

Ocena przydatności danych gridowych w badaniach dendroklimatologicznych

Longina Chojnacka-Ożga, Wojciech Ożga, Leszek Bolibok

Abstrakt. W badaniach dendroklimatologicznych wykorzystywane są dane meteorologiczne pochodzące z różnych źródeł. Porównanie ciągów danych zebranych podczas pomiarów na stacji meteorologicznej z ciągami danych gridowych dostępnych w bazie Climatic Research Unit (CRU) wykazało istnienie statystycznie istotnych różnic pomiędzy tymi źródłami dla temperatury powietrza oraz sumy opadów atmosferycznych. Rozbieżności są większe w przypadku punktów zlokalizowanych we wschodniej części Polski. Przyjmowanie do analiz dendroklimatologicznych danych gridowych powinno być prowadzone z dużą ostrożnością i ograniczone do sytuacji koniecznych (brak innych, sprawdzonych źródeł danych).

Słowa kluczowe: dane meteorologiczne, dane gridowe, badania dendroklimatologiczne

Abstract. Assessment of usability of gridded data for dendrochronological research. In dendrochronological research we use meteorological data originating from different sources. Comparison between sequences of data obtained from measurement in meteorological station and sequences of gridded data from Climatic Research Unit (CRU) showed the existence of significant differences between data (air temperature, precipitation). Discrepancies between data are greater in cases of areas in east part of Poland. Taking gridded data into dendrochronological analyses should be conducted with a big carefulness and limited to necessary situations (lack of alternative, proven sources of data)

Key words: meteorological data, gridded data, dendrochronological researches

Wstęp

W badaniach dendroklimatologicznych wykorzystywane są dane meteorologiczne pochodzące z różnych źródeł. Podstawowy materiał stanowią wyniki pomiarów i obserwacji prowadzonych na stacjach meteorologicznych. Korzystając z archiwalnych zapisów sprostżeń meteorologicznych warto zwrócić uwagę także na metadane. Wszelkie informacje dotyczące warunków wykonywania pomiarów i obserwacji mogą przyczynić się do wzbogacania wiedzy nie tylko o czynnikach wpływających na jakość danych meteorologicznych ale także o warunkach pogodowych, które mogą być istotne w badaniach dendroklimatologicznych. Poza zazwyczaj wykorzystywanymi średnimi miesięcznymi wartościami parametrów meteorologicznych zastosowane mogą być także dane bardziej szczegółowe, dotyczące np. dni przymrozkowych (Chojnacka-Ożga i Ożga 2012). Źródłem danych meteorologicznych są także bazy danych

dostępne w internecie, w tym dane pochodzące z reanaliz. Szeroko obecnie stosowane dane gridowe zapewniają względnie długie i łatwo dostępne szeregi czasowe.

Celem pracy jest porównanie danych pochodzących ze stacji meteorologicznych reprezentujących różne regiony Polski z danymi gridowymi z bazy danych Climatic Research Unit (CRU TS v.3.23) o rozdzielczości 0,5°.

Material i metody

W pracy wykorzystano średnie miesięczne i roczne wartości temperatury powietrza i opadów atmosferycznych ze stacji meteorologicznych IMGW w Szczecinie, Białowieży, Łądku-Zdroju i Komańcza oraz ze stacji SGGW w Rogowie, które porównano z danymi pozyskanymi z bazy danych CRU (Tab. 1). Istotność różnicy między średnimi pochodzącymi z analizowanych źródeł zbadano testem t-Studenta. Analizy wykonano w pakiecie Statistica.

