

## ANALIZY PRZESTRZENNE DLA POTRZEB GEOINFORMATYCZNEGO SYSTEMU OCHRONY PORTU MORSKIEGO\*

### SPATIAL ANALYSIS FOR THE NEEDS OF GEOINFORMATION SEA PORT PROTECTION SYSTEM

Witold Kazimierski

Katedra Geoinformatyki, Wydział Nawigacyjny, Akademia Morska w Szczecinie

**Słowa kluczowe: analizy przestrzenne, ochrona portu, systemy geoinformatyczne**  
Keywords: spatial analysis, port security, GIS

### Wstęp

Obszar zastosowań systemów geoinformatycznych sukcesywnie się powiększa obejmując coraz to nowe dziedziny gospodarki. Główny kierunek rozwoju, jak wynika z przedstawionych przez Gaździckiego (2012) trendów, to coraz większe upowszechnienie dostępu do danych przestrzennych i realizacja ogólnie dostępnych systemów „przeładowych”, których głównym zadaniem jest prezentacja danych. Równoległe do tych trendów można spodziewać się, zdaniem autora, rozwoju specjalistycznego oprogramowania geoinformatycznego dedykowanego dla rozwoju specyficznych zadań i rozwiązywania problemów określonego użytkownika. Przykładem takiego zastosowania może być wprowadzenie systemów geoinformatycznych do gospodarki morskiej i przemysłu portowego. Znaczącą propozycją jest tu „Geoinformatyczny system zabezpieczenia działań operacyjnych związanych z ochroną portów od strony morza”, realizowany w ramach projektu badawczo-rozwojowego. Zasadniczą ideą przyświecającą twórcom systemu jest ułatwienie realizacji zadań związanych z ochroną portu morskiego, wynikających z krajowego i międzynarodowego ustawodawstwa, poprzez implementację narzędzi geoinformatycznych. Spowoduje to istotne poszerzenie dotychczasowej koncepcji ochrony opartej głównie na monitoringu wizyjnym.

System jest realizowany w ramach projektu badawczo-rozwojowego przez konsorcjum, którego liderem jest Akademia Morska w Szczecinie, zaś konsorcjantem firma Sprint S.A. Oddział w Gdańsku. Docelowo system może być wdrożony w dowolnym porcie morskim,

---

\* Praca realizowana ze środków NCBiR w ramach projektu rozwojowo-badawczego pt. „Geoinformatyczny system zabezpieczenia działań operacyjnych związanych z ochroną portów od strony morza”.

przy czym projektowane narzędzia są dostosowane do użytkowników i potrzeb funkcjonujących w oparciu o polskie prawodawstwo, a w szczególności także o lokalne przepisy portu morskiego Szczecin-Świnoujście. Zaplanowane pierwsze wdrożenie realizowane w projekcie będzie bowiem miało miejsce na obszarze portu drobnicowego w Szczecinie.

Niniejszy artykuł poświęcony jest analizom przestrzennym realizowanym w budowanym systemie wspomagającym ochronę portów. To właśnie analizy przestrzenne stanowią o wyjątkowości systemów GIS i bardzo często są ich główną zaletą w stosunku do istniejących rozwiązań (Gotlib i in., 2007). Również w przypadku prezentowanego systemu, analizy są kluczowym elementem zwiększającym jego funkcjonalność, użyteczność i atrakcyjność implementacyjną.

