

ZRÓŻNICOWANIE PLUWIOTERMICZNE POLSKI W ŚWIETLE WSPÓŁCZESNYCH ZMIAN KLIMATU

Agnieszka Ziarnicka-Wojtaszek, Tadeusz Zawora

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
e-mail: aziarnik@poczta.fm

Streszczenie. Przedstawiono nową pluwiotermiczną regionalizację klimatu Polski dla okresu 1971-2000 i 1991-2000 metodą zaproponowaną przez zespół pod redakcją Cherszkowicz (1971) w opracowaniu wykonanym dla lat 1931-1960. Przeprowadzone porównania wykazują, że obszar regionu umiarkowanie chłodnego o sumie temperatur $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach 2000-2400 $^{\circ}$ zmniejszał się w kolejnych okresach z 39 do 37 i 22%. Równocześnie zwiększył się obszar regionu umiarkowanie ciepłego o sumie temperatur $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach 2400-2800 $^{\circ}\text{C}$ z 61 do 62 i 78%. Bardzo wyraźnie zwiększyła się powierzchnia regionu umiarkowanie suchego w granicach wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa 1,0-1,3 od 13% w latach 1931-1960 do 20% w latach 1971-2000 i 58% w ostatniej dekadzie XX w.

Słowa kluczowe: temperatura, opad, regionalizacja, Polska

WSTĘP

Przejawy postępującego ocieplenia są również realną cechą współczesnego klimatu Polski. Analiza średniej obszarowej temperatury powietrza na jej terytorium w II połowie XX w. zaprezentowana w opracowaniu Kożuchowskiego i Żmudzkiej (2001) pozwala zauważyć, że wyraźny wzrost temperatury powietrza nastąpił w przedostatniej i bardzo wyraźny w ostatniej dekadzie XX w. Wzrost temperatury powietrza na obszarze Polski na podstawie wartości aproksymowanych wg wspomnianych autorów w ostatnim 20-leciu XX w. szacować można na 1,2 $^{\circ}\text{C}$. Rok 2000 z temperaturą średnią 9,5 $^{\circ}\text{C}$ był najcieplejszy w badanym półwieczu. Analiza zmian opadów atmosferycznych na obszarze Polski w okresie globalnego ocieplenia klimatu nie wskazuje natomiast wyraźnych tendencji. W okresie XX w. wykazuje ona nie-

wielki trend malejący – 1,49 mm/10 lat, a w jego II połowie rosnący 2,85 mm/10 lat (Kožuchowski, Żmudzka 2003).

W tej sytuacji należy się spodziewać, że obraz regionów agroklimatycznych opartych na zróżnicowaniu warunków termiczno-opadowych (np. Schmucka 1965) będzie wykazywał w ostatnich dziesięcioleciach znaczne zmiany warunków termicznych przy prawie niezmiennych opadach. Należy jednak zauważyć, że ocena intensywności posuchy lub nadmiaru opadów atmosferycznych na podstawie jednego, chociaż podstawowego elementu jakim są opady atmosferyczne z punktu widzenia agrometeorologii jest niewystarczająca. Bardziej odpowiednimi są natomiast dla rolnictwa kompleksowe wskaźniki suchości klimatu, które mogą być różnicą lub ilorazem opadów i parowania (Przedpeńska 1971, Bac 1991).

Podobnym i prostym wskaźnikiem jest współczynnik hydrotermiczny opracowany przez Sielianiowa, nazywany współczynnikiem zabezpieczenia w wodę lub umownym bilansem wilgoci. Autor stwierdza, że podczas miesięcy letnich sumy temperatur dzielone przez 10 dają w przybliżeniu liczbowe wartości sum parowania otrzymanych przy pomiarach ewaporometrem Wilda. Współczynnik ten wraz z wartościami sum temperatur efektywnych $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ został wykorzystany w regionalizacji agroklimatu Polski wchodzącej w skład obszernego opracowania Cherszkowicz (1971) z obszaru byłych europejskich krajów demokracji ludowej.

