

Tomasz TEMPLIN¹
Dariusz POPIELARCZYK²

ZASTOSOWANIE NARZĘDZI GIS DO OPRACOWANIA TURYSTYCZNYCH MAP BATYMETRYCZNYCH ŚRÓDLĄDOWYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH

Streszczenie

W referacie przedstawiono przegląd technologii i narzędzi GIS wykorzystywanych w procesie pozyskiwania, przetwarzania, przechowywania oraz udostępniania danych batymetrycznych śródlądowych zbiorników wodnych. Omówiono na wybranych przykładach metody stosowane w procesie opracowania turystycznych map batymetrycznych. Zwrócono uwagę na zmiany wynikające ze sposobu dystrybucji danych oraz wskazano rozwiązania pozwalające na dystrybucję map w formie elektronicznej oraz zastosowanie technologii sieciowych w procesie udostępniania map z wykorzystaniem sieci Internet.

Słowa kluczowe: GIS, mapa batymetryczna, mapa turystyczna, dystrybucja map.

1. Wprowadzenie

Opracowanie batymetrycznych map śródlądowych zbiorników wodnych wymaga danych o przestrzennym ukształtowaniu dna. W Polsce, ze względu na brak zasobów zawierających zbiory z wiarygodnymi danymi batymetrycznymi opracowanie tego rodzaju mapy wymaga zazwyczaj przeprowadzenia prac pomiarowych bezpośrednio w terenie. W związku z tym etap związany z pozyskiwaniem danych przestrzennych jest niezwykle czasochłonny oraz trudny do przeprowadzenia, wymaga specjalistycznej wiedzy i umiejętności. Powoduje to, że jest również niezwykle kosztowny [1]. Ocenia się, że koszty pozyskania danych mogą stanowić średnio 75%, 80%, a nawet 85% całkowitych kosztów projektu GIS. Obejmują one zarówno źródła danych, jak i ich dalsze przetwarzanie i przygotowanie dla potrzeb projektu [2; 3].

Etap gromadzenia danych przestrzennych jest kluczowy w trakcie tworzenia nowych przestrzennych baz danych. Od ich dokładności, aktualności oraz kompletności zależy bezpośrednio jakość modelu odzwierciedlającego elementy świata rzeczywistego. Ważnym czynnikiem staje się więc wybór technologii pomiarowej, uzasadnionej ekonomicznie, a jednocześnie zapewniającej odpowiedni poziom dokładności. Najbardziej rozpowszechnionymi technologiami pozyskiwania danych są obecnie [4]:

- Globalny System Pozycjonowania (GPS) i klasyczne metody geodezyjne,
- skanowanie laserowe,
- metody fotogrametryczne oraz teledetekcyjne,
- inne technologie.

Proces zbierania i przetwarzania danych przestrzennych powiązany jest ściśle z możliwościami wykorzystywanych systemów geoinformacyjnych. Rosnąca rola Internetu oraz gwałtowny postęp w systemach telekomunikacyjnych to podstawowe czynniki wyznaczające nowy kierunek rynku GIS. Systemy geoinformacyjne ewoluują, wykorzystując najnowsze rozwiązania oraz metody przetwarzania informacji. Adaptacja technologii internetowych oraz silna presja związana z

¹dr inż., Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

²dr inż., Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

koniecznością współdziałania systemów i swobodnej wymiany danych przestrzennych pomiędzy nimi w zasadniczy sposób wpływa na kierunek zmian systemów GIS [5].

Forma mapy zależy bezpośrednio od jej przeznaczenia. Na rynku nadal dostępne są mapy i wydawnictwa papierowe. Taki sposób prezentacji danych przestrzennych jest wygodny dla użytkowników, pozwala na proste obrazowanie zjawisk oraz prezentowanie wyników analiz. Rozwój technologiczny powoduje jednak, że kartograficzny obraz traktowany jest już tylko jako pewne przybliżenie wybranych aspektów. Dostępność mobilnych urządzeń nawigacyjnych oraz oprogramowania do obsługi danych przestrzennych zwiększa popularność map w formie cyfrowej. Kartografia cyfrowa wnosi nową jakość zarówno w zakresie możliwości, jak również technik przetwarzania, udostępniania danych przestrzennych. Połączenie map cyfrowych, z zawartością baz danych udostępnianych przez Internet, otwiera nowe możliwości określenia położenia i lokalizacji usług [2].

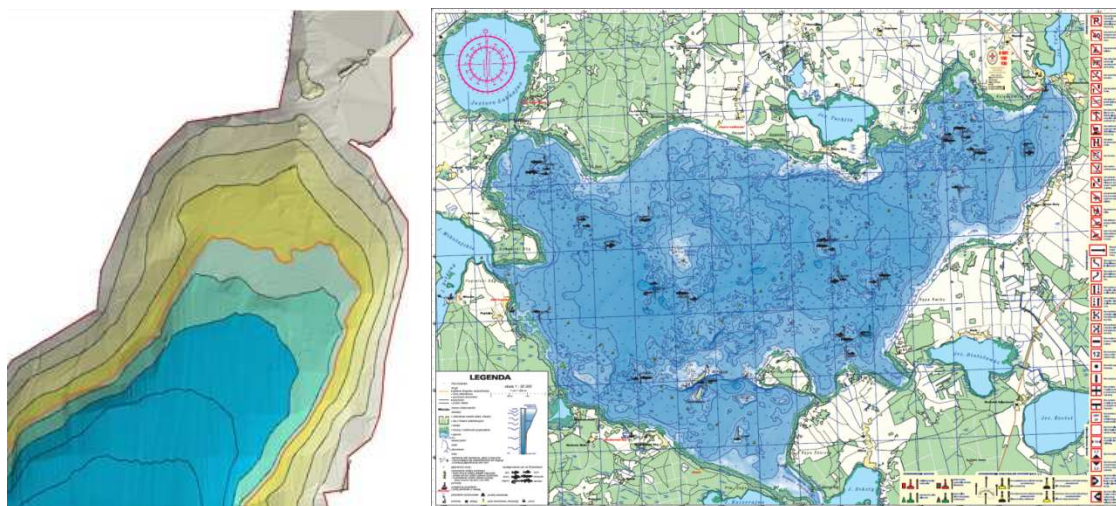
Wymienione czynniki powodują, że zmienia się również metodyka pozyskiwania, przetwarzania i udostępniania map. Poniższy artykuł przedstawia na przykładzie wybranych śródlądowych zbiorników wodnych, zlokalizowanych na obszarze Wielkich Jezior Mazurskich technologie i narzędzia wykorzystywane przez autorów w procesie opracowania map batymetrycznych oraz turystycznych (zarówno w wersji papierowej, jak i elektronicznej).