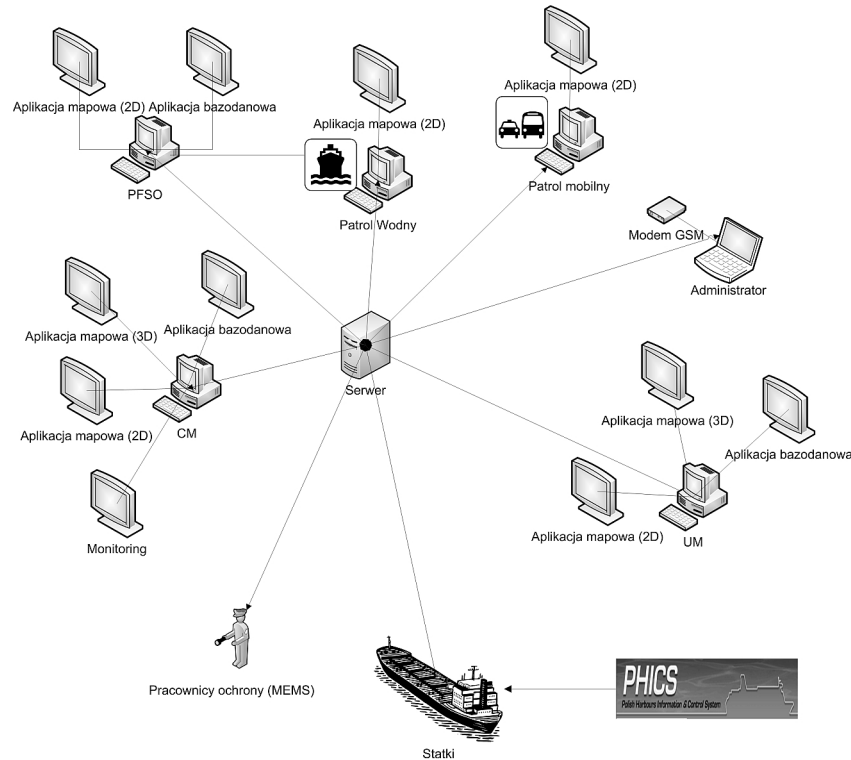
W kolejnych częściach artykułu scharakteryzowano krótko system i jego elementy, aby w dalszej części rozwinąć zagadnienia związane z realizacją analiz przestrzennych, przedstawiając ich założenia i wybrane wyniki.

## **Architektura i moduły geoinformatycznego systemu ochrony portu**

System geoinformatyczny ochrony portu morskiego (zwany dalej SGOP) ma na celu zabezpieczenie działań operacyjnych związanych z ochroną portu od strony morza, poprzez monitorowanie parametrów życiowych pracowników ochrony oraz wizualizację tych danych, w oparciu o szczegółowe elektroniczne mapy dwu- i trójwymiarowe. Oznacza to konieczność opracowania szczegółowych map akwenów portowych dedykowanych dla potrzeb ochrony portu, jak również dostarczenia właściwych narzędzi do realizacji odpowiednich zadań przez poszczególnych użytkowników. Na mapach mają być wizualizowani w czasie rzeczywistym pracownicy ochrony portu.

Budowany system składa się z modułów, które wzajemnie się uzupełniają, tworząc kompleksowe rozwiązanie do przetwarzania danych geoprzestrzennych zawartych na mapach cyfrowych sporządzonych dla chronionego obszaru. Sercem systemu jest moduł mapowy, który składa się z wysoce szczegółowej elektronicznej mapy 2D oraz wizualizacji 3D, opracowanych na bazie standardów Międzynarodowej Organizacji Hydrograficznej (IHO) – S-57, S-100 oraz DENC (*Digital Electronic Navigational Chart*). Moduł oprócz danych zawiera także narzędzia informatyczne do analiz przestrzennych, których opis stanowi zasadniczą treść niniejszego artykułu. Na mapie mają być wizualizowane dane pochodzące z systemu sensorów służących do monitoringu pracowników ochrony.

Drugim modułem jest system czujników mikrosystemowych typu MEMS (*Micro-Electro-Mechanical Systems*) znajdujących się w ubiorze ochroniarzy. Umożliwiają one przede wszystkim lokalizację członków patrolu, ale także pomiar wybranych parametrów z nimi związanych. Zadaniem modułu MEMS jest również utworzenie spójnego komunikatu, który następnie jest przesyłany do serwera. Niezbędnym elementem systemu jest także moduł łączności, który integruje sensory oraz wykorzystywane systemy nawigacyjne, monitorujące i komunikacyjne. Zdecydowano się na wykorzystanie technologii sieci bezprzewodowych w konfiguracji typu MESH. Całość systemu uzupełnia moduł interfejsu użytkownika, który w ergonomiczny sposób przedstawia dane i udostępnia poszczególne funkcje przypisane dla indywidualnego użytkownika. Odpowiednio opracowany moduł interfejsu umożli-



Rys. 1. Architektura geoinformacyjnego systemu ochrony portu (Stateczny i in., 2012)

wia pełną interakcję pomiędzy użytkownikiem i systemem, pozwalającą na realizację poszczególnych analiz w przejrzysty i intuicyjny sposób.

Ostatnim elementem systemu jest moduł administracyjny służący do kontroli oraz zarządzania innymi modułami wraz z określaniem praw dostępu użytkowników. Architekturę całego systemu wraz z przedstawieniem poszczególnych użytkowników pokazano na rysunku 1.

