

**Paweł Milewski**

Uniwersytet Warszawski,  
Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,  
Zakład Klimatologii  
00–927 Warszawa,  
ul. Krakowskie Przedmieście 30  
e-mail: p.milewski@twarda.pan.pl

**MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA GIS W KARTOWANIU  
TOPOKLIMATYCZNYM**

**The possibility of using GIS in topoclimatic mapping**

**Summary.** The paper concentrates on one of the methods of topoclimatic mapping. It demonstrates how a synthetic topoclimatic map created by applying GIS methods may be implemented to produce bonitation and prognostic maps for various recipients. Also, a modified version of the original method is presented. It enables an improved way of obtaining a synthetic topoclimatic map. The level of accuracy of the map as well as its low level of production effort point to the fact that it may be easily used to create a topoclimatic map of Poland in general scale.

**Słowa kluczowe:** kartowanie topoklimatyczne, metody kartowania, raster, GIS, skala przeglądowa

**Key words:** topoclimatic mapping, mapping methods, raster, GIS, general scale

**WPROWADZENIE**

Klimat to jeden z podstawowych składników środowiska geograficznego. Rozpoznanie warunków klimatycznych w skali regionalnej jest dość dobre, jednak w skali lokalnej warunki klimatyczne (topoklimatyczne) nie są poznane w stopniu dostatecznym. Istotnym problemem polskiej klimatologii jest brak mapy, która pokazywałaby rozkład warunków topoklimatycznych w skali przeglądowej. Problem ten dotyczy nie tylko Polski, gdyż mapę taką wykonano tylko w nielicznych krajach (Błażejczyk 2001). Głównym problemem przy tworzeniu opracowań tego typu jest konieczność znalezienia sposobu przedstawienia

na dwuwymiarowej płaszczyźnie mapy, czterowymiarowej rzeczywistości klimatycznej, w której czwartym wymiarem jest czas, bowiem warunki klimatyczne ulegają zmianie nie tylko w przestrzeni, ale i w czasie, tak w skali doby, jak i roku.

Charakterystyki lokalnych warunków klimatycznych można dokonać, wykorzystując w tym celu techniki Systemu Informacji Geograficznej (GIS). Są one szansą na zobiektywizowanie i ujednoczenie wykonywanych analiz przestrzennych, a syntetyczna mapa topoklimatyczna wykonana z ich wykorzystaniem może być podstawą tworzenia map aplikacyjnych i bonitacyjnych dla szerokiego grona odbiorców.

Celem niniejszego opracowania jest przybliżenie metody sporządzania map topoklimatycznych autorstwa Błażejczyka (2001), która może być wykorzystana do opracowania przeglądowej mapy topoklimatycznej Polski. W tekście zostaną przedstawione również pewne modyfikacje dotyczące źródeł i sposobu zapisu danych, które pojawiły się w toku prac nad mapą obszaru modelowego.

#### PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA PRZEGLĄDOWEJ MAPY TOPOKLIMATYCZNEJ

Kartowanie topoklimatyczne oparte na koncepcji Błażejczyka (2001) wymaga zastosowania aplikacji GIS, umożliwiającej zapis danych w formacie rastrowym. Taki zapis danych wykorzystuje siatkę pól podstawowych, związaną z geograficznym układem odniesienia poprzez punkty kontrolne na materiale źródłowym (np. siatkę kartograficzną, kilometrową). Jako pola podstawowe stosuje się najczęściej kwadraty. Podobnie jest w przypadku niniejszego opracowania, do którego wykorzystano program ArcMap w wersji 9.3. Zastosowanie pól podstawowych o kształcie kwadratów daje łatwość archiwizacji danych o środowisku oraz zapewnia prostotę ich przetwarzania.

