

Operatory sąsiedztwa – obliczanie map pochodnych numerycznego modelu terenu

Celem zajęć jest zapoznanie się z technikami tworzenia nowych map pochodnych, poprzez wykorzystanie tzw. operatorów sąsiedztwa. Przykładami map pochodnych będą mapy nachylenia terenu oraz ekspozycji (kierunku największego spadku). Tego typu dane zostaną wykorzystane w przeprowadzonej analizie przestrzennej. Jej celem jest analiza przydatności terenu pod kątem lokalizacji terenu przemysłowego.

Dane do ćwiczenia

Mapy rastrowe:

Mapy rastrowe:

- mu_k* - mapa użytkowania terenu okolic Krakowa oraz paleta o tej samej nazwie,
- dem_k* - mapa zawierająca model wysokościowy okolic Krakowa.

Zapoznaj się z danymi: wyświetl mapę użytkowania terenu okolic Krakowa, sprawdź domenę tej mapy i jakie wartości znajdują się w legendzie, wyświetl mapę z modelem wysokościowym.

Warunki wstępne

Warunki analizy:

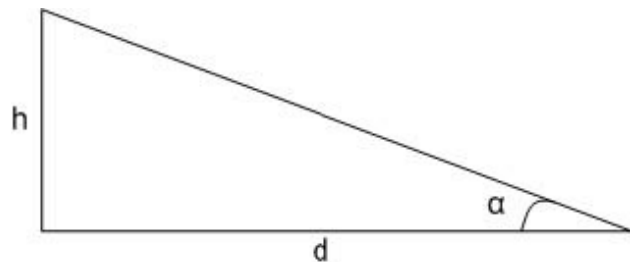
- ✓ fabryka powinna być usytuowana na terenie o nachyleniu nie przekraczającym 2.5 stopnia (niskie koszty budowy związane z deniwelacją terenu);
- ✓ fabryka powinna się znajdować w odległości większej niż 250 metrów od jakichkolwiek cieków i zbiorników wodnych (przepisy prawne);
- ✓ fabryka powinna znajdować się na terenach zalesionych (obszary niezabudowane, możliwe do zainwestowania);
- ✓ powierzchnia fabryki powinna być równa co najmniej 10 hektarów (wybrany obszar musi mieć przynajmniej taką powierzchnię, aby można było wybudować zakład).

Krok 1 – wyznaczenie terenów o nachyleniu poniżej 2,5 stopnia

Aby obliczyć tego typu warunek musimy dysponować mapą nachyleń. Kąt nachylenia terenu może być obliczony dla każdego piksela na mapie rastrowej, jak pokazano na poniższym rysunku:

- nachylenie w procentach = $100 * \left(\frac{h}{d}\right)$

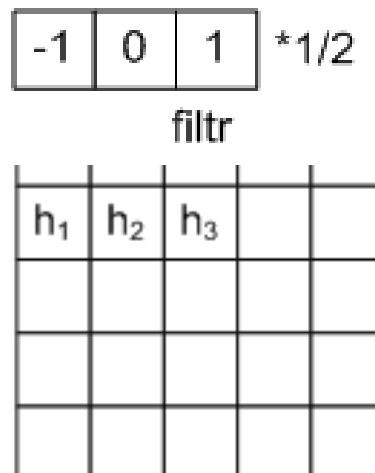
- nachylenie w stopniach = $atan\left(\frac{h}{d}\right)$



W ILWISie kąt nachylenia może być poprzez sekwencyjne wykonanie kilku operacji: obliczenia niezależnie w kierunkach X i Y zmian wysokości poprzez zastosowanie na wysokościowym modelu terenu filtrów gradientowych a następnie połączenie wyników za pomocą formuł matematycznych zastosowanych na mapach (tzw. algebra map).

Filtr gradientowy

Filtr gradientowy może zostać użyty do obliczeń różnic wysokości pikseli w kierunku osi X lub Y. Oprócz wyznaczania map nachyleń, filtr ten może być użyty do obliczania map ekspozycji. Filtr gradientowy można wyobrazić sobie jako „okno” poruszające się po mapie, rozpoczynając od lewego, górnego punktu. Każda wartość piksela w filtrze jest mnożona przez odpowiadającą wartość piksela na mapie. Wyniki mnożenia są dodawane, rezultat może być dodatkowo przemnożony przez współczynnik, końcowy wynik jest zapisywany na mapie wynikowej, w punkcie, który odpowiada centralnemu pikselowi filtra. Po zakończeniu obliczeń, „okno” przesuwa się o jeden piksel i procedura zostaje powtórzona.



