

MODELOWANIA DANYCH KLIMATYCZNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM CZYNNIKÓW TOPOGRAFICZNYCH

MODELING OF CLIMATIC DATA TAKING INTO ACCOUNT TOPOGRAPHIC CONDITIONS

Joanna Bac-Bronowicz

Laboratorium GIS, Katedra Geodezji i Fotogrametrii, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Słowa kluczowe: GIS, klimat, TEMKART, Dolny Śląsk
Keywords: GIS, climate TEMKART, Lower Silesia

Wprowadzenie

Artykuł został napisany na podstawie raportu końcowego z projektu badawczego KBN¹, zakończonego w 2004 r. Projekt obejmował studium rozkładu przestrzennego elementów klimatu dla potrzeb systemu informacji przestrzennej oraz propozycję sposobu modelowania kartograficznego prowadzącego do uzyskania informacji ciągłej na podstawie danych określonych w punktach. Przeprowadzono ocenę jakości danych i podjęto próbę oceny ryzyka użycia informacji powstałej na podstawie tych danych.

Różnego typu elementy systemów informacji geograficznej mogą być podstawą aktualizacji rozkładu przestrzennego wybranych elementów klimatu, umożliwiając tym samym wiarygodne zasilanie elementami klimatycznymi systemów informacji geograficznej. Umożliwia to rozszerzenie zakresu informacji.

Realizacja projektu wymagała opracowania metody przenoszenia informacji uzyskanych na podstawie standardowych danych ze stacji meteorologicznych do pól podstawowych na terenie Dolnego Śląska (Bac-Bronowicz, 2001a). Polu podstawowemu o wymiarach około 1 km x 1 km przypisana została, z określonym prawdopodobieństwem, wartość elementu klimatu lub jego pochodna (np. ryzyko wystąpienia wartości ekstremalnych temperatury lub opadu).

Zmienność warunków klimatycznych między stacjami meteorologicznymi ma charakter bardzo złożony (Bac, 1977; Bihari, 2000; Ustrnul, Czekerda, 2003; Bac-Bronowicz, Dancewicz, 2005). Duży wpływ na rozkład elementów klimatu mają tzw. czynniki topograficzne, czyli szereg cech, które w sposób znaczący decydują również o przebiegu granic jednostek fizycznogeograficznych (Kondracki, 2000). Niektóre z czynników topograficznych zostały

¹Projekt KBN Nr 88 T12E 042 21.

uwzględnione przy modelowaniu przebiegu granic regionów o podobnych parametrach klimatu, co z przyrodniczego punktu widzenia, podniosło wiarygodność otrzymanych wyników (Bac-Bronowicz, 2001b, c).

Wielkości wydzielonych jednostek oraz gęstość sieci pomiaru elementów klimatu determinuje skalę dokładności opracowanych na ich podstawie regionów klimatycznych. W proponowanym rozwiązaniu granice regionów klimatycznych, uwzględniające wpływ elementów znaczących w regionalizacji fizycznogeograficznej, stanowią pierwszy rodzaj wydzieleni rozbudowany następnie o uwarunkowania uwzględniające pokrycie (użytkowanie) terenu.

Przyjęte pola podstawowe w systemie TEMKART zostały zagregowane w odpowiednio większe obiekty powierzchniowe na podstawie ich przynależności do odpowiednich regionów klimatycznych. Obszary te mają podobne uwarunkowania klimatyczne, morfologiczne oraz pokrycie (użytkowanie) terenu. Może to być podstawą do określania rozkładów innych zjawisk zależnych od warunków przyrodniczych, m.in. takich jak rozprzestrzenianie się różnego rodzaju zanieczyszczeń i erozja gleb, których wartości również pomierzono w punktach. Zaproponowany szczegółowy sposób klasyfikacji może posłużyć do analizy i oceny przydatności terenów ze względu na wielorakie cele, a także do prognozowania skutków podejmowanych decyzji i optymalizacji rozwiązań. Opracowane rozwiązania metodyczne można zastosować dla innych niż klimatyczne zjawisk i procesów występujących na większości obszarów Polski. Możliwość interaktywnego wyboru punktów wyznaczających dane zjawisko, w zależności od potrzeb użytkownika, zwiększa wiarygodność uzyskanych rozkładów przestrzennych modelowanych danych i uzyskanych z nich informacji.

Krytyczna ocena materiałów źródłowych dotyczących położenia stacji meteorologicznych oraz pomiaru opadu atmosferycznego

Klimat nie doczekał się jeszcze w Polsce opracowania systemu informacji przestrzennej na poziomie topoklimatu, ze względu na dużą zmienność przestrzenną oraz trudną do interpretacji wyjściową informację punktową. Przy budowie modelu rozkładu przestrzennego podstawowych elementów klimatycznych należy uwzględnić ich zależność od rzeźby terenu i wysokości n.p.m., które w powiązaniu z warunkami wietrznymi kształtują rozkład opadu i temperatur. Polska sieć stacji pomiarowych nie reprezentuje większości jednostek wyodrębnionych ze względu na warunki topoklimatyczne i dlatego powszechnie stosowane funkcje interpolacyjne nie zawsze spełniają oczekiwania praktycznie użytecznego modelowania klimatycznego (Bac-Bronowicz, 2003a). Wiarygodność wartości parametru klimatycznego dla danego terenu uzależniona jest także od przyjęcia odpowiednio długich okresów pomiarowych. Należy również uwzględnić zmiany lokalizacji stacji i porównywalność różnych przedziałów czasowych.

