

Maurycy CIUPAK¹
Krzysztof ROKICIŃSKI²

LOGISTYKA PORTÓW MORSKICH W ASPEKCIE ZAGROŻEŃ NATURALNYCH

STRESZCZENIE

Położenie portów morskich, bezpośrednie oddziaływanie morza i zjawisk hydrologicznych Przymorza oraz rozwój transportu multi- i intermodalnego implikuje rodzaj zagrożeń. Artykuł omawia hydrologiczno-meteorologiczne uwarunkowania funkcjonowania współczesnego portu morskiego w kontekście zagrożeń naturalnych. Podejmuje dyskusję dotyczącą konieczności określenia ośrodka decyzyjnego odpowiedzialnego za bezpieczeństwo i monitorowanie zagrożeń naturalnych oraz opisuje koncepcję systemu wymiany informacji o zagrożeniach.

Słowa kluczowe: logistyka, port morski, geozagrożenia, powódź, sztorm, sieciocentryczność, system wspomagania decyzji, multi-ryzyko

WSTĘP

Ostatnie lata charakteryzują się integracją procesów transportowych znacząco zmieniających tradycyjne podejście do roli portu morskiego w kontekście obsługi ładunków i pasażerów. Port morski jest jednym z elementów transportu lądowo-morskiego. Główny nacisk kładzie się na zapewnienie jego multi- i intermodalności³. Polega to między innymi na ścisłym powiązaniu transportu morskiego, żeglugi śródlądowej, transportu kolejowego i samochodowego.

Historia wskazuje na to, że porty morskie powstawały przeważnie w ujściach dużych rzek (Gdańsk) lub nad rzekami żeglownymi, w pewnym oddaleniu od ujścia (Szczecin), co przyczyniało się do połączenia transportu morskiego i rzeczno-

¹ Maurycy CIUPAK, dr inż., Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Ośrodek Hydrologii w Warszawie.

² Krzysztof ROKICIŃSKI, kmr dr hab. prof. AMW, Akademia Marynarki Wojennej, Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich.

³ Cz. Christowa., *Podstawy budowy i funkcjonowania portowych centrów logistycznych (Zachodniopomorskie Centrum Logistyczne – Port Szczecin)*. Studia/Akademia Morska w Szczecinie, 2005.

Położenie miast portowych, a w konsekwencji bezpośrednie oddziaływanie morza i zjawisk hydrologicznych Przymorza implikuje rodzaj zagrożeń. Analizując zagrożenia naturalne polskich miast portowych z jednej strony analizujemy zagrożenia, których źródłem jest masa wody Bałtyku (powódzie sztormowe, zlodzenie Bałtyku). Z drugiej strony rozpatrujemy wpływ fali wezbraniowej w ujściowych odcinkach rzek (powódzie zatorowe, roztopowe, roztopowo-opadowe, opadowe) lub niżówki hydrologiczne i występowanie zjawisk lodowych mających wpływ na ograniczenie żeglowności śródlądowych dróg wodnych.

Artykuł podejmuje dyskusję dotyczącą konieczności określenia ośrodka decyzyjnego odpowiedzialnego za bezpieczeństwo oraz monitorowanie zagrożeń naturalnych na terenie miasta portowego i jego integralnej części – portu morskiego. Według autorów artykułu, zagadnienia bezpieczeństwa portu morskiego powinny być częścią całego systemu wspomagania oceny multi-ryzyka zagrożeniami naturalnymi⁴ obejmującego swoim oddziaływaniem obszar Polski wraz z obszarami transgranicznymi. Zakłócenie lub paraliż gospodarczy infrastruktury portu morskiego może mieć wpływ na ekonomię i gospodarkę pośrednio lub bezpośrednio całego kraju. W tym celu w artykule zaproponowano koncepcję systemu wymiany informacji o zagrożeniach naturalnych w procesie zarządzania kryzysowego w odniesieniu nie tylko do polskich miast portowych⁵ ale także do infrastruktury portów morskich.

HYDRO - METEOROLOGICZNE UWARUNKOWANIA FUNKCJONOWANIA PORTU MORSKIEGO

Obecnie w europejskiej polityce transportowej jest tendencja do połączenia transportu morskiego, żeglugi śródlądowej i transportu kolejowego. W ciągu ostatnich lat rozważano możliwość włączenia Wisły i Odry w system europejskich dróg wodnych. Jednym z planowanych akwenów jest Odrzańska Droga Wodna leżąca na przebiegu trasy E-30, która prowadzi ze Sztokholmu, wzdłuż wschodnich szwedzkich wód przybrzeżnych, w poprzek Bałtyku do Świnoujścia, Odrą, projektowanym kanałem Odra - Dunaj do Devina koło Bratysławy. Inną arterią związaną z Odrzańską Drogą Wodną jest droga E-20 łącząca Łabę z Dunajem.

Podstawą do tego typu rozważań jest spełnienie przez rzeki III lub ewentualnie IV klasy drogi wodnej zgodnie z Rozporządzeniem Rady

⁴ M. Ciupak, *Możliwości zastosowania koncepcji sieciocentryczności w aspekcie projektowania systemów wspomagania oceny Multi-ryzyka zagrożeniami naturalnymi*, (maszynopis), Wrocław, 2010a.

