

Wykorzystanie uniwersalne
na lekcjach wszystkich przedmiotów,
do pracy w szkole i w domu.

Fotomapa – mapa z rozdzielczością zdjęcia

Marek Ostrowski, Grzegorz Głowacki

Cele

- nabycie umiejętności korzystania z fotomap lotniczych i satelitarnych – podstawowych narzędzi wizualizacji przestrzeni;
- zapoznanie się z możliwościami przeglądarki internetowej;
- ćwiczenie umiejętności rozpoznawania miejsc i obiektów z nowej perspektywy (teledetekcja)
- ćwiczenie umiejętności określania współrzędnych obiektów, umiejętności odnajdowania ich na przestrzeni fotomapy, a także znajdowania w terenie obiektów o określonych współrzędnych geograficznych;
- nabycie umiejętności obliczania odległości i sumy odległości (np. obwodów) oraz powierzchni w różnych jednostkach;
- kształtowanie wyobraźni przestrzennej i umiejętności jej wykorzystania w procesie nauczania i uczenia się;
- praktyczne wykorzystanie fotomapy do pracy ze scenariuszami i skryptami *Warszawskiego Tryptyku Edukacyjnego*.

Technologię GIS oraz programy umożliwiające pomiar na fotomapie Warszawa 2001 udostępniła firma ESRI Polska, wspierająca projekt *Warszawskiego Tryptyku Edukacyjnego*.

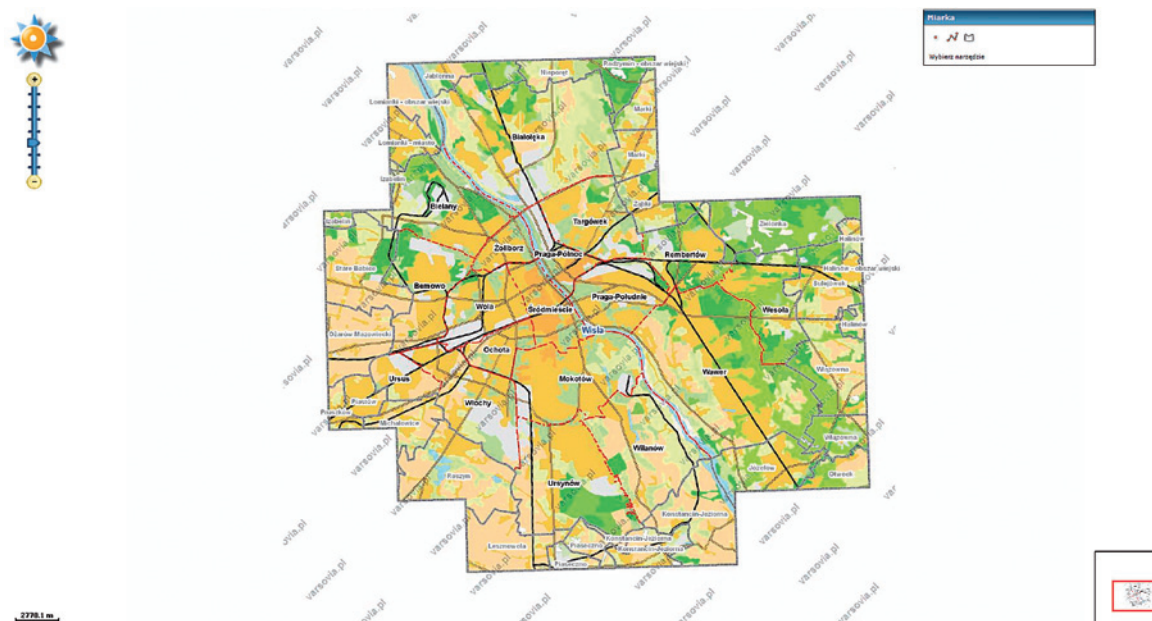
Fotomapa dostępna jest pod adresami:

<http://samper.pl> (Obrazowa Baza Danych VARSOVIA.PL ortofotomapa 2001) oraz
<http://edukacja.esripolska.com.pl>

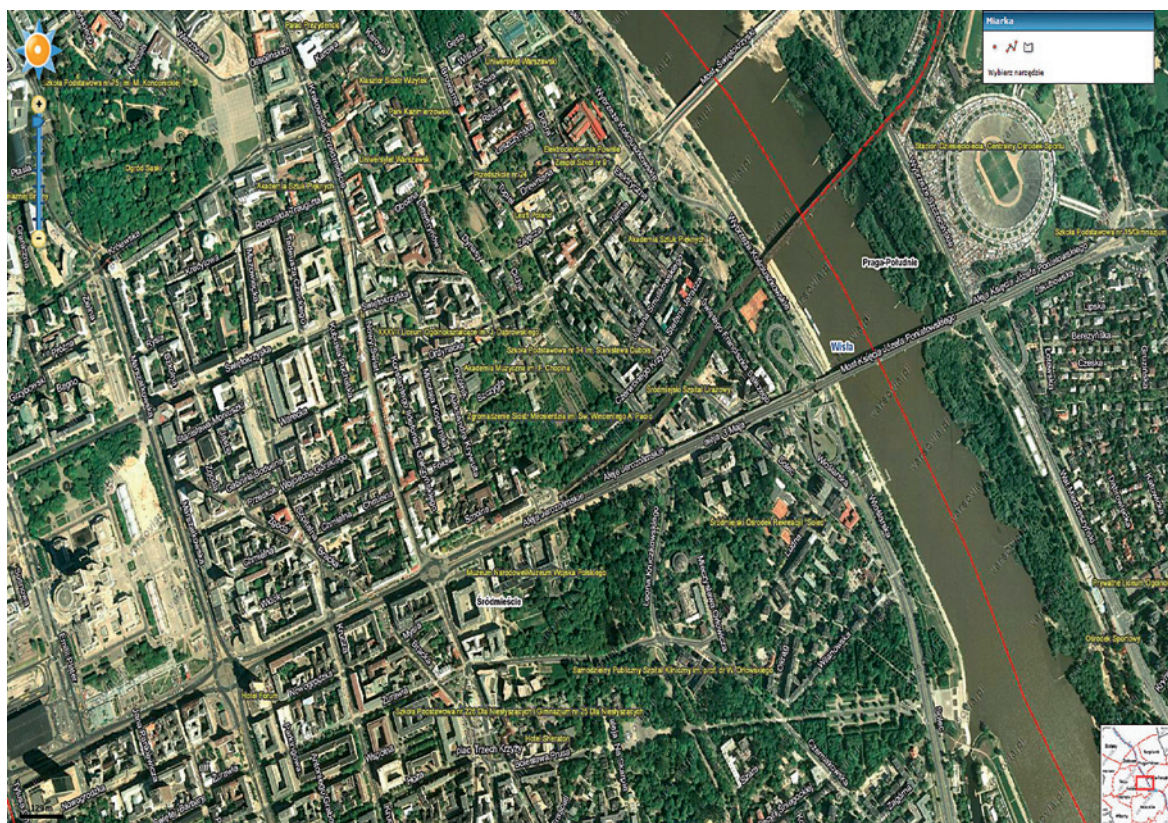
Każdy obiekt i zjawisko są powiązane z czasem i przestrzenią, dlatego też poznawanie mechanizmów, jakie nimi rządzą, powinno być każdorazowo wspierane także informacją o ich położeniu. Mapa, plan, pionowe zdjęcie lotnicze to doskonałe pomoce naukowe, a nowoczesne technologie informatyczne oraz narzędzia GIS (geograficznego systemu informacji) istotnie ułatwią dostęp do tych informacji.

