

GIS - POWÓDŹ!

ZASTOSOWANIE OPROGRAMOWANIA FIRM ESRI I AUTODESK PRZY OPRACOWANIU MAPY NUMERYCZNEJ I MODELU PRZESTRZENNEGO TERENU ZAGROŻONEGO FAŁĄ POWODZIOWĄ

Powodzie występujące w ostatnich latach uświadomiły wszystkim, jak wielkie stanowią niebezpieczeństwo. Jest rzeczą oczywistą, że nie możemy wpływać na zjawiska meteorologiczne. Natomiast sprawne przeprowadzenie akcji ratunkowej zależy już wyłącznie od umiejętności oraz sprawności ludzi i sprzętu. Decyzje podejmowane przez kierujących akcją ratunkową mogą być obecnie wspomagane przez systemy komputerowe wykorzystujące dane zebrane w Systemach Informacji Przestrzennej. Określenie miejsc najszybciej zalewanych, ustalenie kolejności ewakuacji czy miejsc niedostępnych w danej chwili dla pojazdów drogowych to tylko niektóre z możliwości systemów. W artykule przedstawiamy sposób przygotowania danych, ich obróbkę i wykorzystanie przy pomocy najprostszych narzędzi. Oczywiście brakuje tu bardziej zaawansowanych funkcji dostępnych w dużych i drogich systemach, jednak wydaje nam się, że uzyskane wyniki mogą w znacznym stopniu ułatwić podejmowanie decyzji w trakcie akcji ratunkowej.

Materiały, które wykorzystano w celu wykonania mapy numerycznej terenu i przeprowadzenia jego analizy, pozyskano z pomiarów polowych przeprowadzonych w terenie oraz z mapy sytuacyjnej w skali 1:2000.

Mapa sytuacyjna wykonana została w AutoCAD-zie jako prosty model wektorowy (rys. 1) na podstawie map sytuacyjnych papierowych (mapa powstaje przy wykorzystaniu digitalizacji ręcznej lub półautomatycznej z równoczesnym uwzględnieniem instrukcji K1 – opisującej elementy graficzne i atrybuty tekstowe dla poszczególnych skal mapy).



Rys. 1
Mapa wykonana jako prosty model wektorowy.

Model wektorowy funkcjonuje jako mapa płaska z rozbiem na poszczególne warstwy tematyczne, np. budynki, drogi, infrastruktura techniczna itp.

Dane pozyskane z pomiarów wysokościowych zgromadzono w plikach tekstowych (każdy punkt ma swój numer i współrzędne x, y, z). Z takiego pliku po odpowiedniej obróbce można wygenerować model numeryczny, który pozwoli na wykonanie analiz przestrzennych przy wykorzystaniu oprogramowania ArcView 3.0 i jego dodatkowego rozszerzenia *Spatial Analyst*.

PRZYGOTOWANIE PRZESTRZENNEGO MODELU

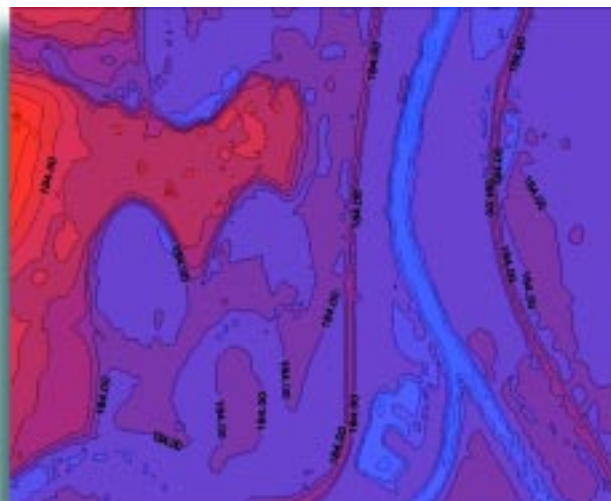
Z pliku tekstowego pod AutoCAD-em tworzymy warstwę punktową w zakresie sekcji interesującej nas mapy (dla kontroli możemy porównać ją z punktami, które są