⁵ M. Ciupak., *Zagrożenia naturalne dla Polskich miast portowych w świetle informacyjnego zabezpieczenia procesu zarządzania kryzysowego*, (maszynopis), Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego, Gdynia, 2010.

Ministrów z 7 maja 2002 roku w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych. Decydującym czynnikiem hydrologicznym warunkującym możliwość uzyskania sieci europejskich dróg wodnych jest odpowiednio duża liczba dni w roku przeciętnym oraz w latach suchych, w których rzeka spełnia warunki drogi wodnej klasy III lub IV. Wykonano prace mające na celu rozpoznanie dorzecza Odry w aspekcie zjawisk hydrologicznych, hydrodynamicznych, stanu zagrożenia powodziowego, ochrony przeciwpowodziowej i stanu szlaku żeglugowego Odry⁶. Kolejne opracowanie⁷ było odpowiedzią na pytanie na ile realny jest scenariusz rozwoju Odrzańskiej Drogi Wodnej i włączenie jej w system europejskich dróg wodnych.

Niestety wyniki obu opracowań nie są optymistyczne. Naturalne warunki sieci rzek w Polsce jako potencjalnej sieci dróg wodnych są przeceniane. W Polsce transport śródlądowy ma znaczenie marginalne, co wynika przede wszystkim z niedostosowania polskich rzek do potrzeb transportu. Sezon żeglugowy może zostać zakłócony, głównie występowaniem zbyt niskich stanów wody.

Kolejnym problemem ograniczającym żeglugę jest występowanie zjawisk lodowych oraz innych cech morfometrycznych drogi wodnej jak odpowiedniej wielkości promieni łuków czy też występowanie stanów wysokich gdy prześwity pod mostami są zbyt małe. Do tego nakładają się nie do końca przewidywalne procesy erozji i sedymentacji w korytach rzek.

Obecnie fragmenty Odry są częścią systemu dróg wodnych Europy Środkowej poprzez kanały Odra-Havela, Odra-Spreva i dalej poprzez kanał Łaba-Havela. Logistyczne wykorzystanie transportu wodnego Odry wymaga ciągłej informacji o aktualnej i przewidywanej sytuacji hydrologicznej żeglownych odcinków rzeki zarówno w okresach niżówkowych, występowania zjawisk lodowych (tworzenie się śryżu i zejścia lodów) ale także w okresie wezbrań i tym samym występowania wysokich stanów wody.

Od strony Bałtyku naturalnym zagrożeniem portów morskich są bez wątpienia sztormy i powodzie sztormowe występujące na styku morza i lądu a także w ujściowych odcinkach rzek Przymorza. Genezą powodzi sztormowych jest przemieszczanie się układów niskiego ciśnienia z zespołami frontów atmosferycznych znad morza Norweskiego przez Skandynawię, Morze Bałtyckie w kierunku południowo-wschodnim. Temu zjawisku towarzyszą bardzo silne wiatry, są one przyczyną pojawiania się sztormów i w konsekwencji reakcji morza w postaci wezbrań sztormowych.

⁶ *Projekt Celowy (nr T07E 047 2000C/4760), "Program zrównoważonego rozwoju i wykorzystania Odry"*, Instytut Morski, Szczecin, 2000-2003.

⁷ *Projekt badawczo-wdrożeniowy (nr 542 100/54000/contract nr 07224), „hydrologiczne i morfologiczne uwarunkowania i skutki rozwoju odrzańskiej drogi wodnej”*, WWF Polska, 2007.

Porty morskie zlokalizowane w ujściowych odcinkach rzek narażone są dodatkowo na dużo niebezpieczniejsze zjawisko. Wysoki poziom morza wywołany sztormem na Bałtyku może być przyczyną pojawienia się cofki. W przypadku synchronizacji wezbrania sztormowego z odpływem wody roztopowej lub rzadziej opadowej w ujściowych odcinkach rzek (w tym w portach morskich) możemy mieć poważny problem z utrudnionym odpływem wody do Bałtyku i w konsekwencji podniesieniem poziomu wody w rzece, kanałach i basenach portu morskiego.

Obok sytuacji sztormowych groźnym dla bezpieczeństwa żeglugi jest niski poziom Bałtyku. Powyższe zagrożenie występuje: na trasach przebiegających w pobliżu brzegów, na torach podejściowych do portów oraz na obszarze samych portów. Obniżenie poziomu morza polskiego wybrzeża Bałtyku powodują silne wiatry wiejące z kierunków południowych, południowo-wschodnich albo południowo-zachodnich (silne wiatry od lądu w kierunku morza). Rozróżniamy dwie sytuacje niżówkowe: długotrwałe obniżenie poziomu morza związane z usytuowaniem stacjonarnych układów wysokiego ciśnienia nad wschodnią Europą i Rosją oraz krótkotrwałe związane z przemieszczaniem się głębokich układów niskiego ciśnienia⁸.

