportunity of calculating the basic statistical parameters and spectral characteristics.

KEY WORDS

dendrochronological sequences, standardization, trend functions

ADDRESSES

Andrzej Krawczyk – e-mail: akraw@geolog.geol.agh.edu.pl

Marek Krąpiec – e-mail: mkrapiec@agh.edu.pl

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

Wstęp

Trudno wyobrazić sobie dzisiaj badania nad sekwencjami przyrostów rocznych drzew bez pomocy komputerów. Są one niezastąpione na niemal wszystkich etapach pracy, począwszy od wykonywania pomiarów, przez indeksację i zestawianie standardów chronologicznych, aż po zaawansowane metody interpretacji dendroklimatologicznych [Schweingruber 1988; Cook, Kairiukstis 1990; Zielski, Krąpiec 2004]. Jest przy tym oczywiste, że efektywność zastosowań techniki komputerowej zależy przede wszystkim od asortymentu i jakości dostępnego oprogramowania.

Istnieje co prawda dużo rozmaitych programów, których działanie obejmuje szeroki wachlarz procedur stosowanych w dendrochronologii i dendroklimatologii. W wielu przypadkach są one jednak napisane przez programistów-amatorów w celu rozwiązania konkretnego zagadnienia, wskutek czego są mało elastyczne i nie zapewniają użytkownikowi możliwości swobodnego kształtowania parametrów obliczeń. Najczęściej nie są także modernizowane. Jedne działają niezawodnie, ale inne posiadają błędy, które – co jeszcze gorsze – nie zawsze są sygnalizowane. Na ogół brakuje także dokumentacji, a nawet opisów dostępnych opcji programu.

Obecną sytuację najlepiej obrazuje fakt, że najpopularniejszym i najczęściej używanym w skali światowej programem do analizy sekwencji przyrostów rocznych jest wciąż obszerny pakiet DPL (Dendrochronology Program Library, autorstwa Richarda L. Holmesa z Laboratory of Tree-Ring Research University of Arizona, Tucson, USA), na który składają się zarówno bardzo proste programy przeznaczone do edycji danych dendrochronologicznych, jak i zaawansowane

programy obliczeniowe, realizujące algorytmy stosowane zwłaszcza w dendroklimatologii [Holmes 1994]. Byłyby one potężnym narzędziem badawczym, gdyby nie przestarzały, wyjątkowo nieprzyjazny sposób komunikacji z użytkownikiem, charakterystyczny dla systemu DOS (dotyczy to również nowszej wersji pakietu DPL, wykorzystującej okna Windows, ale pracującej w niemal niezmiennym sposób). Drugim godnym uwagi programem jest TSAP-Win (Time Series Analysis Program, autorstwa Franka Rinna z Rinn Technik, Heidelberg, Niemcy), służący do rejestracji pomiarów i do wszechstronnego ich opracowywania [Rinn 1996, 2004]. W odróżnieniu od pakietu DPL posiada on nowoczesny, przyjazny interfejs, wykorzystujący wiele możliwości środowiska Windows. Jest także programem zintegrowanym, pozwalającym użytkownikowi na stosunkowo łatwe wykonywanie złożonych, kompleksowych operacji. Warto jeszcze wspomnieć o takich programach, jak CDendro (<http://www.cybis.se/forfun/dendro/>) czy wymagającym niestety znajomości środowiska R pakiecie dplr [Bunn 2008].

Odrębny problem stanowi dystrybucja omawianych programów. Niektóre z nich (w szczególności DPL) są dostępne nieodpłatnie, ale inne (w tym TSAP-Win) mają charakter komercyjny i są stosunkowo drogie. Tymczasem trzeba pamiętać, że wyspecjalizowane jednostki parające się badaniami dendrochronologicznymi są niezbyt liczne. Znacznie większą grupę potencjalnych użytkowników stanowią specjaliści innych dziedzin (a także studenci!), którzy z zagadnieniem analizy sekwencji przyrostów rocznych drzew mają kontakt okazjonalny; nie będą więc skłonni ponosić kosztów narzędzi, z których korzystać będą tylko sporadycznie.

Wydaje się zatem, że jest miejsce na ogólnie dostępne i łatwe w obsłudze nawet dla „przypadkowych” użytkowników oprogramowanie komputerowe. Dlatego w AGH w Krakowie powstał przed kilku laty projekt wypełnienia tej luki – stworzenia pakietu programów, które w końcowym efekcie objęłyby wszystkie stosowane w tych badaniach procedury [Krawczyk, Krąpiec 1995; Walanus 2005; Krawczyk 2006]. Program TRISTAN (Tree-RIngs STANdardization) jest pierwszym elementem tego pakietu.

