

## MORSKA MAPA ELEKTRONICZNA Z TRÓJWYMIAROWYM ZOBRAZOWANIEM INFORMACJI NAWIGACYJNEJ

### MARINE ELECTRONIC CHART WITH 3D PRESENTATION OF NAVIGATIONAL INFORMATION

**Jacek Łubczonek**

Zakład Bezpieczeństwa Nawigacyjnego, Instytut Inżynierii Ruchu Morskiego  
Akademia Morska

**Słowa kluczowe: mapa elektroniczna, trójwymiarowa wizualizacja, nawigacja morska**  
Keywords: electronic chart, three-dimensional visualization, marine navigation

### Wprowadzenie

Morska mapa nawigacyjna jest podstawowym źródłem informacji dla nawigatora. Obecnie mapy analogowe coraz częściej ustępują miejsca mapom cyfrowym (Yogendran 1999), które w lepszy sposób zapewniają bezpieczeństwo nawigacji statku. Dzięki nim nawigator może między innymi szybko uzyskać dostęp do interesującej go informacji, ocenić sytuację w oparciu o stale wyświetlaną pozycję statku, czy kontrolować i monitorować drogę statku. Cyfrowa mapa nawigacyjna, wchodząca w skład standaryzowanego systemu map elektronicznych (ang. *Electronic Chart Display and Information System, ECDIS*), nie wyczerpała jednak możliwości prezentacji informacji nawigacyjnych. Bardzo dobrym tego przykładem mogą być koncepcje budowy trójwymiarowej morskiej mapy numerycznej, tworzone między innymi z wykorzystaniem dynamicznie rozwijających się systemów informacji przestrzennej. Badania w tym zakresie, ukierunkowane na opracowanie nawigacyjnej mapy numerycznej obrazującej informacje w formie trójwymiarowej, prowadzone są w Wyższej Szkole Morskiej w Szczecinie (Stateczny, Łubczonek 2001; Łubczonek, Stateczny, 2002; Łubczonek 2005).

Mapa, na której informacje zobrazowane są w postaci trójwymiarowej, jest najlepszym sposobem wizualizacji świata rzeczywistego. Należy jednak w tym miejscu podkreślić, że nie zawsze zastosowanie trzeciego wymiaru może stanowić podstawę do oceny i szacowania prezentowanych danych. Przykładem może być przedstawienie trzeciego wymiaru w postaci izobat, które w tej formie jest bardziej kartometryczne niż analogiczna prezentacja trójwymiarowa. Z drugiej strony, obecnie problem ten można rozwiązać przez implementację w mapie numerycznej algorytmów umożliwiających dokonanie odpowiednich obliczeń (pomiarów) lub pozwalających na szybkie przekształcenia obrazu pomiędzy widokiem 2D a 3D.

Śledząc rozwój kartografii numerycznej, coraz częściej można dostrzec tendencje do stosowania trójwymiarowej formy prezentacji danych przestrzennych. W zakresie wizuali-

zacji informacji staje się to coraz bardziej powszechne, czego dowodem jest poszerzanie oprogramowania kartograficznego o moduły umożliwiające trójwymiarową wizualizację. Dotyczy to również map nawigacyjnych. Chociaż trójwymiarową wizualizację informacji nawigacyjnej na obecnym etapie należy traktować jako koncepcyjną, na chwilę obecną z pewnością należy poszukać odpowiedzi na pytanie, czy taka forma przedstawienia informacji nawigacyjnej zwiększy funkcjonalność map nawigacyjnych i czy przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa nawigacji. Próbę znalezienia odpowiedzi na takie pytania podjęto między innymi w niniejszej pracy.