Groźnym zjawiskiem naturalnym mogącym mieć wpływ na logistykę portów morskich ale także na logistykę transportu morskiego jest zlodzenie Bałtyku. Zjawisko występujące praktycznie każdego roku w okresie zimowym wykazuje dużą zmienność. Wielkość maksymalnego zlodzenia Bałtyku jest uzależniona od przebiegu cyrkulacji atmosferycznej w okresie zimy⁹. Warto zwrócić uwagę na dodatkowe zagrożenia portów morskich mogących pojawić się w tym okresie. Obok zjawisk lodowych na morzu, z reguły na Odrze, Wiśle i na rzekach Przymorza pojawia się pokrywa lodowa. W sytuacji ruszenia lodów utrudniony odpływ wody roztopowej do Bałtyku pokrytego lodem jest przyczyną zatorów i tym samym gwałtownych wzrostów poziomu zwierciadła wody.

Procesy ekonomiczne portów morskich mogą zakłócić groźne zjawiska atmosferyczne. Do wyjątkowo groźnych należy zakwalifikować występowanie trąb powietrznych, gradobic, burz, silnych wiatrów oraz wyjątkowych opadów śniegu.

⁸ I. Stanisławczyk, *Występowanie niskiego poziomu morza w zachodniej części polskiego wybrzeża Bałtyku*, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, red. E. Bogdanowicz, U. Kossakowska – Cezak, J. Szkutnicki, Monografie IMGW, Warszawa 2005, s. 456 – 461.

⁹ A. Styczyńska, A. Marsz, *Cyrkulacyjne uwarunkowania ekstremalnego zlodzenia Bałtyku*, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, red. E. Bogdanowicz, U. Kossakowska-Cezak, J. Szkutnicki, Monografie IMGW, Warszawa 2005, s.429 – 440.

KONCEPCJA SYSTEMU WYMIANY INFORMACJI

Na rys. 1 przedstawiono schemat koncepcji wymiany informacji w sytuacji wystąpienia zagrożenia naturalnego na obszarze wybrzeża Bałtyku. Rozwiązanie oparte jest na koncepcji sieciocentryczności^{10,11} z uwzględnieniem Systemu Wspomagania Oceny Multi-Ryzyka.

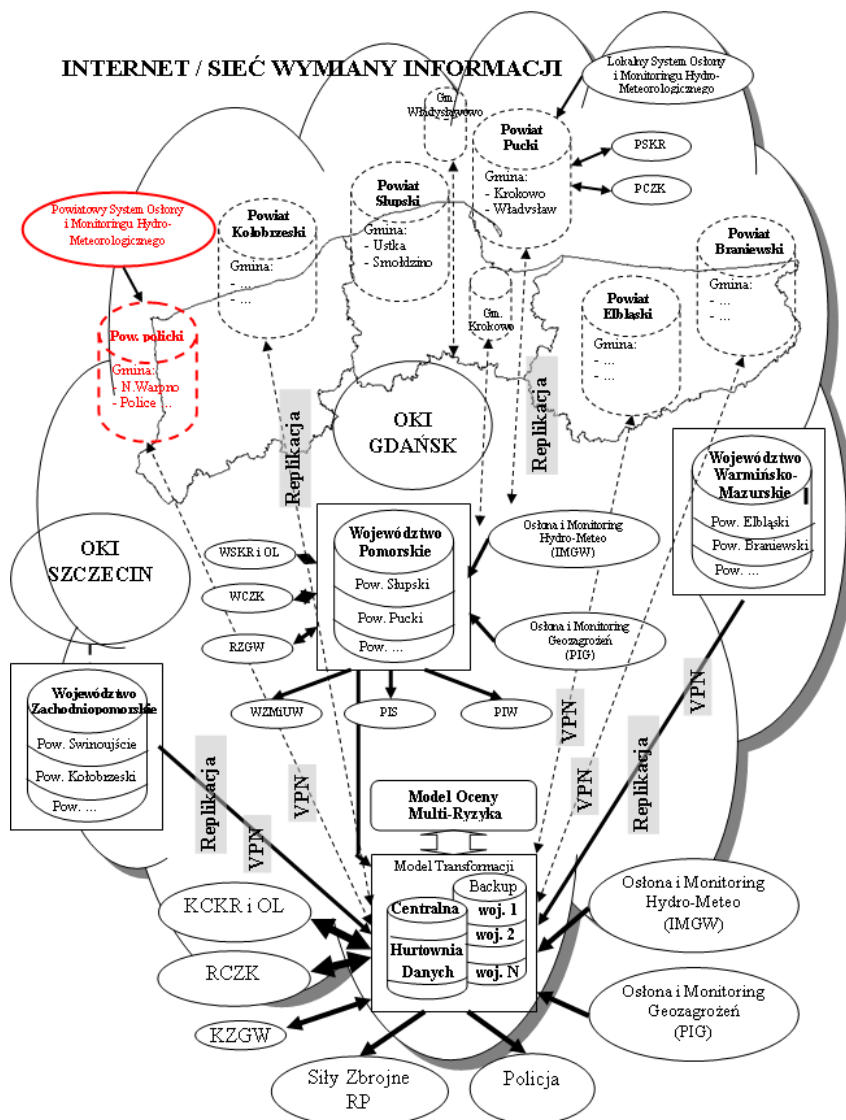
W aspekcie technologicznym systemy sieciocentryczne oparte są na trójwarstwowej strukturze (sensorów, serwerów i efektorów) pewnej zdecentralizowanej sieci telekomunikacyjnej¹². Pierwszą warstwę zawierającą: źródła danych, generatory danych, receptory i czujniki przeznaczone do zbierania i transmitowania informacji stanowią dwa systemy: Osłony i Monitoringu Hydrologiczno - Meteorologicznego oraz Osłony i Monitoringu Geozagrożeń. Oba systemy mają zasięg ogólnopolski i zarządzane są odpowiednio przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) oraz przez Państwowy Instytut Geologiczny (PIG). Bardzo ważnym uzupełnieniem opisywanej koncepcji wymiany informacji są Lokalne Systemy Osłony i Monitoringu Hydrologiczno-Meteorologicznego organizowane na poziomie powiatów, gmin lub innych ważnych pod kątem gospodarczym i społecznym podmiotów. Przykładem takiego rozwiązania może być Lokalny System Monitoringu Hydro-Meteorologicznego powiatu kłodzkiego. Zasięg działania obejmuje obszar tego powiatu leżącego w południowo-zachodniej części Polski w obrębie łańcucha Sudetów Środkowych i Wschodnich. Ziemia Kłodzka leży w dorzeczu Odry i obejmuje zlewnię górnej Nysy Kłodzkiej wraz z jej dopływami. Charakterystyka topograficzna terenu oraz rozbudowana sieć rzeczna przyczyniają się do występowania nagłych i katastrofalnych w skutkach powodzi. Lokalny system przeciwpowodziowy składa się z kilkudziesięciu automatycznych punktów pomiarowych stanu wody w rzekach i opadów atmosferycznych oraz stanowisk dyspozytorskich w Powiatowych i Gminnych Centrach Zarządzania Kryzysowego.