Na potrzeby działań edukacyjnych *Warszawskiego Tryptyku Edukacyjnego* została udostępniona pod podanymi powyżej adresami aplikacja internetowa pochodząca z Obrazowej Bazy Danych VARSOVIA.PL. Jej zadaniem ma być wspieranie procesów poznawczych informacją geograficzną. Opisana poniżej aplikacja z założenia będzie podlegać ciągłym modyfikacjom, zarówno co do zawartych treści, jak i dostępnych narzędzi, ułatwiających rozwiązywanie zadań. Jednak podstawy funkcjonowania serwisu się nie zmienią.

Główną treścią prezentowaną w oknie przeglądarki internetowej jest ogólny plan Warszawy oraz w mniejszej skali (w większym powiększeniu) ortofotomapa Warszawy (z kolejnymi aktualizacjami w miarę rozwijania się projektu). Ortofotomapa jest obrazem lotniczym (powstałym najczęściej w wyniku zespolenia wielu pojedynczych zdjęć) lub obrazem satelitarnym, któremu za sprawą procesu fotogrametrycznego nadano cechy kartometryczności, identyczne z tymi, jakie mają klasyczne mapy. Obraz staje się mapą analogową.



Oprócz zasadniczej treści kartometrycznej w oknie znajduje się zestaw dodatkowych narzędzi umożliwiających interaktywne posługiwanie się mapą. Są to: **róża wiatrów i skala, skrzynka z narzędziami i wynikami pomiarów oraz okno podglądu mapy.**





Kierunki nawigacji i suwak skali obrazu

Róża wiatrów, zlokalizowana w lewym górnym rogu okna, pozwala nawigować po mapie. Wskazanie dowolnego elementu znajdującego się na krawędzi róży spowoduje przesunięcie mapy w żądanym kierunku. Możliwe jest przesuwanie mapy w ośmiu kierunkach.

Suwak skali, znajdujący się poniżej róży wiatrów, pozwala na zmianę skali (przybliżenie lub oddalenie) prezentowanej mapy. W aplikacji zdefiniowano kilka skal, w jakich prezentowana jest mapa. Zmiany dokonuje się przez wskazanie na plus (powiększenie mapy) lub minus (pomniejszenie mapy) – znaki są umieszczone na końcach podziałki. Skalę mapy można także zmieniać, poruszając kółeczkiem myszy, przy czym przesunięcie kółeczka do przodu spowoduje przybliżenie mapy, do tyłu zaś jej oddalenie.



Miarka skali mapy

Aktualna, dynamicznie zmieniająca się **skala mapy**, znajduje się w lewym dolnym rogu okna. Podziałka prezentuje skalę, w jakiej w danej chwili wyświetlana jest mapa.



Narzędzia pomiarów i pomiary na mapie

Skrzynka z narzędziami i wynikami pomiarów grupuje narzędzia pozwalające na wykonanie pomiarów na mapie. Każde narzędzie obsługiwane jest w ten sam sposób: po wybraniu konkretnego narzędzia należy wskazać na mapie punkt lub punkty, a następnie odczytać wartości pomiaru wyświetlone w tym oknie.



Narzędzie pomiaru współrzędnych (ikona punktu) umożliwia odczytanie z mapy współrzędnych wskazanego miejsca. Współrzędne wyrażone są w metrach oraz w wartościach długości i szerokości geograficznej.



Narzędzie pomiaru odległości (ikona linii łamanej) pozwala na pomiar odległości pomiędzy punktami wskazywanymi w kolejności kliknięć na mapie. Ścieżka pomiaru jest automatycznie rysowana na mapie, tym samym wyznacza przebieg mierzonej trasy. Wyniki pomiaru są wyświetlane w oknie narzędziowym. Istnieje możliwość zmiany jednostek, w jakich prezentowane są wyniki (metry, mile). Wybranie jednej z dostępnych jednostek z rozwijalnego menu spowoduje automatyczne przeliczenie pomierzonych wartości w nowym układzie jednostek.