## Główne funkcje systemu

Funkcje systemu są dedykowane dla poszczególnych użytkowników tak, aby spełnić stawiane wymagania. Niemniej jednak część podstawowych funkcji (np. nawigacja na mapie) jest wspólna dla wszystkich użytkowników. Funkcjonalność systemu została szczegółowo ujęta w specyfikacji szczegółowej. Na podstawie wywiadu z pracownikami portu oraz Urzędu Morskiego, w szczególności z końcowymi użytkownikami systemu, określono zakres funkcjonalny systemu, w tym także wymagania odnośnie potrzebnych analiz przestrzennych.

W systemie wyróżniono sześćo końcowych użytkowników (Stateczny i in., 2012):

- Zarząd Portów Morskich Szczecin-Świnoujście (ZPMSŚ)
  - centrum monitoringu
  - PFSO (oficer ochrony obiektu portowego)
  - patrol mobilny lądowy

- Urząd Morski (kapitan portu – *Port Security Officer*)
- Patrol mobilny wodny
- Administrator

Dla każdego użytkownika określono zestaw wymaganych funkcji, a także przetwarzanych danych wejściowych i oczekiwanych rezultatów. Poszczególne funkcje pogrupowano w zestawy, umożliwiając w ten sposób spójny opis systemu i dekompozycję poszczególnych elementów. Oprócz zupełnie podstawowych zestawów, takich jak nawigacja na mapie, uzyskiwanie informacji o obiektach, edycja danych, wskazano także na potrzebę utworzenia narzędzi do realizacji specjalistycznych funkcji, obejmujących między innymi wiele analiz przestrzennych.

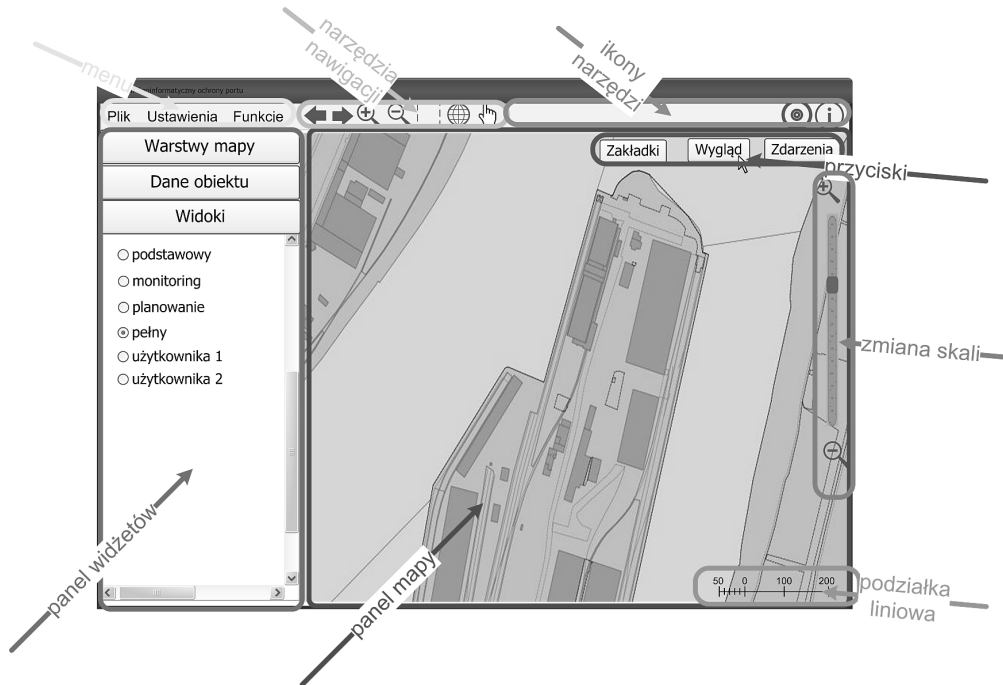
## Założenia projektu graficznego interfejsu użytkownika