Przedmiotem opracowania jest analiza porównawcza obrazu zmian warunków termicznych i wilgotnościowych na terytorium Polski w trzydziestoleciu 1971-2000 stosowanym jako okres normalny i najcieplejszym dziesięcioleciu XX w. 1991-2000 na tle opracowania Cherszkowicz (1971) wykonanego na podstawie danych z okresu 1931-1960. Porównanie to pozwala na prześledzenie zmian obrazu regionów agroklimatycznych w okresie wyraźnego ocieplenia klimatu w ostatnich dziesięcioleciach XX w. na obszarze Polski.

MATERIAŁ I METODY

Wykorzystano średnie miesięczne wartości temperatury powietrza i miesięczne sumy opadów atmosferycznych z okresów 1971-2000 i 1991-2000 z Miesięcznych Przeglądów Agrometeorologicznych, Dekadowych Biuletynów Agrometeorologicznych, materiałów archiwalnych IMGW z 53 stacji meteorologicznych rozmieszczonych równomiernie na obszarze Polski. Ze względu na małą ilość stacji pominięto obszary górskie.

Z przebiegu średnich wieloletnich wartości miesięcznych obliczono daty przejścia temperatury powietrza przez próg $10,0^{\circ}\text{C}$ metodą zaproponowaną przez Gumińskiego (1948). Dla okresu o temperaturze $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ obliczono sumy tempe-

ratury powietrza uważane za sumy temperatur efektywnych. Wyraźny wzrost sum temperatur efektywnych w dekadzie 1991-2000 wynikał zarówno z wydłużenia tego okresu i ze wzrostu temperatury w porównywanych miesiącach.

Za Cherszkowicz (1971) wydzielono 3 regiony termiczne – chłodny o sumie temperatur średnich dobowych $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach 1600-2000 $^{\circ}\text{C}$, umiarkowanie chłodny o sumie temperatur średnich dobowych $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach 2000-2400 $^{\circ}\text{C}$ i umiarkowanie ciepły o sumie temperatur średnich dobowych $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w przedziale 2400-2800 $^{\circ}\text{C}$. Dla okresu VI-VIII podobnie jak w opracowaniu Cherszkowicz obliczono współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa $K = 10P/t$, gdzie P oznacza sumę opadów, a t sumę dobowych wartości temperatury powietrza. Na podstawie wartości wspomnianego współczynnika wydzielono jednocześnie analogicznie jak w opracowaniu Cherszkowicz 3 regiony wilgotnościowe: umiarkowanie suchy o wartości współczynnika K w przedziale 1,0-1,3, optymalnego uwilgotnienia o wartości współczynnika K w przedziale 1,3-1,6 i wilgotny o wartości współczynnika $K > 1,6$.

Powierzchnie porównywanych regionów pluwiotermicznych określono metodą planimetrowania.