### **Nowe rozwiązania w systemach morskich map elektronicznych**

W nawigacji morskiej można korzystać ze standaryzowanych opracowań map elektronicznych oraz niestandaryzowanych. W pierwszym przypadku są one elementem systemu zobrazowania informacji nawigacyjnej (ECDIS), natomiast w drugim pozostałych systemów map elektronicznych (ECS). Powyższy podział warunkuje także kierunki rozwoju map elektronicznych. Dla standaryzowanych systemów map elektronicznych wyznacza go Międzynarodowa Organizacja Hydrograficzna, koordynująca działania różnych grup roboczych powiązanych z odpowiednimi ciałami administracji morskiej. Owocem tej pracy jest opracowanie wytycznych następnego standardu map elektronicznych S-57 ver. 4.0 (IHO 2005), który będzie przystosowany do nowych wymagań, technologii, odbiorców gotowych produktów i stanu techniki. Jego wdrożenie planowane jest w 2006 roku, z zachowaniem jeszcze poprzedniej wersji standardu. Docelowo nowa wersja standardu ma zapewnić obsługę większej liczby źródeł danych, produktów oraz klientów powiązanych z hydrografią. Jak wynika z założeń nowego standardu, system zwiększy swoją funkcjonalność między innymi dzięki wprowadzeniu danych trójwymiarowych (3D), danych z czwartą zmienną czasową (x,y,z,t), nowych aplikacji wykraczających poza zakres tradycyjnej hydrografii (np. batymetria wysokogęstościowa, morski GIS czy klasyfikacja dna morskiego). W powyższych rozwiązaniach planuje się również wykorzystanie internetu do odkrywania, przeglądania, analizy oraz transferu danych.

W przypadku systemów niestandaryzowanych, rozwój map związany jest z obecnymi trendami w kartografii numerycznej. W zastosowaniach nawigacyjnych dotyczy to przede wszystkim wprowadzenia trójwymiarowej wizualizacji dna morskiego, implementacji informacji z systemów precyzyjnego określania pozycji statku w systemach manewrowo-pilotowych (np. dalmierze laserowe), dołączania informacji dostępnej w publikacjach nautycznych (locje, tablice pływów) oraz innych informacji opisowych. W mapach morskich można również zaobserwować uzupełnianie podstawowej informacji o zdjęcia lotnicze czy satelitarne. W niektórych rozwiązaniach funkcje systemowe umożliwiają przedstawienie dynamicznej zmiany głębokości na akwenu, bieżących informacji meteorologicznych, dostępne są również aplikacje do optymalizacji podróży statku. Sama mapa elektroniczna jest obecnie nieodzownym składnikiem systemów zarządzania portami, drogami wodnymi czy strefą brzegową morza (zakres morskiego GIS).

Biorąc pod uwagę różnorodność produktów, można stwierdzić, że mapy nawigacyjne niestandaryzowane oferują więcej funkcji, ale czasem bardzo zróżnicowanych. Trudno jest zatem jednoznacznie określić, które są niezbędne czy potrzebne w mapie, a które nie powin-

ny się tam znaleźć. Odpowiedź na to pytanie znajdzie się zapewne w opracowywanym standardzie wersji 4.0 oraz jego późniejszej weryfikacji przez środowisko marynarzy. Powinno to również zainicjować dostosowanie produktów niestandardowych do opracowanych wymogów, których odbiorcami jest często liczne grono użytkowników mniejszych jednostek (żegluga rekreacyjna). Pozwoli to z pewnością wyeliminować rozwiązania, które mogą wręcz stanowić potencjalne zagrożenie dla nawigacji.

Jednoznacznie natomiast można stwierdzić, że w mapach morskich, w tym nawigacyjnych, pojawiają się nowe formy wizualizacji informacji nawigacyjnej, z tendencją do prezentacji trójwymiarowej, oraz uwzględnienie zmiennej czasowej (zmiany poziomu wody). Na chwilę obecną, dla dwóch omawianych systemów, dotyczy to będzie w głównej mierze prezentacji rzeźby dna morskiego (informacji batymetrycznej).

## Koncepcje trójwymiarowej wizualizacji w cyfrowych mapach nawigacyjnych

Teraźniejszy stan rozwoju map nawigacyjnych powiązany jest również z prowadzonymi pracami badawczymi w aspekcie zastosowań nowych form wizualizacji w nawigacji morskiej. Badania takie w wymierny sposób umożliwiają weryfikację nowych form wizualizacji danych nawigacyjnych oraz pomagają opracować nowe standardy. Wiodącym przykładem jest projekt „The Hampton Road” (Calder i inni 2003), w którym będą rozpatrywane między innymi różne formy prezentowania informacji, a w tym animacje 3D i stereoskopowe. Prowadzone badania powinny pomóc docelowo w opracowaniu funkcji systemowych związanych z trójwymiarową wizualizacją oraz danych zmieniających się w czasie. W przypadku informacji batymetrycznej rozwijany jest projekt „powierzchni nawigacyjnej” (Smith i inni 2003), która będąc analogiem DEM, umożliwi dalsze przetwarzanie danych pozyskanych z pomiarów wysokościowych i ich wizualizację w elektronicznej mapie nawigacyjnej. W początkowej fazie obejmie to mapy dwuwymiarowe (również z uwzględnieniem zmiennej czasowej), a docelowo również w formie trójwymiarowej w mapach określanych jako mapy następnej generacji.

