

Andrzej Zaliwski, Tadeusz Górski  
IUNG Puławy, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki

## **Model Agroklimatu Polski jako moduł ZSI RPP**

*W latach 1998-2000 w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, wspólnie z Instytutem Geodezji i Kartografii w Warszawie i firmą Geosystems Polska S.A. z siedzibą w Warszawie, opracowano podstawy zintegrowanego systemu informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski (ZSI RPP). Celem systemu jest usprawnienie inwentaryzacji i monitoringu danych o przestrzeni rolniczej i przez jej modelowanie uzyskanie dokładniejszych i pewniejszych, w porównaniu z tradycyjnymi metodami, informacji przeznaczonych do wspomagania decyzji w rolnictwie i zarządzaniu obszarami wiejskimi. Jednym z modułów systemu jest Model Agroklimatu.*

### **Koncepcja modelu agroklimatu**

Podstawą opisu zróżnicowania przestrzennego elementów klimatycznych są wieloletnie notowania przeprowadzane w stacjach meteorologicznych. Obraz przestrzenny (pole meteorologiczne) uzyskuje się zwykle przez interpolację danych punktowych ze stacji, przy czym interpolacja może przebiegać według różnych zasad i metod, rozwijanych przez teorię pola meteorologicznego, ostatnio szczególnie intensywnie w ramach geograficznych systemów informacyjnych (GIS). W takim ujęciu wartość elementu (temperatury, opadu, usłonecznienia itp.) w dowolnym miejscu mapy jest zawsze funkcją najbliższych danych punktowych.

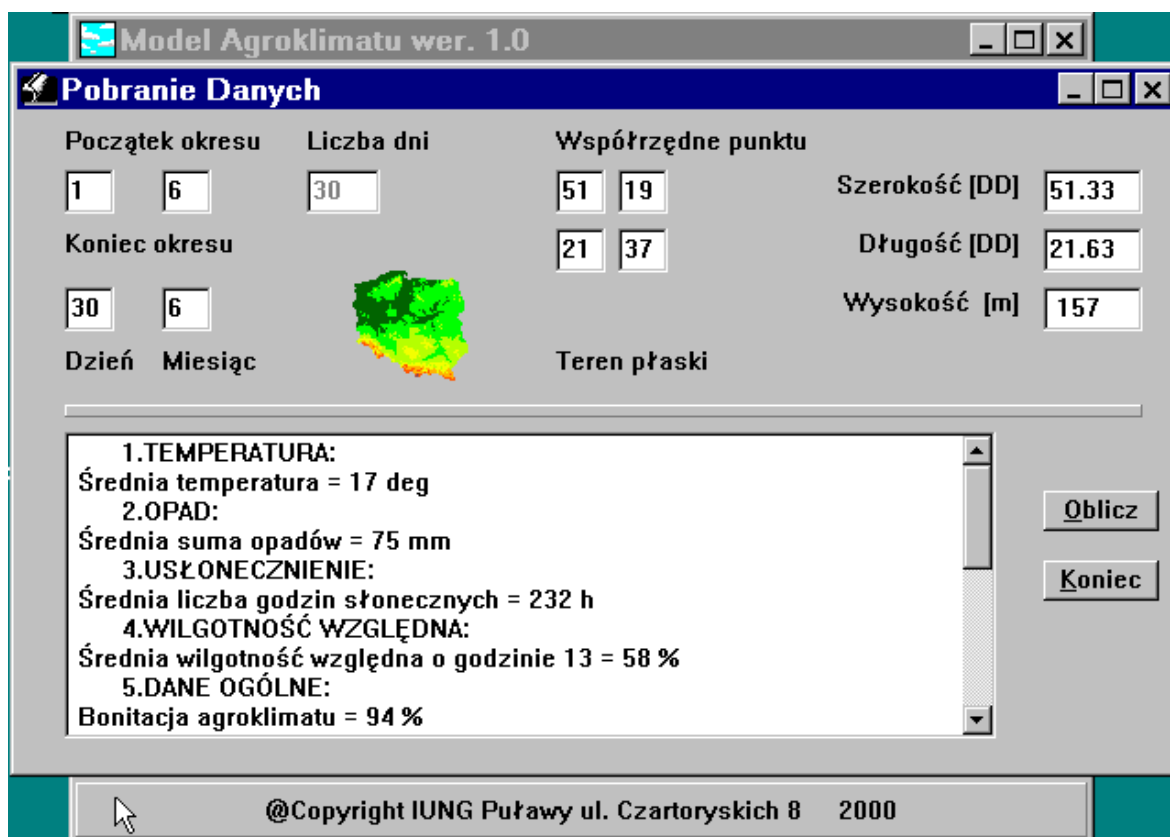
Możliwe jest także inne podejście, w którym wartość elementu określana jest w funkcji współrzędnych geograficznych.