Drugą warstwę systemów sieciocentrycznych tworzą serwery (na rys.1 oznaczone symbolem cylindrów) wraz z komputerowymi systemami baz danych. Główną rolą opisywanej warstwy jest gromadzenie, selekcjonowanie i przetwarzanie informacji pochodzących od sensorów lub innych wewnętrznych lub zewnętrznych źródeł na przykład z czujników pomiarowych systemów osłony i monitoringu hydrologiczno meteorologicznego oraz geozagrożeń.

¹⁰ K. Rokiciński., *Możliwości zastosowania koncepcji sieciocentryczności na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej*. Zeszyty Naukowe AMW, 2007, z. 3 (170), s.75-90

¹¹ M. Ciupak., *Możliwości zastosowania koncepcji sieciocentryczności w aspekcie projektowania systemów wspomagania oceny Multi-ryzyka zagrożeniami naturalnymi*, (maszynopis), Wrocław, 2010.

¹² K. Ficoń., *Inteligentny pył podstawą funkcjonowania systemów Network Centric Warfare*. Myśl Wojskowa, 2005, nr 6, s.57 – 72.



Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Ciupak, *Zagrożenia naturalne dla Polskich miast portowych w świetle informacyjnego zabezpieczenia procesu zarządzania kryzysowego*, (maszynopis), *Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego*, Gdynia, 2010.

Rys. 1. Schemat wymiany informacji w sytuacji wystąpienia zagrożenia naturalnego.

Na tym etapie projektowania systemu wymiany informacji bardzo ważny jest wybór bazy danych. Baza danych zaimplementowana na omawianych serwerach powinna być ukierunkowana w stronę Systemów Wspomagania Decyzji (SWD). Monitorowanie zagrożeń i ocena ryzyka

wystąpienia ekstremalnych zdarzeń naturalnych wymaga przetworzenia szerokiego zakresu danych pomiarowo-obszaryjnych i informacji w postaci ostrzeżeń, prognoz czy symulacji. Wybór technologii w jakiej zostanie zaimplementowana baza danych odgrywa zasadniczą rolę w szybkości i łatwości dostępu do danych. Według autorów jedną z lepszych technologii bazodanowych jest technologia wykorzystująca model oparty na podstawowych technikach modelowania wymiarowego (ang. Basic Dimensional Modelling Techniques)^{13, 14}. W odróżnieniu do baz relacyjnych, Warehouse operuje na dwóch typach tabel: faktów i wymiarów. Modelowanie wymiarowe wykorzystuje relacje **wiele do wielu**, ponieważ główne tabele faktów mają wieloczęściowy klucz zbudowany z dwóch lub większej liczby kluczy obcych – FK (ang. Foreign Key). Tabele wymiarów są punktami wejścia do Warehouse'a. Taka struktura modelu bazy danych zapewnia szybki, prawie jednoczesny dostęp faktów do wszystkich wymiarów (przeszukiwanie bazy metodą Grill Accross, czyli przeszukiwanie kilku tabel w oparciu o te same wymiary).