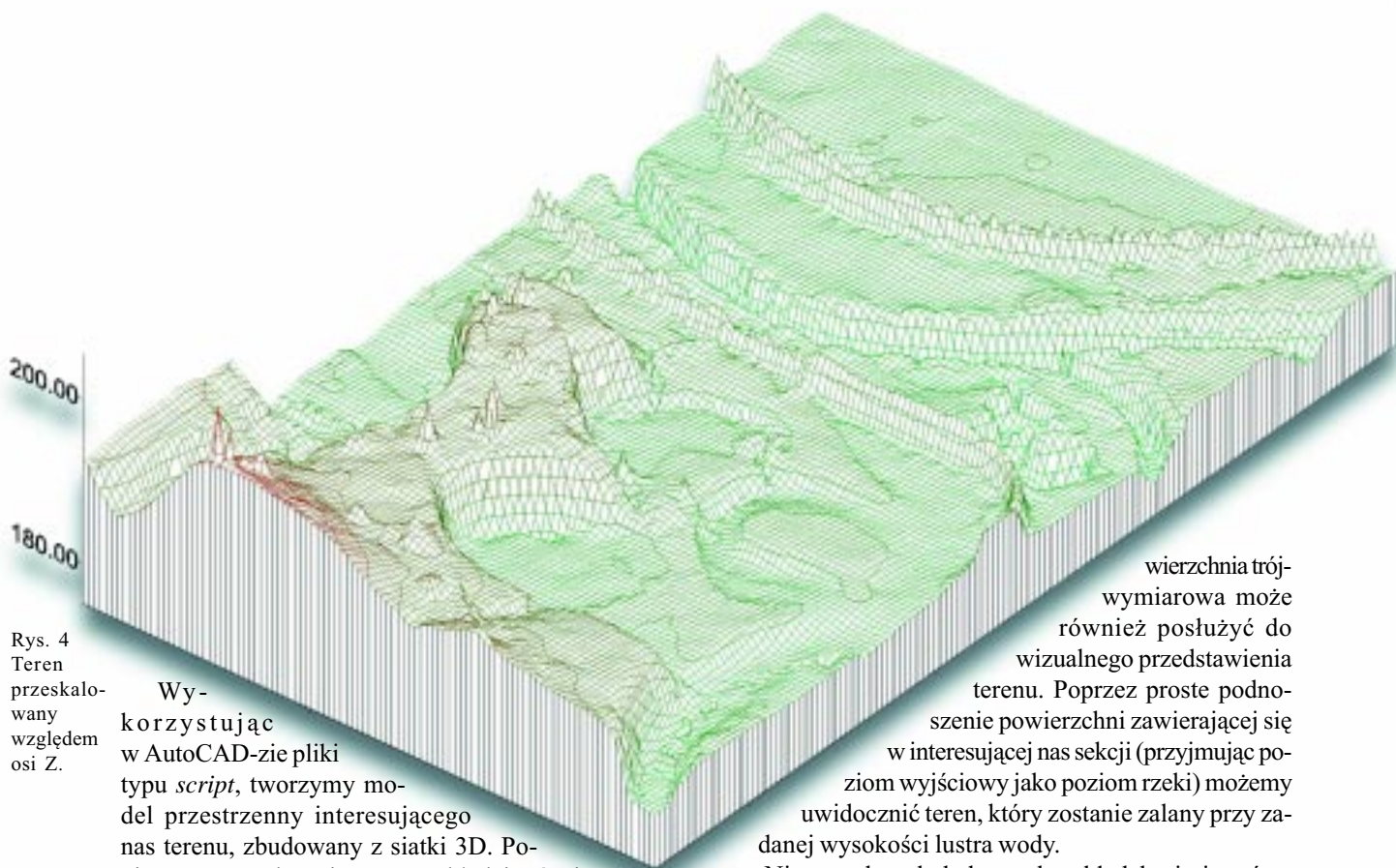
naniesione na prostym modelu wektorowym). Tak wybrane dane posłużą nam w dalszym postępowaniu. Wykorzystując dane wysokościowe punktów, dokonujemy interpolacji powierzchni (posługując się metodą Kriging). Cięcia poziomicowe zadeklarowano co 1 m.