Cykl roczny elementów meteorologicznych prezentowany jest najczęściej w formie dwunastu wartości miesięcznych. Uzyskanie informacji o temperaturze w okresach nie pokrywających się z miesiącami - wobec quasi-sinusoidalnego jej przebiegu - bywa uciążliwe; wyrównania danych miesięcznych można dokonać przy użyciu funkcji trygonometrycznych. Dokładniejsze wyrównanie uzyskać można stosując pełną analizę harmoniczną. Obecnie analiza harmoniczna jest dość często stosowana do opisu cyklu rocznego elementów klimatu.

Zasadniczym novum zastosowanej w Modelu Agroklimatu koncepcji jest połączenie tych dwóch metod (cykl roczny w funkcji współrzędnych geograficznych), co pozwala na pełne przedstawienie wartości średnich elementu (a także charakterystyk jego zmienności) w czterowymiarowej przestrzeni, w której podstawową jednostką czasu jest doba.

### **Konstrukcja modelu agroklimatu**

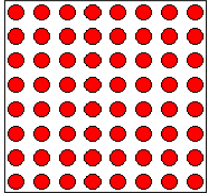
Model Agroklimatu wykorzystuje algorytmy pozwalające na określenie rozkładów statystycznych elementów klimatu w dowolnym punkcie Polski i w dowolnym okresie. Algorytmy te, zastosowane w programach komputerowych, umożliwiają nie tylko szybkie uzyskiwanie informacji punktowych (Model Agroklimatu dla danych punktowych - rys. 1), lecz także automatyczną konstrukcję map w dowolnych okresach roku (Model Agroklimatu do konstrukcji map).



Rys. 1. Model Agroklimatu dla danych punktowych. Współrzędne punktu można określić z wyświetlanej przez program mapy Polski, dostępnej po kliknięciu na ikonę. Wyniki obliczeń (17 charakterystyk agroklimatu) podawane są w oknie wyników.

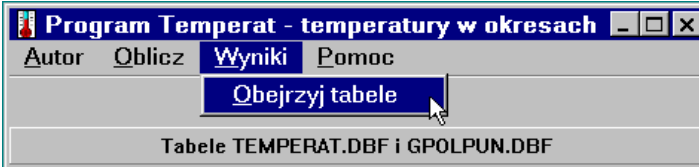
Model agroklimatu do konstrukcji map (Rys. 2) wykorzystuje jako dane warstwę punktową, której punkty (ponad 78 tysięcy) pokrywają całą Polskę w regularnej siatce 2x2 km. Warstwa ta podaje współrzędne geograficzne punktów. Współrzędne te są wykorzystywane przez wszystkie programy Modelu agroklimatu, stanowiąc "dane wejściowe" do obliczeń. Wynikiem obliczeń są tabele wartości średnich elementów agroklimatu, które służą do redagowania map klimatycznych. Obliczenia dotyczą m.in. temperatury normalnej powietrza, sum opadów i usłonecznienia (liczby godzin słonecznych) w roku, w miesiącach, w okresie wegetacyjnym, gospodarczym, w okresie zimy, lata, oraz w dowolnym okresie określonym przez użytkownika, a także prawdopodobieństwa opadów o różnej wysokości. Ponadto z modelu można uzyskać dane dotyczące zalecanych dat wysiewu kukurydzy, prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy, dat dojrzenia chmielu itp. Model agroklimatu do konstrukcji map ma dłuższą historię niż prace nad zintegrowanym systemem informacji ZSI RPP, jest bowiem budowany od 1996 roku i sukcesywnie rozbudowywany - uzupełniany o nowe charakterystyki klimatyczne.