Inne podejście prezentuje międzynarodowy projekt EPDIS (Wittkuhn, Froese 2004), który skupia się bezpośrednio na prezentacji informacji w postaci trójwymiarowej. W projekcie założono, że nawigator będzie miał dostęp do informacji w postaci trójwymiarowej z uwzględnieniem czwartej zmiennej czasowej, oprócz standardowych informacji dostarczanych przez ECDIS. Przy czym informacja nawigacyjna dla zobrazowania dwu i trójwymiarowego obejmuje ten sam fragment mapy. Obraz 3D składa się z terenu i znajdujących się na nim obiektów. Powstaje on w następujących po sobie etapach: tworzenia modelu powierzchni (DTM), dodania struktury powierzchni w celu odzwierciedlenia realizmu, dodania występujących obiektów, dodania źródła światła. Wymagania odnośnie prezentacji informacji nawigacyjnej w postaci 3D zostały określone na podstawie opinii ekspertów (EPDIS 2002) oraz odpowiednich placówek szkolnych (akademie, szkoły morskie). Pozwoliło to na określenie wymagań użytkowników w aspekcie nowych funkcji w EPDIS. W przypadku informacji trójwymiarowej jej ważność określono jako *warto mieć, ale nie ma wpływu bezpośrednio na wykonywaną pracę*. Dotyczyło to funkcji widoku podwodnego, który mógłby mieć jednak zastosowanie w przypadkach specjalnych, takich jak połów ryb, podczas manewrowania, operacji kotwiczenia statku i prac związanych z pogłębianiem torów wodnych. Podobnie

sklasyfikowano połączenie informacji 2D i 3D. Ogólnie korzyści z zastosowania systemu EPDIS określono jako ważne, szczególnie dla osób prowadzących statek pierwszy raz na danym akwenuie.

W rozwiązaniach niestandardyzowanych systemów map elektronicznych prezentacja trójwymiarowa dotyczy przede wszystkim rzeźby dna morskiego. Opcja taka jest dostępna w pakietach dla statków handlowych oraz rybackich. W pierwszym rozwiązaniu stanowi ona raczej uzupełnienie tradycyjnej informacji batymetrycznej, natomiast w drugim jest wykorzystywana podczas połowu ryb do wizualizacji położenia trału oraz klasyfikacji dna morskiego. Wizualizacja informacji nawigacyjnej nie tylko ogranicza się do przedstawiania świata rzeczywistego w postaci mapy trójwymiarowej. Niektóre firmy oferują produkty, w których informacja nawigacyjna jest łączona z rzeczywistym obrazem wideo, dzięki umieszczonej na statku kamerze. Umożliwia ona łączenia obrazu rzeczywistego z informacjami opisowymi drogi oraz mapy w trzech wymiarach, przez co możliwa jest jednoznaczna ocena sytuacji nawigacyjnej oraz identyfikacja oznakowania drogi wodnej ([www.looksea.com](http://www.looksea.com)).

### **Projekt mapy trójwymiarowej opracowany w Akademii Morskiej**

Założeniem projektu opracowanego w Akademii Morskiej było poddanie ocenie przydatności trójwymiarowego zobrazowania w nawigacji morskiej. Na tym etapie opracowaną mapę należy traktować jako kolejną propozycję wizualizacji informacji nawigacyjnej w trzech wymiarach, jednak powiązaną ściślej z formą prezentacji właściwą dla standaryzowanej mapy nawigacyjnej. Założeniem badań na tym etapie była wstępna weryfikacja prototypu mapy, która pozwoliła przede wszystkim odpowiedzieć na pytanie, czy taką postać danych zaakceptują nawigatorzy. Od otrzymanych wyników uzależniono dalszy rozwój projektu (opracowanie bardziej zaawansowanego i złożonego systemu czy weryfikacja mapy z modułem wizualizacji 3D na statku, podczas prowadzenia nawigacji).

Pierwsza koncepcja mapy została zaprezentowana w 2001 (Stateczny, Łubczonek 2001). Intencją autorów była budowa trójwymiarowej mapy morskiej pod kątem nowych możliwości prezentacji informacji nawigacyjnych. Kluczową sprawą była więc wizualizacja rzeźby dna morskiego oraz symboli obiektów nawigacyjnych. Część lądową mapy przedstawiono w przyjętej w nawigacji uproszczonej formie obejmującej zarys linii brzegowej, budynki, obszary zalesione, drogi i inne.

