

INTEGRACJA HYDROAKUSTYCZNYCH I MAGNETOMETRYCZNYCH METOD W PROCESIE POZYSKIWANIA GEODANYCH HYDROGRAFICZNYCH

INTEGRATION OF HYDROACOUSTIC AND MAGNETOMETER METHODS IN THE PROCESS OF HYDROGRAPHICAL GEODATA ACQUISITION

Andrzej Stateczny

Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, Katedra Geoinformatyki

Słowa kluczowe: sonar, magnetometr, integracja, hydrografia

Keywords: sonar, magnetometer, integration, hydrography

Wprowadzenie

W ostatnich latach obserwuje się burzliwy rozwój systemów geoinformatycznych. Systemy te wypierają dotychczas stosowane metody analogowe. Tendencje rozwojowe systemów geoinformatycznych zdecydowanie wskazują na przyszłość wizualizacji 3D i 4D, w tym trójwymiarowych fotorealistycznych elektronicznych map akwenu/obszaru lub map elektronicznych z fotorealistyczną opcją wizualizacji.

W ramach zakończonego w lipcu 2013 roku projektu nr N N526 280140 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki pt. „Rozwinięcie metod przetwarzania geodanych w pomiarach hydrograficznych na akwenach morskich i śródlądowych” podjęto próbę opracowania metod przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych, umożliwiających między innymi opanowanie technologii budowy wysokiej jakości map elektronicznych 4D z fotorealistyczną opcją wizualizacji. Jest to najbardziej zaawansowana na świecie technologia wizualizacji utożsamiania z mapami następnej generacji.

W trakcie badań realizowanych przez zespół kierowany przez autora, ujawnił się istotny problem, a mianowicie brak możliwości pozyskania precyzyjnej informacji pozycyjnej o kablach, rurociągach i innych elementach uzbrojenia znajdujących się pod dnem akwenu. Opracowane mapy następnej generacji powinny umożliwić precyzyjną wizualizację informacji podwodnej i infrastruktury pod dnem akwenu.

Zespół wykonawców, w ramach wspomnianego wyżej projektu, opracował zagadnienia związane z przetwarzaniem danych batymetrycznych obejmujące ich automatyczną filtrację, odpowiednią redukcję dla potrzeb budowy planszetu sprawozdawczego oraz generalizację NMT dla potrzeb wizualizacji przestrzennej geodanych batymetrycznych. Potencjał informacyjny danych obrazowych pozyskiwanych z sonaru został w wyniku badań poprawiony przez wykorzystanie wysokogęstościowych informacji batymetrycznych, co umożliwiło precyzyjną identyfikację podwodnych obiektów stałych wystających ponad poziom dna czy zamulenia. Opracowane nowe metody przetwarzania danych batymetrycznych i sonarowych ukierunkowane zostały na przetwarzanie geodanych pozyskiwanych za pomocą nowoczesnych urządzeń hydrograficznych, jednakże bez uwzględnienia danych magnetometrycznych.

Wśród realizowanych projektów, których wyniki wykorzystane mogą zostać w planowanych badaniach, należy wskazać również zakończony w maju 2011 roku projekt badawczo-rozwojowy NR10 0007 04 „Technologia budowy Rzecznego Systemu Informacyjnego”. W ramach tego projektu opracowano pierwsze w Polsce precyzyjne elektroniczne mapy nawigacyjne dla żeglugi śródlądowej, a aktualnie w Szczecinie powstaje System Informacji Rzecznej (Stateczny, Trojanowski, 2007; Stateczny, 2008a, 2008b, 2009; Stateczny, Łubczonek, Sobczak, 2009). Wskazać należy również zakończony w grudniu 2012 roku projekt badawczo-rozwojowy O R00 0192 12 „Geoinformatyczny system zabezpieczenia działań operacyjnych związanych z ochroną portów od strony morza”, w ramach którego między innymi opracowano pierwszą w Polsce precyzyjną mapę portową fragmentu portu Szczecin.