Tab. 1. Położenie stacji meteorologicznych oraz najbliższych punktów danych gridowych
Table 1. Location of meteorological stations and nearest gridded data points

Stacja meteorologiczna	Ciąg pomiarowy	Współrzędne	Wysokość bezwzględna	Punkt danych CRU
Szczecin	1901-2013	53°24'N 14°37'E	69 m n.p.m.	53°15'N 14°45'E
Białowieża	1926-2013	52°42'N 23°51'E	163 m n.p.m.	52°45'N 23°45'E
Rogów	1924-2013	51°49'N 19°54'E	194 m n.p.m.	51°45'N 19°45'E
Łądek-Zdrój	1961-2013	50°21'N 16°55'E	495 m n.p.m.	50°15'N 16°45'E
Komańcza	1956-2013	49°20'N 22°04'E	470 m n.p.m.	49°15'N 22°15'E

Wyniki

Średnie wartości temperatury powietrza mierzonej na stacji meteorologicznej są na ogół niższe (Tab. 2, Ryc. 1), natomiast sumy opadów wyższe (Tab. 2, Ryc. 2) od danych gridowych. Jedynie w Szczecinie średnia temperatura powietrza ze stacji meteorologicznej nie różni się istotnie statystycznie od średniej gridowej, a tylko w Łądku-Zdroju stwierdzono wyższą temperaturę na stacji meteorologicznej niż w bazie CRU (Tab. 2).

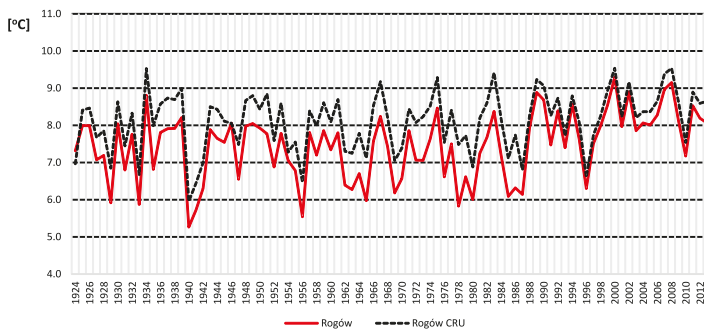
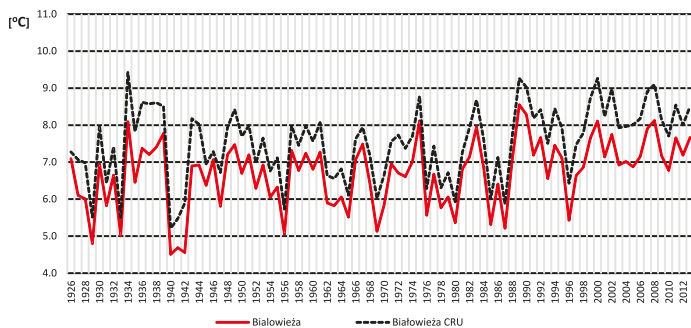
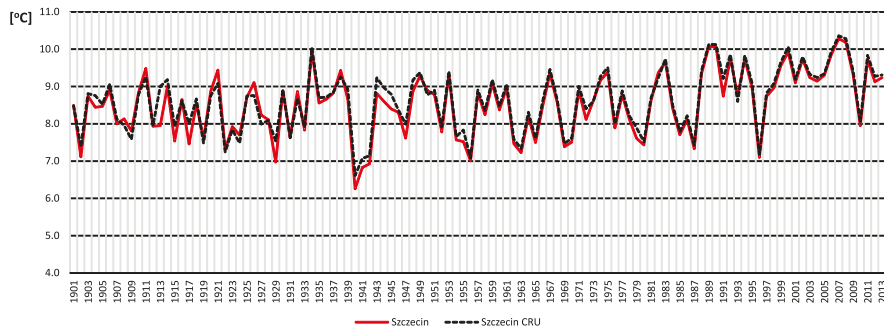
Jedynie na stacji meteorologicznej w Szczecinie średnia suma opadu atmosferycznego była nieco niższa (nieistotnie statystycznie) niż w danych gridowych. Na stacjach meteorologicznych położonych we wschodniej Polsce (Białowieża, Komańcza) średnie sumy opadów atmosferycznych były istotnie statystycznie wyższe niż w bazie danych CRU (Tab. 2).