W projekcie wykorzystano materiały dotyczące opadu atmosferycznego opublikowane w Rocznikach IMGW. Na ich podstawie opracowano spis punktów pomiarowych, w których od 1881 roku prowadzono pomiary na Dolnym Śląsku. Przeprowadzono wstępną weryfikację materiałów, sprawdzając zgodność między nazwami posterunków i współrzędnymi geograficznymi, określającymi ich położenie a nazwami miejscowości. Do przeprowa-

dzenia szczegółowej weryfikacji położenia i wysokości punktów pomiarowych uzyskanych z roczników IMGW wykorzystano cywilną mapę topograficzną w skali 1:50 000 oraz numeryczny model terenu (NMT) w tej samej skali pozyskany z Zarządu Geografii Wojskowej. Lokalizację porównano z odczytaną z mapy, a ta z kolei została uściślona w terenie przez obserwatorów IMGW. Wysokość porównano z odczytanymi na napię i z NMT. Różnice wysokości pomiędzy wartościami odczytanymi z NMT i Roczników IMGW w około 90% mieściły się w granicach błędów interpolacji warstwic.

Projekt organizacji bazy punktów pomiarowych – pomiaru opadu

Baza danych została zaprojektowana w sposób umożliwiający wieloskalowe (ze względu na skalę topograficzną i tematyczną) i wielofunkcyjne analizy geograficzne zawartych w niej danych (Bac-Bronowicz, 2003b,c). Opracowano interaktywną stronę internetową umożliwiającą uzyskanie informacji o lokalizacji stacji oraz pomiarach opadu atmosferycznego w sieci IMGW na Dolnym Śląsku w latach 1889–1981. Dane do 1981 roku były dostępne w dziale „Opady atmosferyczne” Roczników IMGW. Za udostępnianie danych z późniejszych okresów, gromadzonych w bazach danych, IMGW pobiera wysokie opłaty. Lokalizacja niewielu stacji po 1981 roku została zmieniona, więc pod względem położenia stacji system jest nadal aktualny. Na własne potrzeby, w miarę posiadanych informacji, użytkownik może bazę uzupełniać. Stworzony system informacji o lokalizacji i okresach pomiarowych pozwala na interaktywny wybór miejsca, okresu i rodzaju charakterystyki pomiaru. W bazie umieszczone zostały następujące informacje o wykonywanych w kolejnych latach pomiarach (Bac-Bronowicz, Cieśliński, 2004):

- miesięczne i roczne sumy opadu oraz maksymalne wartości dobowe w mm;
- wysokości dobowe opadu w mm;
- liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm, ≥ 1 mm, ≥ 10 mm;
- maksymalna grubość pokrywy śnieżnej, liczba dni z pokrywą oraz długość okresu bez pokrywy;
- ulewy i deszcze nawalne;
- liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm w postaci śniegu i lodu; liczba dni z burzą;
- równoważniki wodne śniegu;
- wyniki pomiarów wysokości opadu dokonane za pomocą totalizatora.

System dostępny jest w witrynie Laboratorium GIS AR we Wrocławiu www:gislab.ar.wroc.pl, na stronie domowej kierownika projektu (KONTAKT → kontakt z poszczególnymi pracownikami → dr inż. Joanna Bac-Bronowicz → strona www) (rys. 3).

W bazie dostępnej w Katedrze Geodezji i Fotogrametrii AR we Wrocławiu, wprowadzono dodatkowo następujące dane klimatyczne: średnie wartości sum opadu z maja i czerwca, lipca i sierpnia z okresu 1881–1930 i 1971–2000 oraz sumy opadu miesięcznego marca z okresu 1971–2003. Wymienione okresy są szczególnie ważne dla rolnictwa ze względu na potrzeby poszczególnych roślin uprawowych. Część danych w strefie przygranicznej zostanie opracowana we współpracy z czeskimi meteorologami z Ostrawy.

Pola podstawowe powierzchniowej wielofunkcyjnej bazy danych

System powierzchniowej wielofunkcyjnej bazy danych oparto na systemie geometrycznych pól odniesienia TEMKART, który pokrywa równomierną siatką cały obszar Polski. Jako pola podstawowe przyjęto oczka siatki – trapezy krzywoliniowe o powierzchni 1 km². W ramach prac przygotowawczych w projekcie zostały obliczone współrzędne węzłów siatki TEMKART w obowiązujących w Polsce układach współrzędnych: „1942”, „1965”, „1992” i „2000”.

Obliczenia wykonano programem MapInfo przeliczając współrzędne geograficzne około 28 000 punktów na elipsoidzie GRS-80 na współrzędne geograficzne na elipsoidzie Krasowskiego 42. Następnie odpowiednio z elipsoidy GRS-80 przeliczono współrzędne do układów „1992” i „2000/15, 2000/18” oraz z elipsoidy Krasowskiego 42 do układów „1965/4” i „1942/15(6).”

Obliczenia współrzędnych punktów siatki TEMKART wykonano także programem TRANS-POL (Wytyczne Techniczne G-1.10 „Formuły odwzorowawcze i Parametry Układów Współrzędnych”). Obliczenia wykonano według następującego schematu: współrzędne geograficzne na elipsoidzie GRS-80 przeliczono na współrzędne $(XYZ)_G$ na elipsoidzie GRS-80, a te na współrzędne $(XYZ)_K$ na elipsoidzie Krasowskiego 42, a następnie odpowiednio z układu $(XYZ)_G$ na elipsoidzie GRS-80 przeliczono współrzędne do układów „1992” i „2000/15, 2000/18” oraz z układu $(XYZ)_K$ elipsoidy Krasowskiego 42 do układów „1965/4” i „1942/15(6).

Uzyskane wyniki, tj. różnice policzonych dwoma programami współrzędnych mieszczą się w granicach błędów dla tej skali opracowania.

Warstwy tematyczne powierzchniowej wielofunkcyjnej bazy danych na obszarze Dolnego Śląska

Jednostką odniesienia atrybutów w opracowanej bazie jest pole podstawowe. Dla każdego pola podstawowego wprowadzono jakościowe i ilościowe czynniki topograficzne, nazywane w tym opracowaniu wyznacznikami topograficznymi, mające wpływ na przestrzenny rozkład zjawisk przyrodniczych: szerokość geograficzna oraz ukształtowanie i pokrycie terenu. W literaturze uznano ukształtowanie i pokrycie terenu za czynnik mający wpływ na rozkład opadu, a oba wymienione wcześniej czynniki jako odpowiedzialne za rozkład temperatur. Wielokrotnie w literaturze został określony wpływ tych czynników na rozkład zjawisk klimatycznych, ale nie na tyle dokładnie, aby mogło to być podstawą wyznaczania parametrów klimatu dla dowolnego punktu powierzchni Ziemi.

