

## Procedura przygotowania tablic z danymi wykorzystywanymi w programach modelowania hydrogeologicznego metodą różnic skończonych

### Preparing data matrices file used in a finite-difference ground-water models

Marek Kachnic

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,  
e-mail: marek.kachnic@uni.torun.pl

**Abstract:** The process of building the array data file for a groundwater flow model is often the most time-intensive task associated with groundwater modeling projects. PM MODFLOW or Visual MODFLOW allows you to import layer surface data from ASCII (X, Y, Z) text files. GENESIS II is geographical, visualization and graphics free software which offer photorealistic rendering of both imaginative and GIS data. A software allows also efficiently generate 2D surfaces (data matrices) based on isoline map of any parameter (i.e. permeability coefficient, bottom or upper surface of layers, terrain surface and others).

**Key words:** array data, GENESIS II, groundwater model

W publikacjach dotyczących modelowania hydrogeologicznego można zaobserwować wzrost dokładności odwzorowania warunków (hydro)geologicznych na modelach numerycznych (Szkłarczyk i in., 2004; Śmietański, Kwaterkiewicz, 2003). Coraz częściej rezygnuje się z prostych schematów układu warstw wodonośnych i niewodonośnych (zadawanych jako poziomy spąg/strop), dążąc do jak najbardziej wiarygodnego odwzorowania ukształtowania modelowanych powierzchni. Czas przygotowania tablic danych do takiego modelu (tzw. *preprocessing*) znacznie się wydłuża. W celu zmniejszenia czasochłonności tego etapu modelowania warto skorzystać z programów ułatwiających przygotowanie takich danych. W artykule opisane będą tylko programy pracujące w systemie operacyjnym MS Windows.

Popularnym programem do przygotowania tablic z danymi odwzorowującymi ukształtowanie analizowanych powierzchni (dalej nazywanych w artykule mapami 2D) jest nadal SURFER. Spośród innych relatywnie tanich programów komputerowych funkcje interpolacji ma program (a w zasadzie „kombajn” geologiczny) Rock-Works. Także programy zarządzające informacją przestrzenną zwane potocznie GIS-owymi (MAPINFO, IDRISI) umożliwiają przygotowanie map 2D, lecz są dość

kosztowne (Limp, 2000). Wypełnienie macierzy wartościami liczbowymi realizowane jest dla wszystkich wymienionych programów w ten sam sposób. Polega on na obliczeniu brakujących wartości liczbowych pól macierzy według jednej z wybranych metod interpolacji (i/lub ekstrapolacji) na podstawie informacji występujących w punktach opróbowania. Ścisła zależność pomiędzy ilością punktów wykorzystanych do obliczeń a wiarygodnością uzyskanej mapy 2D jest podstawowym mankamentem tego sposobu przygotowania map. Bowiem zwykle przy małej ilości danych uzyskane mapy są mało wiarygodne. Wzrost wiarygodności wygenerowanych map można uzyskać, „dodając” punkty pomiarowe w obszarach słabego rozpoznania – za pomocą funkcji digitalizacji. Czasochłonność tej operacji często jednak zniechęca do tego typu prac.

Ciekawą propozycją tworzenia map 2D jest sposób działania bezpłatnego (w podstawowej wersji) programu GENESIS II, a w zasadzie jednego z modułów tego programu. Program GENESIS II (w roku 2006 aktualna wersja to 4.0) firmy GEOMANTICS został przygotowany dla osób zajmujących się budową i wizualizacją wirtualnych krajobrazów. Osoby zainteresowane odsyłam do strony internetowej producenta ([www.geomantics.com](http://www.geomantics.com)) oraz do recenzji produktu w czasopiśmie ENTER (2006, 1).