Narzędzie pomiaru pola powierzchni działa na podobnej zasadzie jak opisane wcześniej narzędzie pomiaru odległości, jednak z tą różnicą, że każde kliknięcie na mapie dodaje kolejny wierzchołek wielokąta odzwierciedlającego kształt mierzonego obszaru. Wyniki pomiaru (całkowita długość obwodu oraz pole powierzchni) wyświetlane są w oknie narzędziowym. Istnieje możliwość zmiany jednostek, w jakich prezentowane są wyniki. Wybranie jednej z dostępnych jednostek z rozwijalnego menu spowoduje automatyczne przeliczenie zmierzonych wartości w nowym układzie jednostek.



Okno podglądu mapy

Okno podglądu mapy prezentuje zaznaczony czerwonym prostokątem obszar oglądany w głównym oknie aplikacji, co pozwala na szybką orientację w przestrzeni miasta w czasie pracy z mapą w największym powiększeniu.

Umiejętność czytania fotomapy, pracy w systemie GIS oraz aktywne korzystanie z narzędzi aplikacji do określania położenia i obliczania wielu parametrów przestrzennych są ważnymi elementami łączenia wiedzy podręcznikowej z rzeczywistą przestrzenią.

Poniżej przedstawiono w skrócie przykładowe możliwości wykorzystania aplikacji. Rozwinięcie podanych przykładów nauczyciele i uczniowie znajdą w załączonych skryptach i scenariuszach.

Kategorie zadań i problemów, które można rozwiązywać na podkładzie fotomapy z wykorzystaniem programu ArcView

Rozpoznawanie i określanie położenia obiektów

1. Rozpoznaję i nazywam wyszukany obiekt lub zdarzenie. Określam ich współrzędne geograficzne. Określam ich położenie, wykorzystując także inne parametry położenia, np. dane adresowe lub opis lokalizacji (na wschód od czegoś, między rzeką a drogą, powyżej, poniżej etc.).

2. Znajduję i zaznaczam na fotomapie lokalizację:

- wybranego obiektu (np. dowolny obiekt rozpoznany na zdjęciu lotniczym znajdującym się w *Tryptyku Warszawskim*, obiekty znane z autopsji: budynek szkolny, miejsce zamieszkania, lokalny zabytek, supermarket, klub, szpital, skrzyżowanie);
- zdarzenia (np. miejsce wydarzenia historycznego, punkt rozpoczęcia wycieczki po mieście).

Warto podkreślić, że dzięki przygotowywanej obrazowej bazie danych będę mógł oznaczać nie tylko istniejące, rzeczywiste obiekty i zdarzenia, ale również te z odległej przeszłości i odnosić je do czasu teraźniejszego. I to również można brać pod uwagę, opracowując projekty lekcji.

Wyznaczanie i analiza powierzchni oraz granic zasięgów

Rozpoznany i zaznaczony na mapie punkt (obiekt), na przykład budynek swojej szkoły, może zapoczątkować ciąg kolejnych zadań. Proste zadania polegają na wyznaczeniu jakiegoś obszaru (terytorium), na przykład ograniczonego miejscami zamieszkania uczniów:

- wskazuję położenie szkoły;
- wskazuję miejsca zamieszkania poszczególnych uczniów ze swojej klasy (jeżeli dojeżdżają z bardzo odległych miejsc, spoza obszaru fotomapy, to wskazuję miejsca zamieszkania tylko uczniów zamieszkałych najbliżej);
- łączę miejsca zamieszkania uczniów:
 - a. liniami prostymi (wariant I), odrzucając rzeczywiste uwarunkowania fizjograficzne, administracyjne itd. (może się więc zdarzyć, że linia będzie przecinała budynek, teren zakładu przemysłowego, rzekę itp.);
 - b. liniami łamanymi (wariant II) prowadzonymi wzdłuż naturalnych form fizjograficznych, ciągów komunikacyjnych itd. (np. wzdłuż ulic, przez najbliższy most). W ten sposób, na podstawie wyraźnie zdefiniowanych kryteriów, zostanie wydzielony obszar, który będzie przedmiotem dalszych analiz.