Budowę morskiej mapy numerycznej przeprowadzono zgodnie z przyjętymi zasadami tworzenia systemów informacji przestrzennej (Bojarowski i inni 1998,1999). Materiałem źródłowym do pozyskiwania danych była mapa nawigacyjnej wejścia do portu Świnoujście. Mapę analogową oraz opracowaną trójwymiarową dla omawianego akwenu przedstawiono na rysunku 1.

Digitalizacji zostały poddane: symbole obiektów nawigacyjnych (boje, nabieżniki, latarnie, światła nawigacyjne); pozostałe symbole (obrotnice, kable podwodne, linie promowe, granice redy); linia brzegowa; budowle hydrotechniczne (główki wejściowe do portu, nabrzeża) i lądowe (budynki); powierzchnie (obszary lądowe i zalesione); dane batymetryczne (punkty pomiarowe głębokości oraz izobaty)

Dane zostały zapisane w plikach stanowiących zbiory obiektów punktowych, liniowych i powierzchniowych. Dla potrzeb projektu opracowano numeryczny model dna (terenu)

wykorzystując zbiory danych batymetrycznych. Do opracowania mapy wykorzystano program ArcView 3.2a oraz jego moduł 3D Analyst 2.0, pozwalający na zobrazowanie informacji w trzech wymiarach. Przedstawienie obiektów w trzech wymiarach polegało na transformacji geometrycznej obiektów dwuwymiarowych w trójwymiarowe przez dodanie wcześniej zdefiniowanej wysokości. Celem takiego podejścia było osiągnięcie kompromisu pomiędzy zgodnością z rzeczywistością nowych, trójwymiarowych obiektów kartograficznych a zachowaniem wartości poznawczych map dwuwymiarowych. Dodatkowe funkcje tego modułu umożliwiły wizualizację obiektów liniowych (kable podwodne, izobaty) bezpośrednio na powierzchni dna, możliwość wizualizacji lustra powierzchni wody o zadanej transparentności, ustawienie kąta padania promieni światła oraz zwiększającej realizm przestrzeny iluminacji powierzchni. Zróżnicowanie informacji leżących powyżej i poniżej zera mapy osiągnięto przez ustawienie odpowiednich wartości wzniesienia obiektów. Obiektom nawigacyjnym (światła, nabieżniki, latarnie) przypisano wysokości rzeczywiste, natomiast pozostałym uogólnione wartości wysokości odpowiednie dla określonych warstw tematycznych (budynki, obszary leśne, wysokość nabrzeża). W opracowaniu mapy wykorzystano również moduł skalowania wartości wysokości, co w przypadku małego zróżnicowania zmienności morfologicznej pozwala na lepszą wizualizację ukształtowania powierzchni dna.

W 2005 roku projekt funkcjonował już jako samodzielna aplikacja, umożliwiająca prezentację treści mapy w postaci 3D (rys. 2). W projekcie zachowano poprzednią koncepcję budowy mapy, która polegała na prostych przekształceniach symboli dwuwymiarowych w trójwymiarowe. Pozwoliło to zachować podstawowe kształty i barwy stosowanych symboli, co miało na celu przeniesienie określonych wartości poznawczych tradycyjnych standaryzowanych map nawigacyjnych na mapy trójwymiarowe. W tym przypadku źródłem danych były gotowe dane cyfrowej mapy nawigacyjnej. Dodatkowo zastosowano model geometryczny statku oraz funkcje animacji, umożliwiające symulację ruchu statku na badanym akwenu. W przypadku informacji batymetrycznej wykorzystano standardową formę prezentacji w postaci dostępnych izobat, numeryczny model dna opracowany z pomiarów wysokogęstościowych (pomiarzy z wykorzystaniem sondy wielowiązkowej), oraz funkcję umożliwiającą wyznaczenie obszaru żeglownego statku (obszaru bezpiecznych głębokości). Ponadto mapa posiadała takie funkcje jak: możliwość dowolnego obrotu, skalowanie, załączanie i wyłączenie warstw tematycznych (obszary zalesione, drogi, znaki nawigacyjne, światła nawigacyjne, numeryczny model dna, lustro wody), wybór punktów obserwacji (z góry, z mostka, z tyłu, ustawienie widoku dowolnego) oraz dodatkowy podgląd mapy tradycyjnej.