Do bazy danych wprowadzono dla każdego pola podstawowego następujące warstwy tematyczne:

- przynależność pola podstawowego do jednostki fizycznogeograficznej: mikroregionu, makroregionu, podprovincji i prowincji,
- parametry z zakresu morfometrii terenu
 - wysokości średnie
 - średnie spadki terenu
 - kierunki nachylenia
- sposoby użytkowania Ziemi na trzech poziomach uogólnienia (według klasyfikacji CORINE Land Cover).

Przynależności pól podstawowych do jednostki fizycznogeograficznej: mikroregionu, makroregionu, podprovincji i prowincji

Ważnym elementem budowy systemu informacji przestrzennej dla klimatu jest dobór jednostki odniesienia dostosowany do potrzeb oraz szczegółowości i dokładności skali opracowania. Z przyrodniczego punktu widzenia przyjęcie jako jednostki podstawowej regionów fizycznogeograficznych (z granicami wynikającymi z ukształtowania i morfologii terenu) podnosi prawdopodobieństwo prawidłowego określenia rozkładu zjawisk klimatycznych. Jednostki te są podobne pod względem rzeźby terenu, nachylenia, wystawy, wysokości bezwzględnej, budowy geomorfologicznej itd. Na ich podstawie można wyróżnić bariery morfologiczne, które są podstawowym czynnikiem rozkładu cech klimatycznych. Taki sposób modelowania czynników klimatu na podstawie danych punktowych może być w konsekwencji źródłem bardziej wiarygodnej informacji niż ta, której wartość interpolowane są w geometrycznych, regularnych polach podstawowych typu GRID czy TIN, na podstawie z góry założonego modelu rozkładu wartości dla całej powierzchni. Do bazy opartej na systemie TEMKART zostały wprowadzone dane o przynależności pól odniesień do jednostek fizycznogeograficznych (rys. 4).

Celem określenia przynależności pól podstawowych do jednostek fizycznogeograficznych utworzono 4 zbiory zwektoryzowanych granic tych jednostek. Wektoryzacji granic dokonano na mapie „Jednostek fizycznogeograficznych” opracowanej przez J. Kondrackiego i W. Walczaka zamieszczonej w Atlasie Śląska Dolnego i Opolskiego. Granice zostały zweryfikowane na podstawie bazy jednostek fizycznogeograficznych opracowanej przez J. Kondrackiego i A. Rychlinga w IUNG w Puławach, obejmującej zasięgi mikroregionów, makroregionów, podprovincji i prowincji.

Parametry z zakresu morfometrii terenu

Opracowano koncepcję zasilania bazy danymi o morfometrii terenu i wybrano, ilościowe i jakościowe, charakterystyki rzeźby terenu.

Wysokości średnie. Stworzono bazę średnich wysokości, wysokości maksymalnych i minimalnych w polach podstawowych. Dane zostały opracowane na podstawie numerycznego modelu terenu. Opracowana w ten sposób baza może być podstawą do przeprowadzania różnego rodzaju analiz geograficznych zjawisk związanych lub zależnych od położenia geograficznego i wysokości nad poziomem morza (rys. 5).

Średnie spadki terenu. Uzupełnieniem informacji o rzeźbie terenu jest wprowadzenie danych związanych ze średnim spadkiem terenu w polu podstawowym. Spadki terenu (jako pochodne numerycznego modelu terenu) zostały zagregowane w pięciu klasach określonych w stopniach, dla których liczba pól podstawowych wynosi odpowiednio:

klasa 1:	$\leq 3^{\circ}$	12 303 pola,
klasa 2:	$3-6^{\circ}$	3603 pola,
klasa 3:	$6-10^{\circ}$	1707 pól,
klasa 4:	$10-15^{\circ}$	1318 pól,
klasa 5:	$>15^{\circ}$	1569 pól.

38 pól brzegowych na granicy opracowania nie posiada informacji o spadku, gdyż nie można ich wygenerować z NMT, którego zakres powierzchniowy kończy się na granicy Polski.

Kierunki nachylenia. Do bazy wprowadzono średnie kierunki nachylenia w polach podstawowych w podziale horyzontu na osiem kierunków według róży wiatrów.

Sposoby użytkowania ziemi według klasyfikacji CORINE Land Cover

Baza danych dla pól podstawowych została uzupełniona o dane opisujące użytkowanie ziemi. Danymi źródłowymi dla atrybutów związanych ze strukturą użytkowania ziemi były „Wydzielenia użytkowania ziemi dla potrzeb projektu CORINE Land Cover” opracowane przez Instytut Geodezji i Kartografii w Warszawie na poziomie trzecim, czyli najbardziej szczegółowym poziomie klasyfikacyjnym. Informacja o użytkowaniu ziemi została zakodowana tak, że konstrukcja trzycyfrowego kodu umożliwia jej agregowanie i reklasyfikację. Ostateczną kwalifikację wydziałów wykonano po uzgodnieniu z klasyfikacją ewidencji gruntów, na podstawie wydziałów poziomu trzeciego, kierując się komentarzem do definicji poszczególnych wydziałów. Wydziałenia na poziomach dokładności drugim i pierwszym oraz ich analizy są autorskimi opracowaniami dla potrzeb projektu, sporządzonymi na podstawie wydziałów poziomu trzeciego.