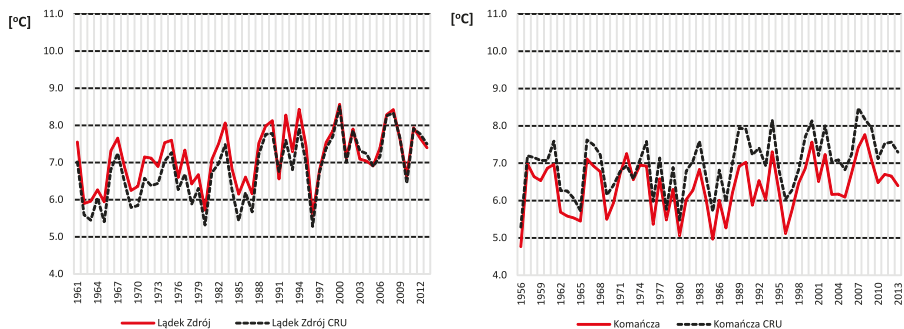
Tab. 2. Średnie wieloletnie wartości temperatury powietrza (T) i opadów atmosferycznych (P) oraz ich odchylenia standardowe (SD) na wybranych stacjach meteorologicznych oraz na najbliższym punkcie danych gridowych CRU

Table 2. Average multiannual temperature values (T) and rainfall values (P) and their standard deviations (SD) in selected meteorological stations and in the nearest gridded data point.

Stacja meteorologiczna	Stacja		CRU		Stacja		CRU	
	T [°C]	SD _t	T [°C]	SD _t	P [mm]	SD _p	P [mm]	SD _p
Szczecin	8,5	0,9	8,6	0,8	565,0	93,7	575,5	91,5
Łądek Zdrój	7,1	0,8	6,8	0,8	870,8	140,2	843,4	127,4
Rogów	7,5	0,9	8,1	0,8	580,9	116,2	573,6	77,2
Białowieża	6,7	0,9	7,5	1,0	643,6	108,0	569,4	82,4
Komańcza	6,4	0,7	7,0	0,7	936,7	152,4	797,9	125,8

W przebiegu wieloletnim średniej temperatury powietrza na stacji meteorologicznej w Szczecinie i Łądku-Zdroju zauważyć można, szczególnie w ostatnich latach, mniejsze rozbieżności między analizowanymi danymi. Dane z pozostałych stacji meteorologicznych charakteryzują się większą różnicą od danych CRU, jednak przebiegi omawianych wartości charakteryzują się dużą zgodnością (Ryc. 1).