2. Mapa batymetryczna a mapa turystyczna

Warmia i Mazury jest jednym z najbardziej atrakcyjnych regionów turystycznych Polski, obejmującym obszary o wybitnych walorach przyrodniczych i bogatych zasobach kulturowych. Region Warmii i Mazur posiada liczne akweny wodne, co wymusza potrzebę prowadzenia badań nad strukturą ich dna oraz głębokościami. Badania te wymagają prowadzenia bezpośrednich pomiarów hydrograficznych i geodezyjnych. Nauką łączącą obie dziedziny jest batymetria, zajmująca się pomiarem zbiorników wodnych i tworzeniem map batymetrycznych. Mapy te sporządzane są w oparciu o dane uzyskane przy pomocy sondu batymetrycznego, wyznaczającego głębokość z wykorzystaniem fali akustycznej odbijającej się od dna zbiornika wodnego. Integracja sensorów hydroakustycznych oraz precyzyjnych, geodezyjnych odbiorników satelitarnych pozwoliła na wyznaczanie z centymetrową dokładnością pozycji miejsca, w którym wykonano pomiar hydroakustyczny. Dzięki temu istnieje możliwość zarówno dokładnego wyznaczania lokalizacji punktów mierzonych, jak również precyzyjnego poruszania się po zaprojektowanych profilach pomiarach.

Głównym efektem pomiarów prowadzonych na śródlądowych zbiornikach wodnych są mapy batymetryczne. Stanowią produkt, którego podstawowym przeznaczeniem jest zastosowanie w nawigacji morskiej, śródlądowej lub rybactwie. Na mapie batymetrycznej możemy określić kilka cech fizycznych akwenu, w tym: powierzchnię zbiornika; średnią i maksymalną długość, szerokość; średnią i maksymalną głębokość; kształt i długość linii brzegowej oraz objętość [6]. Parametry te wykorzystane są często w powiązanych tematycznie badaniach przyrodniczych, hydrograficznych i biologicznych.

Rozwinięciem map batymetrycznych są mapy turystyczne. Ze względu na specyfikę odbiorcy tego produktu kartograficznego, mapy wykonywane są w sposób umożliwiający zrozumienie zamieszczonych treści przez osoby nieposiadające wykształcenia hydrograficznego czy geodezyjnego. Takie opracowania są sporządzane głównie dla celów turystycznych, ułatwiają żeglugę na dużych zbiornikach śródlądowych ale również cieszą się zainteresowaniem wędkarzy oraz osób uprawiających sporty wodne.



Rys. 1. Mapa batymetryczna a mapa turystyczna. Mapa jeziora Kamienne (<http://www.batymetria.pl>) – po lewej, mapa turystyczna Jeziora Śniardwy - po prawej

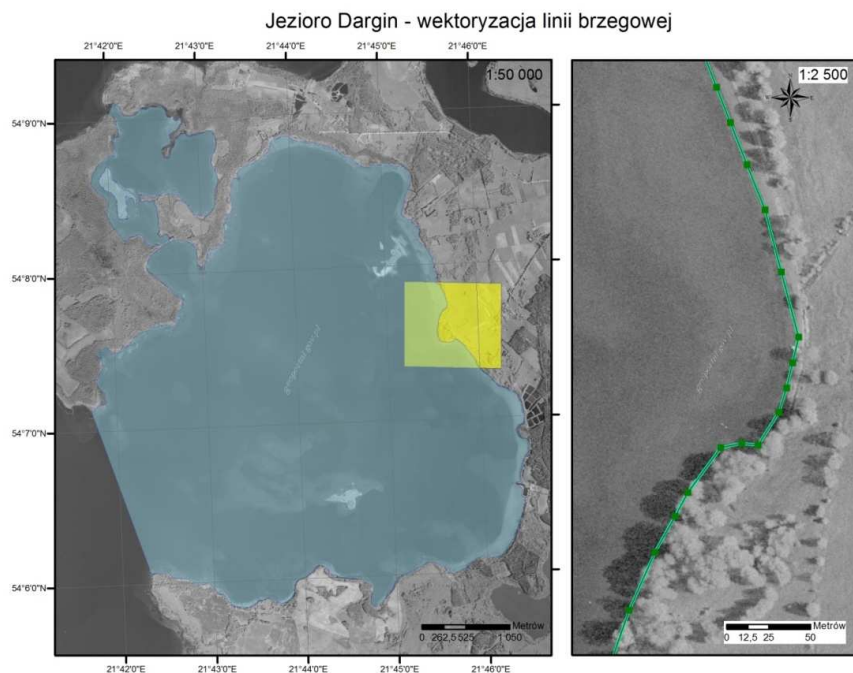
Mapa turystyczna w odróżnieniu od mapy batymetrycznej powinna zawierać również dodatkowe informacje, np. o przestrzennej lokalizacji miejsc niebezpiecznych, przeszkód podwodnych i niebezpiecznych kamieni podwodnych. Wynika to z faktu, że jednostki poruszające się po jeziorach, nie posiadają na wyposażeniu specjalistycznego sprzętu do bezpiecznego pływania, inaczej niż jednostki morskie, dla których jest to niezbędnym wymogiem. Dodatkowo, aby mapa była skuteczna i przyjazna dla użytkownika, powinna zawierać opis zastosowanych znaków kartograficznych oraz metod oznaczania miejsc niebezpiecznych. Wersja papierowa powinna być wydana w formacie i związanej z nim bezpośrednio skali zapewniającej możliwość swobodnego przeglądania w terenie, na papierze umożliwiającym pracę przy dużej wilgotności.