Opracowanie zasięgów występowania poszczególnych wydziałów, sklasyfikowanych jako poziom pierwszy, polegało na wyróżnieniu 5 kategorii użytkowania ziemi. Są to: tereny zantropogenizowane; tereny rolne; lasy i ekosystemy seminaturalne; strefy podmokłe; tereny wodne. Na obszarze województwa dolnośląskiego poszczególne kategorie wydziałonych użytków poziomu pierwszego obejmują: tereny zantropogenizowane (1040 obiektów rozmieszczonych na powierzchni 751,369 km²); tereny rolne (380 obiektów na powierzchni 12 982,471 km² – największy obiekt ma powierzchnię 11 910 km²); lasy i ekosystemy seminaturalne (1586 obiektów o powierzchni 5957,383 km²); strefy podmokłe (25 obiektów na powierzchni 27,875 km²); tereny wodne (178 obiektów rozmieszczonych na powierzchni 154,252 km²).

Opracowane bazy danych stwarzają możliwości wielu analiz geograficznych i oceny statystycznej i graficznej struktury przestrzennej zjawisk.

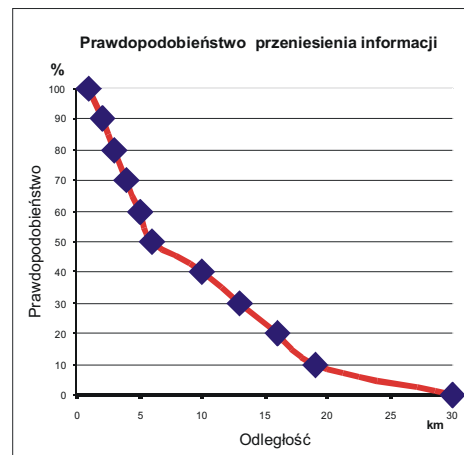
Wyznaczenie typów rozkładów obserwacji w stacjach pomiarowych ze względu na wartości sum opadu w okresach szczególnie ważnych dla rolnictwa

Wiarygodne, skonsultowane z ekspertami z IMGW, wyniki uzyskano wyznaczając zasięg wielowariantowego pola wielkości opadu stosując analizę skupień (rys. 6). Jako cechy opisujące analizowane pole opadów wzięto wielkość opadu w dwunastu okresach pomiarowych (Bac-Bronowicz, Borkowski, 2003). Szczegółowe tabele podziału parametrów i ich wartości znajdują się w cytowanej publikacji. Na podstawie wyróżnionych typów rozkładów zbudowano modele regionów podobnych. Na podstawie analizy skupień, używając standaryzowanych odległości euklidesowej, wydzielono osiem typów rozkładów opadów na Dolnym Śląsku (oznaczone literami od A do H, rys. 6) przyjmując jako cechy wyznaczające: trzy średnie wysokości opadu (w trzech najistotniejszych okresach dla rolnictwa dla trzech okresów pomiarowych) oraz, jako parametr dodatkowy, wysokości stacji nad poziomem morza.

Przypisanie prawdopodobieństw przeniesienia informacji o opadzie otoczeniom punktów pomiarowych

Pierwszy etap – w zależności od odległości od punktu pomiarowego

Każdemu z pól otoczeń stacji przypisano odpowiednie prawdopodobieństwo wystąpienia takich samych sum opadów jak w samym punkcie pomiarowym. Pola, w których znalazła się stacja meteorologiczna, czyli najbliższe otoczenie, uznano za pole z informacją pewną, gdzie prawdopodobieństwo jest równe 1. Wraz z oddalaniem się od punktów pomiarowych prawdopodobieństwo przeniesienia informacji zmniejsza się. Opierając się na praktycznie sprawdzonym, uproszczonym modelu rozkładu prawdopodobieństwa wraz ze wzrostem odległości otoczeń od stacji meteorologicznych przyjęto, że prawdopodobieństwo wystąpienia sum opadów takich jak w punkcie pomiarowym zmienia się według funkcji przedstawionej na rysunku 1. Otoczenia zaliczone z prawdopodobieństwem powyżej 60% przyjęto za wystarczająco wiarygodne, dla pozostałych należy rozpatrywać dodatkowe informacje.



Rys. 1. Rozkład prawdopodobieństwa w zależności od odległości otoczenia od punktu

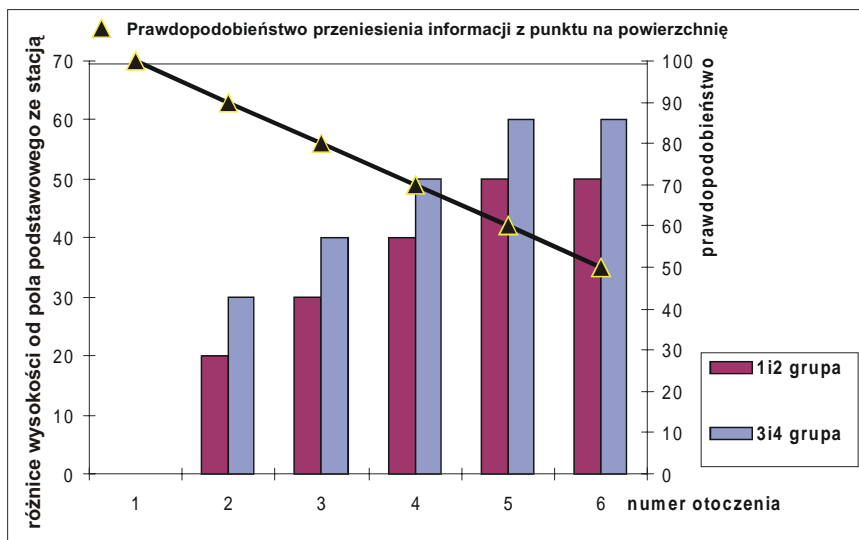
Korekta prawdopodobieństw informacji ze względu na poziom podobieństwa wysokości nad poziomem morza w otoczeniach punktów pomiarowych

Przy określaniu wiarygodności informacji w polach podstawowych otoczenia punktów pomiarowych, prócz odległości od punktu pomiarowego, wzięto pod uwagę podobieństwo wysokości n.p.m. w tych polach. Dla każdego otoczenia przyjęto prawdopodobieństwo wystąpienia wielkości opadu, takiego jak w punkcie pomiarowym, w zależności od różnicy wysokości pomiędzy polem otoczenia i wysokością stacji meteorologicznej (Bac-Bronowicz, 2004b; Bac-Bronowicz, 2005). Przeanalizowano rozkład wysokości stacji n.p.m. i klasy prawdopodobieństwa przenoszenia informacji (tabela i rys. 2). Na podstawie założonych prawdopodobieństw przenoszenia informacji każdemu polu podstawowemu przypisano informację o prawdopodobieństwie przeniesienia wartości parametru opadu z najbliższej stacji pomiarowej.