W zależności od użytkownika w systemie zaplanowano stanowiska o różnej złożoności. Najbardziej rozbudowane jest stanowisko dla Centrum Monitoringu, obejmujące zarówno mapę dwuwymiarową, jak i trójwymiarową, a także interfejs bazodanowy oraz interfejs interakcji z pracownikiem ochrony. Dla każdego z nich opracowano projekt interfejsu umożliwiający efektywne wykorzystanie planowanych funkcji. Przyjęto założenie spójności interfejsów. Dla prawie wszystkich użytkowników mają one wspólny rdzeń, który poddawany jest niewielkim modyfikacjom lub uproszczeniom w zależności od funkcji wymaganych dla poszczególnych użytkowników. W warstwie sprzętowej interfejs użytkownika przyjmuje postać klasycznego stanowiska komputerowego rozbudowanego o dodatkowe monitory. Stanowisko dla większości użytkowników składa się z komputera, monitorów (1-4 w zależności od użytkownika), klawiatury i myszy. Wyjątkiem od tego schematu jest interfejs użytkownika mobilnego patrolu lądowego, który ze względu na brak możliwości zainstalowania typowego stanowiska komputerowego w samochodzie, został wyposażony w monitor dotykowy.

Klawiatura i mysz są urządzeniami wejściowymi, zaś monitor wyjściowym, zapewniając pełną interakcję użytkownika z systemem. Monitory są połączone w jeden ekran i są obsługiwane jedną myszą.

Na rysunku 2 przedstawiono ogólny wygląd graficznego interfejsu modułu mapy 2D. Przyjęto założenie, że interfejs mapowy ma swoim wyglądem nawiązywać do znanych rozwiązań internetowych oraz GIS, z którymi użytkownicy mogą już mieć pewne doświadczenie. Najważniejszym i głównym elementem jest panel mapy. Po jego lewej stronie znajduje się panel widżetów. Nad panelami mapy i widżetów znajduje się pasek menu oraz ikon narzędziowych. Pasek nawigacji po mapie jest w szczególności sposób oddzielony od innych ikon. W górnej części panelu mapy znajdują się dodatkowo trzy przyciski szybkiego wybierania: *zakładki*, *wygląd*, *zdarzenia*. W prawej części na mapie znajdują się narzędzia zmiany skali (zdublowane w stosunku do paska nawigacji). W prawym dolnym rogu znajduje się podziałka liniowa modyfikowana wraz ze zmianą skali. Wszystkie elementy są zawsze widoczne na ekranie. Na górnym pasku okna interfejsu powinna być zawarta nazwa systemu: *System Geoinformatyczny Ochrony Portu* i nazwa użytkownika.

Na rysunku 3 przedstawiono założenia interfejsu mapy 3D. Przyjęto założenie, że ma on swoim wyglądem nawiązywać do interfejsu 2D, przy jeszcze większym uwypukleniu mapy i ograniczeniu dodatkowych elementów. Najważniejszym i głównym elementem jest zatem panel mapy. Zrezygnowano z panelu widżetów. Nad panelem mapy znajduje się pasek menu oraz pasek nawigacji po mapie. Elementem dodatkowym jest panel podglądu 2D, pozwalający umiejscowić oglądany właśnie widok na mapie dwuwymiarowej.



Rys. 2. Graficzny interfejs mapy 2D – widok ogólny i układ paneli



Rys. 3. Graficzny interfejs wizualizacji 3D – widok ogólny i układ paneli

## Analizy przestrzenne

Analizy przestrzenne można zdefiniować, jako wszelkiego rodzaju przekształcenia i obliczenia wykonywane na danych przestrzennych, których celem jest odpowiednie przygotowanie informacji przestrzennej dla celów decyzyjnych i naukowych (Longley i in., 2001). Niektóre z tych metod powstały jeszcze przed pojawieniem się systemów geoinformatycznych, jako elementy tzw. kartografii analitycznej. W tym ujęciu analizy przestrzenne mogą być traktowane jako kontynuacja i rozwinięcie tej gałęzi kartografii (Kraak i Ormeling, 1998; Magnuszewski, 1998).

W pracy (Bielecka, 2006) zdefiniowano pięć podstawowych pytań, na które odpowiedzi szuka się za pomocą analiz przestrzennych:

- lokalizacja obiektu,
- spełnienie zadanych warunków lokalizacyjnych,
- znalezienie trendu,
- znalezienie zależności przyczynowo-skutkowej między obiektami,
- modelowanie procesów i zjawisk.

Analizy przestrzenne mogą być realizowane dla danych wektorowych lub z wykorzystaniem danych rastrowych. Wśród najważniejszych analiz przestrzennych danych wektorowych w (Bielecka, 2006) wskazano: wybór obiektów, buforowanie, operacje typu *overlay*, analizy sieciowe, a także modelowanie powierzchni (interpolacja).