Dla potrzeb badań przeprowadzono ankietę (Grzybowski 2005), na podstawie której możliwa była ocena poszczególnych funkcji mapy oraz przydatności poszczególnych warstw tematycznych. Mapa umożliwiała pracę w formie statycznej oraz dynamicznej (załączona opcja animacji). Badany przypadek dotyczył przejścia statku przez akwen ograniczony (trudny nawigacyjnie). W szczególności sposób poddano badaniom takie elementy jak powierzchnia dna morskiego, obiekty lądowe oraz znaki nawigacyjne. Dużą wagę przyłożono do zobrazowania informacji batymetrycznej akwenu, którą zrealizowano w postaci numerycznego modelu dna i izobat. W pracy zastosowano również łączoną metodę prezentacji, w której zobrazowanie trójwymiarowe uzupełniono zobrazowaniem informacji w formie właściwej dla zobrazowania tradycyjnego, czyli dwuwymiarowego. Grupa testujących była podzielona na studentów posiadających podstawową praktykę morską oraz osoby z doświadczeniem (pływające jako oficerowie na statkach). Wyniki przeprowadzonej ankiety wskazują, że trójwymiarowa wizualizacja podczas prowadzenia statku na akwenu ograniczonym jest przydatna



(na poziomie „bardzo ważna” i „warto mieć”). Żadna z grup nie zakwalifikowała tego typu zobrazowania jako nieprzydatną. Dla ok. 80 % ankietujących zaproponowana kolorystyka i kształt symboli trójwymiarowych umożliwił poprawną interpretację treści mapy, natomiast dla 20 % z zastrzeżeniem (brak bezwzględnej pewności). W przypadku prezentacji dna w formie trójwymiarowej zdania były podzielone, pomiędzy „bardzo istotne dla bezpieczeństwa” a „warto mieć”. Część ankietowanych (studenci) wskazało jako niepotrzebne połączenie DTM z izobatą bezpieczeństwa. Jako potencjalne korzyści płynące z trójwymiarowej formy prezentacji wskazano na zwiększenie bezpieczeństwa statku (w większości przez praktyków), ułatwienie manewrowania statkiem (w większości przez studentów) i polepszenie oceny sytuacji (w zdecydowanej większości przez praktyków). Jeżeli chodzi o planowanie drogi z wykorzystaniem prezentacji 3D odpowiedziano się w dużej większości za opcją „warto mieć”. W przypadku warstw mapy jako nieistotną określono warstwę dróg, natomiast przydatną warstwę budynków. Odnośnie warstwy obszarów zalesionych zdania były podzielone. Jeżeli chodzi o widok, to za najlepszy wybrano opcję widoku „z góry” oraz „z mostka” (rys. 3). W tej ostatniej preferowano widok dna w postaci 3D, szczególnie podczas zbliżania się do zakola rzeki.

Za takim sposobem prezentacji opowiedziano się w przypadku żeglugi na obszarach trudnych nawigacyjnie czy podczas operacji kotwiczenia statku. Zaproponowano zastosowanie bardziej wyrazistej skali kolorów oraz zastosowanie informacji dotyczącej rodzaju dna. Podczas testów pojawiły się sugestie, aby przedstawić tylko obszar żeglowny statku z wyraźnym odnaczeniem go od pozostałej części akwenu, co może być wystarczającym sposobem prezentacji informacji batymetrycznej (rys. 4). Jako formę zobrazowania ułatwiającego identyfikację obiektów wybrano prezentację lustra wody bez danych batymetrycznych (rys. 4).

Testujący wskazali również na pewne ulepszenia: w zakresie prezentacji znaków nawigacyjnych (zastosowanie bardziej realistycznych kształtów), świateł (propozycja załączenia informacji opisowych) oraz numerycznego modelu dna (np. zastosowanie bardziej wyrazistych skal kolorów); umieszczenie wektorów prędkości statku; pozostawienie śladów torowych statku; wybór punktu obserwacji z zaznaczeniem jego pozycji na mapie; zwiększenie realizmu modelu geometrycznego statku, co powinno przełożyć się na poprawę oceny odległości pomiędzy nabrzeżem a bryłą kadłuba. Wyniki testu wskazują na aprobatę takiej formy wizualizacji, chociaż wskazane są jej dalsze modyfikacje. Dotyczy to w szczególności poprawy prezentacji wybranych elementów mapy i uwzględnienia dodatkowych funkcji, które zwiększą jej walory użytkowe i spełnią wymagania końcowych użytkowników. W przyjętej koncepcji wystarczające okazało się również zastosowanie reguły uproszczonych przekształceń obiektów dwuwymiarowych w trójwymiarowe, co ułatwiło interpretację treści mapy.