3. Pozyskiwanie danych batymetrycznych. Prace przygotowawcze

Proces pozyskania danych batymetrycznych jest niezwykle złożony. Zazwyczaj zaczyna się od przygotowania pomiaru poprzez określenie przebiegu linii brzegowej i zaprojektowanie podstawowych profili pomiarowych. Przygotowanie projektu profili ma na celu systematyczne pokrycie sondowanego akwenu na całej jego powierzchni systemem linii w taki sposób, aby zapewnić zobrazowanie zmian ukształtowania dna zbiornika, wykrycie przeszkód podwodnych i miejsc niebezpiecznych. W szczególnych przypadkach należy zagęścić sondaż w celu dokładniejszego zbadania charakterystycznych form ukształtowania dna.

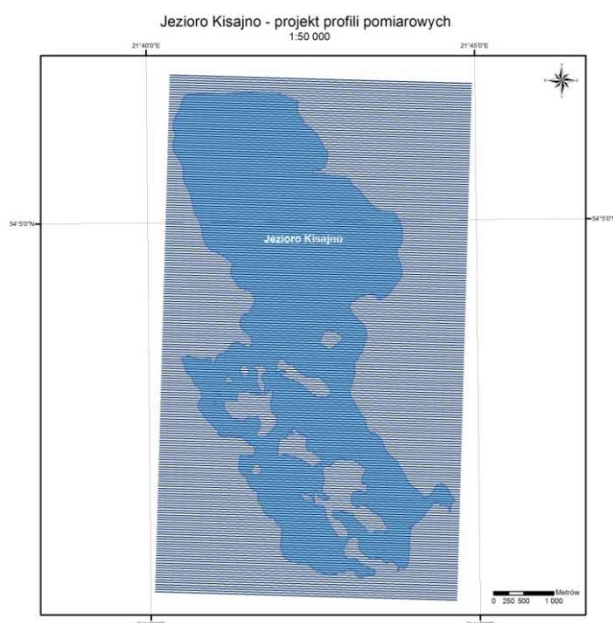
Projektując podstawowe profile pomiarowe należy przede wszystkim kierować się rodzajem sondażu jaki mamy zamiar przeprowadzić, charakterystyką akwenu, który ma być objęty sondażem hydroakustycznym a także wymaganiami dokładnościowymi stawianymi albo przez międzynarodowe standardy hydrograficzne IHO, lub przez jednostkę zlecającą dane prace hydrograficzne [7].

Na wodach śródlądowych, zazwyczaj istotnym elementem brany pod uwagę przy projektowaniu profili jest ukształtowanie linii brzegowej. Profile służą do nawigacji w trakcie pomiarów batymetrycznych po wcześniej zaplanowanych liniach i zapewniają równomierne pokrycie akwenu wodnego pomiarem hydroakustycznym. Podłużny kształt zbiornika wodnego wymusza zastosowanie profili poprzecznych do osi podłużnej akwenu.



Rys. 2. Digitalizacja linii brzegowej na podstawie ortofotomapy z 2005r. (po prawej fragment tworzonej numerycznej warstwy linii brzegowej w skali 1:2500) – jezioro Dargin. Oprogramowanie – pakiet ESRI ArcGIS 9.2

Profile pomiarowe projektowane są jako warstwa mapy cyfrowej na podstawie materiałów archiwalnych oraz bezpośredniej inwentaryzacji terenowej przeprowadzonej przed sondażem. Rozwój technologii internetowych pozwala obecnie na znaczne przyspieszenie tego procesu dzięki wykorzystaniu materiałów udostępnianych z wykorzystaniem technologii sieciowych. Obecnie praktycznie każdy dostępny na rynku pakiet oprogramowania typu desktop GIS posiada funkcję połączenia z serwerem usługi WMS (*ang. Web Map Service*). Umożliwia to swobodnie korzystanie z materiałów, w szczególności fotogrametrycznych, udostępnianych przez firmy i instytucje w sieci Internet. W Polsce cennym źródłem informacji dla określenia przebiegu linii brzegowej stanowią materiały udostępniane w ramach geoportalu uruchomionego przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii na stronach projektu – geoportal.gov.pl. Pozwala to na znaczne ograniczenie kosztów już na etapie przygotowania do pomiarów.



Rys. 3. Projekt profili pomiarowych dla jeziora Kisajno. Profile zaprojektowane co 50 m

Przeprowadzone badania pokazały, że digitalizacja linii brzegowej na podstawie materiałów fotogrametrycznych pozwala na szybkie pozyskanie informacji o przebiegu linii brzegowej. Ze względu jednak na problemy wynikające z trudności w prawidłowej interpretacji niektórych fragmentów, w szczególności na podmokłych, gęsto zadrzewionych odcinkach brzegu istnieje konieczność weryfikacji lub uzupełnienia wybranych fragmentów za pomocą inwentaryzacji bezpośredniej z wykorzystaniem geodezyjnych technik pomiarowych [8].

Podstawowa rozdzielczość profili, czyli odległość jednej linii pomiarowej od kolejnej, jaką proponuje się założyć dla zbiorników śródlądowych, to od 5 m do 50 m w zależności od charakterystyki obiektu, ukształtowania dna itp. Zazwyczaj sondaż wykonuje się w oparciu o profile 10-20 metrowe. Zagęszczenie profilami uzupełniającymi wykonuje się w miejscach charakterystycznych, wokół półwyspów, w zatokach oraz miejscach, gdzie podstawowe profile zbliżają się do linii równoległych do brzegu i przewidywanego przebiegu izobat. Bardzo ważne rejony to miejsca niebezpieczne dla nawigacji, podwodne głazowiska, rafy kamienne, mielizny. Na tych obszarach profile zagęszczamy do 5 m. Na dużych zbiornikach np. jezioro Śniardwy podstawowe profile pomiarowe powinny być oddalone od siebie nie więcej niż co 50 m. Należy tu jednak zwrócić uwagę, że w wielu miejscach tak płytkiego i niebezpiecznego akwenu należy profile zagęścić.