WYNIKI

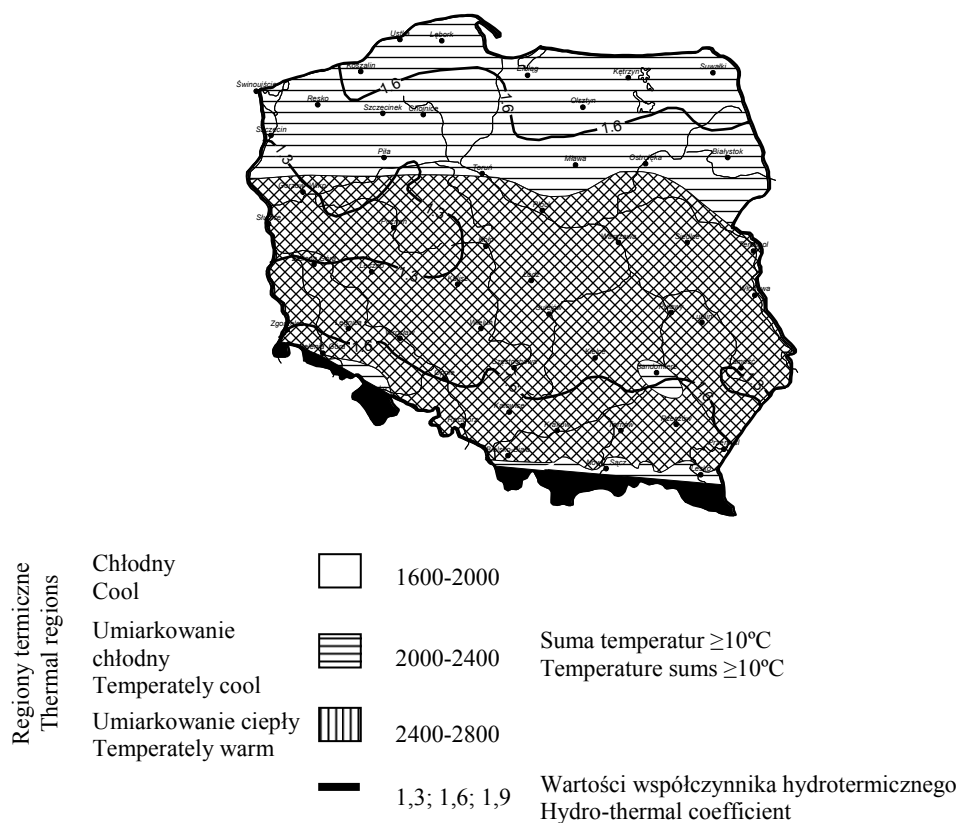
Na mapie z okresu 1931-1960 opracowanej przez Cherszkowicz (1971) region umiarkowanie chłodny i umiarkowanie suchy praktycznie nie występuje. Region umiarkowanie chłodny o optymalnym uwilgotnieniu obejmuje 18% powierzchni Polski i występuje w zachodniej części Pobrzeża Bałtyckiego oraz południowej części Pojezierza Pomorskiego i Mazurskiego. Region umiarkowanie chłodny i wilgotny obejmuje Pobrzeże Bałtyckie z wyjątkiem jego części zachodniej, północną część Pojezierza Pomorskiego i Mazurskiego oraz Góry Świętokrzyskie, Przedgórze Sudeckie i Beskidy o łącznej powierzchni 20% obszaru kraju.

Region umiarkowanie ciepły i umiarkowanie suchy obejmuje Pojezierze Wielkopolskie i zajmuje 12% powierzchni Polski. Największy obszar, bo 37% powierzchni kraju obejmuje region umiarkowanie ciepły o optymalnym uwilgotnieniu. Są to tereny Nizin: Wielkopolskiej, Śląskiej i Mazowieckiej, Wyżyna Śląska, Krakowsko-Częstochowska, północna część Wyżyny Małopolskiej, zachodnia część Kotliny Sandomierskiej i Wyżyna Lubelska. Region umiarkowanie ciepły i wilgotny występuje w północnej części Przedgórze Sudeckiego, na terenach wyżynnych południowej Polski i Pogórza Karpackiego o łącznej powierzchni 12% (tab. 1, rys. 1).

Tabela 1. Udział poszczególnych typów pluwiotermicznych w okresach 1931-1960, 1971-2000 i 1991-2000 na obszarze Polski (%)

Table 1. Share of pluvio-thermal types in Poland during the following periods: 1931-1960, 1971-2000 and 1991-2000 (%)

Okres Period	Region wilgotnościowy i współczynnik hydrotermiczny Humidity region and hydro-thermal coefficient	Region termiczny i suma temperatur efektywnych $\geq 10^{\circ}\text{C}$ Thermal region and effective temperature sums $\geq 10^{\circ}\text{C}$		
		Chłodny Cool 1600-2000	Umiarkowanie chłodny Temperately cool 2000-2400	Umiarkowanie ciepły Temperately warm 2400-2800
1931-1960	Umiarkowanie suchy Temperate-dry 1,0-1,3		1	12
	Optymalnego uwilgotnienia Optimal humid 1,3-1,6		18	37
	Wilgotny Humid >1,6		20	12
1971-2000	Umiarkowanie suchy Temperate-dry 1,0-1,3		1	19
	Optymalnego uwilgotnienia Optimal humid 1,3-1,6	1	33	36
	Wilgotny Humid >1,6		3	7
1991-2000	Umiarkowanie suchy Temperate-dry 1,0-1,3		12	46
	Optymalnego uwilgotnienia Optimal humid 1,3-1,6		7	26
	Wilgotny Humid >1,6		3	6