Dla części pól uzyskano informacje, że nie ma możliwości interpolacji wartości najbliższej. Przy określaniu podobieństwa wysokości zachowano warunek ciągłości. Warunek ten ograniczył zasięg przenoszenia informacji w terenach górskich do 3 km od stacji, dla których wydzielono 2 grupy wysokości. Przy przyjęciu granicznej

Tabela. Podział stacji na klasy w zależności od ich wysokości

Grupa	Wysokość [m]
1	95–202
2	203–407
3	408–550
4	551–900



Rys. 2. Różnice wysokości a prawdopodobieństwo przeniesienia informacji

wartości 400 m n.p.m. określono dopuszczalne różnice wysokości w stosunku do pola zawierającego stację pomiarową.

W tym przykładzie potraktowano równoważnie wpływ odległość i różnic wysokości na zmniejszanie się prawdopodobieństwa przenoszenia informacji. Na rysunku 7 przedstawiono ograniczony zakres przenoszenia informacji (ze względu na przekroczenia dopuszczalnych różnic). W Obniżeniu Podsudeckim granica jednostki fizycznogeograficznej w zasadzie przebiega zgodnie z ograniczeniem założonych różnic wysokości w otoczeniach, co potwierdza przydatność tych jednostek do wyznaczania obszarów przenoszenia informacji przyrodniczej (Bac-Bronowicz, 2005).

Użytkownik, może postępując w ten sam sposób, wprowadzić modyfikację polegającą na nadaniu różnych wag czynnikom towarzyszącym rozkładowi (np. może zmniejszyć wagę prawdopodobieństwa dla podobieństwa związanego z wysokością).

Korekta prawdopodobieństw informacji ze względu na poziom podobieństwa pokrycia/użytkowania terenu w otoczeniach punktów pomiarowych

W różnych studiach dotyczących planowania przestrzennego, na poziomie krajowym i regionalnym, znaczącą rolę odgrywa zróżnicowanie użytkowania terenu. Dla rolnictwa i gospodarki zasobami naturalnymi w modelu rozkładu czynników klimatycznych można uwzględnić pokrycie lub użytkowanie terenu. W określaniu podobieństwa uwarunkowań klimatu często określana jest szorstkość terenu. Parametr ten zależny jest od porcyia - rodzaju roślinności (wysoka, niska) oraz użytkowania (rola, teren zabudowany). W projekcie przeprowadzono próby wyznaczenia terenów wokół stacji pomiarowych o podobnym rodzaju pokrycia lub użytkowaniu. Dane do tych badań określone zostały na podstawie łączonych klas pokrycia z projektu CORINE Land Cover.

Konstrukcja granic regionów podobnych

Wyznaczanie otoczeń stref przenoszenia informacji wykonano w różnych wariantach. Jako priorytetowe wyznaczano otoczenia stacji istniejących obecnie. W miejscach, gdzie informacji nie można przenieść posłużono się danymi historycznymi. W projekcie zaproponowano podniesienie wiarygodności informacji uzyskanych z rozkładu opadu atmosferycznego na podstawie analogii jego rozkładu w okresie 1889–1930. W okresie przedwojennym na terenie Dolnego Śląska funkcjonowało ponad 400 stacji pomiarowych. Obecnie jest około 50 stacji prowadzących pełne i ciągłe pomiary. Na podstawie zbioru dużej liczby danych pomiarowych ze stacji przedwojennych wyznaczono regiony o podobnym rozkładzie średniego opadu w okresach szczególnie ważnych dla rolnictwa. Na tej podstawie wyznaczono granice subregionów. Przyjęto założenie, że jeżeli w okresie historycznym rozkład opadu był podobny w subregionie, a nie zmieniły się warunki naturalne, to w konsekwencji dla całego tego obszaru można przyjąć wartości parametrów opadu zmierzone obecnie w mniejszej liczbie punktów pomiarowych (o ile nadal zachowują podobieństwo rozkładu parametrów). Po wykonaniu analiz oceny istotności informacji parametrów liczbowych, zaproponowano wyróżnienie czterech stref wiarygodności informacji: najbliższe otoczenie stacji (duża wiarygodność – do 70%); dalsze otoczenie i jednostki sąsiednie (średnia wiarygodność 60–30%); analogie klimatyczne (mniejsza wiarygodność – do uznania przez użytkownika); bez informacji. Przekazując do baz informacje o wartości opadu należy do nich dołączyć metadane dotyczące wag wiarygodności. Na ich podstawie użytkownik modelu danych klimatycznych będzie mógł ocenić jego przydatność w dowolnym miejscu terenu. Oceniając model należy mieć przede wszystkim na uwadze jego przeznaczenie.

Dla pól o niejednoznacznym określeniu prawdopodobieństwa przeniesienia informacji opracowano metodę wyboru tej stacji, która zapewnia najwyższy poziom wiarygodności (rys. 8). Algorytm wyboru jest skonstruowany podobnie jak algorytm wyboru przynależności pól podstawowych do jednostek fizycznogeograficznych.

W tym celu utworzono w bazie kolumny do wpisania informacji o kolejności zaliczeń pól podstawowych do otoczeń stacji pomiarowych. Jest to alternatywa w zależności od okresu, którego dotyczą badania, do rozstrzygnięcia przez użytkownika. Na przykład pole na linii Ząbkowice Śląskie – Tarnów (rys. 8) o wysokości 270 m n.p.m. ma wpisaną dodatkową informację o przynależności w okresie 1971–1991: w pierwszej kolejności, z prawdopodobieństwem 90%, do otoczenia Ząbkowic (z powodu bliższej wartości wysokości) i w drugiej kolejności, z 90% prawdopodobieństwem, do otoczenia stacji Tarnów.