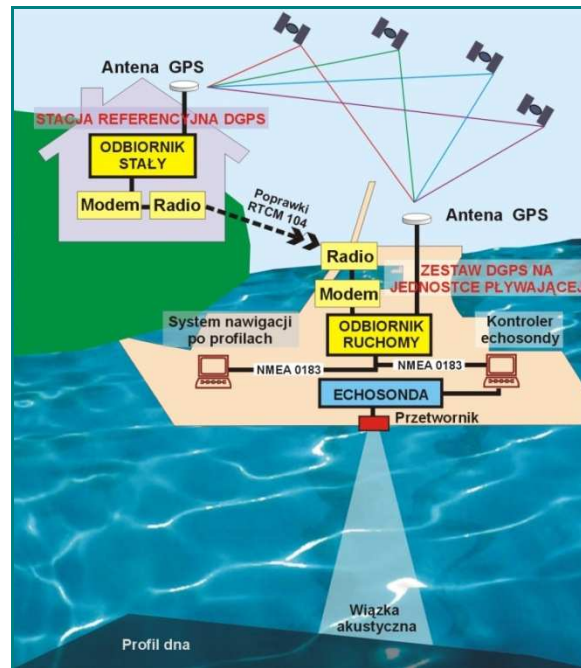
4. Metody pozyskiwania danych batymetrycznych

Ze względu na brak wiarygodnych, dokładnych danych dla śródlądowych zbiorników wodnych dane batymetryczne pozyskuje się zazwyczaj w trakcie bezpośrednich pomiarów terenowych.

Przykładem wydajnego systemu pozyskiwania danych batymetrycznych, wykorzystywanego przez autorów w trakcie pomiarów na wielu śródlądowych zbiornikach wodnych jest Zintegrowany System Batymetryczny. Technologia ta została opracowana i uruchomiona w Katedrze Geodezji Satelitarnej i Nawigacji. Umożliwia ona nawigację jednostki pływającej po wcześniej zaprojektowanych profilach pomiarowych, badanie kształtu dna zbiornika, zbieranie danych do obliczeń objętości mas wodnych, tworzenie map batymetrycznych naturalnych i sztucznych śródlądowych zbiorników wodnych [9].

Technologia prac hydrograficznych prowadzonych na stosunkowo niewielkich akwenach śródlądowych wymaga zastosowania dwóch zintegrowanych ze sobą systemów pomiarowych: satelitarnego systemu pozycjonowania DGPS (*ang. Differential GPS*) lub RTK (*ang. Real Time Kinematic*) oraz jednowiązkowej sondy ultradźwiękowej. W trakcie sondażu hydroakustycznego zbierane są następujące, podstawowe dane pomiarowe: pozycja pozioma jednostki pływającej i głębokość. Do opracowania cyfrowej mapy głębokościowej niezbędna jest precyzyjna korelacja obydwu danych w celu uniknięcia błędów wynikających z przesunięcia pomiaru obydwu danych w czasie. System satelitarnego pozycjonowania GPS wyznacza pozycję jednostki pływającej w czasie rzeczywistym z dokładnością kilku centymetrów. Umożliwia to precyzyjną nawigację łodzi po wcześniej zaprojektowanych profilach pomiarowych. Proces nawigacji po profilach pomiarowych odbywa się z wykorzystaniem pakietu GIS, który pozwala na bieżące monitorowanie pozycji łodzi na tle wskazanego cyfrowego podkładu mapowego.

Proces pozyskiwania danych o przestrzennym ukształtowaniu dna zbiornika wodnego jest trudnym zadaniem. W znacznej mierze związany jest ze zmiennym charakterem środowiska wodnego i jego parametrami fizycznymi oraz chemicznymi (przezroczystość wody, ciśnienie hydrostatyczne, rozkład temperatury, zasolenia itd.). Uzyskanie wiarygodnych danych wymaga zastosowania szeregu różnych środków i metod pomiarowych, co powoduje problemy jednoznacznej interpretacji uzyskanych danych pomiarowych [10].

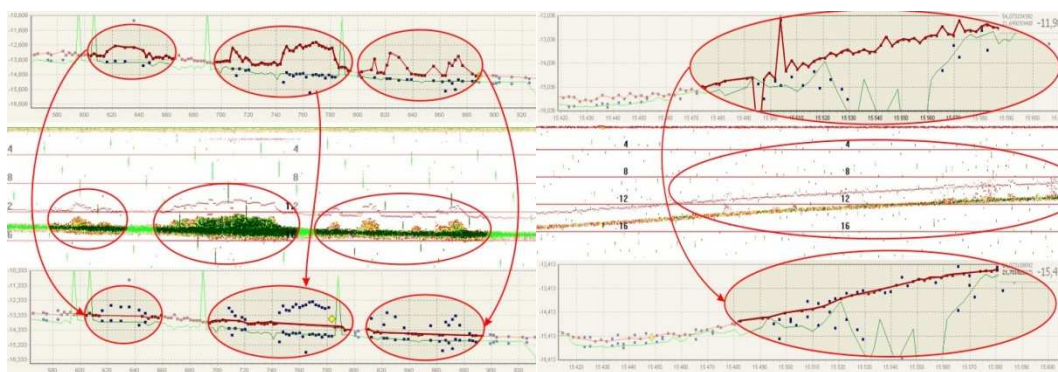


Rys. 4. Zintegrowany System Batymetryczny – zasada działania

5. Opracowanie danych batymetrycznych. Metody i narzędzia

Opracowanie danych źródłowych jest kluczowym etapem, mającym bezpośredni wpływ na jakość produktów tworzonych z jego wykorzystaniem. Przetwarzanie danych batymetrycznych rozpoczyna zazwyczaj etap edycji danych pomiarowych. W celu wyeliminowania błędów pomiarowych pozyskane dane poddawane są korelacji czasowej i filtracji. Ze względu na niezwykle istotny wpływ tego etapu na jakość danych przygotowano dwie autorskie aplikacje wspierające proces opracowania danych źródłowych - Echokonwerter oraz Echoview. Głównym zadaniem aplikacji jest stworzenie wynikowego zbioru punktów wysokościowych, pozbawionego wartości odstających oraz eliminacja błędów pomiarowych.

Aplikacje pozwalają na import oraz eksport danych źródłowych z wykorzystaniem powszechnie stosowanych formatów GIS. Wczytane dane zawierające wszystkie odczyty głębokości zostają czasowo skorelowane ze współzrędnymi określającymi miejsce pomiaru. Jeśli jednej współrzędnej odpowiada więcej niż jedna głębokość, interpolowana jest głębokość w danym okresie czasu. Dane zostają przefiltrowane a następnie porównywane z pełnym echogramem. Najczęstszą przyczyną występowania punktów odstających jest odbicie sygnału echosondy od obiektów nie będących elementami dna jak np. roślinność oraz obiekty pływające w toni, a także występowania miękkiego dna na którym występują duże odchylenia głębokości od wygładzonej linii dna (rys.5).