Autor metody na podstawie swoich badań zaproponował wykonanie mapy, przyjmując za pole podstawowe obszar o rozmiarach 1 km x 1 km. Użyty wcześniej raster wielkości 3 km x 3 km (Krawczyk, Błażejczyk 1999) okazał się zbyt mało dokładny do ukazania rzeczywistego obrazu zróżnicowania warunków topoklimatycznych na badanym obszarze. Przeglądowe mapy fizycznogeograficzne były wykonywane w większości w skalach 1:300 000 lub 1:500 000, jednak skale te są zbyt ogólne przy rozpatrywaniu zagadnień klimatu lokalnego. Jako podstawę wydzielania pól Błażejczyk (2001) proponował siatkę kilometrową mapy topograficznej Polski w skali 1:200 000, jednak w opracowaniu pola podstawowe wydzielono na podstawie siatki kilometrowej mapy topograficznej Polski w skali 1:100 000 oraz zwiększono rozdzielczość obrazu kartograficznego przez zmniejszenie pola podstawowego do rozmiarów 0,25 km x 0,25 km,

co było możliwe dzięki przejściu z manualnego na całkowicie automatyczny sposób kodowania danych w poszczególnych rastrach.

### METODA OPRACOWANIA SYNTETYCZNEJ MAPY TOPOKLIMATYCZNEJ

W zastosowanej metodzie podstawą kartowania topoklimatów, podobnie jak w metodach tradycyjnych, jest równanie bilansu cieplnego. W przypadku każdego pola zapisuje się w postaci cyfrowej informacji o podstawowych cechach środowiska naturalnego, które wpływają na klimat lokalny. Informacje zgromadzone są w trzech warstwach tematycznych: rzeźby terenu, pokrycia i użytkowania terenu oraz wilgotności podłoża. Warstwa rzeźby terenu uwzględnia następujące wydzielenia: wyniesione równiny, dna dolin, pojedyncze pagóry i szczyty, grzbiety, zbocza o ekspozycji południowej, zbocza o ekspozycji północnej oraz zbocza o ekspozycji wschodniej i zachodniej – potraktowane razem. Warstwa pokrycia i użytkowania terenu obejmuje: lasy, pola i nieużytki, łąki, sady, obszary komunikacyjne, wsie, obszary miejskie i przemysłowe oraz jeziora. W warstwie wilgotności podłoża wydzielono jej trzy klasy: obszary suche, obszary wilgotne oraz obszary podmokłe i wody. Przedstawione wydzielenia wydają się być wystarczające do opracowania mapy topoklimatycznej Polski w skali przeglądowej, w razie jednak potrzeby liczba klas w poszczególnych warstwach może zostać zmodyfikowana.

Zastosowana metoda kartowania w jej pierwotnej wersji wymagała manualnego odczytywania danych z mapy topograficznej. W pierwszym etapie mapę papierową należało przygotować do digitalizacji przez wrysowanie siatki kwadratów o zadanym boku poprzez zagęszczenie istniejącej siatki kilometrowej. Dalej należało ręcznie kodować dane geograficzne zawarte wewnątrz pól podstawowych przez przypisanie polu konkretnej cechy, gdy zajmowała ona więcej niż 1/2 obszaru tego pola. Tą metodą opracowano mapy topoklimatyczne na podstawie jednego arkusza mapy topograficznej Polski w skali 1:100 000 (raster 0,5 km x 0,5 km). Zadanie to nie jest trudne, wymaga jednak poświęcenia mu pewnego czasu. Uznano, że na potrzeby kartowania topoklimatycznego obszaru całej Polski należy zautomatyzować proces kodowania danych w poszczególnych polach podstawowych i znaleźć takie źródła danych dla poszczególnych warstw tematycznych, które swoim zasięgiem będą obejmowały obszar całego kraju.