Założenia geoinformatycznego systemu ochrony portów przewidują, że analizy przestrzenne (poza modelowaniem powierzchni) będą prowadzone na mapie dwuwymiarowej, a trójwymiarowa będzie służyć głównie do fotorealistycznej wizualizacji. Podobnie obiektem analiz będą dane wektorowe, zaś dane rastrowe są obecne w systemie traktowane jedynie jako poglądowne. Celem prowadzonych analiz ma być dostarczenie operatorowi informacji na temat aktualnych zagrożeń oraz sytuacji bezpieczeństwa. Szczególnym przypadkiem jest modelowanie powierzchni dla potrzeb mapy trójwymiarowej, w którym wykorzystano zarówno model TIN, jak i GRID. Opracowanie numerycznego modelu terenu oraz numerycznego modelu pokrycia terenu dla potrzeb omawianego systemu jest zagadnieniem na tyle obszernym, że wykracza poza ramy niniejszego artykułu.

Wśród dwuwymiarowych analiz wykorzystywanych w systemie wyróżnia się:

- buforowanie,
- analizy odległościowe,
- selekcję obiektów,
- analizy widoczności,
- analizy sieciowe.

W kolejnych częściach artykułu scharakteryzowano krótko, bez wdawania się w niepotrzebne szczegóły, wykorzystanie poszczególnych analiz w geoinformatycznym systemie ochrony portów.

### Buforowanie

Buforowanie oznacza wyznaczanie obszarów znajdujących się w odległości mniejszej niż zadana od określonych obiektów. W wyniku analizy następuje podział przestrzeni na obszar znajdujący się wewnątrz bufora (spełniający warunek zadanej maksymalnej odległości od punktu) oraz na zewnątrz bufora. Najczęstszym zastosowaniem tej analizy jest wyznaczanie

stref zakazanych, zabronionych czy ochronnych. Szczególnym przypadkiem buforowania jest tzw. analiza sąsiedztwa, w której wybierane są obiekty spełniające warunek odległościowy, czyli znajdujące się wewnątrz bufora (Bielecka, 2006).

Buforowanie w SGOP to przede wszystkim wykreślanie strefy zagrożenia wokół ładunków niebezpiecznych, a także wokół zdarzeń niebezpiecznych, na przykład podejrzonej przesyłki, miejsca wycieku nieznannej substancji, itp. W przypadku ładunków niebezpiecznych strefa buforowa może być określona w sposób niejednoznaczny. Kodeks IMDG (*International Maritime Dangerous Goods Code*) określa bowiem tzw. separację poszczególnych ładunków od siebie, nie podając uniwersalnej odległości dla każdego ładunku. Dla poszczególnej pary klas należy zatem wyznaczyć osobny bufor pokazujący dozwoloną separację ładunków. Bardziej jednoznaczne zadanie to określenie stref zabronionych w przypadku zdarzeń niebezpiecznych.

Jedną z podstawowych, informacyjnych funkcji systemu jest udostępnienie użytkownikowi procedury reakcji na dane zdarzenie. Dla każdego zdarzenia niebezpiecznego, które powinno być odnotowane przez pracowników ochrony (napad, znalezienie podejrzonej przesyłki, itp.), określono jednoznaczne procedury reagowania. Pracownik Centrum Monitoringu ma za zadanie nanieść niebezpieczne zdarzenie na mapę 2D (udostępniono mu do tego narzędzie typu *drag&drop*). Na ekranie bazodanowym zostaje w tym momencie wyświetlona odpowiednia procedura, którą pracownik powinien wykonać. Jeżeli w procedurze zdefiniowana jest tzw. strefa ochronna, zostaje ona automatycznie naniesiona na mapie wokół zdarzenia. Wielkość strefy ochronnej, a także całą procedurę reagowania na zdarzenie, definiuje użytkownik wyższego szczebla.

Rozwinięciem buforowania w stronę analiz sąsiedztwa w systemie może być wyznaczenie obiektów zagrożonych wybuchem/skażeniem, czyli znajdujących się wewnątrz wyznaczonego bufora. W szczególności chodzi tu o wyznaczenie zagrożonych nabrzeży i statków stojących w porcie.

