

## **AUTOMATYCZNA INTERPOLACJA POLA TEMPERATURY – DOBÓR PARAMETRÓW**

*Michał Kowalewski*  
*Uniwersytet Warszawski*  
*Zakład Klimatologii*

Jednym z głównych czynników, które muszą być brane pod uwagę podczas wykonywania map średniej temperatury powietrza na podstawie wartości zmierzonych na stacjach meteorologicznych, jest ukształtowanie terenu. Powszechnie dostępne oprogramowanie, przeprowadzające interpolację temperatury, wymaga wprowadzenia poprawki uwzględniającej rzeźbę terenu. Wygodną metodą jest zredukowanie określonych na stacjach (dyskretnych) wartości temperatury do poziomu morza, następnie przeprowadzenie interpolacji, w wyniku której otrzymuje się pole temperatury zredukowanej. Ostatnim krokiem jest przeliczenie wartości całego pola na poziom rzeczywisty.

Celem poniższej analizy jest określenie wartości optymalnego pionowego gradientu temperatury, który umożliwiłby uzyskanie możliwie niewielkich błędów interpolacji.

Analizę przeprowadzono na podstawie wartości średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce z lat 1971-2000 na 42 stacjach synoptycznych (rys. 1); dla potrzeb weryfikacji wykorzystano analogiczne dane z lat 1981-1990 oraz 1991-2000.

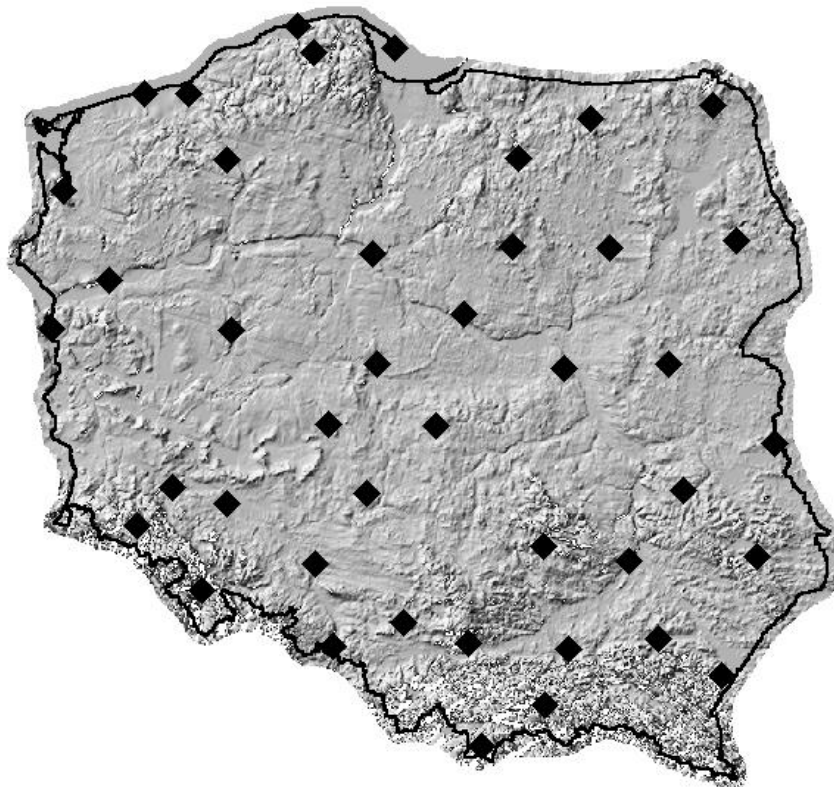
Zastosowano cyfrowy model ukształtowania powierzchni udostępniony przez United States Geological Survey (USGS).

Z uwagi na zdecydowanie odmienne warunki, z analizy wyłączono tereny górskie.

Analizy przeprowadzono interpolując dane po odrzuceniu jednej (lub kilku) stacji i porównując wartości otrzymane w wyniku interpolacji z temperaturą na odrzuconej stacji. Algorytm ten powtarzano odrzucając kolejno każdą stację.

