

GEOSTATYSTYKA – TEORIA I ZASTOSOWANIA

Barbara Namysłowska-Wilczyńska: Geostatystyka. Teoria i zastosowania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006, ISBN 83-7085-928-3, str. 356.

Inżynieria Środowiska jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną nauki. Jej działania koncentrują się na rozwoju zarówno metod zapobiegających skażeniu środowiska, jak i metod eliminujących powstałe już negatywne skutki korzystania ze środowiska. Oba kierunki działań wymagają odpowiednich narzędzi do monitorowania sprawności stosowanych technologii i do projektowania procesów rekultywacji skażonego środowiska. Bardzo użytecznym narzędziem w realizacji tych celów są metody geostatystyczne. Metody te stosowane od lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku, przede wszystkim w geologii i górnictwie do szacowania zasobów surowców mineralnych, obecnie znalazły swoje miejsce również w innych przemysłach, takich jak np. energetyka, a także związanych z naukami o Ziemi i środowisku, hydrogeologii, geofizyce, geodezji, materiałoznawstwie i meteorologii.

Z uwagi na duże walory praktyczne geostatystyki i ciągle poszerzanie obszarów jej zastosowań – w tym interesujących dla Czytelników czasopisma „Ochrona Środowiska” – wartym odnotowania jest pojawienie się na rynku księgarskim podręcznika wydanego przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Wrocławskiej pt. „Geostatystyka – teoria i zastosowania”. Autorka książki, Pani prof. dr hab. Barbara Namysłowska-Wilczyńska, jest znaną i cenioną specjalistką w dziedzinie geologii, hydrologii oraz teorii i zastosowań tradycyjnej liniowej i nieliniowej geostatystyki i była bez wątpienia najbardziej predestynowaną osobą do napisania tak pomyślanego dzieła, o czym świadczy również istotny udział pozycji jej autorstwa w spisie literatury zamieszczonym w podręczniku (51 pozycji na ogólną liczbę 176).

Podręcznik – jak sugeruje podtytuł – składa się z dwóch części i jest opatrzony wstępem, w którym wymienione są osoby o znaczącym wkładzie w rozwój geostatystyki i ich dorobek oraz omówiono zawartość książki.

Część pierwsza (teoretyczna) zatytułowana „Geostatystyka – statystyka stosowana” podzielona jest na część A składającą się z dziesięciu rozdziałów i zatytułowaną „Geostatystyka” oraz na część B zatytułowaną „Geostatystyka wielowymiarowa”, część C – „Metody symulacji” i D – „Zastosowanie metod geostatystycznych w górnictwie”.

Autorka we wprowadzeniu do części A przedstawiła podstawowe pojęcia, definicje i założenia obowiązujące w statystyce i które są ważne w zastosowaniach geostatystyki. Następnie omówiła zmienną zregionalizowaną i funkcję losową, stacjonarność ścisłą oraz chmurę wariogramu.

W rozdziale drugim scharakteryzowano funkcje wariogramu i kowariancji, rozdział trzeci dotyczy empirycznych miar zmienności przestrzennych oraz modeli teoretycznych stosowanych do aproksymacji wariogramów. Omówiono w nim anizotropię, charakterystyczne cechy przebiegu wariogramów, w tym obecność dryftu i efekt proporcjonalności, oraz podstawowe modele – sferyczny, wykładniczy, Gaussa, liniowy, potęgowy i model efektu samorodków. W kolejnym rozdziale przedstawiono zagadnienia wariancji ekstensji i dyspersji jako funkcji wymiarów powierzchni analizowanego bloku oraz semiwariogram regularyzowany. W rozdziale piątym omówiono estymacyjne metody kriginowe – kriging zwyczajny, prosty, blokowy, punktowy uniwersalny. Rozdział następny poświęcono praktycznym aspektom zastosowania kriginu, w tym efekt supportu, efekt braku informacji i ekranu oraz ważność stosowania kross-walidacji. Rozdział siódmy dotyczy wag kriginu, a rozdział ósmy wykonywania kartografii z zastosowaniem kriginu. Rozdział dziewiąty omawia liniowy model regionalizacji, zaś rozdział dziesiąty dotyczy zagadnienia wygładzania obrazu zmienności za pomocą techniki kriginu.

Część B dotyczy technik kokriginowych. Opisano w niej procedurę kokriginu, zwrócono też uwagę na kwestie izotopii i heterotopii danych uwzględnianych w badaniach geostatystycznych, a następnie omówiono kokriginu zwyczajny i prosty.

Część C prezentuje metody symulacji zmian wartości parametrów złóż surowców mineralnych, ze szczególnym uwzględnieniem symulacji warunkowej.

Część D omawia zastosowanie metod geostatystycznych w górnictwie do szacowania całkowitych zasobów blokowych złóż, optymalnego rozmieszczenia wierceń, a także symulowania złóż do oceny proponowanego planu górniczego.

Pierwsza część książki kończy się podsumowaniem.