W artykule podjęto próbę określenia zakresu badań, w celu rozwinięcia metod przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych, poszerzonych o geodane magnetometryczne. Podjęte analizy dotyczą badań obejmujących cały kompleks metod procesu integracji hydrograficznych geodanych pomiarowych – danych batymetrycznych, sonarowych i magnetometrycznych. Łączne analizowanie danych pozyskanych różnymi sensorami umożliwi uzyskanie efektu synergicznego, w tym szczególnie w procesie identyfikacji obiektów dennych i zalegających pod dnem akwenu.

Znaczenie podjętych badań

Pojawienie się nowych możliwości pomiarowych geodanych przez wykorzystanie sond interferometrycznych (Stateczny, Grodzicki, Włodarczyk, 2010), sonarów skanujących wysokiej częstotliwości (Borawski, 2009; Pałczyński, 2009; Stateczny, 2010b; Stateczny, Ratuszniak, 2010; Stateczny, Wawrzyniak, 2011) oraz magnetometrów wymaga opracowania nowych metod przetwarzania danych. Dotychczasowe metody nie nadążają za postępem technologicznym rozwoju przyrządów pomiarowych.

Doświadczenia zespołu, związane z wykorzystaniem wspomnianych urządzeń, zdecydowanie wskazują na konieczność opracowania nowych ulepszonych metod przetwarzania danych, umożliwiających pełne wykorzystanie potencjału pomiarowego urządzeń hydrograficznych. Dotyczy to szczególnie magnetometrów, które dotychczas wykorzystywane były głównie w zastosowaniach militarnych do poszukiwania okrętów podwodnych, min i innych obiektów wojskowych.

Magnetometry wykorzystywane w Polsce są traktowane przed wszystkim w sposób utylitarny. Prowadzone są badania w zakresie modelowania grawimetrycznego i magneto-

metrycznego (Bojdys, 1999, 2003; Wiszniowski, 2000). Magnetometrię wykorzystuje się do identyfikacji obszarów skażonych chemicznie lub monitoringu i oceny ekologicznej (Strzyszczyński i in., 2009; Strzyszczyński, Rachwał, 2010) oraz do oceny zanieczyszczeń gleby (Magiera, 2004). Znane są prace prowadzone w zakresie badań anomalii magnetycznych (Grabowska, 2005), w tym na Bałtyku czy w zakresie dewiacji kompasu magnetycznego. Prowadzone były również badania związane z poszukiwaniem obiektów militarnych (Szulc, 2005; Karwan, 2002). Brakuje kompleksowych badań naukowych na temat możliwości przetwarzania danych pozyskiwanych za pomocą tych urządzeń, zwłaszcza z uwzględnieniem różnych warunków prac hydrograficznych.

Na świecie badania w zakresie magnetometrów prowadzone są aktualnie w kilku ośrodkach (Caruso i in., 1998; Clem, High, 2001). Jednym z nich jest Uniwersytet Kalifornijski w Santa Barbara. Badania te dotyczą zarówno poszukiwań narzędzi, w tym broni, wykorzystanych w przestępstwach lub poszukiwań innego zatopionego np. skradzionego mienia, ale również prowadzone są inne ciekawe badania przykładowo skorupiaków. Do pomocy w lokalizowaniu i tropieniu skorupiaków, pracownicy naukowcy zakładają na skorupiakach małe metalowe markery. Używając magnetometru pod wodą, nurkowie wykonujący badania terenowe szybko mogą przenosić okazy, który są niezbędne do testów. Innym przykładem badań magnetometrycznych są australijskie badania prowadzone w Australijskim Centrum Międzynarodowych Badań Rolniczych, gdzie prowadzi się badania związane ze śledzeniem i pozycjonowaniem zwierząt poruszających się pod żywym korałem lub pod gruzem koralowym i niemożliwych do wykrycia wizualnego. W tym przypadku również stosuje się niewielkie markery umieszczane na wybranych okazach. Znane są również badania prowadzone w wielu ośrodkach naukowych, jak na przykład: Uniwersytet West Florida, Uniwersytet Indiana, Uniwersytet Rhode Island, hongkoński Uniwersytet Nauki i Techniki, Woods Hole Instytut Oceanografii, Państwowy Instytut Oceanografii Indii, Skidaway Instytut Oceanografii i inne.