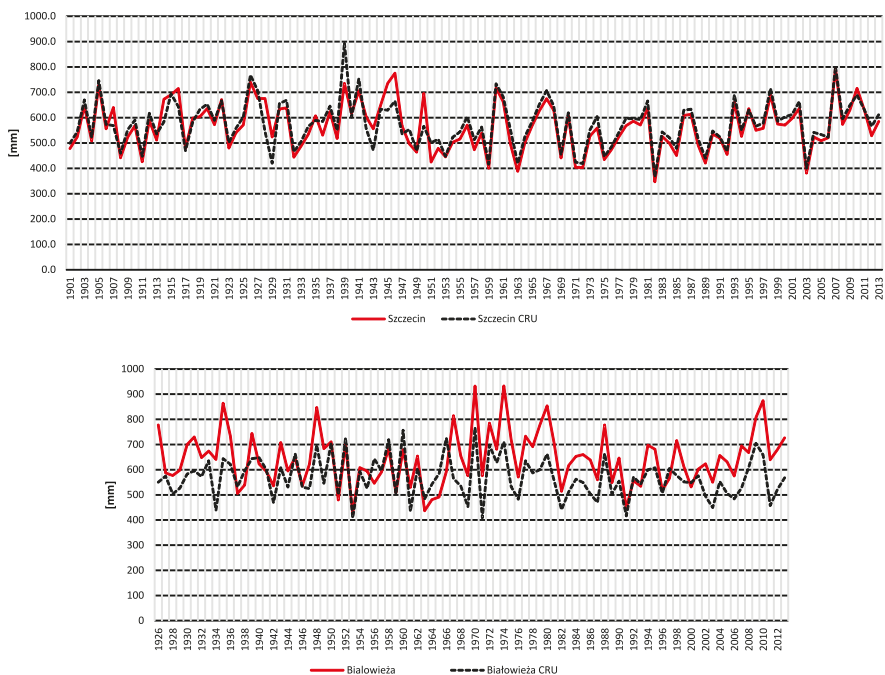


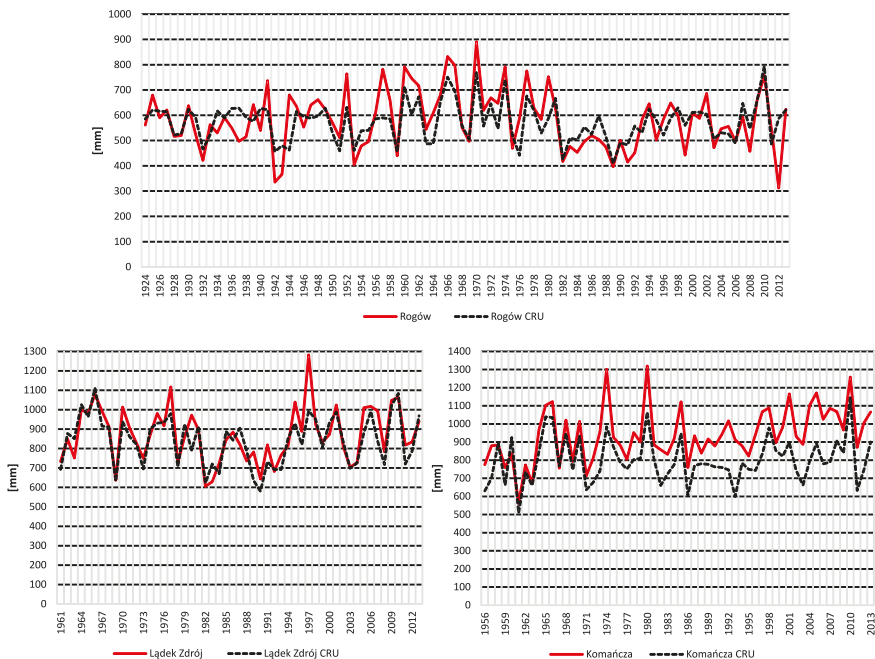


Ryc. 1. Przebieg wieloletni średniej rocznej temperatury powietrza na wybranych stacjach meteorologicznych i danych z bazy CRU

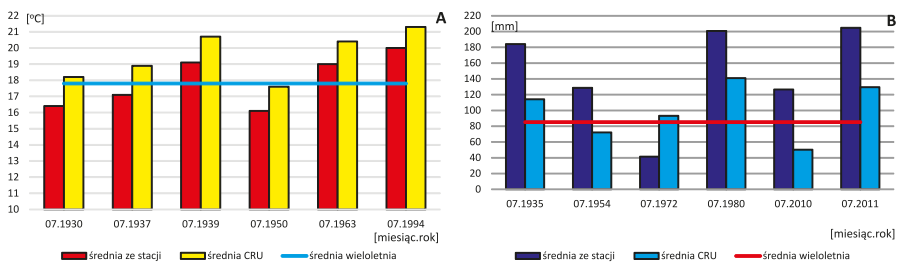
Ryc. 1. Long-term course of mean temperature in selected meteorological stations and data from CRU base

Podobne prawidłowości zauważyć można w przebiegu średnich rocznych sum opadów atmosferycznych. Największą zgodnością danych charakteryzuje się Szczecin, najmniejszą Białowieża i Komańcza, a kierunek zmian z roku na rok wykazuje na poszczególnych stacjach meteorologicznych bardzo dużą zgodność (Ryc. 2).