## Dane modelu



NR	FI	LAMBDA	WYSOKOSC	WYBOR
1	49,29065	22,01015	660,48	0
2	49,30865	22,01132	668,57	0
3	49,32666	22,0125	584,73	0
4	49,21815	22,03333	727,92	0
5	49,23616	22,03432	669,19	0
6	49,25417	22,03548	660,37	0
7	49,272	22,03665	665,46	0

## Programy modelu

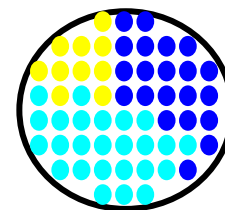


```

{***** Algorytm *****)
a_1:=19.65+0.0826*fi49*lambda12
-0.00000018538*(fi-46)*(lambda12)*(fi-46)*(lambda12)*(fi-46)
-3.395*Potega(fi49,x09)-1.9847*ln((55.25-fi)*(lambda-9))
-0.479*Potega(lambdaMin12,x05)+0.097*poprawka_P02
+0.00818*wysokosc-1.7446*ln(wysokosc+60)+0.9*ln(wysokosc+2)
-0.15073*ln(wysokosc+500)*ln(wysokosc+500)*ln(wysokosc+500)
-0.1441*ln(((fi-48.7)*(30-lambda))-78.4)
*(((fi-48.7)*(30-lambda))-78.4)
+(10*(lambda-16))*(10*(lambda-16))+0.001)
-0.04863*ln(((64.3-fi)*(40-lambda))-205.4)
*(((64.3-fi)*(40-lambda))-205.4)
+(8*(lambda-18.8))*(8*(lambda-18.8))+0.001)
+0.02786*ln(((fi-41.5)*(30-lambda))-150.9)
*(((fi-41.5)*(30-lambda))-150.9)
+ (10*(lambda-15.53))*(10*(lambda-15.53))+0.01);
b_1:=-6.95+0.9337*ln((55.3-fi)*(lambda-6))-0.059*poprawka_P02
    
```

## Wyniki obliczeń

NR	OPAD1	OPAD12	OPADROKU
1	58,9	68,2	1082
2	60,5	69,7	1082



Rys. 2. Model Agroklimatu do konstrukcji map. W skład Modelu Agroklimatu wchodzi dane w postaci warstwy punktowej, 4 zasadnicze programy realizujące algorytmy obliczeniowe elementów agroklimatu i tabele wynikowe. Współrzędne do obliczeń są pobierane z warstwy punktowej. Na podstawie tabel wynikowych można redagować mapy klimatyczne.

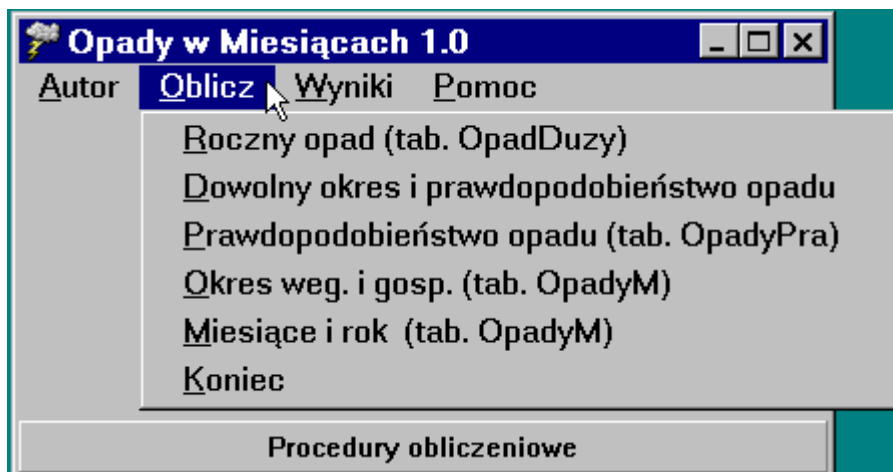
W ramach projektu zamawianego PBZ-17-08 wszystkie wcześniej napisane programy gruntownie przereklamowano i zintegrowano. W ten sposób powstał pakiet "Model Agroklimatu do konstrukcji map".

Pakiet składa się z czterech programów:

**Temperat.exe** - służy do generowania danych dotyczących temperatury normalnej powietrza w okresach (roku, miesiącach, w okresie wegetacyjnym, gospodarczym, w okresie zimy, lata, oraz w dowolnym okresie określonym przez użytkownika).