Wyznaczanie centrum tak określonego obszaru:

- obliczam obwód i powierzchnię obszaru obu wariantów;
- wyznaczam położenie centrum. Wyznaczanie centrum przestrzeni (powierzchni) może być tematem osobnej lekcji matematyki. Czym jest centrum obszaru? Może to być wartość matematyczna, ale należy też rozważyć inne kryteria wyznaczenia centrum przestrzeni, np. socjologiczne, komunikacyjne, historyczne itd.? Jakie są matematyczne lub fizyczne (np. mechaniczne) metody wyznaczenia środka obszaru powierzchni (figur) o dowolnym kształcie?

Dopiero znając odpowiedzi na te pytania, wraz z merytorycznym uzasadnieniem, mogę rozpocząć realizację następujących zadań:

- podaję przykłady wyznaczania środka danej powierzchni i zaznaczam wyniki na fotomapie. Jeżeli środki powierzchni wyznaczone poszczególnymi metodami nie będą się pokrywały, wyznaczam wewnętrzny obszar przestrzeni określony granicznymi punktami „środków”.

W tak wyznaczonej przestrzeni określam środek, a następnie metodą kolejnych przybliżeń wyznaczam ostatecznie uśrednione centrum. Czy szkoła leży w centrum powierzchni wyznaczonej przez miejsca zamieszkania uczniów? Czy musi się tam znajdować? Jaka jest odległość między centrum geometrycznym, geograficznym (lub uśrednionym) tak wydzielonej przestrzeni a rzeczywistym położeniem szkoły?

- rysuję krąg oparty na granicznych wierzchołkach (miejscach zamieszkania uczniów) i obliczam odległość między szkołą a środkiem kręgu obrysowanego na figurze. Czy szkoła leży w obszarze zamieszkanym przez uczniów (w praktyce może leżeć poza obszarem figury wyznaczonej przez miejsca zamieszkania uczniów. Z tym zagadnieniem wiążą się pojęcia zbiorów i przynależności do danego zbioru).



$N 52^{\circ} 14,52' E 21^{\circ} 01,00'$

Zadanie pomocnicze: wyznaczenie centrum dzielnicy.

Wyznaczam geometryczny i geograficzny środek dzielnicy, np. Śródmieścia. Czy oba środki obszaru dzielnicy pokrywają się? Podaję współrzędne geograficzne. Sprawdzam poprawność swojego wyniku, porównując go z miejscem ustanowionym formalnie. Gdzie znajduje się geograficzne centrum Śródmieścia? Jak jest zaznaczone? Podpowiedź: geograficzne centrum Śródmieścia znajduje się kilkanaście metrów na półn-wsch od pomnika Bolesława Prusa. Jest tablicą wbudowaną w chodnik.

Obliczanie obwodu i pola obszaru:

- obliczam obwód obszaru wyznaczonego przez miejsca zamieszkania uczniów;
- obliczam powierzchnię obszaru wyznaczonego przez miejsca zamieszkania uczniów.

Analiza odległości wewnątrz wyznaczonego obszaru:

- obliczam odległości między szkołą a poszczególnymi miejscami zamieszkania. Obliczenia należy wykonać w dwóch wariantach:

wariant I – pomiar odległości bezpośrednich bez uwzględniania uwarunkowań fizjograficznych;

wariant II – pomiar odległości rzeczywistych, czyli tras, które pokonują uczniowie, idąc bądź jadąc do szkoły;

- rysuję wykres (słupkowy) wszystkich pomierzonych odległości między miejscami zamieszkania a szkołą;
- wskazuję maksymalną i minimalną odległość miejsc zamieszkania uczniów w stosunku do szkoły;
- obliczam sumę odległości (dróg) wszystkich uczniów do szkoły. Jaka jest średnia odległość, jakie odchylenia od średniej? Ile łącznie czasu potrzeba na pokonanie sumy odległości (wycieczanie i optymalizacja kosztów społecznych);
- obliczam procentowe (ułamkowe) wartości poszczególnych odległości, (np. jaki procent sumy wszystkich odległości stanowi odległość między miejscem zamieszkania danego ucznia a szkołą);
- obliczam odległości między miejscami zamieszkania uczniów (w obu wariantach wyznaczania tras). Jaka jest proporcja danej odległości do poszczególnych odległości między miejscami zamieszkania a szkołą?