Ryc. 2. Przebieg wieloletni średniej rocznej sumy opadów atmosferycznych na wybranych stacjach meteorologicznych i danych z bazy CRU
Fig. 2. Long-term course of mean annual precipitation in selected meteorological stations and date from CRU base



Ryc. 3. Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza (lewo) oraz sumy opadów atmosferycznych (prawo) w wybranych dniach lipca na stacji meteorologicznej w Białowieży i bazie danych CRU
Fig. 3. Monthly mean temperature (left) and precipitation (right) from selected days in July in meteorological stations in Białowieża and data base CRU

Średnie miesięczne wartości temperatury powietrza (Tab. 4) i opadów atmosferycznych (Tab. 5) na stacji meteorologicznej w wielu przypadkach istotnie różniły się od wartości uzyskanymi z danych gridowych. Wartości współczynnika korelacji wynosiły w przypadku tem-

peratury powietrza od 0,8961 (Rogów, sierpień) do 0,991 (Szczecin, styczeń), a w przypadku opadów atmosferycznych od 0,6588 (Rogów, maj) do 0,9497 (Szczecin, styczeń) (Tab. 4 i 5).

Największe różnice między szeregami danych dotyczyły przede wszystkim opadów atmosferycznych i były one szczególnie wyraźne w przypadku anomalnych miesięcznych sum opadu (Ryc. 3).

Dyskusja

Dane pochodzące z reanaliz, uzyskane na podstawie różnorodnych źródeł informacji, często obejmują kilka charakterystyk meteorologicznych, ich rozdzielczość jest coraz większa (Janowiak i in. 1998, New i in. 1999, 2002, Uppala i in. 2005, Haylock i in. 2008), a badania oparte o tego typu dane dotyczą nie tylko zmian klimatu, ale także możliwości ich wykorzystania w opisywaniu bardziej złożonych relacji zachodzących w środowisku przyrodniczym (Pilarski i in. 2010, Muñoz i in. 2011, Bartoszek 2012, Schamm i in. 2014).

W niektórych opracowaniach zaleca się wykorzystywanie tego rodzaju danych do badań klimatu w skali mniejszej niż kontynentalna z „ograniczonym zaufaniem” i wskazywane jest traktowanie danych gridowych jako dodatkowy lub uzupełniający materiał badawczy (Miętus 2009, Pilarski i in. 2010).

Według Haylocka i in. (2009) dane gridowe są przydatne w analizach klimatycznych w sytuacji gdy brak jest danych z regularnych obserwacji meteorologicznych, prowadzony jest monitoring zmian klimatu w skali regionalnej lub większej (z uwzględnieniem wpływu tych zmian na środowisko i gospodarkę), prowadzone są wieloczynnikowe analizy danych meteorologicznych w skali regionalnej lub większej oraz przeprowadza się walidację regionalnych modeli klimatycznych.

Na podstawie przeprowadzonych porównań stwierdzono, że dane z bazy CRU mogą odbiegać od sprawdzonych pod względem homogeniczności ciągów danych pochodzących z bezpośrednich pomiarów na określonej stacji meteorologicznej. Największe różnice między szeregami danych występowały w przypadku punktów położonych we wschodniej części Polski. Stwierdzone różnice między danymi pochodzącymi z bezpośrednich pomiarów meteorologicznych oraz danymi gridowymi potwierdzają wcześniejsze wnioski (Miętus 2002, Pilarski i in. 2010), aby nalizy prowadzone w oparciu o dane gridowe podejmowane były z odpowiednią do skali prowadzonych badań ostrożnością. Jest to szczególnie istotne w badaniach dendroklimatologicznych, które ze względu na swą specyfikę prowadzone są w niewielkiej skali przestrzennej. W sytuacji gdy dostępne są sprawdzone pod względem jednorodności i homogeniczności dane pochodzące z bezpośrednich pomiarów meteorologicznych zastępowanie ich danymi gridowymi nie znajduje uzasadnienia.

Literatura

- Bartoszek K., Węgrzyn A., Kaszewski B.M., Siłuch M. 2012. Ocena przydatności danych gridowych w wyznaczaniu dat początku u końca okresu wegetacyjnego. *Prz. Geofiz.* 1: 109-121.
- Chojnacka-Ożga L. Ożga W. 2012. Wpływ ekstremalnych wartości temperatury powietrza na rytmikę przyrostów radialnych buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) rosnącego na terenie LZD w Rogowie. *Studia i Materiały CEPL* 30: 129-135.
- Haylock M.R., Hostra N., Klein Tank A.M.G., Klok E.J., Jones P.D., New M. 2008. A European daily high-resolution gridded set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. *J. Geophys. Res.* 113: D20119, doi:10.1029/2008JD010201.