Podsumowanie

Zaproponowany sposób przenoszenia informacji może być wykorzystany zarówno do przenoszenia informacji z pomiarów w określonej chwili, średniej dobowej, dekadowej, miesięcznej, jak i ze średnich pomiarów wieloletnich. W opracowaniach na poziomie mezoklimatu do analizy podobieństwa w otoczeniu stacji pomiarowej można także wykorzystać podobieństwo w rodzaju pokrycia terenu, wysokości względnej i bezwzględnej. Pozwoli to na uściślenie wyznaczania wartości prawdopodobieństwa przeniesienia informacji. W obszarach nie zakwalifikowanych do otoczeń stacji można przeprowadzić dalsze postępowanie przyłączające pola znaczone na podstawie podobieństwa w otoczeniu. Poza granicami otoczeń można poszukać analogii klimatycznych, ze względu na wyżej wymienione parametry

wyznaczające otoczenia, i przenieść informacje z regionów o podobnym układzie fizjograficznym. Jest to jednak ryzykowne i parametr opadu tak wyznaczony powinien mieć wyraźne oznaczenie, że jest to jedynie prawdopodobne przeniesienie wartości.

Wyróżnienie stref, dla których z bardzo dużym prawdopodobieństwem określono wartość parametrów przyrodniczych jest szczególnie ważne w badaniach interdyscyplinarnych, w których specjaliści muszą ze sobą ściśle współpracować. Wiarygodne informacje umożliwią efektywną współpracę. Dane o parametrach klimatycznych są częścią baz systemów informacyjnych dotyczących: gospodarki zasobami naturalnymi, śledzenia dotychczasowego przebiegu zjawisk w celu wczesnego ostrzegania przed katastrofami naturalnymi. Konstrukcja map prawdopodobieństwa i wyznaczenie kategorii wiarygodności danych klimatycznych pozwala na wyróżnienie obszarów, dla których wnioski wynikające z rozkładu ich wartości mogą być wątpliwe (np. ryzyko wystąpienia opadów a strategia rozwoju rolnictwa, osłona przeciwpowodziowa itp.). Wydaje się, że lepiej czasami mieć informację o braku danych na niektórych obszarach opracowywanego terenu, niż posłużyć się wyinterpolowaną informacją, daleko odbiegającą od rzeczywistości i na jej podstawie podjąć niewłaściwe decyzje (Zhang J., Goodchild M. 2002. Bac-Bronowicz, 2004c; Kuchar 2004; Konecny, 2004; Bac-Bronowicz, Danczewicz, 2005).

Literatura

- Bac S., 1977: Warunki agrometeorologiczne Dolnego Śląska jako podstawa gospodarki wodnej. Komisja Nauk o Ziemi PAN.
- Bac-Bronowicz J., 2001a: Possibilities of Environmental Data Interpretation in Groundwork with Elementary Geometric Fields; an Example of Precipitation. Proc. 20th ICC nr 386, Pekin.
- Bac-Bronowicz J., 2001b: Możliwość interpretacji danych klimatycznych na podstawie jednostek fizyczno-geograficznych w systemach informacji przestrzennej. *Ann.UMCS, sec.B, LV/LVI*, 4, s. 33-40, Lublin.
- Bac-Bronowicz J., 2001c: Znaczenie wiarygodności danych wieloletnich mierzonych punktowo w modelowaniu zjawisk przyrodniczych na przykładzie opadu. *Geodezja*, t.7 z .2. AGH Kraków.
- Bac-Bronowicz J., 2003a: Określanie wiarygodności informacji uzyskanej z modeli numerycznych rozkładu elementów przyrodniczych na przykładzie opadu atmosferycznego. *Geoinformatica Polonica* nr 5. Polska Akademia Umiejętności, Kraków.
- Bac-Bronowicz J., 2003b: Cartographic presentation of spatiotemporal information related to punctual data as a usable tool for right modelling of continuous features. Mat. XXI ICC, ICA. 2028. Durban.
- Bac-Bronowicz J., 2003c: Possibilities of GIS regional interpretation of precipitation based on various observation measurement periods. *Studia geograficzne 75. Acta Universitas Wratislaviensis*. No 2542. Wrocław.
- Bac-Bronowicz J., Borkowski A., 2003: O możliwościach określenia wielowariantowego pola podstawowego dla wartości opadu atmosferycznego. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*. Vol. 13A. AR we Wrocławiu.
- Bac-Bronowicz J., Cieśliński M., 2004: Reliability of cartographic presentation of spatiotemporal information in Internet related to punctual data consisting of natural elements. Uniwersytet Techniczny, Ostrawa. http://gis.vsb.cz/GISeng1/Publications/GIS_Ova/2004/Referaty/default.htm
- Bac-Bronowicz J., 2004a: Technique for constructing continuous meteorological fields from point measurements using incorporated effects of topography. 10 th EC-GI&GIS Workshop. Warszawa. <http://www1-mu.jrc.it/Workshops/10ec-gis/papers/poster.bac-bronowicz.pdf>
- Bac-Bronowicz J., 2004b: Rola mapy w geoinformacji. *Geoinformatica Polonica* nr 6. Polska Akademia Umiejętności, Kraków.
- Bac-Bronowicz J., Danczewicz A., 2005: The density of precipitation net of urban areas as a base for evaluating the interpretation of spatial differentiation of precipitation with the example of Wrocław agglomeration. Uniwersytet Techniczny, Ostrawa. http://gis.vsb.cz/GISeng1/Publications/GIS_Ova/2005/Referaty/default.htm

- Bac-Bronowicz J., Kuchar L., 2005: Cartographic modelling and its presentation set a trap for reliability. Joint ICA Commissions Seminar. Madryd.
- Bac-Bronowicz J., 2005: Topographic factors as a usable tool for right modelling of continuous features measured in point. Mat. XXII ICC, ICA. A Coruna.
- Bihari Z., 2000: Mapping of climatological elements in Hungary. In: 3rd European Conference on Applied Climatology, Pisa, CD. ISBN 88-900502-0-9.
- Kondracki J., 2000: Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Konecny M., 2004: Quo Vadis Cartography? Yearly Focus 2004/5 GIS, GPS and Mapping. Geoinformatics.
- Ustrnul Z., Czekerda D., 2003: Zróźnicowanie przestrzenne warunków termicznych powietrza Polski z wykorzystaniem GIS. IMGW. Warszawa
- Zhang J., Goodchild M., 2002: Uncertainty in Geographical Information. Research Monographs in GIS. Taylor&Francis Group. New York.