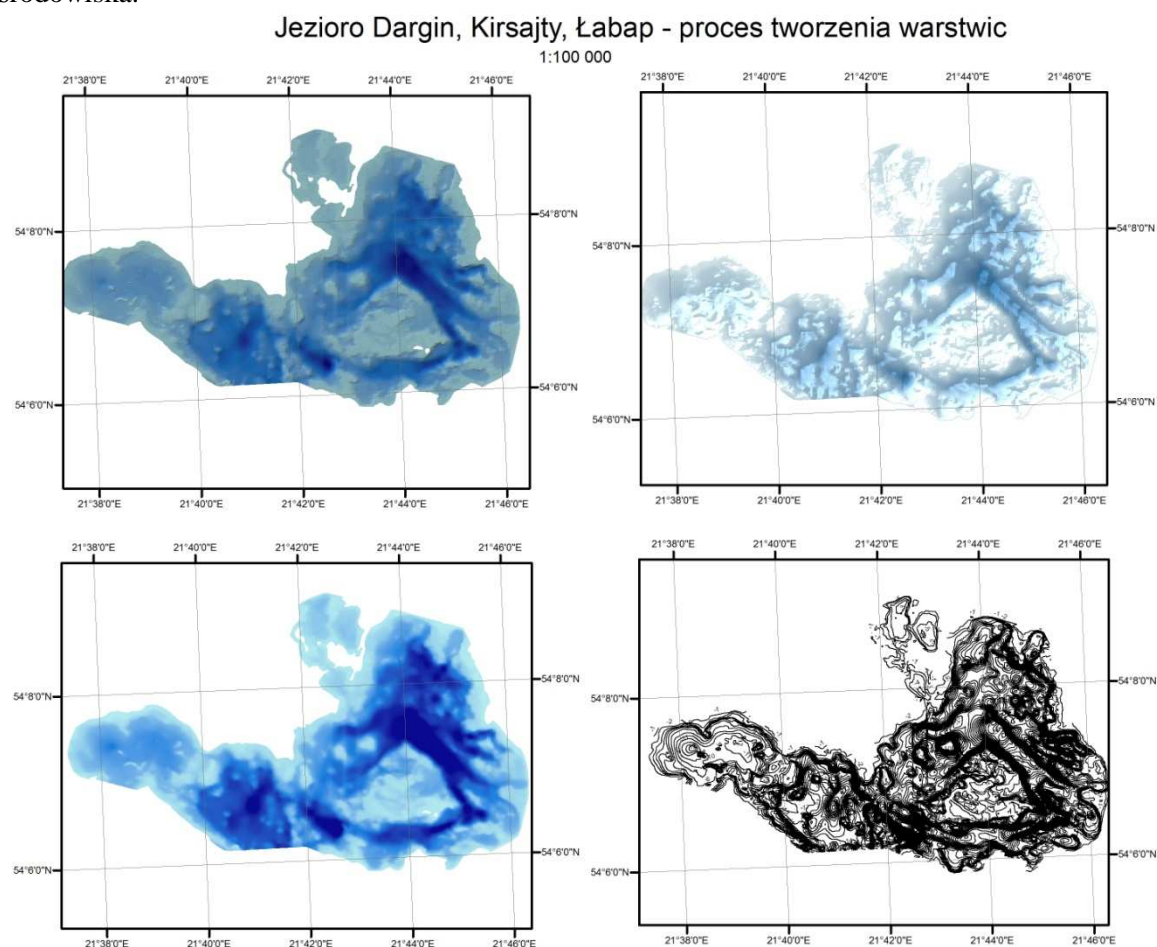
Rys. 5. Korygowanie błędów powodowanych przez rejestrowanie sygnałów odbitych od roślin (po lewej) oraz przez eliminacja sygnałów odbitych od miękkiego dna. (po prawej). Oprogramowanie - Echoview

6. Budowa modelu przestrzennego dna zbiorników wodnych

Utworzenie Numerycznego Modelu Terenu stanowi podstawę do automatycznego generowania warstw, przekrojów, obliczania objętości mas ziemnych i wodnych, analizy nachylenia terenu, azymutów największego spadku, czy też znajdowania obszarów zalewowych. Izobata stanowi linię charakteryzującą się stałą głębokością. Izobaty można tworzyć zarówno na podstawie modelu siatki kwadratów jak i nieregularnej siatki trójkątów. Pomiedzy punktami pochodzącymi z interpolacji dokonuje się wygładzania przebiegu izobat nadając im płynny przebieg bez gwałtownych zmian ich kształtu. Przy wygładzaniu używa się zazwyczaj następujących metod: sześciennych funkcji sklejanych, sześciennych krzywych Beziera lub sześciennych krzywych Hermite'a.

Do opracowania numerycznego modelu dna zbiorników wodnych służy pakiet oprogramowania ArcGIS firmy ESRI z rozszerzeniami - 3D Analyst oraz Spatial Analyst oraz program Surfer firmy Golden. Pozwalają one na opracowanie numerycznego modelu terenu dna zbiornika wodnego, a następnie wygenerowanie izobat. Obszar analizy ogranicza numeryczna warstwa linii brzegowej odzwierciedlająca aktualny, dla przyjętego poziomu odniesienia, przebieg linii brzegu. Przykładowy proces tworzenia izobat dla jezior Dargin, Kirsajty, Łabap przedstawiony został na (rys.6).

Stworzona baza danych przestrzennych zawierająca wynikowy zbiór danych oraz opracowany model terenu dna zbiornika wraz z warstwą izobat stanowią produkty, które mogą być wykorzystywane w kolejnych latach jako materiał referencyjny przy produkcji komercyjnych map i innych opracowań kartograficznych. Zastosowane rozwiązanie oraz sposób opracowania danych pozwala również na wykorzystanie utworzonych produktów w wielu innych pracach z różnych dziedzin nauki i prowadzenie wszechstronnych analiz przestrzennych dotyczących różnych aspektów środowiska.