Wszystkie obliczenia, dzięki temu, że odnoszą się do realnej przestrzeni, odczytywanej i wyliczanej z fotomapy, mają wymiar rzeczywisty. Pomiar wykonywane na obszarze zamieszkanym przez daną grupę uczniów dotyczą powierzchni, odległości mierzonych w metrach, ale również w jednostkach czasu. Wyniki pomiarów pozwalają także wyliczać proporcje.

Wyliczenia dotyczą nie tylko prostych relacji przestrzennych między pojedynczymi uczniami lub ich wspólnotą. Dają też możliwość dokonywania analiz projektowych i optymalizacji. Mogą być więc wykorzystywane, stosownie do programów nauczania, od poziomu szkoły podstawowej po uczelnie.

Przykładem zadania nieco bardziej rozbudowanego jest poniższy przykład:

- ile wynosi droga z domu do szkoły, a ile ze szkoły do domu?

Rozwiązaniem jest obliczenie odległości w jednostkach metrycznych i, niezależnie, czasowych. Odległość metryczna w obu przypadkach jest ta sama. Odległości czasowe (mierzone przez uczniów empirycznie) mogą być różne. Na przykład drogę do szkoły uczeń pokonuje w 15 minut, a tę samą odległość do domu aż 40 minut. Dlaczego? Zależność tę możemy opisać równaniem, w której jedna ze stron będzie zawierała współczynnik odpowiedzialny za różnicę czasową (spowodowaną np. oglądaniem wystaw, spacerowym krokiem, spotkaniem znajomego i rozmową). Pozwoli to praktycznie pojąć rolę współczynników w równaniach ogólnych.

Powyższe przykłady matematycznie są proste, ale wprowadzają istotny czynnik powiązania zadań matematycznych z realną przestrzenią i zjawiskami w niej zachodzącymi. Uczą przy tym logicznego myślenia i nie ograniczają się do prostego arytmetycznego rozwiązywania. Po prostu uczą myśleć matematycznie.

Inne przykłady wyznaczania obszarów, które posłużą do dalszych obliczeń z wykorzystaniem fotomapy i narzędzi GIS:

- określanie zasięgu wybranego zjawiska (np. krańcowe przystanki linii tramwajowych, metra, granice zwartej zabudowy, zasięg odbioru sygnału, granice zasięgu występowania zwierząt i roślin, wyznaczanie i określanie szerokości korytarzy ekologicznych, którymi przemieszczają się zimą stada krukowatych);
- wyrysowywanie konturów sylwet obszarów wydzielonych na fotomapie na podstawie fotonu, kolorów lub tekstury (np. obszaru Starego Miasta, wyróżniającego się w przestrzeni czerwonymi dachami, dowolnego parku lub lasu w obszarze Warszawy, wybranego osiedla, stadionu);
 - wyznaczanie historycznego obszaru objętego powstaniem;
 - odniesienie się do miar administracyjno-historycznych zasięgu władzy marszałka wielkiego koronnego (obszar w promieniu 1 mili), obszaru miasta otoczonego wałami Zygmuntońskimi, wałami Lubomirskiego itd.;
- wyznaczanie obszaru, który uczeń może obejść np. w ciągu godziny;
- określanie granic dawnych jurydyk, współczesnej dzielnicy czy osiedla;
- wydziałanie dowolnego obszaru, ograniczonego większymi arteriami, np. Wisłostradą (Wybrzeżem Gdynskim), aleją Armii Krajowej i ulicą Marymoncką, lub wydzielonego aleją Waszyngtona, ulicami Grochowską i Zieleniecką.