Zespół kierowany przez autora posiada bogate doświadczenie eksperymentalne w zakresie wykorzystania wysokiej jakości unikalnych urządzeń i metod pomiarowych, natomiast wyraźnie daje się odczuć brak odpowiednich metod przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych. Ważnym aspektem planowanych badań będzie dążenie do automatyzacji przetwarzania geodanych pomiarowych, których proces przetwarzania obecnymi metodami często jest bardziej czasochłonny od procesu rejestracji. Opracowane metody i ich publikacja będzie silnym impulsem do rozwoju i wdrażania nowoczesnych metod przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych. Opracowanie metody sprzyjającej precyzyjnej inwentaryzacji infrastruktury dennej i poddennej przyczyni się do znacznego rozwoju hydrografii i geodezji w tym zakresie.

We wszystkich prowadzonych pod kierunkiem autora pracach, związanych z budową precyzyjnych elektronicznych map nawigacyjnych, wyraźnie zauważalny jest brak nowoczesnych metod integracji hydrograficznych geodanych pomiarowych, umożliwiających pełne wykorzystanie potencjału pomiarowego nowoczesnych urządzeń oraz pełną wizualizację sytuacji podwodnej. Planowane badania w znacznym stopniu przyczynią się do rozwoju hydrografii jako dyscypliny naukowej, przez uzyskanie efektu synergii, dzięki wielosensorowej analizie danych oraz przeprowadzonym badaniom eksperymentalnym konfiguracji zestawu magnetometrycznego.

Badane nowe metody mogą w przyszłości, po wykonaniu badań stosowanych, zostać wykorzystane w praktyce przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych w trakcie

prowadzonych przez wykonawców prac hydrograficznych, w tym również w trakcie opracowywania wysokiej jakości precyzyjnych map elektronicznych akwenów specjalnych, takich jak np. porty lub w trakcie opracowywania precyzyjnych map batymetrycznych akwenów oraz elektronicznych map nawigacyjnych z fotorealistyczną opcją wizualizacji informacji podwodnej, uwzględniających informacje o sieci uzbrojenia terenu. Elektroniczne mapy nawigacyjne nowej generacji powinny zawierać również informacje o infrastrukturze podwodnej, analogicznie do lądowego systemu GESUT.

Zaproponowanie metodologii budowy wielowarstwowych wizualizacji danych hydrograficznych (także 3D i 4D) z wykorzystaniem geodanych magnetometrycznych w istotny sposób przyczyni się do lepszego zrozumienia istoty tych prac, a także zależności zachodzących pomiędzy poszczególnymi przyrządami hydrograficznymi. Zakłada się znaczne zwiększenie potencjału interpretacyjnego obrazów poszczególnych urządzeń na skutek wzajemnej integracji danych.

Nie bez znaczenia dla rozwoju dyscypliny naukowej jest aspekt popularyzatorski, który będzie cechował możliwości trójwymiarowej prezentacji wyników badań. Istotnym polem potencjalnego przyszłego wykorzystania wyników projektu, po wykonaniu badań stosowanych, może być także ewidencja geodezyjnej sieci uzbrojenia terenu (GESUT) na obszarach wodnych.