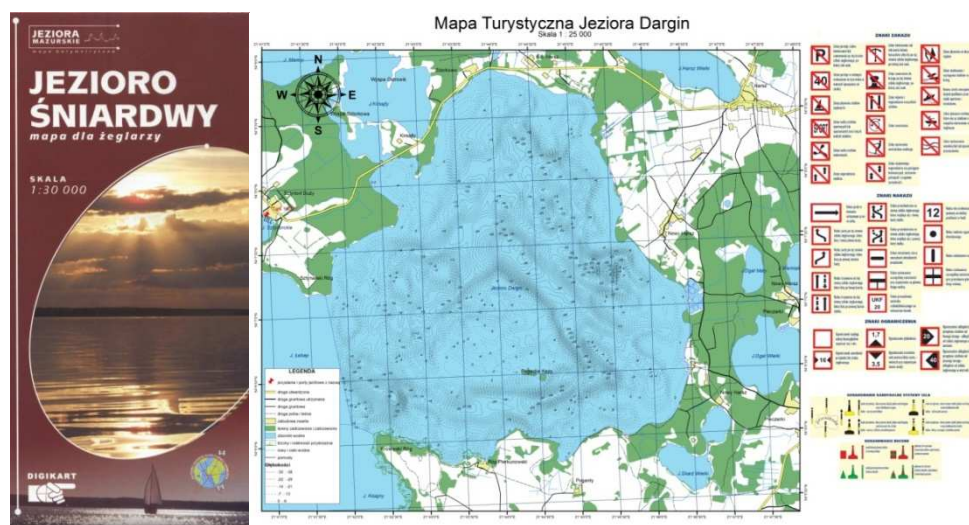


Rys. 6. Proces tworzenia izobat dla obszaru jezior Dargin, Kirsajty, Łabap (model TIN, model GRID, przetworzony model DEM, izobaty z cięciem co 1m.)

7. Opracowanie mapy turystycznej

Opracowanie mapy turystycznej wymaga zastosowania odpowiednio dobranych znaków kartograficznych, wyboru intuicyjnej dla odbiorcy symboliki obiektów tak, aby całość mapy była w pełni zrozumiała dla wszystkich użytkowników. Potencjalny krąg odbiorców tego produktu kartograficznego stanowi grupa osób w większości nieznająca się na kartografii i hydrografii. W związku z powyższym liczba prezentowanych informacji (warstw tematycznych), zastosowane oznaczenia oraz sposób prezentacji informacji dobiera się w taki sposób, aby jego odbiór był maksymalnie prosty i czytelny. Dla potrzeb mapy turystycznej należy przygotować zbiór najbardziej istotnych znaków kartograficznych oraz listę niezbędnych warstw tematycznych. Dodatkowo w przypadku map dotyczących zbiorników wodnych zamieszcza się informacje o wszystkich aspektach związanych z bezpieczeństwem żeglugi na danym akwenie, w tym przede wszystkim lokalizację miejsc niebezpiecznych, oznakowanie szlaków żeglownych, oznakowanie miejsc niebezpiecznych, elementy oznakowania szlaków żeglownych.

Jako źródło informacji o sytuacji terenowej wykorzystuje się powszechnie dostępne materiały fotogrametryczne. Wybrane, aktualne materiały służą do opracowania wektorowych warstw tematycznych. Dodatkowo dane weryfikuje się w oparciu o udostępnione w sieci Internet warstwy Topograficznej Bazy Danych - serwis WFS (*ang. Web Feature Service*), materiały udostępniane na stronie geoportalu prowadzonego przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (www.geoportal.gov.pl), a także inne materiały kartograficzne dostępne w ramach KSIT (Krajowego Systemu Informacji o Terenie) lub udostępniane przez firmy komercyjne w ramach geoportali. Przykładową mapę papierową jeziora Śniardwy i jeziora Dargin przedstawiono na (rys.7).



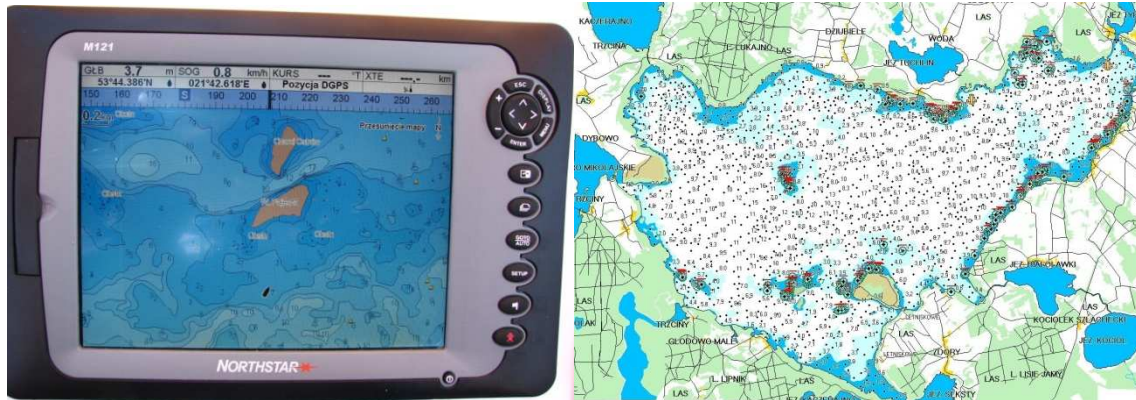
Rys. 7. Mapa turystyczna jeziora Śniardwy (po lewej) oraz jeziora Dargin (po prawej)

Spadek cen urządzeń nawigacyjnych sprawił, że stały się one powszechnie dostępne również dla przeciętnego użytkownika. Centralny element systemu stanowi elektroniczna wersja mapy, wykorzystywana przede wszystkim jako podkład mapowy do prezentacji lokalizacji użytkownika w terenie. Oprócz wizualizacji mapy, systemy nawigacyjne pozwalają na monitorowanie położenia i nawigację do punktu w oparciu o wbudowany system lokalizacyjny.