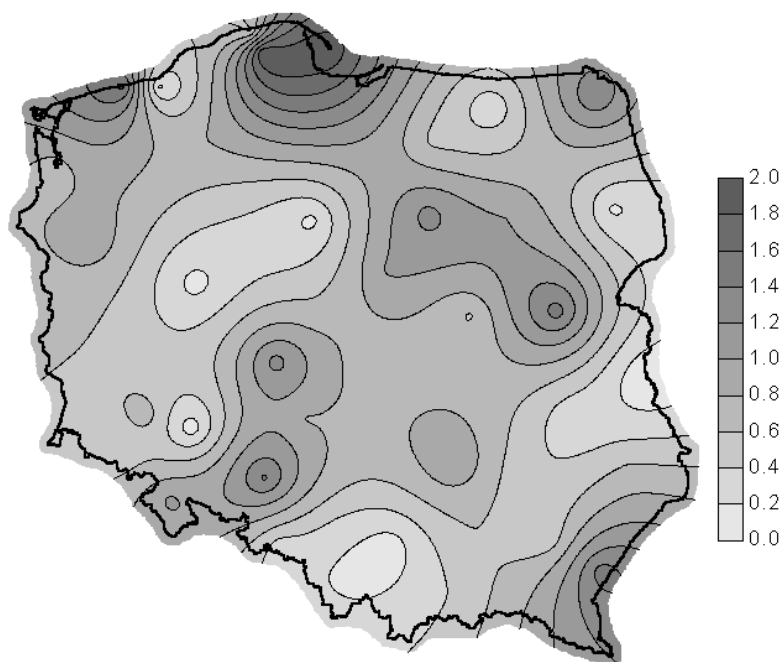
Pierwszą próbą było określenie dokładności interpolacji bez uwzględnienia rzeźby terenu. Z oczywistych względów badanie takie jest uzasadnione tylko w grupach stacji położonych w podobnych warunkach fizycznogeograficznych; wyłączono pary sąsiadujących stacji, gdy różnica wysokości nad poziom morza przekraczała 100 m (Kowalczyk 1971). Otrzymane wyniki pozwalają określić, że średni błąd bezwzględny interpolacji wynosi około 0,4°C na każde 100 kilometrów między stacjami. W środkowej części Polski (niziny Wielkopolska, Mazowiecka, Śląska) wartość ta jest trochę mniejsza (0,3°C/100 km), natomiast na południu Polski wyraźnie wzrasta (do około 0,9°C/100 km). Kilka stacji: nadmorskie – Hel, Łeba, Kołobrzeg, a także Płock i Kielce

charakteryzowały się większą wartością błędu. Spowodowane to jest zapewne silnym wpływem warunków lokalnych; stacje takie nie są reprezentatywne dla dużego obszaru wokół nich (Kowalczyk 1969). Zbliżone wyniki uzyskano podczas analizy średnich 30-letnich oraz z obu wymienionych dziesięcioleci.



Rys. 1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych wykorzystanych w opracowaniu  
Fig. 1. Meteorological stations

Zasadniczą analizę, mającą na celu określenie optymalnego pionowego gradientu temperatury, przeprowadzono następująco: przyjęto 2 wartości gradientu ( $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  i  $1,0^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ ). Ponieważ błąd interpolacji zmienia się liniowo wraz ze zmianą przyjętego gradientu, te 2 wartości wystarczały do obliczenia wartości gradientu, przy której błąd będzie równy zero. Wartości te zostały zestawione w tabeli. Robią one wrażenie przypadkowych; próba określenia funkcji gradientu w zależności od położenia zostanie podjęta po przeprowadzeniu analiz na podstawie materiału ze wszystkich miesięcy. Na obecnym etapie pracy wartości te interpolowano, uzyskując mapę gradientów przedstawioną na rys. 2.



Rys. 2. Obliczone optymalne pionowe gradienty temperatury  
Fig. 2. Vertical gradient of temperature of air

Ponownie przeprowadzono interpolację, odrzucając kolejne stacje, przyjmowano jednak teraz gradient policzony w odniesieniu do każdej stacji. Błędy interpolacji zestawiono w tabeli. Największy z nich wynosi  $0,26^{\circ}\text{C}$  (Legnica i Tarnów); duże, ale łatwiejsze do interpretacji są błędy w Zakopanem oraz w Łebie i na Helu. Średnia z wartości bezwzględnej błędu wynosi  $0,11^{\circ}\text{C}$ . Zwraca uwagę również fakt, że większość wartości błędnych w wyniku interpolacji jest zawyżona.

W celu dalszej weryfikacji przeprowadzono interpolację przy użyciu obliczonych parametrów danych z dwóch dziesięcioleci. Wyniki te również zestawiono w tabeli 1. Zwraca uwagę większa wartość błędów; największa wynosi odpowiednio  $0,42^{\circ}\text{C}$  i  $0,50^{\circ}\text{C}$ , a wartość średnia (z wartości bezwzględnej)  $0,18^{\circ}\text{C}$  i  $0,20^{\circ}\text{C}$ .