Koncepcja i plan badań

Celem naukowym planowanych badań jest rozwinięcie metod przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych na akwenach śródlądowych, poszerzonych o geodane magnetometryczne. Podjęte zostaną badania obejmujące cały kompleks metod procesu integracji hydrograficznych geodanych pomiarowych – danych batymetrycznych, sonarowych i magnetometrycznych. Łączne analizowanie danych pozyskanych różnymi sensorami umożliwi uzyskanie efektu synergicznego, w tym szczególnie w procesie identyfikacji obiektów dennych i zalegających pod dnem akwenu. Zespół wykonawców opracował zagadnienia związane z przetwarzaniem danych batymetrycznych obejmujące ich automatyczną filtrację, odpowiednią redukcję dla potrzeb budowy planszetu sprawozdawczego oraz generalizację NMT dla potrzeb wizualizacji przestrzennej geodanych batymetrycznych. Potencjał informacyjny danych obrazowych pozyskiwanych z sonaru został w wyniku badań poprawiony przez wykorzystanie wysokogęstościowych informacji batymetrycznych, co umożliwiło precyzyjną identyfikację podwodnych obiektów stałych wystających ponad poziom dna czy замуlenia. Opracowane metody ukierunkowane zostały na przetwarzanie geodanych pozyskiwanych za pomocą nowoczesnych urządzeń hydrograficznych, jednakże bez uwzględnienia danych magnetometrycznych.

Badana zostanie sekwencja nowych metod obejmujących cały proces przetwarzania i integracji danych magnetometrycznych, batymetrycznych i sonarowych. Prowadzone badania będą wymagały dokonania analizy istniejących, a także opracowania nowatorskich rozwiązań w zakresie rozpatrywanych zagadnień.

Główne zadania planowanych badań są następujące:

1. Analiza teoretyczna aktualnych metod i technologii stosowanych w rozwiązaniach światowych w zakresie przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych pozyskanych magnetometrem.

2. Badania eksperymentalne procesu pozyskiwania geodanych magnetometrycznych w aspekcie wysokości holowania nad dnem, wielkości (masy i kubatury) analizowanych obiektów i innych parametrów, w celu pozyskania wiedzy o podstawach teoretycznych wykorzystania magnetometrów protonowych na akwenach śródlądowych, z uwzględnieniem zmian warunków pomiarowych.
3. Badania eksperymentalne konfiguracji zestawu magnetometrów protonowych w funkcji realizacji radiometru, w celu pozyskania wiedzy o podstawach zjawisk wzajemnego oddziaływania zestawu dwóch i trzech magnetometrów, z uwzględnieniem zmian warunków pomiarowych oraz parametrów obiektów.
4. Opracowanie metody automatyzacji procesu obróbki danych magnetometrycznych z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych.
5. Opracowanie metody poprawy potencjału interpretacyjnego obrazu magnetometrycznego w oparciu o wysokogęstościowe dane batymetryczne.
6. Badanie metod prezentacji i wizualizacji geodanych magnetometrycznych, z uwzględnieniem zróżnicowanych potrzeb interpretacyjnych.
7. Opracowanie metody fuzji danych sonarowych z magnetometrycznymi w aspekcie identyfikacji obiektów dennych na akwenach śródlądowych.
8. Opracowanie metody syntezy wielowarstwowego numerycznego modelu terenu dla potrzeb wizualizacji (3D i 4D) danych hydrograficznych.
9. Opracowanie metody identyfikacji topologii dennych/poddennych obiektów liniowych w oparciu o zintegrowane geodane hydrograficzne.
10. Weryfikacja modeli matematycznych poszczególnych metod przetwarzania geodanych w warunkach laboratoryjnych.
11. Weryfikacja opracowanych metod w warunkach rzeczywistych.

Zgodnie z założeniami, wszystkie opracowane metody zostaną zweryfikowane w trakcie eksperymentów numerycznych oraz w trakcie badań eksperymentalnych w warunkach rzeczywistych, w tym również w zmiennych warunkach pogodowych i na różnych wyselekcjonowanych akwenach śródlądowych. Przewiduje się zbudowanie specjalnego pola testowego do badań eksperymentalnych.

Wyniki badań mogą zostać wprowadzone w przyszłości, po wykonaniu badań stosowanych, do praktyki hydrograficznej oraz w procesie budowy elektronicznych map nawigacyjnych, w tym między innymi elektronicznych map nawigacyjnych dla żeglugi śródlądowej, elektronicznych map akwenów portowych i map batymetrycznych.