Rys. 1. Regiony pluwiotermiczne na obszarze Polski w latach 1931-1960 (Cherszkowicz 1971)

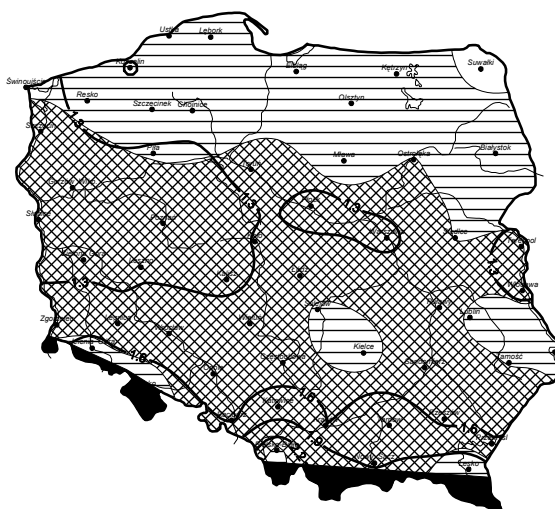
Fig. 1. Pluvio-thermal regions in Poland based on 1931-1960 data (Cherszkowicz 1971)

W 30-lecie 1971-2000 kombinacja cech termicznych i wilgotnościowych pozwala wydzielić na obszarze Polski 4 zasadnicze typy i regiony agroklimatu (tab. 1, rys. 2):

- region umiarkowanie chłodny o optymalnym uwilgotnieniu obejmujący 33% powierzchni Polski w granicach Pobrzeża i Pojezierzy z wyjątkiem ich najbardziej zachodnich partii oraz Pojezierza Suwalskiego, Niziny Podlaskiej, Wyżyny Lubelskiej oraz Gór Świętokrzyskich i Roztocza,
- region umiarkowanie ciepły i umiarkowanie suchy na obszarze 19% powierzchni kraju obejmujący Pojezierze Wielkopolskie i Nizinę Wielkopolską, a także środkową i wschodnią część Niziny Mazowieckiej,
- region umiarkowanie ciepły o optymalnym uwilgotnieniu obejmujący Nizinę Mazowiecką z wyjątkiem jej części środkowej i wschodniej, Nizinę

Śląską, Wyżyny: Śląską, Krakowsko-Częstochowską, Małopolską i Kotlinę Sandomierską (36% obszaru Polski),

- region umiarkowanie ciepły i wilgotny obejmujący przedgórze Sudeckie i Pogórze Karpackie z terenami przyległymi do Pogórza na północy (7% powierzchni kraju).



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanation same as in Figure 1.

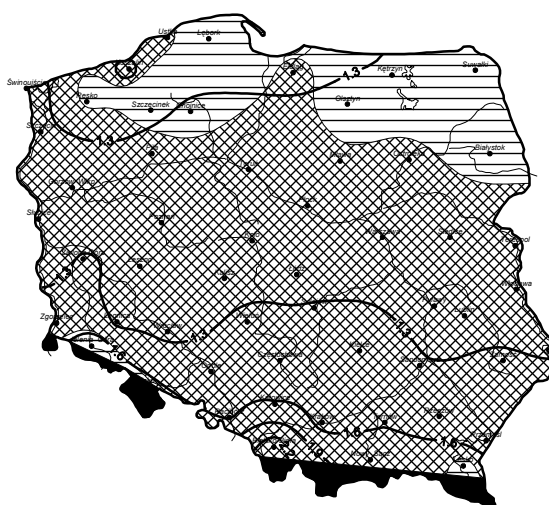
Rys. 2. Regiony pluwiotermiczne na obszarze Polski w latach 1971-2000

Fig. 2. Pluvio-thermal regions in Poland based on 1971-2000 data

W ostatnim najcieplejszym 10-leciu XX w. wydzielono 5 typów i podtypów klimatu oraz regionów klimatycznych (tab. 1, rys. 3):