Rys. 2
Interpolacja w postaci linii.

Wyniki interpolacji można przedstawić w różny sposób:
– w postaci linii (rys. 2);
– w postaci powierzchni o zadanym kolorze (rys. 3).



Rys. 3 Interpolacja w postaci powierzchni o zadanym kolorze.



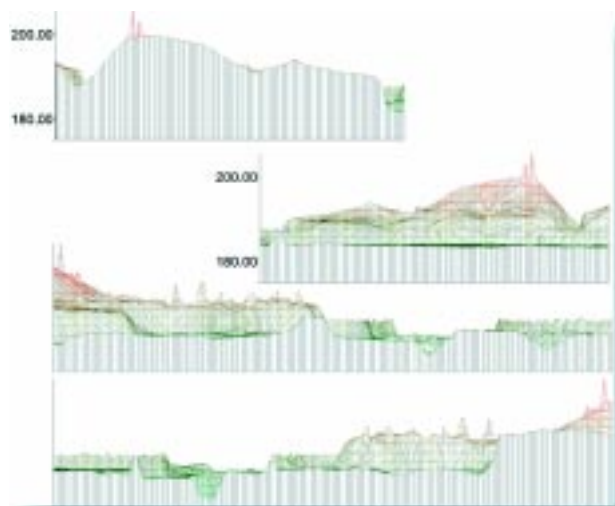
Rys. 4
Teren
przeska-
wany
względem
osi Z.

Wy-
korzystając
w AutoCAD-
zie pliki
typu *script*,
tworzymy
model
przestrzenny
interesująco-
go nas terenu,
zbudowany z
siatki 3D. Po-
nieważ w
przedstawio-
nym przykładzie
różnica
wysokości terenu
pomiędzy punk-
tem najniższym,
a naj-
wyższym
wynosi 30 m,
przy skali
1:2000 daje
to bardzo
płaski
wygląd
mapy
przestrzennej
terenu.

Operacje na plikach tekstowych o niewielkiej ilości współrzędnych są bardzo szybkie, tak samo jak generowanie ich pod AutoCAD-em. Możemy zatem utworzyć nowy plik, w którym przeskalujemy zmienną Z w celu lepszego zobrazowania interesującej nas powierzchni (rys. 4).

Tak otrzymany teren w postaci siatki 3D o zadanej liczbie powierzchni 3D możemy kroić w prosty sposób względem osi X i Y bez żadnej dodatkowej nakładki. W ten sposób otrzymamy przekroje i widoki (rys. 5).

Musimy uwzględnić ograniczenia programowe i generować siatkę 3D nie większą niż 256 na 256 oczek. Uzyskana w wyniku operacji na AutoCAD-
zie po-



Rys. 5 Przekroje i widoki.

wierzchnia trój-
wymiarowa może
również posłużyć
do wizualnego
przedstawienia
terenu. Poprzez
proste podno-
szenie powierzchni
zawierającej się
w interesującej
nas sekcji (przy-
jmując poziom
wyjściowy jako
poziomą rzekę)
możemy
uwidocznić teren,
który zostanie
zalany przy za-
danej wysokości
lustra wody.