Metodyka badań

Metodologia badań została już zaproponowana, wraz z prezentacją założeń projektu i celu badań. Generalnie wyróżnić należy dwa podstawowe zakresy – po pierwsze eksperymenty badawcze związane z badaniem i konfiguracją systemów pozyskiwania hydrograficznych geodanych pomiarowych, a po drugie metody przetwarzania informacji w tym metody sztucznej inteligencji, tworzenia systemów przetwarzania danych oraz modelowania i wizualizacji przestrzennej wyników przetwarzania.

W pierwszym zakresie wymienić należy głównie prace badawcze eksperymentalne, związane z badaniem zjawisk towarzyszących procesowi pomiarów, dokonane za pomocą urzą-

dzeń hydrograficznych, takich jak magnetometry i ich konfiguracje zwane gradiometrami. Wykonane zostaną eksperymenty badawcze w różnych warunkach hydrometeorologicznych i na różnych akwenach śródlądowych, z wykorzystaniem zakupionego w ramach projektu zestawu magnetometrów. Kierowany przez autora zespół dysponuje bogatym doświadczeniem pomiarowym zdobytym we wcześniejszych projektach i pracach pomiarowych, z wykorzystaniem zbudowanego w Katedrze Geoinformatyki Akademii Morskiej w Szczecinie, w ramach dotacji aparaturowej Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, pływającego laboratorium badawczego hydrograficzno-pomiarowego HYDROGRAF XXI.

W drugim zakresie – przetwarzania informacji przestrzennych – przewidziane zostało utworzenie modeli matematycznych metod przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych. W przetwarzaniu informacji i modelowaniu procesów, wykorzystane zostaną specjalnie opracowane programy aplikacyjne. Zostaną także wykorzystane osiągnięcia wcześniejszych projektów badawczych, realizowanych przez zespół badawczy.

W trakcie realizacji planowanych badań zostaną wykorzystane i rozwinięte metody wykorzystujące sztuczną inteligencję, w szczególności sztuczne sieci neuronowe. Prowadzone przez wiele ostatnich lat, pod kierunkiem naukowym autora, prace badawcze w zakresie wdrażania metod sztucznej inteligencji w hydrografii i nawigacji morskiej, potwierdzają przydatność wspomnianych metod i ich przewagę nad metodami numerycznymi.

Planuje się zakup zestawu trzech głowic magnetometrycznych pracujących synchronicznie, z możliwością zmian układu geometrycznego przetworników.

Wnioski końcowe

W trakcie realizacji planowanych badań zrealizowane zostaną oryginalne prace badawcze eksperymentalne związane z badaniami magnetometrów i ich konfiguracji geometrycznej oraz prace badawcze teoretyczne związane z opracowywaniem nowych innowacyjnych metod przetwarzania geodanych pomiarowych, w tym z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych.

Opracowana zostanie, sekwencja nowych metod obejmujących cały proces przetwarzania i integracji danych magnetometrycznych, batymetrycznych i sonarowych. Opracowane metody wdrożone zostaną do praktyki przetwarzania hydrograficznych geodanych pomiarowych w trakcie prowadzonych przez wykonawców prac hydrograficznych, w tym również w trakcie opracowywania wysokiej jakości precyzyjnych map elektronicznych akwenów specjalnych, takich jak np. porty czy w trakcie opracowywania precyzyjnych map batymetrycznych akwenów oraz elektronicznych map nawigacyjnych z fotorealistyczną opcją wizualizacją informacji podwodnej, uwzględniających informacje o sieci uzbrojenia terenu.

Ogromnym, nie zagospodarowanym polem działania są szczególnie pomiary śródlądowe, których znaczenie regularnie wzrasta.

Przedstawiona w artykule tematyka objęta została wnioskiem w 9 edycji konkursów Narodowego Centrum Nauki w ramach podtypu OPUS.