- region umiarkowanie chłodny i umiarkowanie suchy o sumach temperatur $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach $2000-2400^{\circ}\text{C}$, który występuje na terytorium Pojezierza Mazurskiego oraz Wysoczyzny Białostockiej i obejmuje 12% powierzchni kraju,
- region umiarkowanie chłodny o optymalnym uwilgotnieniu w północno-wschodniej części Pojezierza Pomorskiego, Żuław Wiślanych i północno-zachodniej części Pojezierza Mazurskiego obejmujący 7% powierzchni Polski,
- region umiarkowanie ciepły o sumie temperatur $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach $2400-2800^{\circ}\text{C}$ i umiarkowanie suchy zajmujący prawie połowę obszaru Polski (46%), obejmujący środkową niziną część kraju z Pojezierzem Wielkopolskim, Niziną Wielkopolską, Śląską i Mazowiecką,

- region umiarkowanie ciepły w zakresie sum temperatur efektywnych $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ 2400-2800 $^{\circ}\text{C}$ o optymalnym uwilgotnieniu występujący na Przedgórzu Sudeckim i wschodniej części Niziny Śląskiej, na Wyżynie Śląskiej, Małopolskiej i w Kotlinie Sandomierskiej zajmujący 26% powierzchni kraju,
- region umiarkowanie ciepły i wilgotny na obszarze Beskidów (6% powierzchni kraju). Wyższe partie Beskidów znajdują się w zasięgu typu klimatu umiarkowanie chłodnego i wilgotnego.



Objaśnienia jak na rysunku 1 – Explanation as in Figure 1.

Rys. 3. Regiony pluwiotermiczne na obszarze Polski w latach 1991-2000
Fig. 3. Pluvio-thermal regions in Poland based on 1991-2000 data

DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Obserwowany i sygnalizowany powszechnie wzrost temperatury powietrza zwłaszcza w dwu ostatnich dekadach XX w. spowodował, że obszar regionu umiarkowanie chłodnego o sumie temperatur $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach 2000-2400 $^{\circ}$ zmniejszył się w kolejnych okresach z 39 do 37 i 22%. Równocześnie zwiększył się obszar regionu umiarkowanie ciepłego o sumie temperatur $\geq 10,0^{\circ}\text{C}$ w granicach 2400-2800 $^{\circ}\text{C}$ z 61 do 62 i 78%.

W dwucechowej typologii i regionalizacji termiczno-wilgotnościowej obraz zmian warunków wilgotnościowych klimatu może mieć natomiast różny obraz. Jeśli do charakterystyki stosunków wilgotnościowych będą użyte wartości opadów atmosferycznych lub wskaźniki oparte wyłącznie o ich sumy, jak np. w regio-

nalizacji pluwiotermicznej Schmucka – obraz regionów wilgotnościowych z uwagi na małe zmiany opadów w XX w. nie ulegnie większej zmianie.

W przedstawionej w opracowaniu regionalizacji stosunki wilgotnościowe są scharakteryzowane przy pomocy relacji opadów atmosferycznych i temperatury powietrza, dlatego też obszar o wartości współczynnika K w przedziale 1,0-1,3 zwiększył się z 13 i 20% powierzchni Polski w poprzednich rozpatrywanych okresach do 58% w ostatniej dekadzie XX w. Obszar optymalnego uwilgotnienia zmieniał się od 55, 70 i 33% w kolejnych okresach badawczych.

Dla potwierdzenia powiększania się obszaru umiarkowanie suchego w ostatnim 10-leciu XX w. porównano wartości temperatury, opadów i stopnia uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby w okresach 1971-2000 i 1991-2000 (Miesięczny Przegląd Agrometeorologiczny 1971-1999). Przyjęto umownie dla wyrażenia zależności uwilgotnienia wierzchniej warstwy gleby od temperatury i opadów atmosferycznych następującą skalę uwilgotnienia: 0 – kłóskowo mała, 10 – niedostateczna, 20 – dostateczna, 30 – nadmierna, 40 – kłóskowo nadmierna. Porównania dokonano dla 12 reprezentatywnych dla obszaru Polski stacji meteorologicznych. Stwierdzono, że wzrost temperatury w latach 1991-2000 w stosunku do okresu 1971-2000 wyniósł 0,5°C a suma opadów atmosferycznych wzrosła o 11 mm, natomiast stopień uwilgotnienia gleby zmniejszył się o 0,5 w przyjętej skali.