**Opadym.exe** - służy do generowania danych dotyczących sum opadów w okresach (rys. 3).

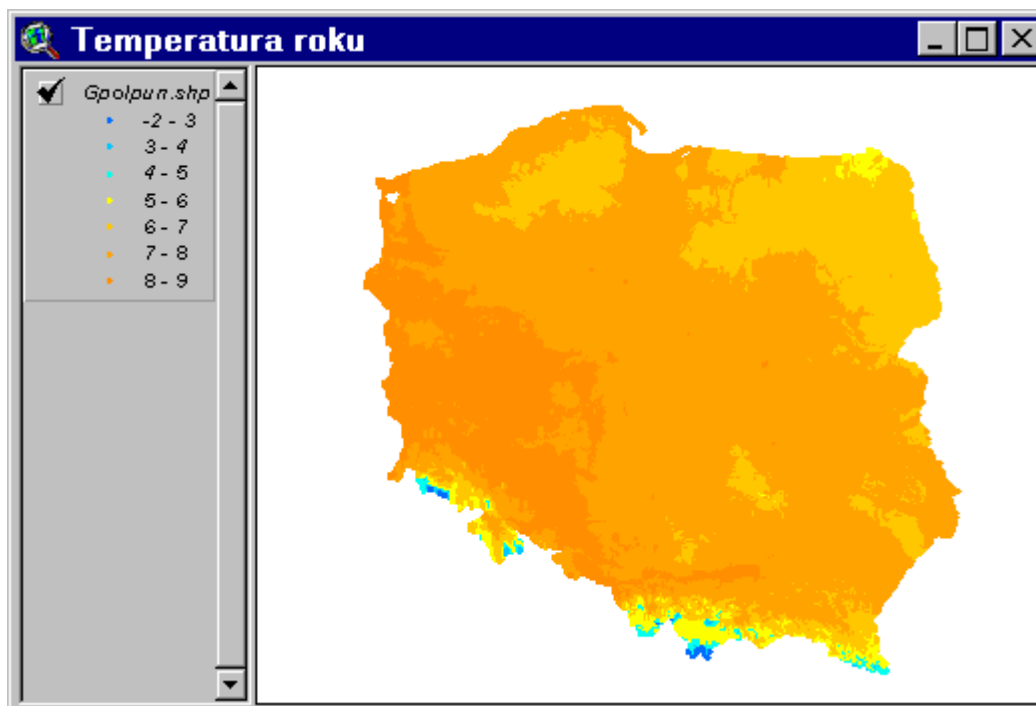
**Slon.exe** - generuje dane dotyczące usłonecznienia (liczby godzin słonecznych) w okresach.



Rys. 3. Program OpadyM.

**Dojrz.exe** - generuje dane dotyczące daty wysiewu i dojrzewania oraz prawdopodobieństwa dojrzewania kukurydzy.

Do budowy pakietu częściowo wykorzystano posiadane algorytmy [Górski, Górka, 1998] i wcześniej napisane programy komputerowe. Programy zmodernizowano, stosując jeden interfejs. Do programu OpadyM dodano opcje obliczania prawdopodobieństwa opadów. Wszystkie algorytmy zastosowane w starszych wersjach programów zostały gruntownie przetestowane i poprawione (zwłaszcza algorytmy dla opadów, temperatury i okresów fenologicznych kukurydzy). Opracowano także system interaktywnej pomocy.



Rys. 4. Wizualizacji wyników obliczeń Modelu Agroklimatu w programie ArcView.

W celu wizualizacji wyników obliczeń (redakcji map) niezbędne jest posiadanie odpowiedniego oprogramowania GIS (rys. 4). Model Agroklimatu dostarcza