- Janowiak J.E., Gruber A., Kondragunta C.R., Livezey R.E., Huffman G.J. 1998. A comparison of the NCEP-NCAR reanalysis precipitation and the GPCP rain gauge-satellite combined dataset with observational error considerations. *American Meteorological Society, Journal of Climate* 11: 2960-2979.
- Muñoz E., Alvarez C., Billib M., Arumi J.L., Rivera D. 2011. Comparison of gridded and measured rainfall data for basin scale hydrological studies. *Chilean J. of Agricult. Res.* 71 (3): 459-466.
- Miętus M. (red.). 2009. O przydatności rezultatów globalnych reanaliz NCEP/ERA-40 do opisu warunków termicznych w Polsce. Wyd. IMGW. Warszawa.
- New M., Hulme M., Jones P. 1999. Representing twentieth-century space-time climate variability. Development of a 1961-90 mean monthly terrestrial climatology. *Journal of Climate*. 12: 829-856.
- New M., Lister D., Hulme M., Makin I. 2002. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Clim. Res.* 21: 1-25.
- Pilarski M., Walczykiewicz S., Marosz M. 2010. Ocena przydatności reanaliz NCEP/NCAR w badaniach zmienności warunków pluwialnych w Polsce. W: Ciupa T., Suligowski R. (red.) *Woda w badaniach geograficznych*. Wyd. UJK. Kielce: 375-385.
- Schamm K., Ziese M., Becker A., Finger P., Meyer-Christoffer A., Schneider U., Schröder M., Stender P. 2014. Global gridded precipitation over land: a description of the new GPCC First Guess Daily product. *Eart Syst. Sci. Data*. 6: 49-60
- Uppala S.M., Kallberg P.W., Simmons A.J., Andrae U., Da Costa Bechtold V., Fiorino M, Gibson J.K., Haseler J., Hernandez A., Kelly G.A., Ongi X. Li. K., Saarinen S., Sokka N., Allan R.P., Andersson E., Arpe K., Balaseda M.A., Beljaars A.C.M., Vandeberg L., Bidlot J., Bormann N., Caires S., Chevallier F., Dethof A., Dragosavac M., Fisher M., Fuetes M., Hagemann S., Holm E., Hoskins B.J., Isaksen L., Janssen P.A., Jenne R., McNally A.P., Mahfouf J.F., Morcette J., Rayner N.A., Saunders R.W., Simon P., Sterl A., Trenberth K.E., Unth A., Vasiljevic D., Viterbo P., Woollen J. 2005. The ERA-40 reanalysis. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, 131, 612: 2961-3012.

Longina Chojnacka-Oźga, Wojciech Oźga*, Leszek Bolibok

SGGW w Warszawie, Katedra Hodowli Lasu

*wojciech_ozga@sggw.pl

Tab. 4. Różnice między średnimi miesięcznymi wartościami temperatury powietrza na stacji meteorologicznej (t) i danymi z bazy CRU (t_c) oraz zależności między wartościami t i t_c .

Table 4. Differences between monthly mean temperatures in meteorological station (t) and data from CRU base (t_c) and dependence between t i t_c values

a. Szczecin (lata 1901-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t-t _c	0,3*	0,0	-0,4*	0,1*	-0,3*	0,1*	-0,1	-0,1*	-0,2*	-0,2*	0,0	-0,2*
r ²	0,9910	0,9713	0,9834	0,9685	0,9464	0,9486	0,9663	0,9712	0,9692	0,9819	0,9877	0,9795
Równanie regresji	t=1,051t _c +0,2620	t=1,060t _c +0,0552	t=1,023t _c +0,4788	t=1,047t _c +0,2771	t=1,060t _c -1,0499	t=0,991t _c +0,2713	t=1,007t _c +0,1911	t=0,996t _c +0,0881	t=0,986t _c +0,0146	t=1,021t _c +0,4289	t=1,022t _c +0,1179	t=1,013t _c +0,1996