Kolejnym argumentem przemawiającym za wyborem technologii modelowania wymiarowego jest możliwość realizacji oprogramowania wizualizującego zasoby danych pod kątem wymagań użytkowników. Jest to zagadnienie szczególnie trudne, gdyż opisywany system wymiany informacji w swoich założeniach korzysta z dużej liczby różnorodnych danych (różne formaty), pobieranych z wielu źródeł, z różną częstotliwością (system powinien pracować w trybie operacyjnym w czasie rzeczywistym). Informacja magazynowana w bazie danych częstokroć będzie miała charakter prognozy lub symulacji i powinna być scharakteryzowana dodatkową własnością w postaci ważności, czyli okresu w którym informacja ma zastosowanie w działaniach operacyjnych. Przykład tabel faktów i wymiarów modelu wymiarowego typu Warehouse do systemu wspomagania oceny ryzyka w zakresie wystąpienia ekstremalnych zjawisk hydrologiczno-meteorologicznych zamieszczono w artykule (Ciupak, 2010a).

Proponowany przez autorów model bazy danych ma oprócz wielu zalet również i wady. O ile jest to model predysponowany do implementacji systemów wspomagania decyzji operujących na szerokim zakresie różnorodnych danych rzutowanych w wielu wymiarach, o tyle analiza automatyzowanego systemu i projektowanie poszczególnych tabel może być zagadnieniem trudnym zwłaszcza jeżeli będziemy starać się minimalizować zjawisko redundancji danych.

Trzecią warstwę systemów sieciocentrycznych stanowią efekторы. Z punktu widzenia projektowanego systemu mogą to być systemy

¹³ R. Kimball., *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*. John Wiley & Sons, 2008, s.45 – 102.

¹⁴ M. Ciupak., *Możliwości zastosowania koncepcji sieciocentryczności w aspekcie projektowania systemów wspomagania oceny Multi-ryzyka zagrożeniami naturalnymi*, (maszynopis), Wrocław, 2010.

informatyczne odpowiedzialne za jakościową i ilościową analizę multi-ryzyka, jego wizualizację i dystrybucję.

Zasadniczym zadaniem trójwarstwowej koncepcji systemu wymiany informacji byłoby opracowanie jednolitego obrazu multi-ryzyka zagrożeniami naturalnymi na przykład elektronicznej mapy ryzyka, mapy obszarów zalewowych, mapy obszarów znajdujących się pod wodą **w czasie rzeczywistym**.

Odbiorcami produktów opisywanego systemu a zarazem dostawcami informacji do systemu byłyby wszystkie służby odpowiedzialne za przeciwdziałanie skutkom katastrof naturalnych. Na poziomie centralnym są to: Rządowe Centrum Zarządzania Kryzysowego (RCZK), Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności (KCKRiOL), Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej (KZGW), Siły Zbrojne, Policja. Na poziomie wojewódzkim: Wojewódzkie Centra Zarządzania Kryzysowego (WCZK), Wojewódzkie Stanowisko Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności (WSKR i OL), Wojewódzkie Zarządy Melioracji i Urządzeń Wodnych (WZMiUW), Regionalne Zarządy Gospodarki Wodnej (RZGW), Ośrodki Koordynacyjno-Informacyjne, Państwowa Inspekcja Sanitarna (PIS), Państwowa Inspekcja Weterynaryjna (PIW). Na poziomie powiatowym i gminnym: odpowiednio Powiatowe i Gminne Centra Zarządzania Kryzysowego i Powiatowe Stanowiska Koordynacji Ratownictwa.

Na rys.1 zaznaczono warstwę serwerów (cylindry) z zaimplementowanym systemem bazo-danowym na poziomach: centralnym, wojewódzkim (woj. zachodniopomorskie, pomorskie oraz warmińsko-mazurskie), powiatowym i gminnym. W zależności od poziomu zarządzania kryzysowego wyróżniono różne źródła danych. Na poziomie centralnym i wojewódzkim dane do systemu dostarczają IMGW i PIG oraz instytucje bezpośrednio współpracujące w sytuacji kryzysowej. Wraz ze zmianą poziomu zarządzania kryzysowego coraz większe znaczenie mają lokalne systemy osłony i monitoringu hydrologiczno-meteorologicznego. Na poziomach powiatu, gminy lub innych ważnych gospodarczo lub społecznie podmiotów, użytkownikami systemu mogłyby być wyspecjalizowane służby najbardziej predysponowane do bezpośredniego zarządzania kryzysowego. Warto zwrócić uwagę na zakres danych obserwacyjno-pomiarowych przechowywanych przez systemy bazo-danowe na serwerach na wszystkich poziomach zarządzania kryzysowego. Baza danych powinna być zaprojektowana w ten sposób, aby znalazły się w niej dane niezbędne do funkcjonowania wyżej wymienionych instytucji współpracujących ze sobą w sytuacji kryzysowej.