Jeden z modułów tego programu (ryc. 2), który autorzy nazywają Landscape Heightfield Editor<sup>1</sup> umożliwia „śledzenie” linii rastra z zeskanowanej mapy i przypisanie pikselom tej izolinyi zadanej wartości. Uzyskuje się w ten sposób znaczny zbiór punktów, które służą dalej do interpolacji powierzchni według jednego z dwóch wybranych sposobów. Funkcje śledzenia izolinyi ma większość zaawansowanych programów do digitalizacji na ekranie (WiseImage, AutoCAD, I/Ras B i inne). Zasadniczą jednak wadą tych programów jest ich wysoka cena.

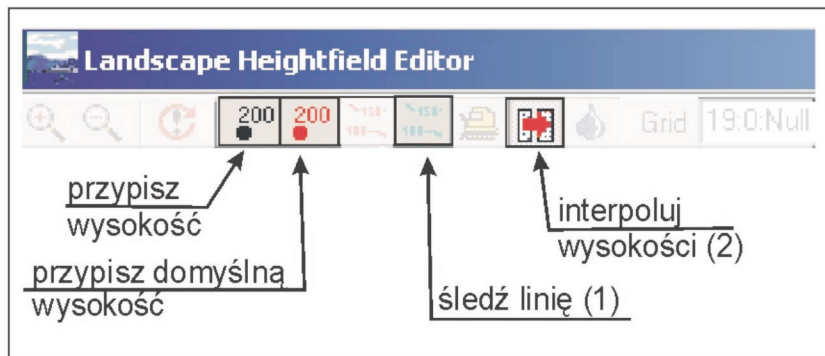
Punktem wyjścia do opracowania mapy 2D jest przygotowanie<sup>2</sup> mapy izolinyowej (konturowej) analizowanego parametru. Jeśli nie posiadamy oprogramowania pozwalającego na zmianę rozmiaru matrycy pliku rastrowego (Rockworks, IDRISI) to mapa powinna przedstawiać dokładnie rejon, który będzie później odwzorowany na modelu. Mapę po zeskanowaniu należy zapisać w formacie „bmp”<sup>3</sup>. Przy imporcie pliku „bmp” do programu GENESIS należy określić ilość wierszy i kolumn macierzy, jaka ma być wygenerowana (najlepiej jeśli ilość wierszy i kolumn będzie taka sama jak w budowanym modelu hydrogeologicznym). Po zaimportowaniu pliku do programu (Menu: Landscape → Import...) można (ale nie jest to konieczne) zarejestrować współrzędne narożników.

Kolejny krok to odszukanie na zaimportowanej mapie izolinyi i przypisanie im kolejno właściwych wartości. Realizowane jest to za pomocą funkcji *contour trace* pod ikoną (1) na pasku narzędziowym (ryc. 1). Z lewej strony okna (ryc. 2) są umieszczone opcje do ustawienia parametrów „śledzenia” linii (*Trace Parameters*),

<sup>1</sup> Moduł ten jest również dostępny jako oddzielny program pod nazwą LANDFORMER PRO

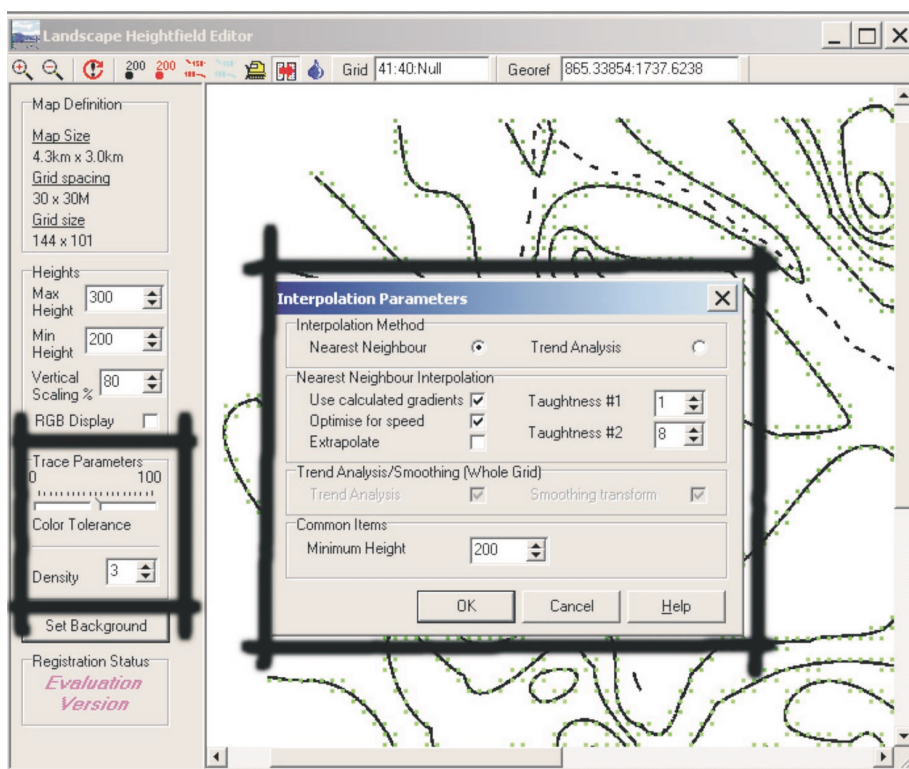
<sup>2</sup> Przy kreśleniu izolinyi należy zwrócić uwagę by linie się nie przecinały.