b. Białowieża (lata 1926-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t-t _c	-0,2*	-0,6*	-1,1*	-1,1*	-0,8*	-0,6*	-0,8*	-1,3*	-1,4*	-1,0*	-0,6*	-0,5*
r ²	0,9957	0,9894	0,9845	0,9774	0,9707	0,9658	0,9676	0,9573	0,9249	0,9719	0,9923	0,9928
Równanie regresji	t=1,015t _c -0,1783	t=1,010t _c -0,5856	t=0,967t _c -1,0930	t=0,971t _c -0,8371	t=0,978t _c -0,5116	t=0,927t _c +0,5709	t=0,909t _c +0,8969	t=0,886t _c +0,7791	t=0,839t _c +0,7744	t=0,919t _c -0,3214	t=0,989t _c -0,6076	t=1,011t _c -0,4366

c. Rogów (lata 1924-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t-t _c	-0,3*	-0,7*	-1,5*	-0,4*	-0,5*	-0,1*	-0,6*	-1,0*	-0,7*	-0,9*	-0,1*	-0,2*
r ²	0,9830	0,9667	0,9858	0,9603	0,9684	0,9490	0,9593	0,8961	0,9527	0,9655	0,9068	0,9607
Równanie regresji	t=1,024t _c -0,2701	t=1,061t _c -0,8521	t=1,022t _c -0,3031	t=1,041t _c -0,8901	t=0,975t _c -0,3901	t=0,961t _c +0,3017	t=1,026t _c -0,9430	t=0,972t _c -0,2738	t=0,924t _c +0,3435	t=1,026t _c -1,1245	t=0,957t _c -0,2544	t=0,99t _c -0,5638

d. Łądek Zdrój (lata 1961-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t-t _c	1,0*	0,6*	0,3*	0,1	0,2*	0,3*	0,0	-0,5*	-0,4*	0,3*	0,9*	0,9*
r ²	0,9775	0,9611	0,9823	0,9601	0,9753	0,9731	0,9845	0,9238	0,9393	0,9661	0,9746	0,9715
Równanie regresji	t=0,959t _c +0,8709	t=1,029t _c +0,6928	t=1,023t _c +0,2169	t=0,978t _c +0,1992	t=0,97t _c +0,5262	t=0,941t _c +1,1966	t=0,899t _c +1,6648	t=0,874t _c +1,584	t=0,914t _c +0,6831	t=1,094t _c -0,3901	t=1,083t _c +0,7264	t=1,036t _c +0,9598

e. Komańcza (lata 1956-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t-t _c	-0,1	-0,6*	-1,2*	-0,9*	-0,7*	-0,3*	-0,7*	-1,1*	-1,1*	-0,6*	-0,1	0,0
r ²	0,9612	0,9447	0,9610	0,9496	0,9524	0,9314	0,9395	0,9052	0,9168	0,9577	0,9831	0,9641
Równanie regresji	t=0,992t _c -0,0905	t=1,015t _c -0,5878	t=0,968t _c -1,1324	t=0,928t _c -0,3818	t=0,925t _c +0,2182	t=0,955t _c +0,3341	t=1,015t _c +1,2832	t=0,842t _c +1,5291	t=0,831t _c +0,9637	t=1,069t _c -1,114	t=1,103t _c -0,3228	t=1,019t _c +0,0259

*Różnica istotna statystycznie przy p=0,05
Difference significant at p=0,05

Tab. 5. Różnice między średnimi miesięcznymi sumami opadów atmosferycznych na stacji meteorologicznej (p) i danymi z bazy CRU (p_c) oraz zależności między wartościami p i p_c.