## Podsumowanie

Obecny stan rozwoju map wskazuje na duże zmiany w sposobie wizualizacji informacji na mapach nawigacyjnych. Nie jest to obecnie potwierdzone tylko istniejącymi rozwiązaniami w produktach komercyjnych, prowadzonych badań, ale w zaawansowanych opracowaniach nowych standardów. Można również stwierdzić, że sama kwestia wizualizacji nie została do końca jeszcze ustalona. Pomimo obecnie ustalanych standardów, na rynku pojawiają się nowe produkty, które realizują wizualizację 3D według swoich założeń, różniących się czasami znacznie od tych standardów. Obecnie wizualizację 3D można rozdzielić na

wizualizację numerycznego modelu dna oraz pozostałej informacji nawigacyjnej (nawodnej i lądowej). W przypadku numerycznego modelu dna postać nowej informacji batymetrycznej może się ograniczyć do zaznaczenia na mapie obszaru akwenu żeglownego i wizualizacji samego DTM w specjalnych zastosowaniach, takich jak rybołówstwo, prace związane z pogłębianiem akwenu, czy w granicach obszarów manewrowych. Odnośnie formy wizualizacji informacji nawodnej i lądowej, to można ją uznać za prototypową, co w niedalekiej przyszłości powinno zainicjować szerszą standaryzację. Na chwilę obecną pierwszą formę można sklasyfikować jako priorytetową, natomiast drugą jako opcjonalną (utożsamianą bardziej z mapami następnej generacji).

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można stwierdzić, że grupy potencjalnych użytkowników opowiadają się za proponowanym trójwymiarowym sposobem wizualizacji danych nawigacyjnych. Biorąc pod uwagę fakt, że badania przeprowadzono na prototypie mapy w ograniczonej liczbie testujących, argumenty przemawiające za taką formą prezentacji należy na tym etapie traktować jeszcze z pewnym dystansem (dotyczy to wskazań potencjalnych korzyści takich jak zwiększenie bezpieczeństwa statku, ułatwienie manewrowania statkiem i polepszenie oceny sytuacji). Z drugiej strony wyniki dają podstawy do dalszego rozwijania projektu i przeprowadzania kolejnych badań w zakresie implementacji wizualizacji 3D w mapach nawigacyjnych.

Aby ukierunkować i usystematyzować formy wizualizacji, na pewno wskazana jest potrzeba przeprowadzenia większej liczby badań i szersza współpraca różnych ośrodków powiązanych z nawigacją morską. Działania takie, ukierunkowane również na standaryzację danych, powinny zapewnić powstanie produktów zwiększających bezpieczeństwo nawigacji, jak również wyeliminować z rynku takie, które mogą stanowić jej zagrożenie.

### Literatura

- Bojarowski K., M. Szacherska, B. Wolak, Ziehm R., 1999: Technologia tworzenia bazy danych morskich map numerycznych, XI Konferencja Naukowo-Techniczna – Rola nawigacji w zabezpieczeniu działalności ludzkiej na morzu, Warszawa.
- Bojarowski K., Wolak B., Ziehm R., 1998: Koncepcja organizacji danych w systemie cyfrowych map nawigacyjnych, VII Konferencja Naukowo-Techniczna – Systemy informacji Przestrzennej, Warszawa.
- Brennan R., Ware C., Alexander L., Armstrong A., Mayer L., Huff L., Calder B., Smith S., Plumlee M., Arsenault R., and 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.
- EPDIS, 2002, Electronic Pilot Display and Information System, User Requirements and Validation Plan, [www.epdis.de](http://www.epdis.de).
- Grzybowski P., 2005: Tendencje rozwojowe morskich map numerycznych, praca dyplomowa, Akademia Morska, Szczecin.
- IHO, 2005: The Next Edition of IHO S-57 (4.0), Version 1.1
- Łubczonek J., 2005: Projekt mapy nawigacyjnej z trójwymiarowym zobrazowaniem informacji nawigacyjnej (aplikacja), Akademia Morska, Szczecin.
- Łubczonek J., Stateczny A., 2002: Modelowanie powierzchni dna z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych dla potrzeb trójwymiarowej mapy morskiej. Materiały XIII Konferencji Naukowo-Technicznej, AMW Gdynia.
- MacEachren A.M., 1998: Wizualizacja – kartografia XXI wieku. VII Konferencja Naukowo-Techniczna Systemy Informacji Przestrzennej, Warszawa.
- Smith M., Shepard L.T., 2003: Navigation Surface Creation and Use for Charting Example-Seacoast New Hampshire, NOAA/University of New Hampshire Joint Hydrographic Center, Proceedings of U.S. Hydro 2003 Conference, USA.