Pośród dostępnych danych najodpowiedniejszym ich źródłem do uzyskania warstwy rzeźby terenu wydał się być cyfrowy model terenu DTED poziomu 2. Model ten stanowi standard wymiany danych wysokościowych w państwach NATO. Opracowany został przez wektoryzację wojskowych map

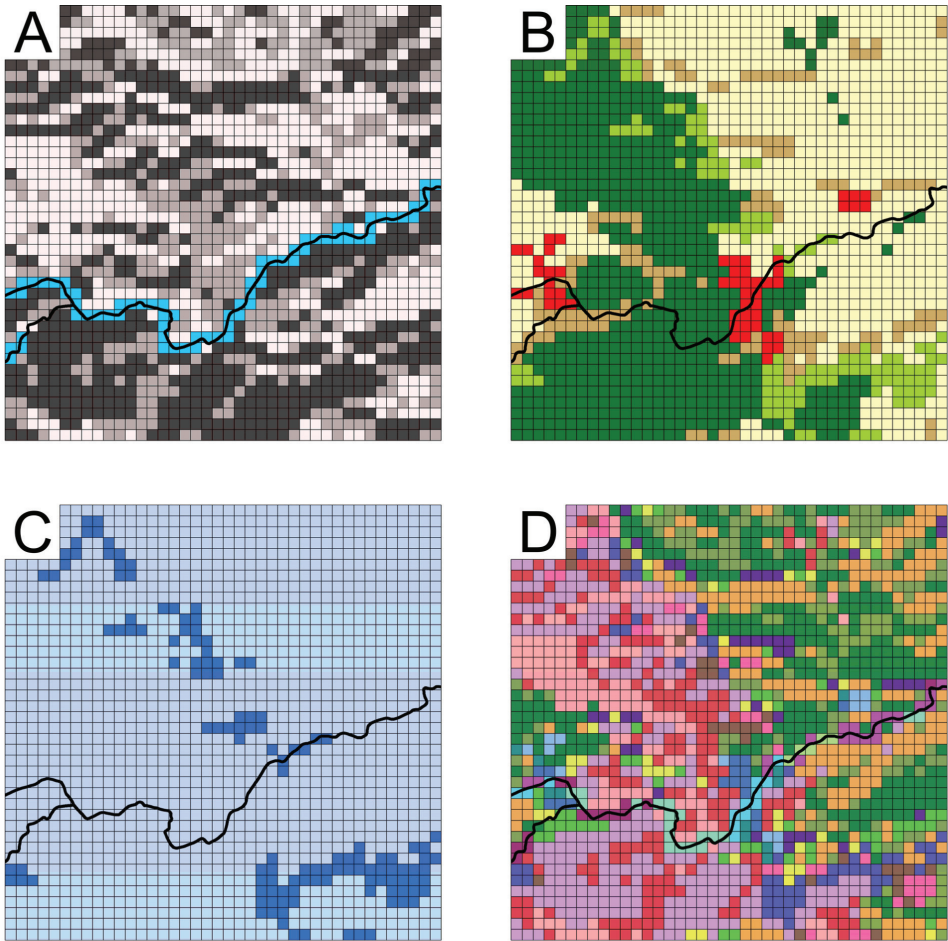
topograficznych. Rozdzielczość pozioma danych w formacie DTED 2 odpowiada w terenie jednej sekundzie łuku, czyli ok. 25–30 m. Rozdzielczość pionowa tych danych wynosi 1 m. Szczegółowość i dokładność modelu w przybliżeniu odpowiada cięciu warstwicowemu na mapach w skali 1:50 000.

Warstwę pokrycia i użytkowania terenu uzyskano przy wykorzystaniu danych CORINE Land Cover (CLC) 2006. Dane te są elementem systemu informacji na temat środowiska nadzorowanego przez Europejską Agencję Środowiska. CLC to jeden z działów tematycznych, obejmujący gromadzenie informacji dotyczących form pokrycia terenu. Głównym źródłem informacji są zdjęcia satelitarne pochodzące z satelity Landsat 5 (rozdzielczość pozioma około 30 m), które są interpretowane z pomocą zdjęć lotniczych i map topograficznych danego obszaru. Klasy pokrycia terenu wyróżnianie w CLC są zorganizowane hierarchicznie w trzech poziomach. Na najniższym poziomie wyróżniono 44 klasy, spośród których w Polsce występuje 31.