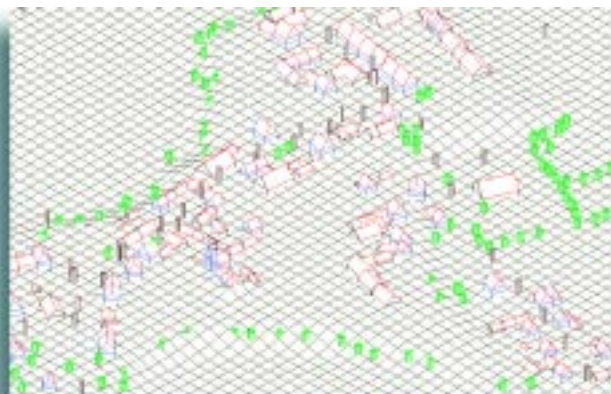
Niestety, bez dodatkowych nakładek nie jesteśmy



Rys. 6

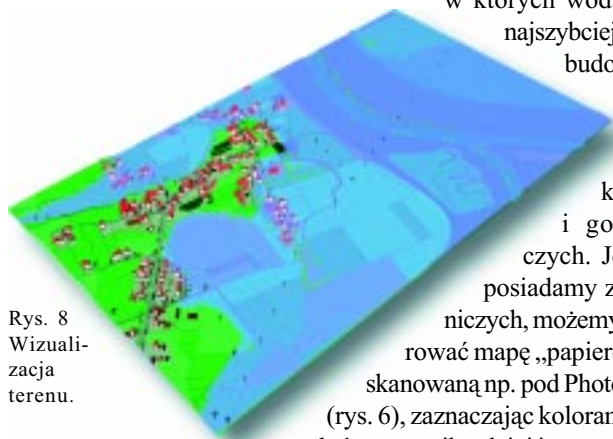
w stanie otrzymać informacji bardziej konkretnych, typu powierzchnia zalanego terenu, kąt nachylenia terenu w danym miejscu itp., ale o tym dalej.

Na model przestrzenny terenu możemy nałożyć wcześniej przygotowane zdjęcia lotnicze, które zostały skali-



Rys. 7 Uprzestrzennienie mapy.

browane i pocięte na odpowiednie fragmenty. Wykorzystując prostą symulację podnoszenia tafli wody i rendering, otrzymamy (w prosty i tani sposób) obraz zalanego terenu. Na renderingach tych uwidaczniają się miejsca, w których woda będzie najszybciej przy zabudowaniach



Rys. 8 Wizualizacja terenu.

mieszkalnych i gospodarczych. Jeżeli nie posiadamy zdjęć lotniczych, możemy pokolorować mapę „papierową” zeskanowaną np. pod Photoshopem (rys. 6), zaznaczając kolorami obszary, które nas najbardziej interesują.

Następnie trójwymiarową powierzchnię terenu wzbogacić możemy o przestrzenne modele budynków (niestety nie są one zgodne z rzeczywistością, imitują tylko ilość pięter w danym budynku – rys. 7), drzew i słupów energetycznych.

Dalej może zostać wykonana wizualizacja przy pomocy Accurendera (nakładka na AutoCAD-a rys. 8 i 9),



oraz animacja komputerowa w postaci przelotu nad zalanym terenem.

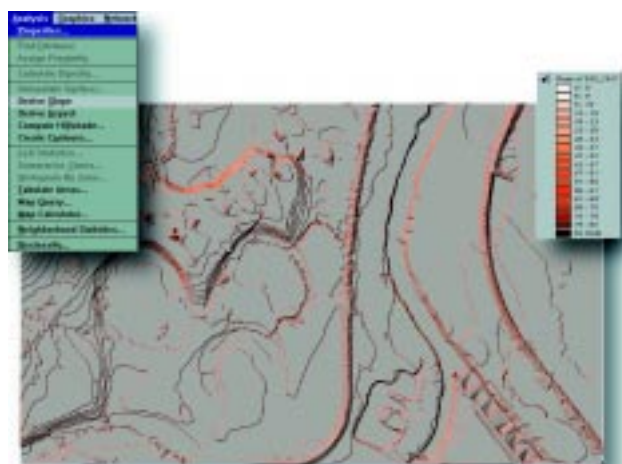
Rys. 9 Wizualizacja terenu.