- Stateczny A., Łubczonek J., 2001: Spatial Sea Chart – New Possibilities of Presenting Navigational Information, 1<sup>ST</sup> International Congress of Seas and Oceans, volume 1, Międzyzdroje.
- Wittkuhn D., Froese J., 2004: EPDIS: Electronic Pilot Display and Information System, TUHH-ISSUS, Hamburg, International Symposium Information on Ship, Hamburg.
- Yogendran S., 1999: ECDIS – Approach for Paperless Navigation. Hydro International, GITC Publication, vol. 5, No 8, November/December.

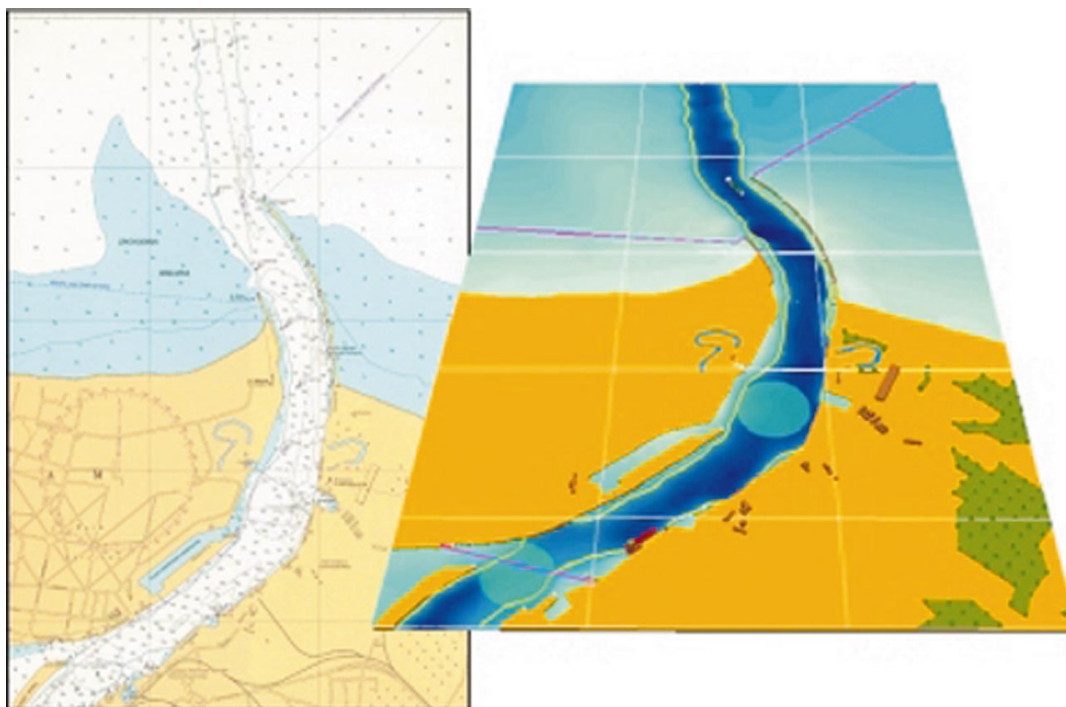
### **Summary**

*In the case of electronic navigational charts, many ways of cartographic presentation may be observed at present, which is likely to result from dynamic development of Geographical Information Systems. Standardized by the International Hydrographic Organization charts, featured by predetermined methods of cartographic elaboration, still are basic maps used on seagoing ships. These standards are approved by several international regulations, which served as the basis for elaboration of Electronic Chart Display and Information System. This system is addressed to the professional group involved in sea or inland navigation. An electronic chart, which is the basic element of the system, more and more often replaces paper maps on the bridges of various seagoing or inland ships. Growth of standardized electronic navigation charts is not as dynamical and spontaneous as that of the maps being an element of land GIS. The reason is longer time needed for elaboration of international standards, in particular connected with new methods of cartographic presentation and technological conditions. However, in marine navigation appear charts, which are parts of non-standardized chart systems (ECS), which adopt, sometimes in advance, new form of cartographic presentation (often in a more enthusiastic than logical way). One of the most often implemented novelties is, without any doubt, 3D presentation of navigational information. Presently, there are many charts offering such solutions, but can we answer the fundamental question: is it necessary? If yes, what should be the range of its application and its presentation form? Application of such type of cartographic presentation is rational, because it allows to make up for the loss of certain information resulting from simplification of real world on traditional maps or adjustment of cartographic presentation to the type of navigation (for example navigation in confined waters). Such a form of presentation, even in the case of complementing basic navigational information, potentially can increase functionality of the system and improve safety of navigation.*