Literatura

- Bojdzys G., 1999: Program Model-2D – Interaktywny program do 2D modelowania grawimetrycznego i magnetycznego. Arch. Zakładu Geofizyki WGGiOŚ AGH, Kraków.
- Bojdzys G., 2003: TALIA – Interaktywny program do 3D modelowania grawimetrycznego i magnetycznego. Arch. Zakładu Geofizyki WGGiOŚ AGH, Kraków.
- Borawski M., 2009: Problemy przetwarzania obrazu sonarowego na potrzeby sonarowej mapy dna. *Roczniki Geomatyki* t. 7, z. 5: 17-24, PTIP Warszawa.
- Brennan R., Ware C., Alexander L., Armstrong A., Mayer L., Huff L., Calder B., Smith S., Plumlee M., Arsenault R., Glang G., 2003: Electronic Chart of the Future: The Hampton Roads Demonstration Project Center for Coastal and Ocean Mapping/Joint Hydrographic Center, University of New Hampshire, Durham, New Hampshire, Proceedings of U.S. Hydro 2003 Conference, USA.
- Caruso M.J., Smith C.H. Smith, A., 1998: New Perspective on Magnetic Field Sensing, Sensors Expo Proceedings.
- Clem T.R., 2001: High Tc SQUID Gradiometer for Mobile Magnetic Anomaly Detection, *IEEE Trans. Appl. Sup.*, vol. 11, No. 1.
- Engineering and Design Hydrographic Surveying, US Army Corps of Engineers, Washington, 2004.
- Grabowska T., Interpretacja anomalii magnetycznych (dT) południowo-wschodniej Polski – trójwymiarowy magnetyczny model skorupy ziemskiej. Raport merytoryczny 2003-2005, AGH Kraków.
- Hecht H., 2004: The Future of ECDIS. *Hydro International*, July/August.
- James D. Bennell., 2005: Marine monitoring handbook. “Procedural Guideline No. 1–5: Mosaicing of side-scan sonar images to map seabed features”. School of Ocean Sciences, University of Wales, Bangor.
- Karwan A., 2002: Obrona przeciwminowa polskich obszarów morskich, Rozprawa doktorska, AMW, Gdynia.
- Magiera T., 2004: Wykorzystanie magnetometrii do oceny zanieczyszczenia gleb i osadów jeziornych. *Prace i Studia, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN Zabrze* vol. 59.
- Pałczyński M., 2009: Automatyzacja budowy sonarowej mapy dna na podstawie obrazów z sonaru bocznego. *Roczniki Geomatyki* t. 7, z. 5: 103-111, PTIP Warszawa.
- Standards of Competence for Hydrographic Surveyors. Publication S-5 Eleventh Edition Version 11.0.1 – May 2011. Guidance and Syllabus for Educational and Training Programmes. IHO, Monaco 2011.
- Stateczny A., 2001: Nawigacja porównawcza, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk.
- Stateczny A., (red.) 2004: Metody nawigacji porównawczej. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk.
- Stateczny A., 2005: Elektroniczne mapy nawigacyjne w żegludze śródlądowej. *Zeszyty Naukowe AM* nr 7(79).
- Stateczny A., 2006: Elektroniczne mapy nawigacyjne w rzecznych systemach informacyjnych. *Roczniki Geomatyki* t. 4, z. 3: 203-209, PTIP Warszawa.
- Stateczny A., 2008a: Dylematy produkcji elektronicznych map nawigacyjnych dla żeglugi śródlądowej. *Roczniki Geomatyki* t. 6, z. 5: 85-89, PTIP Warszawa.
- Stateczny A., 2008b: Interoperativeness of the River Information System of the Lower Odra in the Aspect of Electronic Navigational Charts. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol.17, No. 3C.
- Stateczny A., 2009: Electronic Navigational Charts for River Information System of the Lower Odra. EGU, Wiedeń.
- Stateczny A., 2010a: Kształcenie w dziedzinie hydrografii. *Roczniki Geomatyki* t. 10, z. 7: 93-100, PTIP Warszawa.
- Stateczny A., 2010b: Wykorzystanie sonaru skanującego wysokiej częstotliwości w pozyskiwaniu danych obrazowych. *Biuletyn WAT*, vol. LIX 2(658).
- Stateczny A., (red.) 2011: Nawigacja radarowa. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk.
- Stateczny A., 2012: Hydrografia – bliżej geodezji czy nawigacji? *Geodeta Magazyn Geoinformacyjny* nr 9 (208).
- Stateczny A., Lubiczonek J., 2001: Spatial Sea Chart – New Possibilities of Presenting Navigational Information, IST International Congress of Seas and Oceans, vol. 1, Międzyzdroje.
- Stateczny A., Praczyk T., 2002: Sztuczne sieci neuronowe w rozpoznawaniu obiektów morskich. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk.