- h_1, h_2, h_3 – wartości pikseli na mapie wysokości
- $[-1 \ 0 \ 1]$ – horyzontalny filtr gradientowy
- wynik dla centralnego piksela: $(-1 * h_1 + 0 * h_2 + 1 * h_3) * 1/2$

Obliczanie nachyleń

- oblicz różnice wysokości w kierunku osi X (ILWIS operuje w układzie matematycznym). Z listy operacji (*Operation-List*) wybierz polecenie *Filter*. Zastosuj filtr liniowy o nazwie *DFDX* na mapie *dem_k*. Nazwij mapę wynikową *DX*, domena wartości.
- oblicz różnice wysokości w kierunku osi Y. Nazwij mapę wynikową *DY*

Oglądnij obie wygenerowane mapy i porównaj z mapą *dem_k*. Przeanalizuj wartości na mapach – dobrym polem testowym jest wzgórze Lasu Wolskiego.

- oblicz mapę nachyleń w procentach. Wpisz w linii poleceń:

```
Slope_proc = 100 * HYP(DX,DY)/PIXSIZE(DEM_K)
```

HYP to funkcja, która korzystając z twierdzenia Pitagorasa oblicza długość przeciwprostokątnej trójkąta prostokątnego, *PIXSIZE* to funkcja zwracająca rozmiar piksela - rozdzielczość mapy.

- oblicz mapę nachyleń w stopniach. Wpisz w linii poleceń:

```
Slope_stop = RADDEG(ATAN(Slope_proc/100))
```

REDDEG pozwala na konwersję z radianów na stopnie, *ATAN* to po prostu arcus tangens.

- wygeneruj mapę obrazującą tereny o nachyleniu poniżej lub równym 2.5 stopnia. W linii poleceń wpisz:

```
nachyl = iff (slope_stop > 2.5 , False, True)
```

W oknie *Raster Map Definition* wybrać domenę *BOOL*. Czy potrafisz zastosować inną formułę, aby otrzymać identyczny wynik? Przetestuj inne podejście.

Krok 2 – tereny w odległości większej niż 250m od wody

- Używając linii poleceń i instrukcji warunkowej *iff* przeklasyfikuj mapę *MU_K* tak, aby klasy inne niż klasa wody miały wartość nieokreśloną „?” (warunek konieczny, aby program „nie liczył” odległości od innych obiektów niż wody). Nazwij mapę wynikową „wody”:

```
wody = iff (mu_k = "wody" , mu_k , ?)
```

- Modułem *Distance Calculation* opracuj mapę odległości od zbiorników i cieków wodnych. Nazwij ją „odl_wody” Sprawdź wartości wybranych pikseli. Zauważ, że wartości zmieniają się w sposób ciągły;
- Utwórz mapę wskazującą tereny oddalone o co najmniej 250 metrów od wód (instrukcja *iff*, domena *BOOL*). Nazwij mapę wynikową „odl_wody_250”.

Krok 3 – wybór terenów zalesionych

Sprawdź jakie klasy odpowiadają lasom na mapie MU_K. Po otwarciu mapy widać to w legendzie mapy. Dokonaj rekłasyfikacji mapy MU_K przypisując pikselom oznaczającym lasy wartość logiczną TRUE, innym klasom wartość FALSE.

Krok 4 – powierzchnia ≥ 10 ha

- Przy pomocy operatora logicznego AND połączyć mapy wskazujące tereny, które jednocześnie spełniają trzy warunki zadania, tj.: nachylenie ≤ 2.5 stopnia, odległość od wody > 250 metrów, tereny zalesione.

```
trzy_war = nachyl AND odl_wody_250 AND lasy
```

- Pogrupować obszary spełniające trzy warunki ćwiczenia (polecenie *Area Numbering*, opcja 8). Nazwać mapę wynikową „trzy_war_grupy”.
- Jak widać funkcja, oprócz mapy, tworzy również tabelę o tej samej nazwie. Otwórz ją i przeanalizuj zawartość.
- W oknie tabeli (nie oknie programu!) dokonaj obliczenia kolumny, która zawierać będzie wartości powierzchni w ha dla obszarów większych lub równych 10 ha, wg poniższej formuły:

```
ha = iff (trzy_war AND (Area >= 100000), Area/10000, ?)
```

- W głównym oknie programu przeklasyfikować mapę trzy_war_grupy w oparciu o nowo utworzoną kolumnę w tabeli trzy_war_grupy przypisując obszarom odpowiadającym wymaganiom ich powierzchnię w ha. Nazwij ją „wynik”. Przyglądniej się uważnie sposobowi zapisu poniższego działania, które pozwala na wykorzystanie informacji zawartej w konkretnej kolumnie wybranej tabeli.

```
wynik1234 = iff (trzy_war_grupy.ha>10, true, false)
```