ANALIZA W ARC VIEW

ArcView 3.0 jest w pełni samodzielnym narzędziem GIS, umożliwiającym pozyskiwanie, zarządzanie, analizę i prezentację danych. Należy do rodziny oprogramowania z zakresu Systemów Informacji Przestrzennej. Podstawowy moduł ArcView można rozbudować w dowolny, zależny tylko od zapotrzebowania, moduł, np. Spatial Analyst, który będzie przedstawiony w dalszej części. Przedstawione oprogramowanie daje możliwość pracy z rysunkami rastrowymi oraz z rysunkami CAD (DWG, DXF, DGN, VPF), co nas bardzo interesuje ze względu na część map wykonanych w AutoCAD-zie. Mamy możliwość korzystania z plików powstałych w ARC/INFO, PC ARC/INFO oraz ArcCAD, a także poprzez

Spatial Analyst służy do wykonywania analiz przestrzennych bazujących na rastrach. Aby je przeprowadzić, musimy najpierw wygenerować siatkę z pliku tekstowego ograniczonego zakresem interesującej nas sekcji (*grid* – siatka – jest wewnętrznym formatem ArcInfo).

Grid jest powierzchnią podzieloną na zadaną ilość komórek. Każdej z nich przypisana jest wartość opisująca dany teren (w przypadku pliku tekstowego, w którym mamy współrzędną Z przypisujemy informację o wysokości w terenie). Mamy do dyspozycji *Count* – liczby całkowite – opisujące obraz dyskret-



Rys. 10 Mapa spadków.

import z MapInfo. W przypadku zapisu danych w postaci tabelarycznej mamy do dyspozycji następujące bazy danych: bezpośrednio ASCII, DBase, INFO (format ARC/INFO) oraz pośrednio Ingres, Oracle, Sybase, FoxBase oraz Rdb. Rysunki – warstwy zachowane mogą być we własnym formacie ArcView – shape (SHP). Program czyta rastry w następujących formatach: zdjęcia satelitarne BSQ, BIL, BIP, ERDAS oraz bardziej popularnych, takich jak BMP, JPG i TIF.



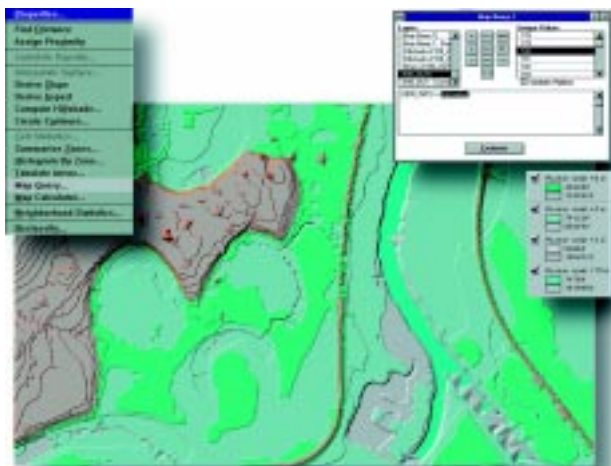
Rys. 11 Mapa konturów.

ny oraz *Value* – liczby rzeczywiste – opisujące obraz ciągły (powierzchnie), z który możemy wykonać interpolację.

Jeżeli mamy już przetworzony plik tekstowy, wracamy do ArcView i rozpoczynamy wykonywanie poszczególnych analiz przestrzennych.

Na podstawie raz przeprowadzonej interpolacji możemy stworzyć interesujące nas kompozycje.

Mapa spadków (*Derive Slope* – rys 10), wartości nachylenia powierzchni podana jest w stopniach odpowiadających kolorom legendy. Ilość przedziałów – w zakresie 0–90.