Wykonano również próbę interpolacji na podstawie niewielkiej liczby stacji. Wykorzystano 14 stacji; wybrano te, z których dane są obecnie publikowane w *Dekadowym Biuletynie Agrometeorologicznym*. (pozostałych dwóch z *Biuletynu* nie uwzględniono, gdyż nie są one brane pod uwagę w pozostałych analizach). Otrzymane wyniki były jednak zdecydowanie negatywne, błędy interpolacji (zestawione w ostatniej kolumnie tabeli) są bardzo duże,

Przedstawione zestawienia pozwalają stwierdzić, że interpolacja średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza (w styczniu) z różnych okresów, przy zastosowaniu przedstawionej mapki gradientów, pozwoli uzyskać wyniki z błędem w granicach

kilku dziesiątych stopnia; wartość średnia błędu wynosi około 0,2°C. Największej wartości błędu można spodziewać się na wybrzeżu i w pobliżu gór.

Tabela 1. Różnica między wartością interpolowaną, a wartością zmierzoną na stacji

Table 1. The difference between empirical and modelled data.

Stacja	1971-2000	1981-1990	1991-2000	1971-2000*
Białystok	-0,01	-0,12	0,00	
Gorzów Wielkopolski	-0,03	-0,13	0,16	1,7
Hel	0,23	0,29	0,31	0,3
Jelenia Góra	-0,06	0,04	0,27	0,3
Kalisz	-0,19	-0,11	-0,23	0,2
Katowice	0,07	0,27	-0,20	
Kętrzyn	-0,02	-0,12	0,10	-0,9
Kielce-Suków	0,19	0,20	0,50	
Kłodzko	-2,20	-0,22	0,10	-1,5
Koło	-0,07	-0,17	-0,21	-0,2
Kołobrzeg	0,12	-0,10	0,21	0,2
Koszalin	0,15	0,20	0,29	
Kraków-Balice	-0,30	-0,15	-0,46	
Legnica	0,26	0,33	0,45	-0,5
Lębork	0,12	0,05	0,14	0,1
Lublin-Radawiec	0,19	0,02	0,08	
Łeba	0,24	0,35	0,24	0,2
Łódź-Lublinek	-0,21	-0,39	-0,20	
Mława	0,15	-0,05	0,20	1,0
Nowy Sącz	0,04	0,02	0,22	0,2
Olsztyn	-0,05	0,04	-0,20	
Opole	-0,03	0,12	0,14	
Ostrołęka	0,17	-0,15	0,26	-0,3
Płock-Trzepowo	0,09	0,28	0,33	0,3
Poznań	0,23	0,19	0,04	
Przemyśl	0,06	0,13	0,26	0,3
Racibórz-Studzienna	0,17	0,27	0,13	0,1
Rzeszów-Jasionka	0,16	0,16	0,30	
Sandomierz	0,19	0,35	0,01	0,7
Siedlce	0,20	0,31	0,16	0,2
Stubice	-0,03	0,01	0,17	0,2
Suwałki	-0,04	-0,18	-0,04	0,4
Szczecin-Dąbie	0,01	-0,08	0,01	0,0
Szczecinek	0,12	0,30	-0,07	0,6
Tarnów	0,26	0,38	0,46	1,4
Toruń	-0,11	-0,02	-0,11	
Warszawa-Okęcie	-0,03	0,08	0,06	
Wieluń	0,00	0,16	-0,10	0,1
Włodawa	0,03	-0,15	0,21	-0,2
Wrocław	0,05	-0,13	0,23	
Zakopane	0,25	0,42	0,29	1,5
Zamość	0,05	0,19	0,17	0,2

\* Na podstawie pojedynczej interpolacji danych z 14 stacji

**LITERATURA**

- Kowalczyk S., 1969, *Analiza statystyczna struktury pola temperatury powietrza*; WBiNOZ UMCS, Warszawa, (maszynopis).
- Kowalczyk S., 1971, *Próba racjonalnego rozmieszczenia stacji meteorologicznych*; Materiały PIHM 135, Warszawa.

*Michał Kowalewski*  
*Uniwersytet Warszawski*  
*Zakład Klimatologii*

**AUTOMATIC INTERPRETATION OF TEMPERATURE – THE PARAMETERS****SUMMARY**

Many algorithms of interpolation of temperature of air need digital elevations model and vertical gradient of temperature. The procedure of making the simple map of gradient on the base of empirical data, and estimating the possibilities of using the map to another data are discussed in the paper.