### Analizy odległościowe

Analizy odległościowe w tym przypadku to swego rodzaju modyfikacja buforowania. Funkcje realizowane w trakcie analizy są właściwie takie same, inny jest za to wynik analizy. Analiza odległościowa stosowana w SGOP ma za zadanie potwierdzić, czy statek rzeczywiście zacumował już przy nabrzeżu. Zasadniczo informacja o zacumowaniu statku przy nabrzeżu jest pozyskiwana w sposób automatyczny z systemu zarządzania ruchem statków VTS (*Vessel Traffic System*) na torze wodnym Szczecin-Świnoujście. Jest ona przechowywana w systemie bezpośrednio w atrybutach opisowych statku. Informacja ta jest wprowadzana przez operatora VTS na podstawie meldunków pozyskiwanych ze statku. Jednocześnie, dzięki pozyskiwaniu przez SGOP danych z systemu automatycznej identyfikacji statków AIS (*Automatic Identification System*) możliwe jest niezależne wyliczenie, czy statek rzeczywiście znajduje się przy nabrzeżu, czy nie. Zacumowanie statku stwierdzone jest przez system po spełnieniu łącznie następujących kryteriów:

$$D > B + \delta$$

$$SOG > 0,2$$

gdzie:

- $D$  – odległość euklidesowa pozycji statku od danego nabrzeża,
- $B$  – szerokość maksymalna statku,

$\delta$  – błąd określenia pozycji statku, zależny od zastosowanego GNSS,  
 $SOG$  – prędkość statku nad dnem [węzły].

Pozycja statku jest określana za pomocą statkowego systemu nawigacji satelitarnej (GNSS) i transmitowana przez AIS. Informacja o precyzji wyznaczania pozycji jest również transmitowana przez AIS, podobnie jak prędkość statku nad dnem. Szerokość statku jest również nadawana w AIS, ale bardziej wiarygodne wskazania w SGOP pochodzą z systemu PHICS (*Polish Harbour Information and Control System*). Pozycja odbiornika GPS na statku teoretycznie jest transmitowana przez AIS, jednak ze względu na brak możliwości weryfikacji tej informacji przyjęto dla bezpieczeństwa wartość maksymalnej szerokości w pierwszym wzorze.

### Selekcja obiektów

Selekcja, czy też wybór obiektów, jest szczególnie przydatna w SGOP przy opracowywaniu różnego rodzaju raportów. Obejmują one zwykle wycinek mapy lub tabeli z naniesionymi dodatkowo przez operatora uwagami. Bardzo często ujęcie kompletnej mapy w raporcie zaciemniałoby obraz przedstawionej sytuacji. Zapewniono zatem możliwość uwypuklenia istotnych dla danego raportu treści przez przeprowadzenie selekcji. Najprostszą jej formą jest ręczny wybór obiektów na mapie.

Poza selekcją ręczną w systemie SGOP realizowane są zarówno selekcje atrybutowa i lokalizacyjna, jak też złożenie obu.

Selekcja atrybutowa jest możliwa właściwie dla dowolnej klasy w systemie. Przykładowo, może być wykorzystana dla znalezienia wolnych nabrzeży czy też statków które przewożą obiekty niebezpieczne. Selekcja realizowana jest za pomocą narzędzia obsługiwanego w osobnym oknie. Wynik selekcji jest analogiczny do przedstawionego na rysunku 3. Selekcja atrybutowa może być także realizowana z poziomu interfejsu bazy danych. Dodatkowo w tym interfejsie dostępne jest narzędzie wyszukiwania, pozwalające znaleźć w przeglądanej tabeli wszystkie obiekty, które w którymkolwiek atrybucie zawierają szukaną frazę.

Selekcja na podstawie relacji przestrzennych jest wykorzystywana głównie do przedstawienia obiektów, które znajdują się w obrębie strefy zagrożenia lub wzmożonej obserwacji. Specjalne zadania dla patroli mogą być wyznaczane w tzw. strefach wzmożonej obserwacji. Są one narysowane na mapie w postaci wieloboków. Użytkownik może uzyskać od systemu informację, które obiekty znajdują się w obrębie danej strefy wzmożonej obserwacji, a przez to dostosować konkretne zadania dla patroli.

Ciekawym złożeniem obu rodzajów selekcji jest wybór statków zmierzających do nabrzeża (informacja o docelowym nabrzeżu przechowywana jest w atrybutach), które znajdują się w strefie zagrożenia. Statki te trzeba zatrzymać lub skierować na inne (bezpieczne) nabrzeża. Jest to właściwie rozwinięcie analizy sąsiedztwa o kolejny poziom – najpierw wskazywane są nabrzeża, które znajdują się wewnątrz określonego bufora (analiza sąsiedztwa), a następnie wybierane są statki, które w atrybucie „nabrzeże docelowe” mają wskazane jedno z wybranych wcześniej nabrzeży (selekcja atrybutowa).