Mając wytyczone obszary, można dokonywać wielu innych obliczeń. Przykładem może być wyliczanie nie tylko bezwzględnych wartości długości granic swojej dzielnicy, ale też procentowe wyliczanie, z którą dzielnicą granica jest najdłuższa, a z którą najkrótsza. Można również obliczać z fotomapy, jaka jest odległość na przykład między Mokotowem a Ochotą (od zera w miejscach, gdzie graniczą, do wartości dodatnich między krańcami obszarów lub między środkami dzielnic; sposoby wyznaczania środków figur omówione były wcześniej).

Można również dokonywać na wyznaczonych obszarach bezpośrednich lub porównawczych analiz, zgodnych z podstawami programowymi danej lekcji. Przykładowe zadania: wymień klasy obiektów dostrzeżonych na danym obszarze (domy, boiska, przystanki, drzewa, pawilony); podaj i opracuj statystycznie lub graficznie liczebność obiektów w danej klasie.

Projektowanie i optymalizacja tras

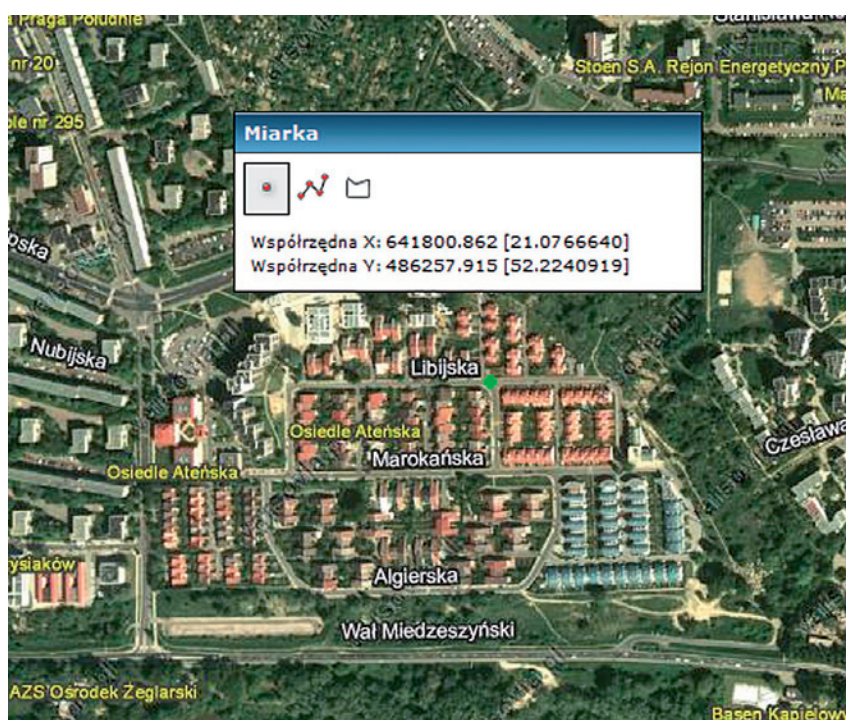
Osobnym blokiem zadań jest wyznaczanie i poruszanie się po trasach liniowych (szlakach opracowanych na lekcjach historii, przyrody, geografii, języka polskiego i języków obcych, chemii etc.) wraz z wyliczeniem optymalizacji poruszania się po takich trasach (projektujemy drogę w kolejności zdarzeń bądź zwiedzamy obiekty, nie zważając na chronologię, bo chodzi nam o trasy najkrótsze). Są to zadania bardziej złożone matematycznie, a ich fundamentem są wyliczenia odległości dokonane na fotomapie (przykład jest zawarty w scenariuszu: *Noc listopadowa*).