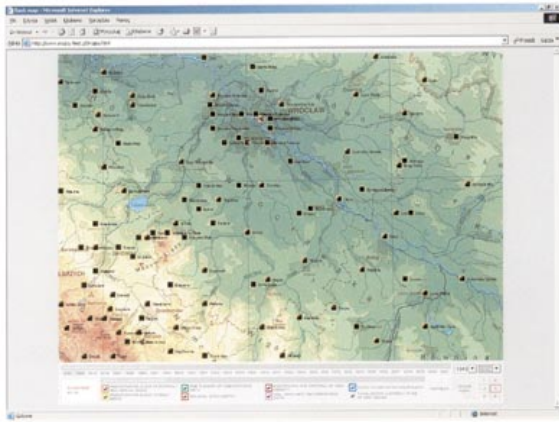
Summary

In models connected with values measured in discrete points, truthfulness, adequacy as well as representativeness of information are very difficult to characterize. It particularly concerns measuring of parameters in the points which spatialization of values is dependent on topographic conditions. For instance, spreading of air pollution is specially important in mountains and hills, because of very strong influence of relief. The division of the area around the station into regions of homogenous conditions containing the same type of information is proposed. Geometric basic units of the system can be aggregated in adequate areas on the grounds of their belonging to suitable regions. Each region consists of elementary fields, which are assigned to determine the type of conditions with adequate degree of risk which is the product of probabilities of information transfer. It is shown on the example of precipitation.

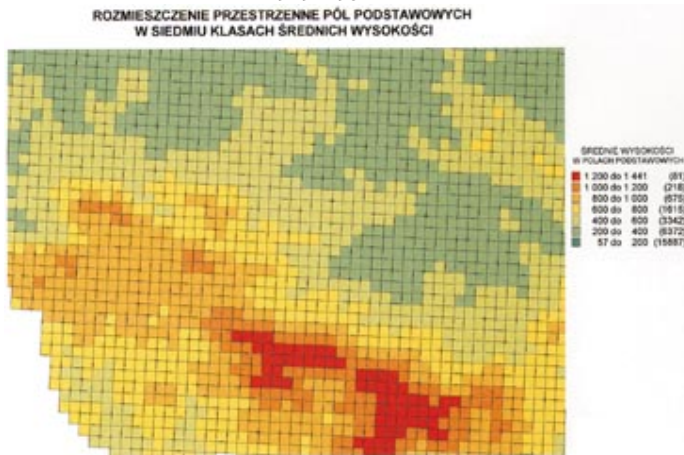
The reliability of the model of phenomena distribution can be increased due to additional factors connected with conditions in the place of measurement of parameters. This reliability can be precisely calculated. To make these calculations, we need parameters of distributions. In database, the values of probability connected with the distance between the station and elementary fields in its surroundings, as well as the probability connected with height differences above the sea level were calculated. After geographic analyses, made on the basis of DTM and including multidimensional analyses, it turned out that the borders resulting from environmental factors of sub-regions are compatible in 85% with the borders of physiogeographic units indicated by Kondracki.

The next problem to be solved in the near future, related to the issue discussed above, will be presentation of accuracy.

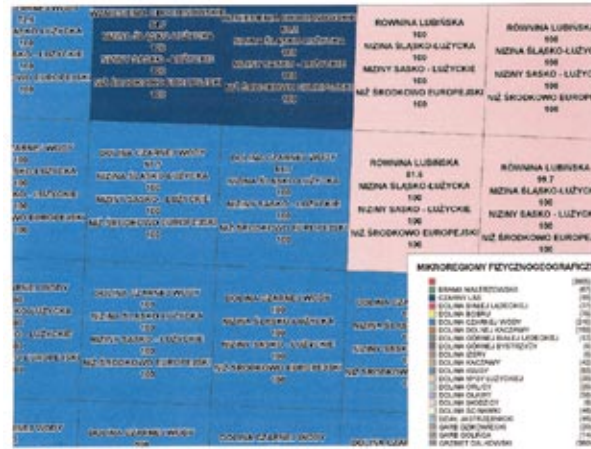
dr inż. Joanna Bac-Bronowicz
bac-bronowicz@kgf.ar.wroc.pl



Rys. 3. Strona internetowa z przykładową prezentacją dostępności danych ze stacji opadowych z okresu 1949–1954