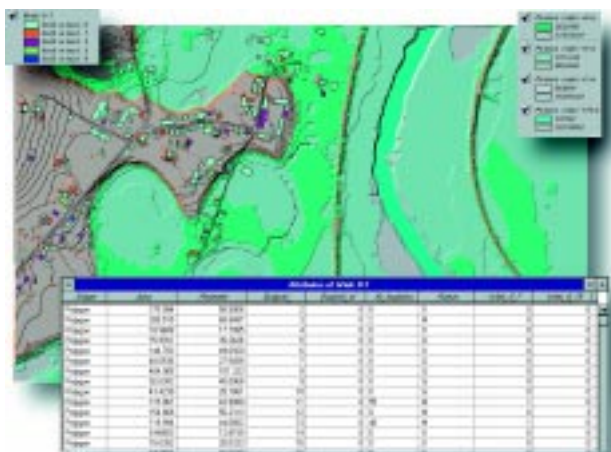
Rys. 12
Etapy
zalewania
terenu.

Mapa konturów – izolinii (*Create Contours* – rys. 11) wielkość cięcia poziomowego ustalamy dowolnie. W efekcie możemy uzyskać warstwę liniową. Mamy także możliwość uzyskania przekrojów terenu wzdłuż narysowanej linii. Dysponujemy dowolnością w układaniu i nakładaniu na siebie tematów na przykład na mapę spadków możemy nałożyć mapę izolinii.

Z tematu warstwice możemy separować grupę warstw lub wybraną warstwę, w zależności od potrzeb.

Wykonanie prostej analizy obszaru, który może zostać objęty falą powodziową, wykonujemy poprzez zapytania o wysokość terenu powyżej lustra rzeki. Na rysunku 12 przedstawiono poszczególne etapy zalewania powierzchni poprzez podnoszenie wody o 2, 4 i 6 metrów. W wyniku otrzymujemy powierzchnie także w formie tabelarycznej.

W celu zobrazowania przydatności takiego prostego systemu stworzyliśmy przykładową bazę danych o budynkach i wieku zamieszkujących je osób. Rys. 13 przedstawia mapę z ilością dzieci w wieku od 0 do 7 lat



Rys. 13 z rozdziałem na ilość dzieci w poszczególnych budynkach. W tle mamy mapę terenu z uwzględnionymi poszczególnymi etapami powodzi. Połączenie tych dwóch rysunków daje nam pełen obraz zagrożenia dzieci i kolejności przeprowadzania ewakuacji. Podobną sytuację mamy z bazą ludzi starszych – w wieku od 66 do 99 lat; wy-

niki porównania przedstawiono na rys. 14 wraz z podziałem budynków na mieszkalne, gospodarcze itp.

Przykłady można mnożyć, a bazy danych mogą zawierać dowolną ilość informacji przydatnej w momencie zagrożenia. Podstawowym celem systemu jest



Rys. 14

właściwe wykorzystanie informacji zgromadzonych w bazach danych różnych instytucji, takich jak Urzędy Miejskie, Gminne, przedsiębiorstwa zajmujące się infrastrukturą techniczną itp. Sam system funkcjonuje jako narzędzie wspomagające decyzje ludzkie w sensie przestrzennym, materialnym i organizacyjnym w momentach, gdy potrzebna jest szybkość działania i duża wiedza na temat infrastruktury i topografii terenu. Przy małej ilości sprzętu, ale dysponując sprawnym systemem informacji, możemy efektywnie i sprawnie wykorzystać środki i ludzi. Jest to prosty sposób analizowania terenu, ale można pokusić się o stworzenie systemu na wzór niemieckiego, gdzie punkty pomiarów stanu wód i opadów są zautomatyzowane i działają w sposób ciągły, a dane zbierane są przez system komputerowy, analizowane i przedstawiane w postaci wykresów i map. Niestety, nasz tradycyjny system pozyskiwania danych na razie nie pozwala na to, więc bardziej musimy opierać



Rys. 15

się na przewidywaniach niż na bieżących informacjach i lepiej zapobiegać na podstawie symulacji fali powodziowej.

Leszek Sobieraj, PA-NOVA, Gliwice
l.sobieraj@pa-nova.com.pl