Tego typu szlaki tematyczne nie muszą być zwykłymi trasami między wyznaczonymi i z góry narzuconymi punktami, ale na przykład połączeniem matematyki z językiem polskim. Przykład: zaznaczam miejsce zamieszkania Bolesława Prusa (jako centralny punkt odniesienia w przestrzeni). Określam zasięg (w postaci kręgu) możliwości dojścia do różnych obiektów w trakcie pieszego powolnego spaceru. Co znajdowało się w tym obszarze za czasów Prusa? Zaznaczam nie tylko teoretyczne granice zasięgu, ale również konkretny obiekt docelowy. np. redakcję „Kuriera Warszawskiego”. Istotą tego zadania jest nie tylko wyznaczenie trasy w postaci punktów docelowych i pokonanie trasy między wybranymi punktami, lecz także budowanie przebiegu samej trasy (co mógł zobaczyć Prus w czasie spaceru, idąc do redakcji konkretną trasą). W rezultacie zadania z matematyki przestają być abstrakcyjne i wspomagają inny przedmiot.

Wymienione analizy przestrzenne można wykonywać nie tylko na lekcjach matematyki, ale też na lekcjach wszystkich innych przedmiotów, posługując się dodatkowo jednostkami współrzędnych geograficznych.

W kolejnych tomach scenariuszy i skryptów będzie zamieszczonych wiele innych, bardziej rozbudowanych matematycznie, przykładów pracy z fotomapą i danymi liczbowymi uzyskanymi dzięki pomiarom.

Przykłady praktycznego wykonania pomiarów odległości dzięki wykorzystaniu podstawowych narzędzi programu ArcView



Zadanie 1

Wyznaczam współrzędne geograficzne skrzyżowania dowolnych ulic lub rozpoznanego obiektu. Odczytuję wartości współrzędnych.

Zadanie 2

Jaka odległość w linii prostej dzieli pomnik Mickiewicza przy Krakowskim Przedmieściu i pomnik Słowackiego na placu Bankowym na podstawie obliczeń długości odcinka łączącego dwa punkty o znanych współrzędnych?

Tok postępowania:

- wykorzystując narzędzia do nawigacji, lokalizuję na mapie oba pomniki;
- w oknie narzędziowym wybieram narzędzie pomiaru współrzędnych;
- wskazuję kursorem obiekt i jednokrotnie klikam lewym klawiszem myszy;
- odczytuję i notuję współrzędne, które pojawiły się w oknie narzędziowym;

- wykonuję te same działania w odniesieniu do drugiego pomnika;
- obliczam długość odcinka, dysponując współrzędnymi punktów końcowych.

Zadanie 3

Jaka odległość w linii prostej dzieli pomnik Mickiewicza przy Krakowskim Przedmieściu i pomnik Słowackiego na placu Bankowym na podstawie pomiaru odległości – weryfikacja obliczeń przeprowadzonych w zadaniu 2.

Tok postępowania:

- wykorzystując narzędzia do nawigacji, lokalizuję na mapie oba obiekty (obiekty muszą być tam widoczne jednocześnie);
- w oknie narzędziowym wybieram narzędzie pomiaru odległości;
- kursorem myszy wskazuję (pojedyncze kliknięcie lewym klawiszem myszy) lokalizację pierwszego obiektu, a następnie kieruję kursor w stronę drugiego obiektu (podwójne kliknięcie lewym klawiszem myszy kończy pomiar);
- z okienka narzędziowego odczytuję wynik pomiaru (wartości mogą być różne, wynika to z błędów pomiaru, a w szczególności z niejednoznacznego wskazania położenia obiektów na mapie).

Zadanie 4

Obliczam odległości między punktami opisanymi przez współrzędne geograficzne. Przykład rozwiązania znajduje się w skrypcie *Warszawskiej rozmiary*.

Marek Ostrowski

Uniwersytet Warszawski
e-mail: samper@samper.pl

Grzegorz Głowacki

ESRI POLSKA
e-mail: esripol@esripolska.com.pl