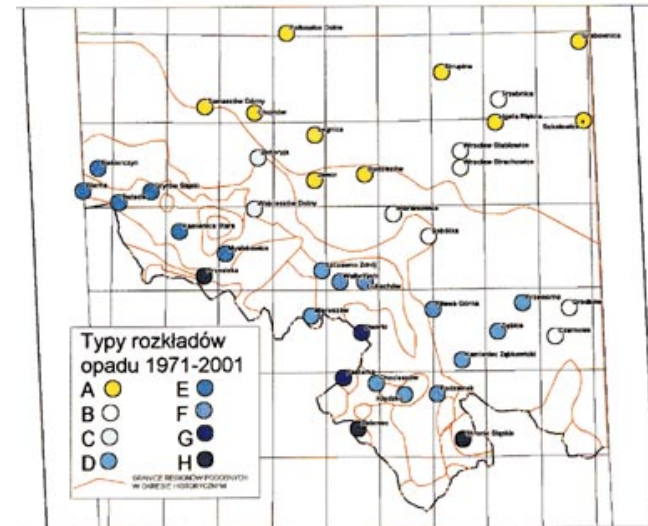


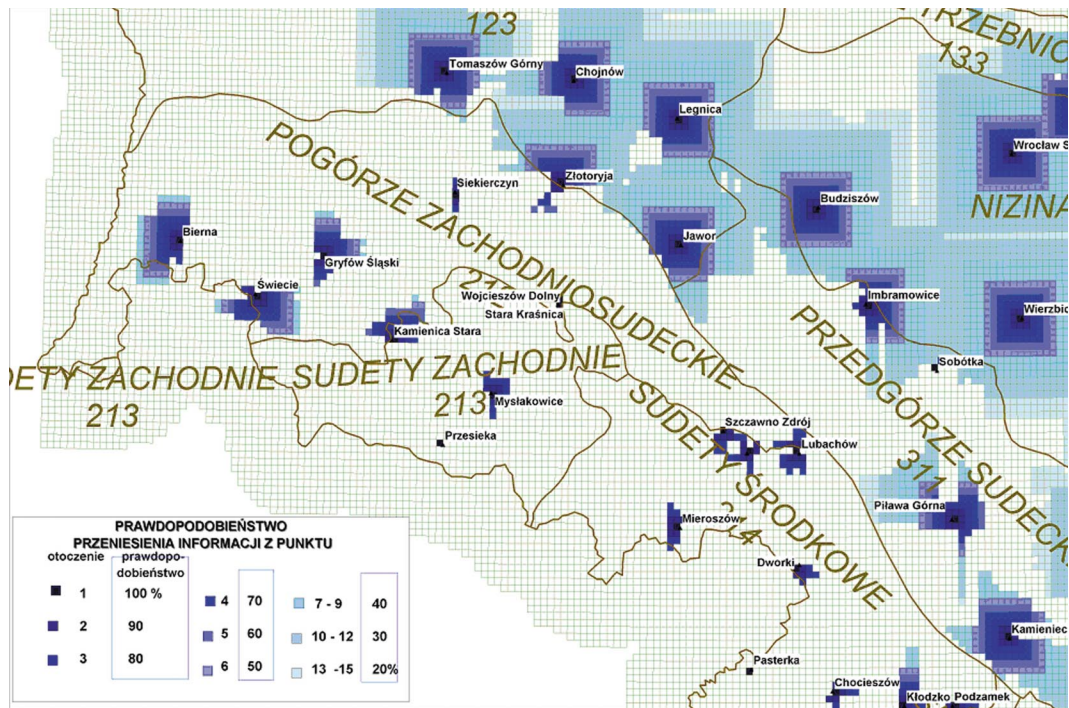
Rys. 5. Rozmieszczenie przestrzenne pól podstawowych w określonych zakresach wysokości. Fragment Niziny Środkowopolskiej na granicy z Przedgórzem Sudeckim (wyraźnie zaznaczającym się gwałtowną zmianą wysokości)



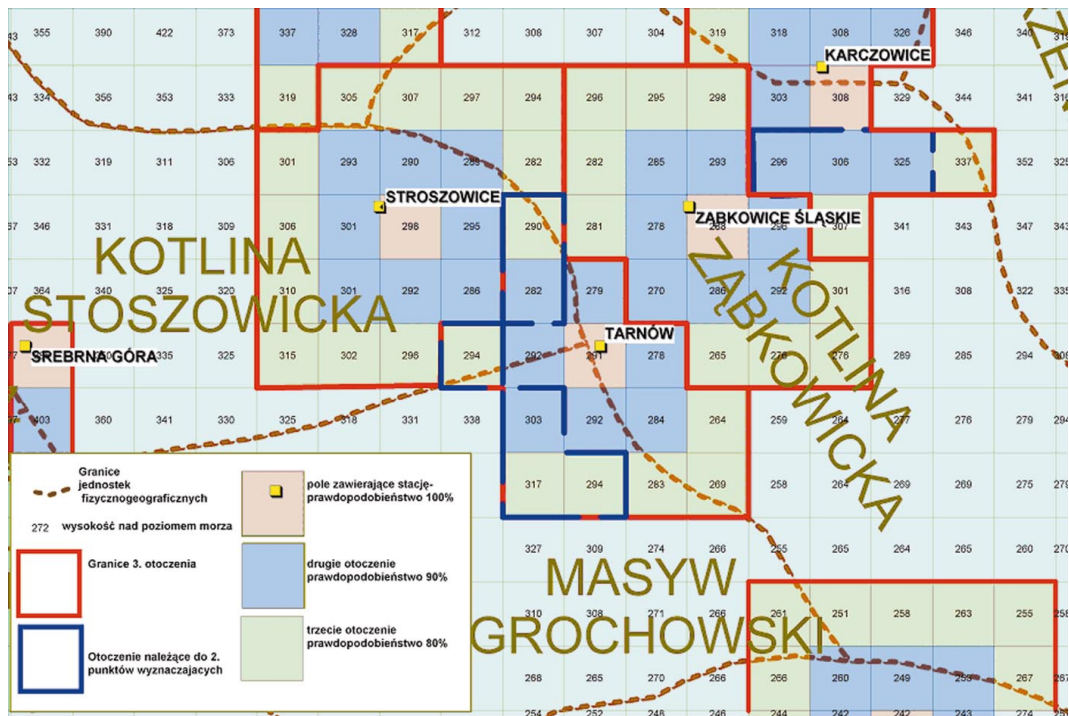
Rys. 4. Kwalifikacja na 4 poziomach podziału jednostek fizycznogeograficznych

Rys. 6. Wyznaczanie obszarów o podobnym rozkładzie





Rys. 7. Ograniczenia zakresu przenoszenia informacji ze względu na przekroczenia dopuszczalnych różnic wysokości pola ze stacją i pola w otoczeniu



Rys. 8. Alternatywny sposób wyboru przynależności do otoczenia dla pól podstawowych znajdujących się w otoczeniu niejednej stacji