<sup>3</sup> W przypadku wykorzystania programu do wizualizacji powierzchni 2D możliwy jest import plików z zapisaną informacją o położeniu wysokościowym punktów przygotowanych w formacie USGS DEM (\*.dem), UK OS NTF (\*.ntf), Pixel Greymap (\*.pgm), Vistapro DEM (\*.dem), ASCII txt (\*.txt) i oczywiście GENESIS II xyz (\*.xyz).



Ryc. 1. Główne funkcje okna dialogowego modułu Landscape Heightfield Editor  
Fig. 1. Main functions of Landscape Heightfield Editor module

czyli tolerancja na zmiany koloru izolinii (w przypadku importowania bitmap kolorowych) oraz ważny parametr jakim jest gęstość próbkowania (*Density*).



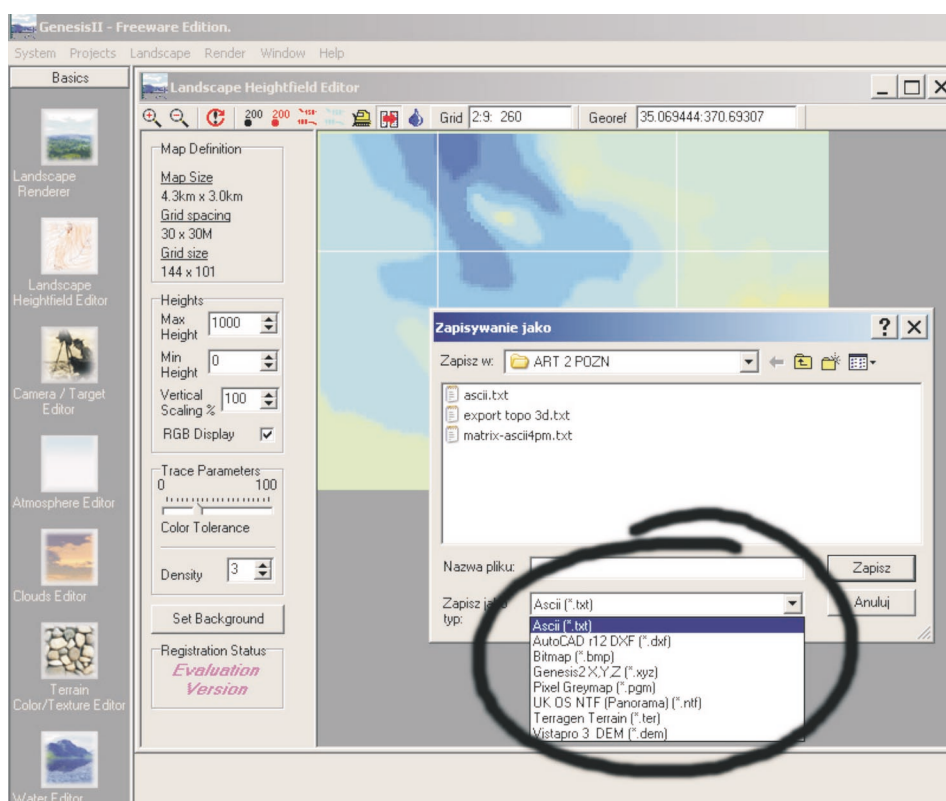
Ryc. 2. Parametry śledzenia izolinii i parametry interpolacji modułu Landscape Heightfield Editor