W nawigacji śródlądowej można korzystać ze standaryzowanych oraz niestandaryzowanych opracowań map elektronicznych. W pierwszym przypadku są one elementem systemu zobrazowania informacji nawigacyjnej (*Inland ECDIS, Electronic Chart Display and Information System*), natomiast w drugim przypadku są elementem pozostałych systemów map elektronicznych (*ECS, Electronic Chart System*) [11]. Dla map standaryzowanych, jeżeli mapa ma być wykorzystywana w trybie nawigacyjnym *ECDIS* śródlądowego, powinny być na nią naniesione przynajmniej obiekty geograficzne mające związek z bezpieczeństwem. Mapy niezastandaryzowane stanowią zazwyczaj podkłady mapowe przygotowane dla popularnych nawigacyjnych odbiorników GPS. Oprócz

informacji o batymetrii dna zawierają obiekty ogólnogeograficzne ułatwiające orientację w terenie, a także obiekty interesujące potencjalnych użytkowników POI (*ang. Point of Interest*).

Opracowane zbiory danych przestrzennych, stanowią doskonały materiał wyjściowy do przygotowania elektronicznej wersji mapy (*ENC, Electronic Navigation Chart*), zarówno zgodnej z obowiązującymi standardami, jak i tworzonej przez amatorów. Przykładem mapy zestandaryzowanej może być opracowana przez zespół KGSiN mapa batymetryczna jeziora Śniardwy, która została przygotowana zarówno w formie profesjonalnej jak i amatorskiej. Wersja zestandaryzowana jest wykorzystywana między innymi przez Mazurskie Wodne Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe.

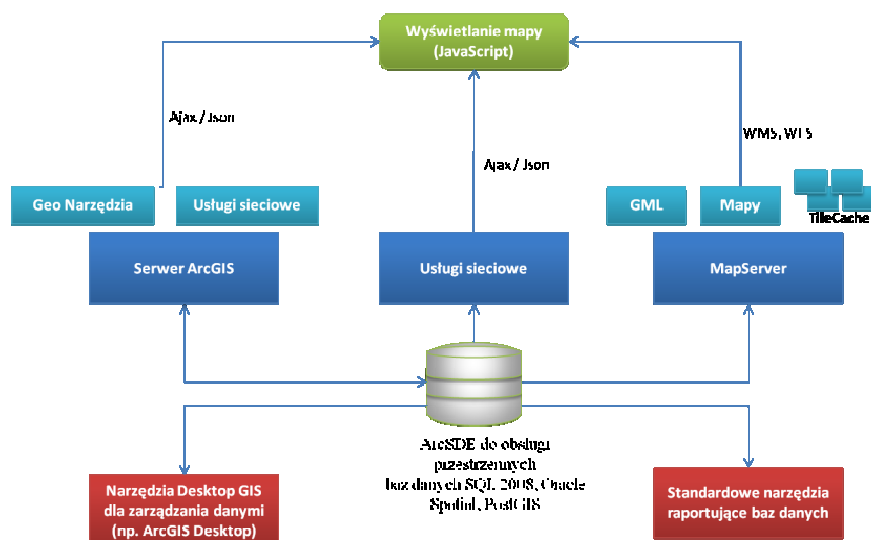


Rys. 8. Profesjonalna wersja elektronicznej mapy Śniardwy (po lewej) oraz elektroniczna wersja tej samej mapy w formie niezestandaryzowanej opracowanej dla odbiorników Garmin (po prawej)

8. Dystrybucja danych w sieci Internet

Dynamiczny rozwój segmentu mobilnych urządzeń, w tym urządzeń typu smartphone lub tablet, połączony z powszechnym, bezprzewodowym dostępem do sieci Internet spowodował, że zmienia się sposób dostępu do danych. Centralnym elementem każdego systemu komputerowego stała się obecnie przeglądarka internetowa. Jeszcze nie tak dawno podstawowym zadaniem przeglądarki internetowej było pobranie tekstu z sieci Internet i umieszczenie zawartość w oknie. Obecnie wyzwania dla przeglądarki znacznie wzrosły, odpowiada ona za większość realizowanych zadań.

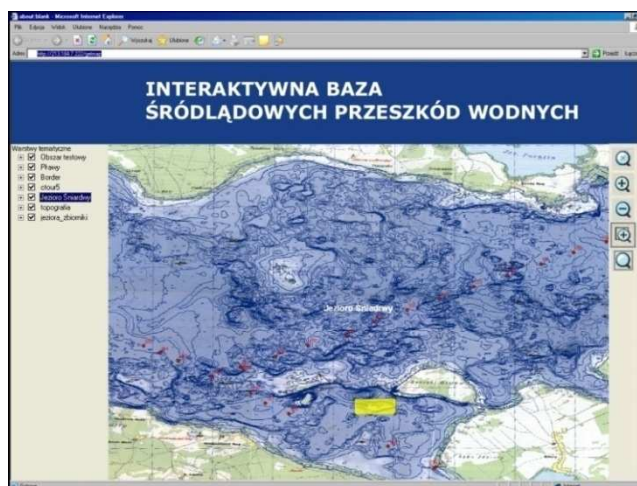
Podstawową zaletą sieci jest możliwość dystrybucji danych przestrzennych w oparciu o nowe technologie. Stanowi ona podstawę do budowy rozproszonych systemów GIS, implementacji infrastruktury informacji przestrzennej, zapewniającej dostęp do danych i swobodną wymianę informacji pomiędzy wieloma zewnętrznymi systemami.



Rys. 9. Propozycja architektury systemu dystrybuującego w sieci Internet dane, zapewniającego dostęp wielu użytkowników do zasobów bazy

Naturalnym kierunkiem rozwoju w procesie dystrybucji map turystycznych stała się budowa portali tematycznych, które w oparciu o posiadaną bazę danych przestrzennych stają się podstawą systemów udostępniających mapy z wykorzystaniem sieci Internet. Istnieje wiele aplikacji, w tym darmowych dostosowanych do standardów opracowanych przez międzynarodową organizację OGC (*ang. Open Geospatial Consortium*). Przykładowe rozwiązanie programowe możliwe do zaadaptowania dla potrzeb takiego systemu przedstawiono na (rys.9).

Pierwszą próbą udostępnienia tego rodzaju informacji z wykorzystaniem powyższej architektury stała się Interaktywna Baza Śródlądowych Przeszkód Podwodnych (IBŚPP). Zawiera ona informacje o podwodnych głazowiskach, górkach kamiennych, wrakach oraz niebezpiecznych dla żeglugi i turystyki wodnej mieliznach.