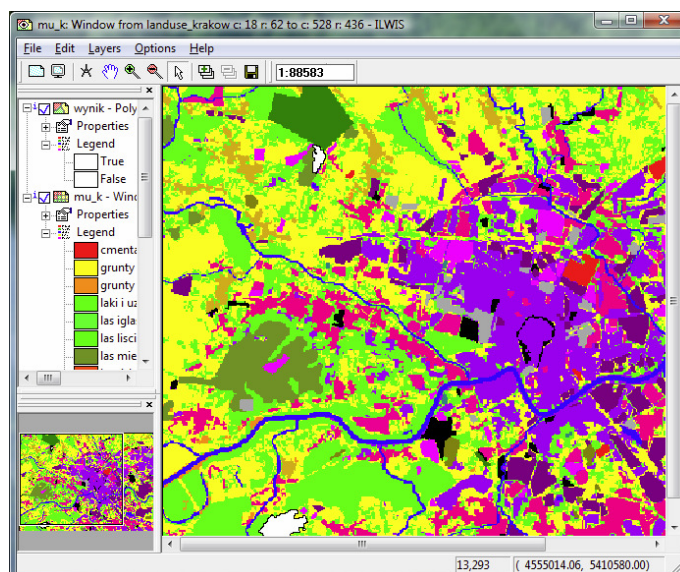
Tak powstała mapa spełnia wszystkie cztery warunki stawiane lokalizacji fabryki.

Opracowanie wyników

Wynikiem ćwiczenia powinna być mapa wektorowa, którą będzie można później wykorzystać do prezentacji terenów odpowiednich dla budowy fabryki. Przeklasyfikuj mapę wynikową, aby piksele przedstawiające jakąś wartość miały wartość TRUE (przypisz domenę *BOOL*):

```
wynik = iff (wynik1234, True, ?)
```

- Zamień raster na wektor (funkcja *Raster to Polygon*). Nazwij „wynik_wekt”
- Wyświetl w jednym oknie mapy wraz z mapą użytkowania MU_K.



Obliczanie ekspozycji

Ekspozycja (ang: *aspect*) to kąt kierunku (azymut) największego spadku obliczonego dla pojedynczego piksela. Wyrażana jest w wartościach od 0-360 stopni, liczona zgodnie ze wskazówkami zegara, od kierunku północnego. Dla przykładu cztery główne kierunki będą miały następujące wartości:

- N - 0/360 stopni;
- E - 90 stopni;
- S - 180 stopni;
- W - 270 stopni.

W programie ILWIS ekspozycję oblicza się za pomocą filtrów gradientowych oraz algebry map (podobnie jak przy nachyleniach):

```
Ekspozycja = RADDEG(ATAN2(dx,dy) + pi)
```

REDDEG pozwala na konwersję z radianów na stopnie, *ATAN2* to arcus tangens zwracający kąt w radianach z dwóch wartości (horyzontalnej *dx* i wertykalnej *dy*). „*Pi*” to stała 3.1416. W przypadku pikseli, dla których nie można obliczyć ekspozycji (np. dla terenów płaskich, LINII GRZBIETOWYCH) w systemach GIS piksele takie przyjmują inną wartość spoza zakresu 0-360 stopni, tak, aby użytkownik otrzymywał jednoznaczną informację o braku obliczenia azymutu ekspozycji. W ILWISie jest to atrybut „?”.

W analizach GISowskich zazwyczaj nie wykorzystuje się wprost mapy azymutów kierunku największego spadku, lecz mapy pochodne, po reklasyfikacji. Przykładem może być mapa 4 głównych ekspozycji, w której każdy z czterech jej kierunków obejmowałby określony przedział azymutów, np.:

- ekspozycja E: 45-135 stopni (ćwiartka tj. 90 z 360 stopni);
- ekspozycja N: 0-45 stopni oraz 315-260 stopni (łącznie ćwiartka tj. 90 z 360 stopni).

Innym przykładem może być mapa ośmiu głównych ekspozycji: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW, gdzie każda rodzaj ekspozycji obejmowałby przedział 45 stopni, np.:

- SE: 112,5 stopnia – 157,5 stopnia.

Zadanie testowe: wygenerować mapę azymutów ekspozycji, a następnie zreklasyfikować ją w taki sposób, aby wartość prawdy logicznej była przyporządkowana pikselom o ekspozycji zachodniej, rozumianej jako przedział obejmujący 90 stopni. W linii poleceń wpisać:

```
Ekspozycja_W = iff ((ekspozycja>225) and (ekspozycja<315), True, False)
```

W oknie Raster Map Definition wybrać domenę BOOL. Zinterpretować uzyskane wyniki. Jaki wpływ miałby piaty warunek dla lokalizacji fabryki, np. wymóg położenia na określonym stoku (ekspozycji?).

Zadania dodatkowe – testowanie nabytych umiejętności:

- na podstawie posiadanych danych (pokrycie/użytkowanie terenu, numeryczny model terenu, centrum Krakowa, uczelnie Krakowa) wykonaj analizę przydatności terenu dla określonego celu, wg własnych (minimum) pięciu warunków, dla których miałyby zastosowanie operatory odległości, sąsiedztwa, zapytania atrybutowe i algebra map.