Na obecnym etapie nie udało się uzyskać danych, które w sposób bezpośredni mówiłyby o stopniu wilgotności podłoża i jednocześnie swym zasięgiem obejmowałyby obszar całej Polski. W chwili obecnej warstwę wilgotności podłoża obszaru modelowego uzyskano drogą pośrednią przez interpretację mapy topograficznej i reklasyfikację (przypisanie nowej wartości) warstwy pokrycia i użytkowania terenu.

Uzyskane warstwy tematyczne (ryc. 1) pozwalają na opracowanie map względnych wartości promieniowania słonecznego ( $K$ ), temperatury powietrza ( $T_a$ ), prędkości wiatru ( $v$ ) oraz mapy zmian współczynnika albedo ( $z_a$ ) obrazujących odchylenia podstawowych elementów klimatu w stosunku do warunków standardowych (właściwych lokalnej stacji meteorologicznej). Mapy takie używamy przez zastosowanie odpowiednich procedur reklasyfikacyjnych programu ArcMap oddzielnie dla każdej warstwy danych o środowisku. Do wykonania tej procedury stosujemy uśrednione wartości współczynników zmian, które zostały wyznaczone na podstawie wyników badań terenowych prowadzonych w Zakładzie Klimatologii IGI-PZ PAN (Błażejczyk 2001). Wartości współczynników obliczono jako stosunek wartości poszczególnych elementów meteorologicznych mierzonych podczas pogody typu radiacyjnego, w danym rodzaju środowiska, do analogicznych wartości uzyskiwanych w warunkach standardowych. Nałożenie map względnych wartości poszczególnych elementów meteorologicznych, odnoszących się do różnych składników środowiska geograficznego, pozwala uzyskać wynikowe mapy, prezentujące podstawowe informacje topoklimatyczne.

Istotną jakościową charakterystyką warunków topoklimatycznych jest możliwość występowania specyficznych cech badanego terenu. Zaliczamy do nich: przygruntowe inwersje temperatury powietrza, mgły radiacyjne, zanieczyszczenia powietrza, ciepło antropogeniczne oraz zawartość w powietrzu fitoncydów



Obszar mapy obejmuje powierzchnię 100km<sup>2</sup>. Jedno pole odpowiada obszarowi 62500m<sup>2</sup> w terenie.

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <p><b>A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> dna dolin / valleys</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: white; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> zbocza S / S slopes</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: black; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> zbocza N / N slopes</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> zbocza E (W) / E (W) slopes</li> </ul> <p><b>B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> lasy / forests</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> pola i nieużytki / rural areas</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> łąki / meadows</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: tan; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> wsie / villages</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> tereny zurbanizowane / urbanised areas</li> </ul> <p><b>C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> suche / dry</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> wilgotne / wet</li> </ul> | <p><b>D</b></p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> A.1.2<sub>-0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> A.1.2<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> B.1.2<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: teal; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> C.1.2<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> C.1.2<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> D.2.3<sub>-0.0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> D.2.3<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: olive; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> E.2.3<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> F.2.3<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: brown; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> F.2.3<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.1.1<sub>-1.1.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.1.1<sub>-1.1.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.3.2<sub>-0.0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkpurple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.3.2<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> H.1.1<sub>-1.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> H.3.2<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.1.1<sub>-1.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: cyan; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.1.1<sub>-1.1.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.3.2<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.3.2<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> </ul> </td> </tr> </table> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> A.1.2<sub>-0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> A.1.2<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> B.1.2<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: teal; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> C.1.2<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> C.1.2<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> D.2.3<sub>-0.0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> D.2.3<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: olive; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> E.2.3<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> F.2.3<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: brown; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> F.2.3<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.1.1<sub>-1.1.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.1.1<sub>-1.1.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.3.2<sub>-0.0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkpurple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.3.2<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> H.1.1<sub>-1.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> H.3.2<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.1.1<sub>-1.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: cyan; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.1.1<sub>-1.1.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.3.2<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.3.2<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> A.1.2<sub>-0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> A.1.2<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> B.1.2<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: teal; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> C.1.2<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> C.1.2<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> D.2.3<sub>-0.0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> D.2.3<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: olive; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> E.2.3<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> F.2.3<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: brown; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> F.2.3<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.1.1<sub>-1.1.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.1.1<sub>-1.1.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.3.2<sub>-0.0.0.0.1.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: darkpurple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> G.3.2<sub>-0.0.1.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: purple; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> H.1.1<sub>-1.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> H.3.2<sub>-0.0.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.1.1<sub>-1.1.0.0.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: cyan; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.1.1<sub>-1.1.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.3.2<sub>-0.0.1.1.0.</sub></li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: pink; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> I.3.2<sub>-0.1.0.0.0.</sub></li> </ul>  |   |  |