- Stateczny A., Trojanowski J., 2007: Aspects of Cells Production of Standard Electronic Charts for RIS Dolna Odra Aquatories. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol.16, No.6B.
- Stateczny A., Łubczonek J., Sobczak M., 2009: Cell Production of Electronic Charts of the Lower Odra. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 18, No. 5A.
- Stateczny A., Miciuła I., 2009: Dynamic 3D Domain in Navigational Safety Estimation. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 18, No. 5A.
- Stateczny A., Ratuszniak N., 2010: Poprawa potencjału interpretacyjnego obrazów sonaru skanującego w oparciu o dane z sondy wielowiązkowej. *Roczniki Geomatyki* t. 8, z. 5: 131-137, PTIP Warszawa.
- Stateczny A., Grodzicki P., Włodarczyk M., 2010: Badanie parametrów filtracji geodanych pozyskiwanych wielowiązkową sondą interferometryczną GeoSwath+. *Roczniki Geomatyki* t. 8, z. 5: 121-130, PTIP, Warszawa.
- Stateczny A., Wawrzyniak N., 2011: Wykorzystanie wysokorozdzielczych danych batymetrycznych w analizie obrazów sonaru skanującego. *Biuletyn WAT*, lipiec-sierpień-wrzesień, vol. LX 3(663), Warszawa: 307-320.
- Strzyszczyński Z., Rachwał M., 2010: Zastosowanie magnetometrii do monitoringu i oceny ekologicznej gleb na obszarach objętych wpływem emisji przemysłowych. *Prace i Studia* vol. 78, IPIŚ PAN, Zabrze.
- Strzyszczyński Z., Rachwał M., Janus B., Magiera T., 2009: Magnetometria – innowacyjna metoda identyfikacji obszarów skażonych chemicznie i wymagających rewitalizacji [W:] Skowronek J. (red.) *Innowacyjne rozwiązania rewitalizacji terenów zdegradowanych*. IETU Katowice: 73-84.
- Szulc D., 2005: Detekcja min morskich w okrętowym systemie obrony przeciwminowej, *Biuletyn naukowy Problemy Techniki Uzbrojenia* vol. 95.
- Wiszniewski J., 2000: Application of real time recurrent neural network for seismic event detection. *Acta Geophysica Polonica* vol. 48.
- Wittkuhn D., Froese J., 2004: EPDIS: Electronic Pilot Display and Information System, TUHH-ISSUS, Hamburg, International Symposium Information on Ship, Hamburg.

Abstract

In this paper, the problem of integration of hydrographical geodata obtained by various sensors is discussed. The planned works include the entire complex of geodata: bathymetric, sonar and magnetometric. Joint analyzing them will enable to get the synergetic effect, in particular in the process of identification of objects lying on the bottom and under the bottom of the basin.

The results will be implemented in the hydrographical practice and in the process of producing electronic navigational charts, among others of inland water charts, port electronic maps and bathymetric maps.

prof. dr hab. inż. Andrzej Stateczny, hydrograf kat. A
a.stateczny@am.szczecin.pl