Druga część książki, zatytułowana „Przykłady zastosowań metod geostatystycznych”, składa się z czterech części. W części A omówiono zastosowanie metod geostatystycznych do szacowania stopnia skażenia środowiska naturalnego w rejonie Tarnowskich Gór. W pierwszym kroku analizy strukturalnej obliczono izotropowe semiwariogramy empiryczne zawartości kadmu, ołowiu i cynku w powierzchniowej warstwie gruntów występujących w rejonie Tarnowskich Gór. Przebiegi izotropowych semiwariogramów empirycznych przybliżone były za pomocą pojedynczego modelu sferycznego, w przypadku zawartości kadmu, oraz za pomocą złożonej struktury modeli (model sferyczny i model potęgowy) w przypadku zawartości ołowiu i cynku.

Procedurę kross-walidacji, czyli testowania zgodności przyjętych modeli teoretycznych z przebiegami semiwariogramów empirycznych, przeprowadzono przy użyciu krigingu zwyczajnego. Testy zgodności wykazały poprawność dopasowania modeli teoretycznych do przebiegów semiwariogramów empirycznych zawartości analizowanych metali. Wykazano także, że względny semiwariogram jest użyteczną miarą zmienności zanieczyszczenia środowiska gruntowego metalami ciężkimi. Spośród różnych możliwości do zastosowania technik interpolacyjnych zaprezentowano wyniki zastosowania krigingu zwyczajnego w modyfikacji blokowej do szacowania średnich zawartości analizowanych metali ciężkich w powierzchniowej warstwie gruntu w rejonie Tarnowskich Gór.

Rezultatem analiz są zamieszczone w książce mapy rastrowe powierzchniowego rozkładu średnich estymowanych zawartości kadmu, ołowiu i cynku oraz mapy rastrowe powierzchniowego rozkładu wartości standardowego odchylenia estymacji zawartości tych metali ciężkich. W rozdziale tym omówiono również zastosowanie techniki kokrigingu do zintegrowania kilku zmiennych w procesie estymacji. Autorka porównała obrazy rastrowe zmienności zawartości kadmu uzyskane za pomocą krigingu zwyczajnego i kokrigingu i wykazała, że mapa rozkładu średnich estymowanych na podstawie tej ostatniej techniki jest dokładniejsza. W omówionym przykładzie przeprowadzono również analizę wahań zawartości metali ciężkich z zastosowaniem metody symulacji warunkowej (turning bands). Rezultatem tych analiz są mapy rastrowe powierzchniowego rozkładu prawdopodobieństwa przekroczenia założonego progu zawartości badanych metali ciężkich w gruncie.

Na zakończenie tego rozdziału zaprezentowano przykład zastosowania geostatystyki do integracji wartości średnich parametrów środowiskowych, opisujących stan środowiska gruntowo-wodnego w rejonie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Do integracji wartości średnich parametrów opisujących dwa różne środowiska, tj. gruntowe i wodne, zastosowane zostały techniki krigingu zwyczajnego i krigingu z zewnętrznym dryftem. Ta druga technika okazała się bardziej przydatna do szacowania średnich estymowanych zawartości cynku w wodach podziemnych, przy dostępności względnie małej liczby danych. Rezultaty analiz przedstawione zostały w postaci map rastrowych powierzchniowego rozkładu średnich estymowanych zawartości cynku w wodach podziemnych.

W części B drugiego rozdziału omówiono zastosowanie metod geostatystycznych w geologii i górnictwie na przykładzie rejonu Lubin–Sieroszowice. Zaprezentowany przykład wykazał, że przetwarzanie danych geochemicznych i mineralogicznych, dotyczących próbek skał pochodzących z otworów wiertniczych, a w rezultacie opracowany geostatystyczny model zmienności, stwarza możliwość dokładnego szacowania wahań wartości parametrów opisujących charakter skał złożowych i ciągłego uzyskiwania średnich estymowanych, wraz z odpowiadającymi im wartościami odchylenia standardowego estymacji, w każdym punkcie analizowanego złoża.

Rozdziały C i D dotyczą zastosowania metod geostatystycznych w energetyce, a w szczególności do szacowania średnich wartości mocy w węzłach sieci elektroenergetycznych (rozdział C) oraz do szacowania średnich kosztów przesyłu energii elektrycznej (rozdział D), co także jest związane z doświadczeniami Autorki. W końcowej części książki zamieszczony został glosariusz podstawowych pojęć i terminów stosowanych w geostatystyce.

Omawiana pozycja książkowa stanowi bardzo interesujące kompendium wiedzy z zakresu geostatystyki, wypełniające istotną lukę na rynku księgarskim w tej dziedzinie. Zawiera podstawy teoretyczne geostatystyki i przykłady jej zastosowań, między innymi do szacowania stopnia skażenia środowiska naturalnego oraz jego zmienności.

Bez wątpienia książka ta jest godna polecenia specjalistom z wielu różnych dziedzin, również zajmujących się szeroko rozumianą inżynierią i ochroną środowiska.