**Ryc. 1.** Warstwa rzeźby terenu (A), pokrycia i użytkowania terenu (B) i wilgotności podłoża (C) oraz syntetyczna mapa topoklimatyczna (D) okolic Polanicy-Zdroju (objaśnienia w tekście)

**Fig. 1.** Relief (A), land use (B), and ground moisture (C) layers as well as a synthetic topoclimatic map (D) for Polanica-Zdrój region (explanations in text)

(lotnych substancji o działaniu bakteriobójczym). Ich obecność wiąże się ze ściśle określonymi elementami środowiska geograficznego. Reklasyfikacja warstw tematycznych pozwala uzyskać mapy rozkładu tych właściwości klimatu lokalnego.

Przekształcenie w programie ArcMap uzyskanych wcześniej map względnych wartości poszczególnych elementów meteorologicznych oraz map rozkładu specyficznych cech terenu prowadzi do otrzymania syntetycznej mapy topoklimatycznej. Rolą syntetycznej mapy topoklimatycznej jest pokazanie zasięgu odmiennych jednostek topoklimatycznych (jednostki typologiczne) i wskazanie obszarów jednorodnych (Paszyński 2001). Mapa taka tworzona przy użyciu technik cyfrowych powinna zawierać te same informacje, co analogiczna mapa wykonywana metodami tradycyjnymi.

Zaproponowana przez Błażejczyka (2001) typologia topoklimatów jest trójstopniowa i składa się z podziału na grupy, typy i klasy topoklimatu. Grupy topoklimatu zostały wydzielone na podstawie względnych wartości promieniowania całkowitego oraz względnych wartości albedo. Zestawienie grup topoklimatów przedstawiono w tabeli 1. W stosunku do wersji pierwotnej rozszerzono je o 3 grupy topoklimatów związane ze zmniejszonymi wartościami promieniowania odbitego od podłoża, których nie przewidywała pierwotna wersja klasyfikacji, a które okazały się niezbędne do prawidłowego przedstawienia warunków topoklimatycznych na obszarze modelowym (obszar o powierzchni 25 km<sup>2</sup> w rejonie Polanicy-Zdroju). W każdej z grup topoklimatów można wydzielić ich typy, uwzględniając przy tym lokalne stosunki termiczne i anemologiczne. Wyróżnia się 9 typów topoklimatu (tab. 1). Ostatni stopień klasyfikacji – klasy topoklimatu, wskazuje na przeciętne lub zwiększone predyspozycje do występowania na badanym obszarze specyficznych właściwości klimatu lokalnego. Ich występowanie (1) lub brak (0) oznacza się specjalnym zapisem cyfrowym dla każdego z pól podstawowych. Koduje się je w kolejności: inwersje temperatury powietrza, mgły radiacyjne, zanieczyszczenia powietrza, ciepło antropogeniczne, fitoncydy. Symbol klasy topoklimatu można umieścić w indeksie dolnym symbolu oznaczającego grupę i typ danego topoklimatu tak, że pełny zapis symboliczny składa się z trzech znaków głównych (grupa topoklimatu, typ topoklimatu) i pięciu znaków dodatkowych (klasa topoklimatu). Np. „C.1.2.<sub>0.0.1.1.0.</sub>” będzie oznaczało grupę C (o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonych wartościach promieniowania odbitego), typ 1.2. (chłodny i umiarkowanie wietrzny), w którym występują zanieczyszczenia powietrza i ciepło antropogeniczne.