Table 5. Differences between monthly mean rainfall amount in in meteorological station (p) and data from CRU base (p_c) and dependence between p and p_c values

a. Szczecin

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
p-p _c	-0,7	-0,8	-1,8*	-0,7	0,1	-1,1	0,2	-2,3	-0,2	-3,2*	1,6	-1,8
r ²	0,9497	0,8347	0,9705	0,9466	0,9529	0,9355	0,9161	0,7297	0,8624	0,9528	0,9262	0,8943
Równanie regresji	P=0,938p _c +1,8239	P=0,939p _c +1,0833	P=0,951p _c -0,0836	P=0,968p _c +0,5765	P=1,016p _c -0,7347	P=1,002p _c -1,1894	P=0,989p _c +1,0005	P=0,796p _c +10,885	P=0,919p _c +3,7960	P=0,908p _c +0,8310	P=1,015p _c +0,9181	P=0,907p _c +2,5484

b. Białowieża

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
p-p _c	4,1*	5,8*	6,4*	5,3*	9,2*	8,0*	6,6*	5,4	8,5*	1,7	6,5*	6,6*
r ²	0,8818	0,7944	0,8241	0,7506	0,6588	0,7243	0,7423	0,7737	0,8100	0,8701	0,8458	0,8770
Równanie regresji	P=0,938p _c +1,8239	P=1,054p _c +4,2682	P=1,062p _c +4,6519	P=0,941p _c +7,4728	P=1,007p _c +8,8432	P=1,038p _c +5,3266	P=0,872p _c +16,5917	P=0,966p _c +7,6952	P=1,009p _c +8,0391	P=1,000p _c +1,6956	P=0,997p _c +6,6447	P=1,149p _c +1,4253

c. Rogów

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
p-p _c	-2,8*	1,8	1,1	-1,0	-5,1*	-0,7	2,1	-0,7	1,8	2,5	4,9*	3,4*
r ²	0,7983	0,7530	0,7153	0,7286	0,6658	0,6762	0,7195	0,6744	0,7937	0,8708	0,8370	0,8336
Równanie regresji	P=0,842p _c +2,3052	P=1,094p _c -1,0894	P=1,044p _c -0,2216	P=0,934p _c +1,5167	P=0,877p _c +2,4467	P=0,681p _c +21,8402	P=1,192p _c -13,9005	P=0,894p _c +6,9724	P=1,107p _c -3,1509	P=1,108p _c -1,4712	P=1,311p _c -6,7762	P=1,133p _c -1,1441

d. Łądek Zdrój

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
p-p _c	-10,7*	-0,6	-2,4	9,3*	11,2*	12,4*	18,2*	4,3	6,5	-1,7	-2,4	-16,8*
r ²	0,7866	0,7416	0,7639	0,8328	0,8737	0,8456	0,8267	0,8508	0,7339	0,8844	0,7431	0,8298
Równanie regresji	P=0,69p _c +5,9039	P=0,778p _c +9,2235	P=0,749p _c +11,4532	P=0,999p _c +9,3012	P=0,951p _c +15,3457	P=1,057p _c +6,6015	P=1,416p _c +27,6646	P=0,922p _c +12,1149	P=0,916p _c +12,5752	P=0,824p _c +7,4649	P=0,751p _c +11,9716	P=0,642p _c +6,2444

e. Komańcza

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
p-p _c	9,7*	9,0*	13,5*	10,4*	11,5*	14,7*	25,3*	4,0	15,7*	8,8*	9,2*	9,1*
r ²	0,7939	0,7601	0,8288	0,8167	0,7479	0,6868	0,7913	0,6624	0,7830	0,9073	0,7234	0,8149
Równanie regresji	P=1,131p _c +4,2939	P=0,972p _c +10,2182	P=0,974p _c +14,5258	P=1,001p _c +10,3111	P=0,901p _c +19,5047	P=0,815p _c +33,7708	P=1,212p _c +2,7356	P=0,785p _c +23,3937	P=1,144p _c +6,0116	P=1,174p _c -1,2523	P=0,889p _c +15,044	P=1,008p _c +8,6412

* Różnica istotna statystycznie przy p=0,05
Difference significant at p=0,05