Na rys.1 umieszczono zapasowy centralny serwer Hurtowni Danych, który mógłby przejąć obowiązki centralnego serwera w nadzwyczajnych sytuacjach awaryjnych. Kolejnym bardzo ważnym elementem projektu jest podział zakresu danych magazynowanych przez serwery na obszary związane

z poziomami zarządzania kryzysowego. Powyższe rozwiązanie jest z jednej strony filtrem dla informacji dostępnej na różnych poziomach zarządzania kryzysowego, z drugiej strony zmieniając parametry takiego filtra bardzo szybko można udostępnić dane z serwera z sąsiednich obszarów. Taka potrzeba zachodzi na przykład w czasie transformacji fali wezbraniowej w korycie rzeki. Fala przemieszcza się wzdłuż koryta rzeki przecinając częstokroć wiele gmin, powiatów, województw. Bardzo często do dobrego i sprawnego zarządzania potrzebna jest informacja o aktualnej lub przewidywanej sytuacji hydrologiczno-meteorologicznej z górnej części zlewni rzeki lub jej dopływów, co wymaga udostępnienia danych z sąsiedniej gminy, powiatu czy województwa.

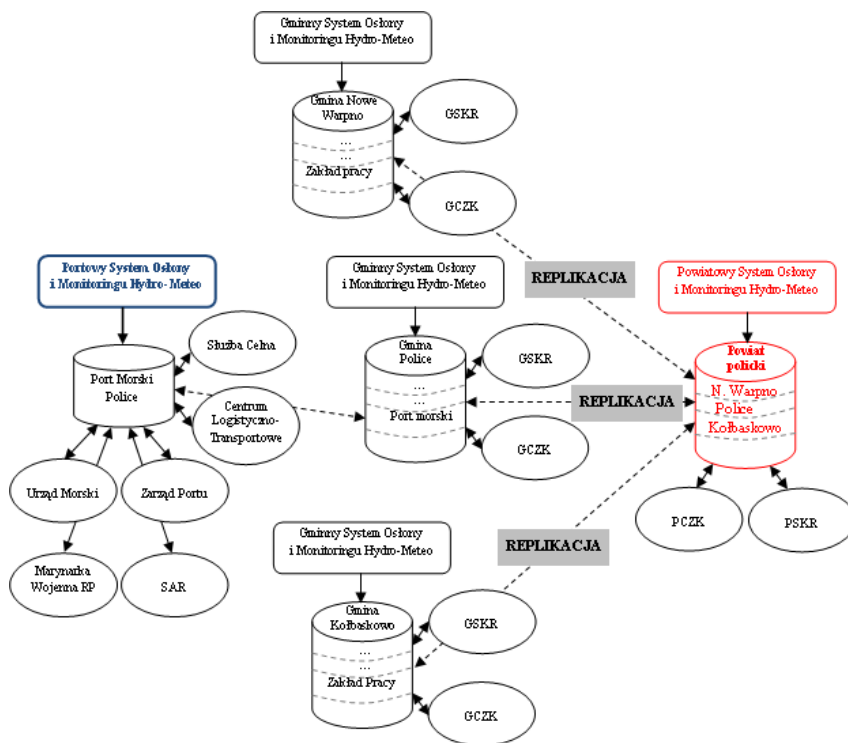
Podstawowym środowiskiem przesyłania informacji w ramach całej struktury mogłaby być technologia IP VPN (Virtual Private Network) umożliwiająca zintegrowanie łącza podstawowego, zapasowego (backup) i Internetu. Ma to szczególne znaczenie w przypadku prostego rozszerzania sieci rozległej (ang. Wide Area Network – WAN) poprzez dołączanie do niej innych sieci lokalnych (ang. Local Area Network – LAN), np. stałych klientów, odbiorców informacji z zakresu bazy danych. VPN umożliwia przesyłanie informacji pomiędzy wszystkimi istniejącymi lokalizacjami bez potrzeby definiowania połączeń oraz zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa poprzez wykorzystanie technologii Frame Relay czy też linii dzierżawionych.

ADAPTACJA SYSTEMU WYMIANY INFORMACJI DO ZASTOSOWANIA W PORTACH MORSKICH

Na rys. 1 wyróżniono pogrubioną linią koloru czerwonego serwer danych w powiecie polickim. Na terenie tego powiatu, w gminie Police zlokalizowany jest port morski Police. Rys.2 przedstawia schemat z przykładowym systemem wymiany informacji o zagrożeniach naturalnych zastosowanym w porcie morskim Police.

System wymiany informacji o zagrożeniach naturalnych portu morskiego w Policach mógłby być częścią całego projektowanego systemu. Zakłócenie lub paraliż gospodarczej infrastruktury portu morskiego może mieć wpływ na ekonomię i gospodarkę pośrednio lub bezpośrednio całego kraju. Zagrożenie naturalne może się przemieszczać (na przykład transformacja fali powodziowej wzdłuż doliny Odry w kierunku do lub z portu w dół rzeki), tak więc szybki dostęp do rzeczywistych i prognozowanych parametrów fali wezbraniowej (na przykład ilościowe charakterystyki wezbrania: $Q_{\max, w}$ – maksymalny przepływ fali wezbraniowej, V_w – objętość fali wezbraniowej, T_w – czas trwania fali wezbraniowej) oraz zaobserwowane w rzeczywistości parametry fali są decydujące w skutecznym przeciwdziałaniu takiemu zdarzeniu.