Zawarte na syntetycznej mapie topoklimatycznej (ryc. 1) szczegółowe informacje o niektórych składnikach bilansu radiacyjnego oraz o głównych elementach meteorologicznych i specyficznych, lokalnych właściwościach klimatu mogą posłużyć do wykonania map aplikacyjnych. Mogą one przedstawiać przy-

datność warunków klimatycznych dla różnych dziedzin działalności człowieka, głównie dla celów gospodarczych, ale też dla rekreacji czy oceny warunków bioklimatycznych. Syntetyczną mapę topoklimatyczną można wykorzystać również do tworzenia map prognostycznych, których celem będzie przedstawienie spodziewanych zmian lokalnych warunków klimatycznych w wyniku działań prowadzonych przez człowieka. Mapy te mogą wskazywać również możliwości przekształcenia i polepszenia istniejących warunków przez celowe modyfikacje właściwości podłoża atmosfery.

**Tabela 1.** Grupy topoklimatów zdefiniowane na podstawie warunków radiacyjnych oraz typy topoklimatu zdefiniowane na podstawie lokalnych stosunków termicznych i anemologicznych

**Table 1.** Groups of topoclimates defined basing on radiative conditions and types of topoclimate defined basing on local thermal and anemological conditions

Grupy topoklimatów					Typy topoklimatu				
		promieniowanie odbite					warunki termiczne		
		1	2	3			1	2	3
							chłodne	umiarkowanie ciepłe	ciepłe
promieniowanie całkowite	1	A	B	C	warunki anemologiczne	1	1.1.	2.1.	3.1.
						zaciszne			
	2	D	E	F		2	1.2.	2.2.	3.2.
						umiarkowanie wietrzne			
	3	G	H	I		3	1.3.	2.3.	3.3.
						wietrzne			

Wartość elementu klimatu: 1 – mniejsza, 2 – porównywalna, 3 – większa niż w warunkach standardowych  
 Value of climate element: 1 – less, 2 – comparable, 3 – more than in standard conditions

## WNIOSKI

Wykorzystanie technik cyfrowych może ułatwić opracowania mapy topoklimatycznej Polski w skali przeglądowej. Zautomatyzowanie zapisu danych o środowisku znacznie skraca czas potrzebny do uzyskania syntetycznej mapy topoklimatycznej oraz zmniejsza nakład pracy konieczny do jej opracowania. Potencjalna przydatność przeglądowej mapy topoklimatycznej nie ulega wątpliwości. Tego rodzaju mapa mogłaby, obok map innych składników środowiska geograficznego, uzyskać w przyszłości istotne znacznie praktyczne.

## Literatura

- Błażejczyk K., 2001, *Koncepcja przeglądowej mapy topoklimatycznej Polski*. [w:] M. Kuchcik (red.), *Współczesne badania topoklimatyczne*, Dok. Geogr., IGiPZ PAN, 23, 131–142.
- Krawczyk B., Błażejczyk K., 1999, *Klimatyczna i bioklimatyczna charakterystyka Polski północno-wschodniej*. Zeszyty IGiPZ PAN, 58.
- Paszyński J., 2001, *Wydzielanie i kartowanie topoklimatów na podstawie wymiany energii między atmosferą a podłożem*. [w:] M. Kuchcik (red.), *Współczesne badania topoklimatyczne*, Dok. Geogr., IGiPZ PAN, 23, 163–170.