Wyniki ze względu na różne metody badań nie są ze sobą porównywalne. Wskazują jednak, że przy wzroście temperatury powietrza i nieznacznym wzroście sumy opadów atmosferycznych, nastąpiło powiększenie się zjawiska suszy na skutek zwiększonej ewapotranspiracji. Potwierdzają to badania Pressa (1963), który podaje optymalne wartości opadów atmosferycznych w skali miesiąca o 5 mm wyższe przy wzroście temperatury powietrza o 1,0°C. Podobnie badania Ziernickiej (2004) wykazały, że przy wzroście temperatury powietrza o 1,0°C dla utrzymania wystarczającej (optymalnej) wilgotności gleby należałoby w okresie wegetacyjnym IV-X zwiększyć miesięczną sumę opadów o 6,3 mm a przy wzroście temperatury o 2,0°C o 14,5 mm na obszarze Polski bez uwzględnienia zróżnicowania regionalnego.

PIŚMIENNICTWO

- Bac S., 1991. Ocena warunków klimatycznych do celów rolnictwa. *Acta Universitatis Wratislaviensis* 1237, Prace Instytutu Geograficznego, A, VI, Wrocław, 5-17.
- Cherszkowicz E., 1971. Agroklimatyczne resursy terytori socjalistycznych stran Europy. *Izdanielstwo Bolgarskoj Akademii Nauk*, Sofia, 122.
- Gumiński R., 1948. Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny*, 1, 7-20.
- Kożuchowski K., Żmudzka E., 2001. Ocieplenie w Polsce: skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku. *Przegląd Geofizyczny*, XLVI, 1-2, 81-90.
- Kożuchowski K., Żmudzka E., 2003. 100-year series of areally averaged temperatures and precipitation totals in Poland. *Studia Geograficzne* 75, *Acta Universitatis Wratislaviensis* 2542, Wrocław, 116-122.

- Miesięczny Przegląd Agrometeorologiczny 1971-1999. IMGW, Warszawa.
- Press H. Praktika sel'skokochozjajstwiennoj melioracji. Moskwa, 1963.
- Przedpełska W., 1971. Zagadnienie susz atmosferycznych w Polsce i metody ich określania. Prace Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, 103, 3-24.
- Schmuck A., 1965. Regiony pluwiotermiczne w Polsce. Czasopismo Geograficzne, XXXVI, 3, 239-244.
- Ziernicka A., 2004. Globalne ocieplenie a efektywność opadów atmosferycznych. Acta Agrophysica, 3(2), 393-397.

PLUVIO-THERMAL DIFFERENTIATION OF POLISH CLIMATE IN THE LIGHT OF CONTEMPORARY CLIMATE CHANGE

Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek, Tadeusz Zawora

Department of Meteorology and Agriculture Climatology, Agricultural University
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
e-mail: aziernik@poczta.fm

Abstract. This article presents a brand new pluvio-thermal regionalization of the Polish climate for two separate periods: 1971-2000 and 1991-2000. The method employed in this study is an old one, and was devised and tested in 1971 by a research group headed by professor Cherszkowicz, who used data for the period 1931-1960. Several comparisons have been performed in this study. The results indicate that the overall area of temperate-cool region (temperature sum $\geq 10.0^{\circ}\text{C}$, 2000-2400 $^{\circ}\text{C}$) has been decreasing in subsequent periods (39, 37 and 22% respectively). At the same time the area of the temperate-warm region (temperature sum $\geq 10.0^{\circ}\text{C}$, 2400-2800 $^{\circ}\text{C}$) has been increasing (61, 62 and 78% respectively). There has been a clear increase for the area of the temperate-dry region, from 13% (1931-1960) to 20% (1971-2000) and up to 58% in the last decade of the twentieth century. The aforementioned regions have been devised on the basis of the Sielianinow hydro-thermal coefficient within the value range of 1.0-1.3.

Key words: temperature, precipitation, regionalisation, Poland