Porty morskie w Polsce (Szczecin – Świnoujście oraz Gdańsk i Gdynia) zajmują duże obszary, położone są w sąsiedztwie aglomeracji miejskich z którymi połączone są wspólną infrastrukturą. Bezpieczeństwo portu morskiego związane jest ściśle z zagadnieniami bezpieczeństwa całego otoczenia.



Źródło: Opracowanie M. Ciupak.

Rys. 2. Schemat wymiany informacji w sytuacji wystąpienia realnego zagrożenia naturalnego na poziomie powiatu polickiego z uwzględnieniem portowego systemu osłony i monitoringu hydrologiczno-meteorologicznego. GSKR, PSKR – Gminne i Powiatowe Stanowiska Koordynacji Ratownictwa, GCZK, PCZK - Gminne i Powiatowe Centra Zarządzania Kryzysowego, SAR – Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa Morskiego.

Proponowany przez autorów system wymiany informacji o zagrożeniach naturalnych jest spójny i obejmuje wszystkie poziomy zarządzania kryzysowego, począwszy od poziomu centralnego, poprzez wojewódzki, powiatowy, gminny, a skończywszy na ważnych gospodarczo lub społecznie podmiotach (na przykład port morski).

Odbiorcami danych magazynowanych przez Portowy System Osłony i Monitoringu Hydro-Meteorologicznego (PSO这里M), ale także

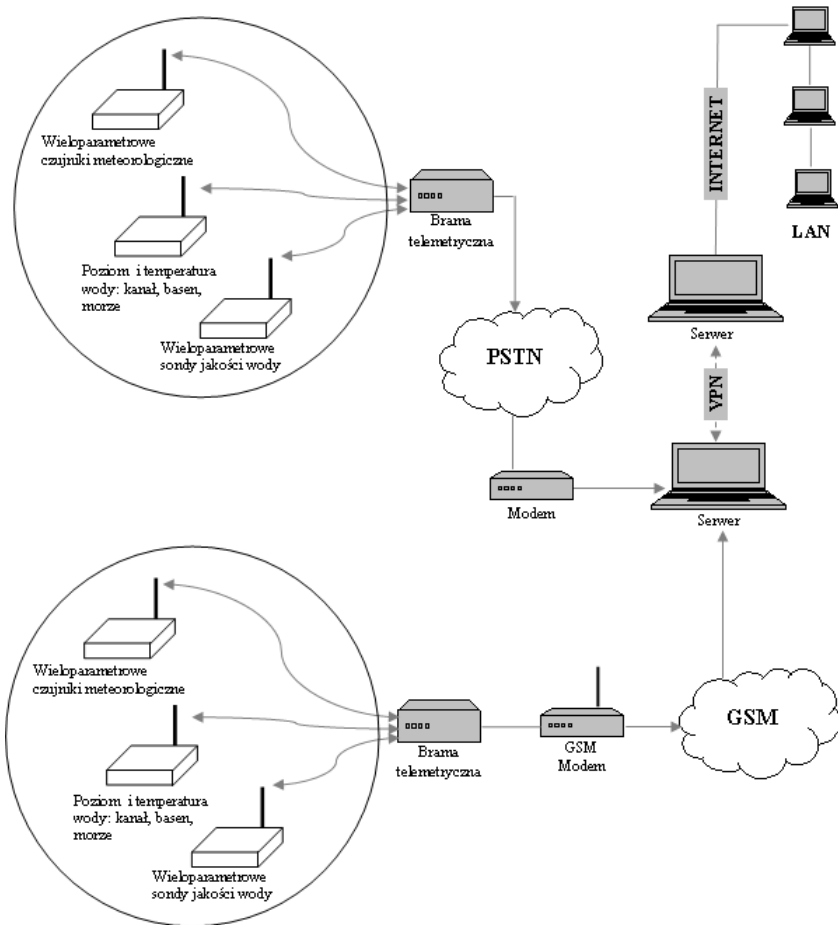
dostarczycielami danych do projektowanego systemu są instytucje do których obowiązków należy zapewnienie bezpieczeństwa portów. Bezpieczeństwo portów morskich głównie zależy od organów zarządzających portami (zarządy portów), które wraz z Urzędami Morskimi zajmują się wdrażaniem regulacji prawnych w zakresie bezpieczeństwa portów i obiektów portowych. Na schemacie (rys.2) wyróżniono instytucje partycypujące w wymianie informacji o zagrożeniach. Są to: Urząd Morski, Zarząd Portu, Centrum Logistyczno-Transportowe, Służba Celna, Marynarka Wojenna RP i Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa Morskiego.