Funkcje programu TRISTAN

Program TRISTAN służy do standaryzacji (indeksacji) sekwencji przyrostów rocznych. Proces ten polega na eliminacji fluktuacji długookresowych oraz trendów z osobniczych sekwencji dendrochronologicznych. W efekcie standaryzacji otrzymujemy ciągi indeksów, które pozbawione są różnic związanych z odmienną kondycją poszczególnych osobników, a przez to są bardziej porównywalne [Fritts 1976].

Podstawową funkcją programu TRISTAN w wersji 2.1 jest szacowanie trendu, czyli nieokresowej lub niskoczęstotliwościowej składowej sekwencji przyrostów rocznych. Użytkownik ma możliwość podglądu dziesięciu różnych postaci funkcji trendu, dzięki czemu może je porównać i łatwo dokonać optymalnego wyboru. Dla każdego wariantu trendu program oblicza sekwencję standaryzowaną, tzn. ciąg indeksów dendrochronologicznych $I_t = R_t / G_t$, gdzie R_t są obserwowanymi grubościami przyrostów rocznych, zaś G_t – oszacowanymi wartościami trendu. Program wylicza też ciągi różnic postaci $D_t = R_t - G_t$. Wyniki tych obliczeń mogą być zapisane w postaci plików tekstowych lub/i w postaci graficznej (wykresy).

Dodatkowo program oblicza podstawowe parametry statystyczne oraz charakterystyki spektralne (periodogram i funkcję gęstości spektrum) zarówno dla sekwencji źródłowej, jak i dla trendu oraz ciągów indeksów i różnic.

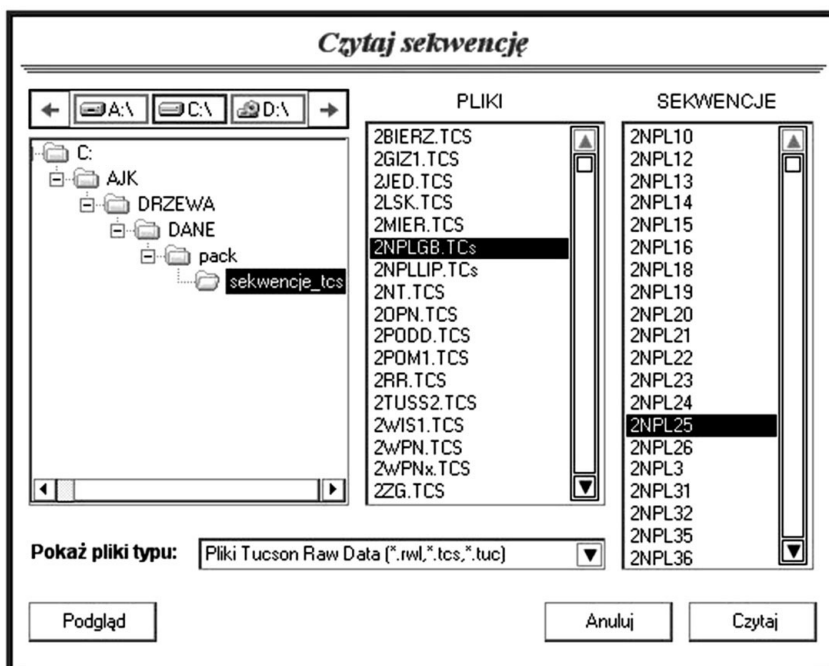
FORMATY WEJŚCIA/WYJŚCIA. Program TRISTAN 2.1 akceptuje źródłowe sekwencje przyrostów rocznych, zapisane w jednym z następujących formatów: Tucson Raw Data, ITRDB Site Chronology, TRRAD, TRMEAS oraz kilka formatów tekstowych. Dwa pierwsze to ogólnie

znane, stosowane na całym świecie podstawowe formaty zapisu danych dendrochronologicznych. Formaty TRRAD i TRMEAS są formatami binarnymi, opracowanymi przed wielu laty w AGH w Krakowie [Krawczyk, Krąpiec 1995]. Są one dość powszechnie wykorzystywane w polskich pracowniach dendrochronologicznych. Spośród formatów tekstowych program TRISTAN potrafi odczytać pliki, których kolejne wiersze zawierają albo same grubości przyrostów rocznych, albo grubości przyrostów rocznych i odpowiadające im lata.