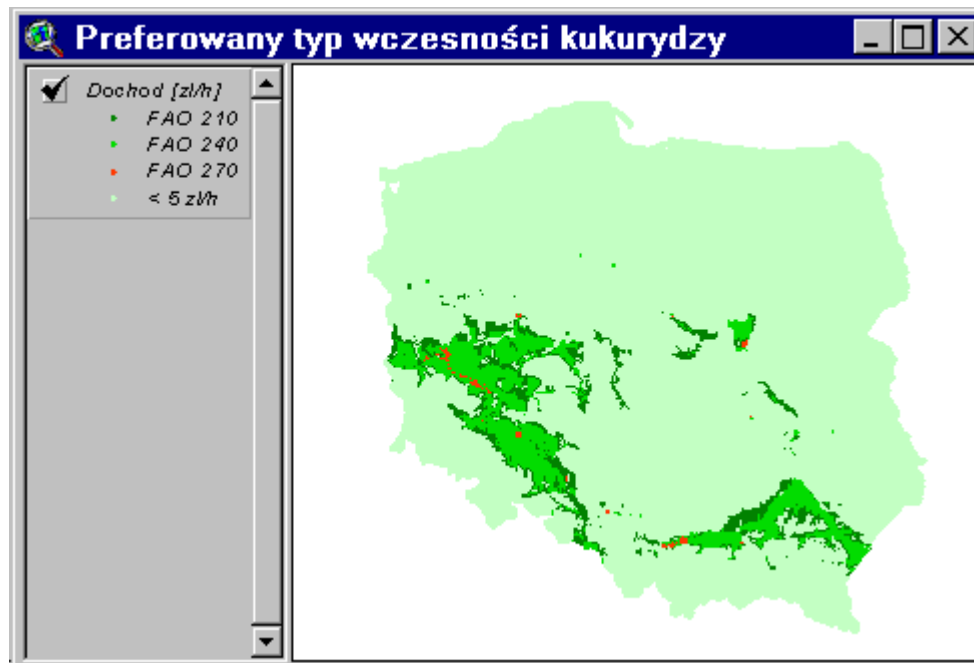
użytkownikowi warstwę informacyjną punktową Gpolpun.shp w formacie "shape" programu ArcView, dzięki której można łatwo przedstawić wszystkie dane tabelaryczne w postaci map. Połączenie tabeli danych opisowych (Gpolpun.dbf) warstwy punktowej z tabelami wynikowymi następuje przez kolumnę NR. Możliwe jest zastosowanie oprogramowania GIS innego niż ArcView. Wymaga to uprzedniej konwersji warstwy Gpolpun.shp do odpowiedniego formatu.

### Zastosowania Modelu Agroklimatu

Model umożliwia przedstawienie wartości średnich danego elementu klimatu w dowolnym okresie a także określenie wypadkowego działania wybranych czynników pogodowych. Produktem opracowanym na podstawie Modelu Agroklimatu jest Atlas Agroklimatyczny (na płycie CD), zawierający 87 map klimatycznych Polski. Użytkownikami Modelu Agroklimatu i Atlasu Agroklimatycznego mogą być rolnicy, służby doradcze oraz planistyczne różnych szczebli, instytuty, uczelnie rolnicze i inne, a także szkoły.

### Łączenie wyników Modelu Agroklimatu z innymi danymi

Dość łatwe jest połączenie informacji klimatycznych pochodzących z Modelu z innymi informacjami np. glebowymi lub ekonomicznymi. Obliczenia ekonomiczne wykonywane są w innych programach [Hołaj, Zaliwski, 1999], a do łączenia wyników stosowane są dedykowane aplikacje, operujące na danych Modelu i zapisujące wyniki do osobnych tabel [Zaliwski, 1999]. Daje to możliwość np. określania obszarów najbardziej przydatnych dla upraw rolniczych ze względu na wskaźniki ekonomiczne (rys. 5).



Rys. 5. Wizualizacji wyników obliczeń ekonomicznych z Modelu Agroklimatu w programie ArcView. Wyniki dotyczą dochodu z różnych typów wczesności kukurydzy na ziarno pastewne .

## **Literatura**

1. Hołaj J., Zaliwski A.: Zastosowanie programu "Agroefekt" do modelowania technologii uprawy chmielu. Inżynieria Rolnicza Nr 1/99, str. 17-22.
2. Zaliwski A., Górski T.: Wykorzystanie przestrzennego modelu agroklimatu do określenia opłacalności uprawy kukurydzy na ziarno. Wydział Techniki Uniwersytetu Śląskiego, Stowarzyszenie SILGIS Centre. International Conference, Kraków, 15-17.11.1999. Materiały konferencyjne, str. 198-204.
3. Górski T., Górski K.: An algorithm for evaluating the temperature sums in Poland. Proceedings ECAC98, Vienna 1998.

## **Adresy autorów**

Andrzej Zaliwski, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki, 24-100 Puławy, ul. Czartoryskich 8, tel. (081) 886-34-21 wew.202  
e-mail boss@iung.pulawy.pl

Tadeusz Górski, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki, 24-100 Puławy, ul. Czartoryskich 8, tel. (081) 886-34-21 wew.338  
e-mail tgorski@iung.pulawy.pl