### Analizy widoczności

Analizy widoczności zwykle rozumiane są jako wyznaczanie stref widoczności dla określonego modelu rozchodzenia się fali elektromagnetycznej (najczęściej światło widzialne), z uwzględnieniem przyjętego numerycznego modelu terenu i numerycznego modelu pokrycia terenu. Są one zatem analizami trójwymiarowymi, których wynikiem jest zwykle raster



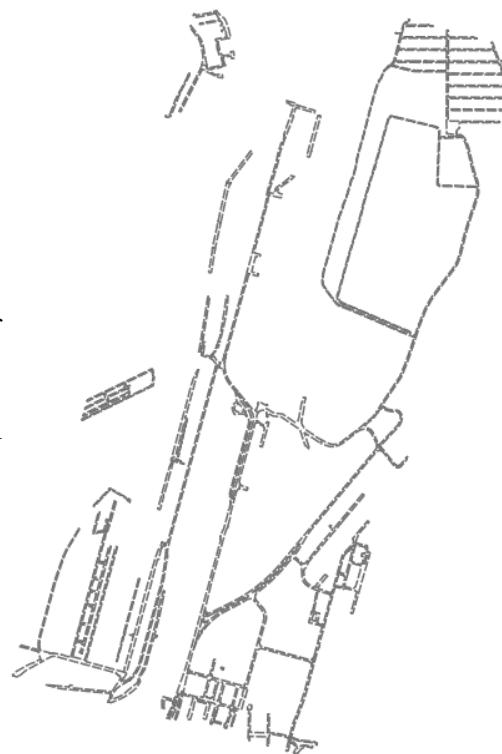
przedstawiający strefy widoczne i niewidoczne. Trójwymiarowe modelowanie wiązki fali elektromagnetycznej i jej rozchodzenia się w terenie (zwłaszcza ze zróżnicowaną zabudową) niejednokrotnie okazuje się zagadnieniem skomplikowanym. Z tego powodu na etapie wdrożenia pilotażowego w SGOP zastosowano uproszczoną analizę widoczności kamer realizowaną na danych wektorowych. Sprowadza się to w istocie do wyznaczania buforów o odpowiedniej wielkości wokół sensorów wizyjnych. Dzięki zastosowaniu przezroczystości w warstwie wynikowej można łatwo zidentyfikować obszary widzialności oraz zasłonięte dla monitoringu.

Przedstawiona analiza jest realizowana statycznie na podstawie teoretycznych zasięgów kamer oraz dynamicznie na podstawie teoretycznej widoczności wyliczanej na podstawie pory roku i doby. Dodatkowo użytkownik ma możliwość dowolnej regulacji aktualnej widoczności, sprawdzając na bieżąco, które obszary portu nie są pokryte efektywnym monitoringiem wizyjnym. Taka realizacja funkcji analizy widoczności pozwala na łatwe wprowadzenie aktualnych wskazań sensorów widoczności, w przypadku implementacji takich w systemie. Przedstawiona funkcja analizy widoczności dla dwuwymiarowych danych wektorowych nie wyklucza implementacji w przyszłości pełnej trójwymiarowej analizy typu *viewshed* przedstawionej na przykład w (Łubczonek i in., 2011).

### Analizy sieciowe

Wśród analiz sieciowych w systemie SGOP wyróżnić należy przede wszystkim planowanie trasy dojazdu patrolu (zwykle odległościowo-optimalnej). Analizy te w chwili pisania niniejszego artykułu nie są jeszcze w pełni zaimplementowane w systemie, stąd omówione zostaną jedynie ich założenia. Na rysunku 4 przedstawiono sieć drogową na analizowanym obszarze wdrożenia pilotażowego.

Sieć zapisana jest w systemie jako graf zorientowany. Do wyznaczenia najkrótszej drogi wykorzystany zostanie algorytm Dijkstry (1959). Na całym obszarze obowiązują jednakowe ograniczenia prędkości, zatem droga najkrótsza w sensie odległościowym będzie także najkrótsza w sensie czasowym. Dla wygody użytkownika planowane jest także udostępnienie narzędzia, które będzie pokazywać czas przebycia planowanej trasy dla różnych (regulowanych przez użytkownika) prędkości, jak również dostępność czasową poszczególnych miejsc w porcie. Planowanie trasy dla patrolu wodnego rozwinięte będzie dodatkowo o sprawdzenie dostępnych głębokości na planowanej trasie.