Wyniki obliczeń – ciągi wartości szacowanych trendów oraz ciągi indeksów i ciągi różnicowe – są zapisywane w postaci plików tekstowych, które mogą być opatrzone zdefiniowanym przez użytkownika, dowolnym nagłówkiem. Program może też zapisać wszystkie wykresy (danych wejściowych, trendu, indeksów i różnic) w jednym ze standardowych formatów graficznych (BMP, JPG, TIF, GIF bądź PNG).

PRACA Z PROGRAMEM. Program TRISTAN nie wymaga instalacji. Należy po prostu uruchomić plik wykonywalny TRISTAN.exe, który może być umieszczony w dowolnej lokalizacji na dysku komputera. Aby było to możliwe, konieczne jest jedynie uprzednie zainstalowanie pakietu redystrybucyjnego systemu Microsoft .NET Framework w wersji przynajmniej 1.1, dostępnego bezpłatnie w Internecie.

Bezpośrednio po uruchomieniu program wyświetla dialog odczytu sekwencji źródłowej (ryc. 1), który w przypadku formatu Tucson Raw Data zawiera także listę sekwencji zapisanych w wybranym pliku (program TRISTAN pracuje na pojedynczych sekwencjach). Dla wszystkich formatów niebinarnych dostępna jest także funkcja podglądu zawartości pliku w okienku (ryc. 2) wyświetlanym po naciśnięciu przycisku „Podgląd”.



Ryc. 1.

Dialog odczytu sekwencji źródłowej
Dialog for opening of source sequence

C:\AJK\DRZEWA\DANE\pack\sekwencje_tcs\2NPLGB.TCs

Puszcza Niepolomicka, rez. Gibiel, Pimus sylv.

2NPL10	1816	242	212	202	169						
2NPL10	1820	279	267	222	184	209	197	220	215	213	195
2NPL10	1830	159	182	151	155	169	135	138	177	180	146
2NPL10	1840	128	197	192	171	173	172	186	134	190	148
2NPL10	1850	133	178	143	132	96	168	105	142	142	129
2NPL10	1860	133	155	137	85	99	107	158	123	117	130
2NPL10	1870	87	163	146	189	183	187	180	87	58	81
2NPL10	1880	82	81	138	179	236	185	226	216	195	150
2NPL10	1890	117	199	202	140	166	145	174	144	180	177
2NPL10	1900	154	205	203	83	133	138	182	158	178	115
2NPL10	1910	152	91	131	83	116	107	128	111	76	57
2NPL10	1920	78	47	50	52	68	122	101	208	90	140
2NPL10	1930	167	60	78	107	71	109	119	155	111	121
2NPL10	1940	52	68	82	136	120	112	102	129	68	72
2NPL10	1950	50	40	74	120	100	83	60	110	96	112
2NPL10	1960	159	161	98	63	92	100	95	91	142	59
2NPL10	1970	61	65	130	76	33	54	26	40	58	53

Ryc. 2.

Okienko podglądu zawartości pliku

File preview window

Po wybraniu przez użytkownika sekwencji źródłowej, program wyświetla jej wykres oraz histogram rozkładu wartości. Ponadto wylicza podstawowe parametry statystyczne: liczbę danych, wartość najmniejszą i największą, wartość średnią, medianę, współczynnik asymetrii rozkładu, odchylenie standardowe i czułość (ryc. 3). Dodatkowo, po naciśnięciu odpowiednich przycisków, można zobaczyć wykres periodogramu oraz tabelę z kompletnymi wynikami analizy spektralnej.

Po wczytaniu sekwencji źródłowej aktywne stają się opcje wyboru postaci trendu. Jest on możliwy albo za pośrednictwem menu (ryc. 4), albo przez okienko dialogowe „Nowy trend” (ryc. 5). W obecnej wersji programu TRISTAN użytkownik ma do dyspozycji następujące funkcje trendu:

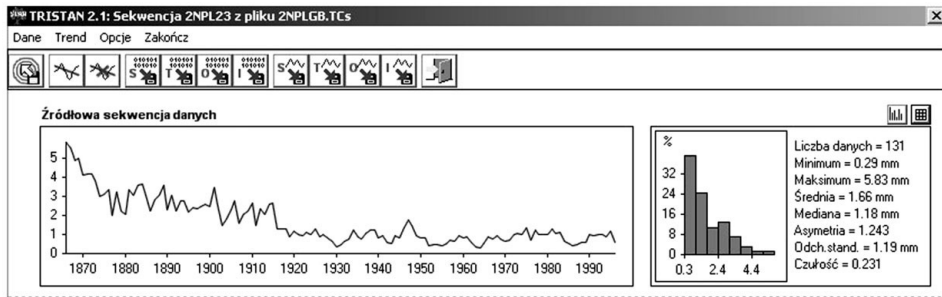
- liniowy $G_t = a \cdot R_t + b$,
- wykładniczy $G_t = a \cdot e^{b \cdot R_t}$,
- wykładniczy uogólniony $G_t = a \cdot e^{b \cdot R_t} + k$,
- hiperboliczny $G_t = a + b / R_t$,
- potęgowy $G_t = a \cdot R_t^b$,
- potęgowo-wykładniczy $G_t = a \cdot R_t^b \cdot e^{c \cdot R_t}$,
- wielomianowy w postaci wielomianu od 1 do 15 stopnia,
- trend uzyskany metodą wyrównywania wykładniczego:

$$G_t = R_1, \quad b_1 = \frac{[(R_2 - R_1) + (R_3 - R_2) + (R_4 - R_3)]}{3}$$

$$G_t = \alpha \cdot R_t + (1 - \alpha)(G_{t-1} + b_t) \quad b_t = \gamma (G_t - G_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}, \quad t = 2, \dots, n,$$

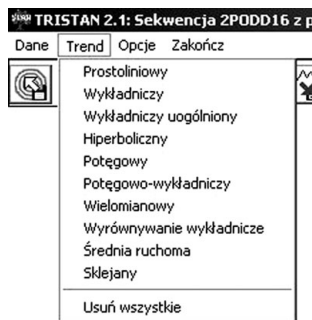
- trend uzyskany przez jedno-, dwu- lub trzykrotne wygładzenie sekwencji przyrostów średnią ruchomą 1, 3 lub 5 stopnia,
- trend sklepany 3 stopnia.

W danej sesji można analizować jednocześnie do ośmiu różnych funkcji trendu (na przykładowym ekranie (ryc. 6) przedstawione są dla uproszczenia tylko dwie). Funkcje te są rejestrowane w panelu po lewej stronie okna programu, a ich wykresy są nakładane na wykres sekwencji źródłowej oraz wyświetlane osobno poniżej tego wykresu. Jeszcze niżej program wyświetla



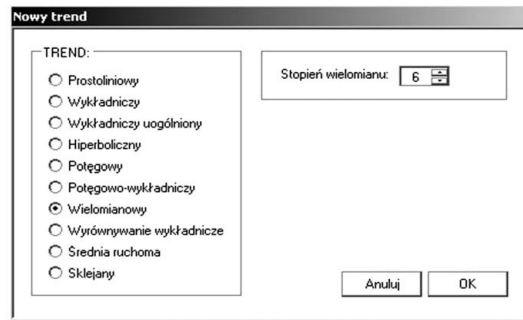
Ryc. 3.

Informacje o sekwencji źródłowej
Information on source sequence



Ryc. 4.

Menu wyboru trendu
Menu of trend choice options



Ryc. 5.

Dialog wyboru trendu
Dialog for trend choice

wykresy różnic między trendem a wartościami przyrostów oraz wykresy indeksów. Poszczególne funkcje rozróżniane są kolorami (użytkownik może te kolory zmienić dzięki opcji menu „Opcje.Kolory trendów”). Przy specyfikacji każdej z nich podany jest osiągnięty stopień dopasowania trendu do danych źródłowych. Jest to – wyrażony w procentach – współczynnik determinacji, wyliczany ze wzoru:

$$D^2 = \frac{\sum(G_i - \bar{R})^2}{\sum(R_i - \bar{R})^2}$$

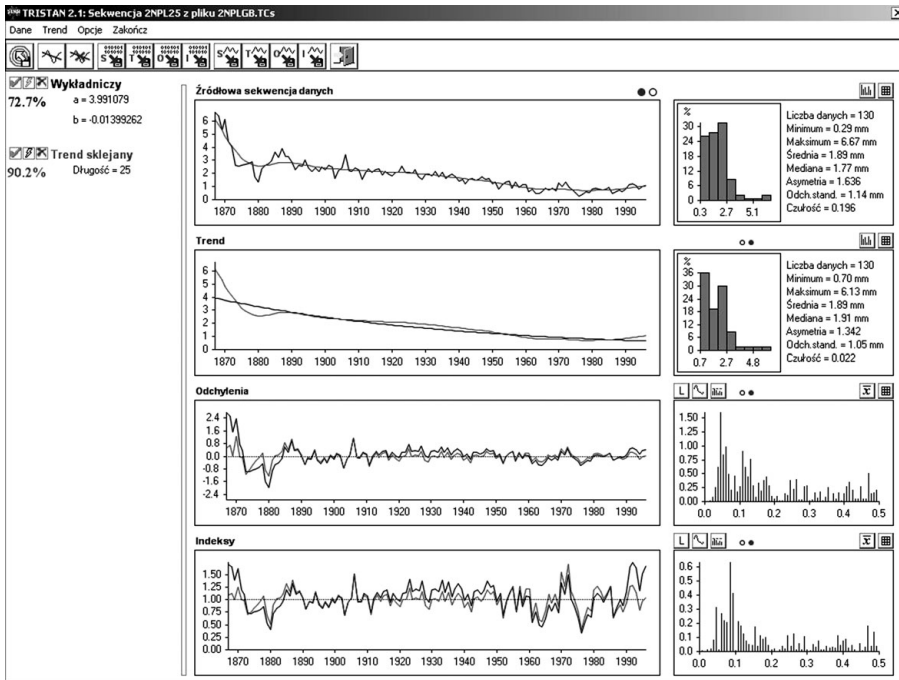
gdzie:

\bar{R} – jest średnią szerokością przyrostu rocznego w badanym ciągu.

Widoczne są także trzy przyciski, z których pierwszy umożliwia ukrycie/wyświetlenie wykresów trendu, różnic i indeksów, drugi pozwala na zmianę parametrów danego trendu, a trzeci usuwa daną funkcję z analizy. W okienkach po prawej stronie okna programu użytkownik może zobaczyć podstawowe parametry statystyczne bądź periodogram dla wybranej (za pomocą kolorowych przycisków znajdujących się nad okienkami) funkcji trendu.

Dystrybucja programu

Program TRISTAN 2.1 jest dostępny bezpłatnie bezpośrednio u autorów.



Ryc. 6.

Ekran programu TRISTAN
TRISTAN program screen

Literatura

- Bunn A. G. 2008. A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia* 26: 115-124.
- Cook E. R., Kairiukstis L. A. 1990. *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences.* Kluwer Academic Publ., Dordrecht-Boston-London.
- Fritts H. C. 1976. *Tree-rings and climate.* Academic Press, London, New York, San Francisco.
- Holmes R. L. 1994. *Dendrochronology Program Library. Users Manual.* University of Arizona, Tucson.
- Krawczyk A. 2006. TRIFOUR – program do analizy cykliczności sekwencji geochronologicznych. *Geologia, Kwart. AGH* 32 (2): 141-153.
- Krawczyk A., Krąpiec M. 1995. Dendrochronologiczna baza danych. *Mat. II Krajowej Konf. „Komputerowe wspomaganie badań naukowych”*, Wrocław: 247-249.
- Rinn F. 1996. *TSAP – Time Series Analysis and Presentation. Reference manual.* Rinntech, Heidelberg.
- Rinn F. 2004. *TSAP-WIN™. Reference manual.* Rinntech, Heidelberg.
- Schweingruber F. H. 1988. *Tree-rings. Basic and application in dendrochronology.* Reidel, Dordrecht.
- Walanus A. 2005. *Program Quercus. Instrukcja obsługi.* Kraków.
- Zielski A., Krąpiec M. 2004. *Dendrochronologia.* PWN, Warszawa.

SUMMARY

TRISTAN – program for standardization of the annual increment sequences

The paper presents the non-commercial program TRISTAN 2.1, dedicated to standardization of the dendrochronological sequences. The program TRISTAN does not require installation.

The only necessity is previous installation of the redistribution pack of the Microsoft system .NET Framework, version minimum 1.1, available free of charge in the Internet. Thereafter one should simply start the file TRISTAN.exe. The program allows to work with files written in several formats: Tucson Raw Data, ITRDB Site Chronology, TRRAD, TRMEAS as well as some text ones.

The basic function of the program is the trend evaluation. The user has a possibility of viewing at ten different variants of the trend function form. They may be compared, which facilitates the choice of the optimal variant. For every variant, the program calculates the standardized sequence, i.e. the sequence of the dendrochronological indices. The results of the calculations may be written in the form of text files and/or of graphs. The program also offers the opportunity of calculating the basic statistical parameters and spectral characteristics (the periodogram and the spectrum density function) for the source sequence, the trend, as well as the sequences of indices and subtraction results.