Fig. 2. Trace parameters and interpolation parameters of Landscape Heightfield Editor module

Po ustaleniu metodą prób i błędów najlepszych parametrów próbkowania dokonujemy interpolacji danych (ikona 2 na ryc. 1) wg metody najbliższego sąsiedztwa (*Nearest Neighbour*) lub analizy trendów (*Trend Analysis*) (ryc. 2).

Ostatni etap przygotowania danych to eksport wyinterpolowanej powierzchni do pliku w formacie, który rozpoznaje program do modelowania hydrogeologicznego. Moduł eksportujący (Menu: Landscape → Export...) umożliwia zapis mapy 2D w kilku formatach (ryc. 3).

W przypadku przygotowywania danych do programu PM MODFLOW (wersja 5.x) właściwym formatem zapisu jest ASCII (\*.txt). Uzyskujemy wówczas plik z danymi (w zapisie wykładniczym), począwszy od lewego górnego narożnika. Taki sposób zapisu nie zmusza nas do transformacji macierzy jak w przypadku danych z programu SURFER, który zapisuje macierz od lewego dolnego narożnika. Należy również pamiętać, że program generuje tylko macierz o blokach kwadratowych. Jeżeli na modelu planowane jest utworzenie bloków prostokątnych w wybranych obszarach (np. w związku z występowaniem ujęć wód podziemnych), to zmianę tę należy wykonać w dalszym etapie prac po zaimportowaniu macierzy z blokami kwadratowymi.



Ryc. 3. Okno dialogowe eksportu danych

Fig. 3. Export data functions

W przypadku przygotowywania danych do programu Visual MODFLOW (wersja 3.x) należy zapisać wygenerowaną mapę jako GENESIS II X,Y,Z (\*.xyz) (zob. ryc. 2). Uzyskujemy wówczas plik z trzema kolumnami danych (współrzędna  $x$ , współrzędna  $y$  i wartość wysokości  $z$ ). W celu zaimportowania tych danych należy (korzystając z dowolnego edytora plików „txt”) usunąć nagłówki pliku i przecinki oddzielające kolumny liczb.

## **Podsumowanie**

Program GENESIS II umożliwia szybką konstrukcję tablic danych na podstawie zeskanowanego rysunku i zapisuje uzyskane macierze w formacie odczytywanym przez programy do modelowania hydrogeologicznego, takie jak PM MODFLOW czy też Visual MODFLOW. Użycie programu znacznie skraca czas przygotowania macierzy reprezentującej przestrzenny rozkład parametru wykorzystywanego w modelowaniu hydrogeologicznym.

## **Literatura**

- Limp F., 2000. Raster GIS Packages. GEOEurope (6): 42–47.
- Szklarczyk T., Witczak S., Nałęcki P., 2004. Model hydrogeologiczny subniecki kędzierzyńsko-głubczyckiej (GZWP 332) jako przykład odwzorowania złożonego systemu krążenia wód podziemnych. W: Gurwin J., Staško S. (red.). Modelowanie przepływu wód podziemnych. Acta Universitatis Wratislaviensis 2729: 253–269.
- Śmietański L., Kwaternikiewicz A., 2003. Ocena zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych zlewni Łeby – propozycja metody obliczeniowej. W: Piekarek-Jankowska H., Szulc-Jaworska B. (red.). Współczesne Problemy Hydrogeologii. T. XI, cz. 1. P. Gd. Gdańsk, s. 467–474.