Rys. 4. Sieć drogową na obszarze pilotażowego wdrożenia systemu

## Podsumowanie

W artykule przedstawiono w sposób kompleksowy założenia i wybrane wyniki analiz przestrzennych proponowanych użytkownikom w tworzonym „Geoinformatycznym systemie zabezpieczenia działań operacyjnych związanych z ochroną portów od strony morza”. Zestaw analiz przestrzennych został dobrany przez zespół projektowy w czasie projektowania systemu, jako wynik wywiadów z użytkownikami końcowymi. Przedstawione analizy pozwalają w sposób kompleksowy realizować zadania poszczególnych użytkowników, zwiększając precyzję i szybkość ich działania. Istotą większości analiz jest wsparcie procesu decyzyjnego podczas pracy pracowników ochrony i zarządu portu, zgodnie z istniejącymi procedurami. Zakłada się, że wprowadzenie systemu pozwoli na dokładniejsze i bezpieczniejsze wykonywanie zadań związanych z ochroną portów. Pilotażowa implementacja systemu jest wprowadzeniem nowej, w skali kraju, jakości w ochronie portów morskich.

Przedstawione w artykule założenia realizacyjne analiz oraz przykładowe wyniki analiz, potwierdzają słuszność przyjętych założeń projektowych. Wydaje się, że opisywane analizy w sposób wyczerpujący spełniają stawiane przed nimi zadania wspomagające ochronę portu.

## Literatura

- Bielecka E., 2006: Systemy informacji geograficznej. Teoria i zastosowania, Wydawnictwo PJWSTK, Warszawa.
- Dijkstra E.W., 1959: A note on two problems in connexion with graphs, *Numerische Mathematik* 1: 269-271.
- Gaździcki J., 2012: Trendy rozwojowe w dziedzinie informacji geoprzestrzennej, *Roczniki Geomatyki* t. 10 z. 3(53), PTIP, Warszawa.
- Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., 2007: GIS. Obszary zastosowań, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kraak M., Ormeling F., 1998: Kartografia – wizualizacja danych przestrzennych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W., 2006: GIS. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Lubczonek J., Kazimierski W., Pałczyński M., 2011: Planning of combined system of radars and CCTV cameras for inland waterways surveillance by using various methods of viewshed analysis. Proceedings of International Radar Symposium, Leipzig, 731-736.
- Magnuszewski A., 1999: GIS w geografii fizycznej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Stateczny A., Kazimierski W., Wawrzyniak N., 2012: Analiza funkcjonalności geoinformatycznego systemu ochrony portu. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji* vol. 23, Wrocław, 397-406.

## Abstract

*The main goal of the system under consideration is to improve port security operations by monitoring security guards, both ashore and on boats and visualising these data on precise two-dimensional and three-dimensional charts. Test implementation of the system will take place in general cargo port of Szczecin. The system consists of a few modules supplementing each other and creating a comprehensive solution for spatial data processing. The heart of the system is the map module, which includes high quality 2D and 3D electronic charts, based on Electronic Navigational Charts. Apart from the data, this module provides also information tools for spatial analysis. The system assumptions indicate that such analysis will be performed only on 2D chart, while 3D remains a tool for effective photorealistic visualisation. The analysis will be performed with the use of vector data; raster data will be used only for background overview. The aim of the provided analysis is to supply operator with*

*information about hazards and security treatment in real time. The major analyses used in the system are: buffering and distance analysis; selection of objects; viewshed analysis; network analysis. Buffering in this case means mostly drawing a safety zone around hazardous cargo and around places of dangers. Selection of objects is implemented both as selection by attributes and selection by location and integration of both of them. Viewshed analysis is in fact determination of visibility range for visual sensors, based on measurements of visibility, taking into account the time of day. Network analyses are mostly for route planning (including time calculation for adjusted speed) for water and land patrols. In the first part of the paper, the concept of the system is presented together with its architecture, major functions and users. Then, individual analyses are presented, showing the need of their introduction, basics of the algorithms and selected results in the form of screenshots of the implemented system.*

dr inż. Witold Kazimierski  
w.kazimierski@am.szczecin.pl