Rys. 10. Implementacja serwera IBŚPP – interfejs aplikacji

Prezentowane są w niej dane dotyczące przebiegu linii brzegowej, elementów topograficznej bazy danych, dane o charakterze historycznym, lokalizacja miejsc niebezpiecznych, oznakowanie szlaków żeglownych, oznakowanie miejsc niebezpiecznych.

9. Podsumowanie

Podstawową funkcją systemów geoinformacyjnych jest możliwość przedstawienia wyników analizy w postaci mapy. Obraz kartograficzny jest najlepszym sposobem pokazania danych przestrzennych, zjawisk czy wyników analiz. Technika obrazowania oraz jego forma zależy między innymi od jej przeznaczenia, zakresu odbiorców, możliwości technicznych, czasu wykonania, wiedzy i umiejętności autora. W ostatnim okresie możemy zaobserwować istotne zmiany związane z formą udostępniania map użytkownikom końcowym. Widoczne jest przejście od formatu papierowego na rzecz mapy elektronicznej, która może być przygotowywana ściśle według obowiązujących standardów (zastosowania głównie profesjonalne) lub powstawać jako reakcja na potrzeby użytkowników indywidualnych, w formatach popularnych odbiorników nawigacyjnych GPS.

Mapa turystyczna jest szczególnym rodzajem mapy, skierowaną do użytkowników dysponujących ograniczoną wiedzą w zakresie kartografii. Najważniejszym elementem mapy turystycznej śródlądowych zbiorników wodnych są elementy mapy batymetrycznej. Przygotowanie map zawierających wiarygodną informację o przestrzennej strukturze dna zbiornika wymaga dostępu do dokładnych danych batymetrycznych.

W artykule przedstawiono na wybranych przykładach proces tworzenia map turystycznych. Ze względu na istotny wpływ na jakość opracowania szczególnie zwrócono uwagę na proces planowania, pozyskiwania i filtrowania danych źródłowych. Opracowanie referencyjnego zbioru danych batymetrycznych stanowi podstawę budowy bazy danych przestrzennych, która jest podstawą dla wielu opracowań, w tym budowy numerycznego modelu terenu dna zbiornika, warstwy izobat. Produkty te wykorzystywane są do przygotowania map tematycznych, dystrybuowanych zarówno w formie papierowej jak również elektronicznej.

Kolejnym logicznym krokiem rozwoju jest budowa w oparciu o stworzoną bazę danych przestrzennych systemu dystrybucji danych z wykorzystaniem sieci Internet. Aktualnie niezwykle dynamicznie rozwijają się serwisy dystrybucji danych. Istnieje wiele aplikacji darmowych dostosowanych do standardów opracowanych przez międzynarodową organizację OGC (*ang. Open Geospatial Consortium*). W artykule przedstawiono propozycję architektury takiego systemu, który realizowałby przedstawione we wstępie zadania rozwiązania łączącego systemy GIS, systemu zarządzania bazą danych przestrzennych oraz funkcję publicznego udostępniania danych w sieci Internet.

Literatura

- [1] TSOU, M. H., Integrated Mobile GIS and Wireless Internet Map Servers for Environmental Monitoring and Management, Special Issue on Mobile Mapping and Geographic Information Systems in Cartography and Geographic Information Science. 31(3), str. 153-165
- [2] LONGLEY P. A., GOODCHILD M., MAGUIRE D. J., RHIN D. W., GIS Teoria i praktyka, Przekład pod redakcją naukową A. Magnuszewskiego, PWN Warszawa 2006
- [3] SHAMSI U. M., GIS Applications for Water, Wastewater, and Stormwater Systems, CRC Press 2005
- [4] KRESSE W, DANKO D. M., Handbook of Geographic Information, 2010, Springer
- [5] TEMPLIN T., Opracowanie systemu monitorowania zdarzeń drogowych z wykorzystaniem technik GPS jako źródła danych przestrzennych, Praca doktorska, Olsztyn 2010
- [6] Florida LAKEWATCH, Department of Fisheries and Aquatic Sciences, A Beginner 's Guide to Water Management - Lake Morphometry. Gainesville 2001
- [7] POPIELARCZYK D., Metody wykonywania projektu profili pomiarowych, Raport nr 5.2 z projektu badawczo rozwojowego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego Nr R09 015 03, „Opracowanie Zintegrowanych Metod Satelitarnych do tworzenia map batymetrycznych oraz baz danych przestrzennych Wielkich Jezior Mazurskich”, 2010
- [8] TEMPLIN T., POPIELARCZYK D., CIEĆKO A., GREGORCZYK R., Metody tworzenia numerycznej mapy linii brzegowej na podstawie zdjęć lotniczych i obrazów satelitarnych oraz bezpośredniej inwentaryzacji, Raport nr 2 z projektu badawczo rozwojowego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego Nr R09 015 03, „Opracowanie Zintegrowanych Metod Satelitarnych do tworzenia map batymetrycznych oraz baz danych przestrzennych Wielkich Jezior Mazurskich”, 2010
- [9] POPIELARCZYK D., Zastosowanie zintegrowanych technik pomiarowych GPS oraz echosondy cyfrowej do tworzenia map batymetrycznych cieków i śródlądowych zbiorników wodnych, Rozprawa doktorska, Olsztyn 2002
- [10] GRABIEC D., HAC B., SZATAN M., Geowizualizacja hydrograficznych danych pomiarowych, PTIP, Roczniki Geomatyki 2005, Tom III, Zeszyt 1
- [11] ŁUBCZONEK J., WŁODARCZYK M., Tworzenie i aktualizacja map elektronicznych dla żeglugi śródlądowej z wykorzystaniem cyfrowych obrazów teledetekcyjnych, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 20, 2009, s. 261–274

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGY FOR CREATING TOURIST INLAND BATHYMETRIC MAPS

Summary

The paper presents the fundamentals of GIS techniques and tools for acquiring, storing, processing and visualizing bathymetric data, and their application to the inland bathymetric maps. Methods used in the process of developing tourist bathymetric maps has been discussed. Essential aspects of map publications and the ability to use network services in the process of publishing maps on the Internet have been characterized.