*This paper presents the concept of a marine map with 3D presentation of navigational information and the results of research, which allow to analyze and assess this kind of presentation of navigational information. The main idea of cartographic elaboration of the chart model was designing 3D navigational marks and geographical objects by application of simplified transformation. In most cases it consisted in transformation of basic spatial elements (point, line and polygon) into 3D objects by adding the element of height. For land and water surface objects, used in navigation, more detailed models were designed. The aim of such an approach was to achieve a compromise between compliance with the reality of new cartographic objects and the cognitive aspects of traditional charts. Such elements as sea bottom surface, land objects and navigational mark were studied in a specific way. Much attention was put on bathymetric information, which was presented in the form of a numerical model of the bottom and contour lines. Mixed method of presentation project was also applied in the project, where objects appropriate for 2D presentation were included. The area of research covered entrance to the port of Swinoujście. In the studies opinions and suggestions of persons assessing the 3D chart were also taken into consideration. Results of the studies maybe used as guidelines or proposals in determining future standards of digital navigation maps.*

dr Jacek Łubczonek  
jaclub@am.szczecin.pl

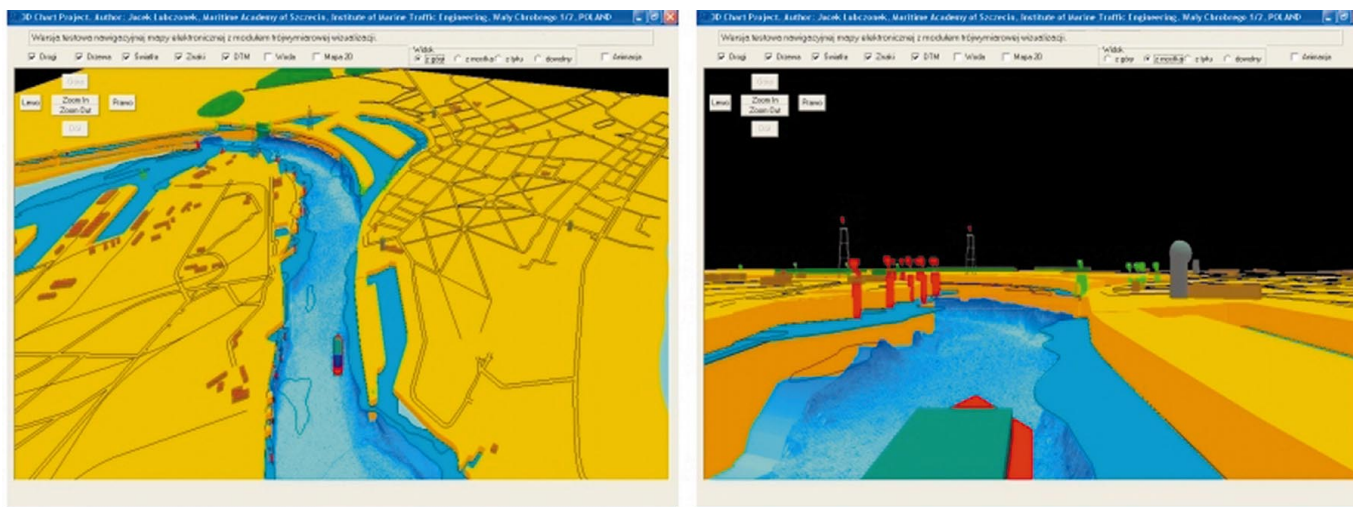




Rys. 1. Projekt mapy nawigacyjnej 3D (Stateczny, Łubczonek 2001)



Rys. 2. Przykład zobrazowania informacji nawigacyjnej w formie 3D (Łubczonek 2005)



Rys. 3. Przykłady widoków mapy z góry oraz z mostka (Łubczonek 2005)



Rys. 4. Widok mapy z „czystym” lustrem wody i wyznaczonym obszarem żeglownym