PORTOWY SYSTEM OSŁONY I MONITORINGU HYDROLOGICZNO-METEOROLOGICZNEGO

Portowy System Osłony i Monitoringu Hydrologiczno-Meteorologicznej tworzą głównie dwa podsystemy: system pomiarowo-obszaryjny oraz przesyłania danych. System pomiarowo-obszaryjny funkcjonujący w porcie morskim powinien składać się z sieci posterunków hydrologiczno - meteorologicznych: wodowskazowych, opadowych, meteorologicznych i mareograficznych (morskich) (rys.3).

Do przesyłania danych wykorzystuje się obecnie najbardziej popularny system telefonii komórkowej GSM (ang. Global System for Mobile Communications). Każdy z wyżej wymienionych posterunków powinien posiadać funkcję telemetryczną do komunikowania się z projektowanym portowym systemem osłony za pośrednictwem głównie modemów telefonii komórkowej GPRS (ang. General Packet Radio Service) lub jej następcą EDGE (ang. Enhanced Data rates for GSM Evolution). Istnieje również możliwość transmisji danych pomiarowych publiczną komutowaną siecią telefoniczną PSTN (ang. Public Switched Telephone Network), obecnie prawie w całości zbudowaną w oparciu o technologię cyfrową.

W projekcie PSOHM należy założyć, że posterunki będą wykonywać automatyczne pomiary w podstawowym zakresie. Posterunek meteorologiczny powinien mierzyć temperaturę powietrza w klatce na wysokości 2 m i przy powierzchni gruntu, wilgotność względną, kierunek i prędkość wiatru, wysokość opadu atmosferycznego. Obecne czujniki pozwalają pozyskiwać dane pomiarowe z wysoką dokładnością pomiaru. Temperatura powietrza mierzona jest z dokładnością $\pm 0,1$ °C w zakresie od -30 do $+40$ °C, prędkość wiatru $\pm 0,1$ ms⁻¹, górna granica pomiaru prędkości wiatru równa jest 65 ms⁻¹, natomiast próg czułości początkowej wynosi 0,5 ms⁻¹. Kierunek wiatru określany jest w zakresie od 0 – 359° z dokładnością $\pm 5^\circ$.



Źródło: Opracowanie M. Ciupak.

Rys. 3. Schemat Portowego Systemu Oslony Hydrologiczno-Meteorologicznej (PSOIM) z posterunkami wyposażonymi w funkcję telemetryczną. Alternatywna transmisja danych siecią PSTN lub GSM.

Najtrudniejszym technologicznie procesem jest uzyskanie dokładnego pomiaru wysokości opadu. Wynika to z różnych warunków klimatycznych, w których pracuje deszczomierz. Urządzenie mierzy ilość jak i intensywność opadu ciekłego, stałego i mieszanego. Do przeprowadzenia pomiaru może być wykorzystywana waga mierzonego hydrometeorytu lub czujnik oparty na technologii laserowej. W tym ostatnim przypadku hydrometeority różnicowane i klasyfikowane są jako mżawka, śnieg z deszczem, grad, śnieg i opad mieszany.

Zakłada się, że współczesne czujniki mierzą wysokość opadu z dokładnością $\pm 0,1$ mm dla opadu powyżej 5 mm oraz $\pm 0,2$ mm dla opadów powyżej 5 mm.

PSOHM zlokalizowany na obszarze portu morskiego powinien dostarczać informację dotyczącą poziomu zwierciadła wody w rzece, w kanałach i basenach portu jak również pomiar stanu wody morza w przypadku odpowiedniej lokalizacji portu. Dodatkowym parametrem istotnym zwłaszcza w okresach jesienno-zimowych jest pomiar temperatury wody będącej wskaźnikiem możliwych zmian stanu skupienia (procesu zamarzania), natomiast latem zarastania koryt rzek.

Współcześnie, pomiary stanu wody dokonywane są za pomocą 4 rodzajów czujników:

1. ciśnieniowych – poziom wody wyznaczany jest na podstawie zmierzonego ciśnienia wytworzonego przez słup wody nad czujnikiem,
2. ciśnieniowych pośrednich – mierzących ciśnienie, jakie stawia słup wody nad końcówkami przewodu pneumatycznego,
3. pływakowych – mierzących odległości od czujnika do zwierciadła wody w ujęciu wody,
4. radarowych – w których zastosowano radar impulsowy do pomiaru odległości od czujnika do zwierciadła wody.

Dokładność pomiaru określana jest na 0,05% zakresu pomiarowego, czyli przy zakresie od 0 do 4 m słupa wody daje dokładność pomiaru do 2 mm. W praktyce wystarczającą informacją jest wartość poziomu wody z dokładnością do 1 cm.

Warto wspomnieć o możliwości instalowania urządzeń mierzących jakość wody. Ma to szczególne znaczenie w projektowaniu PSOHM. W portach istnieje zagrożenie wlewów paliwa lub innych materiałów niebezpiecznych oraz skażenia toksycznymi środkami przemysłowymi. Obecnie stosowane czujniki wykonują pomiary zawartości w wodzie rozpuszczonego tlenu, przewodności, pH, mętności, zawartości chloru, amoniaku, azotu, przesylenia wody gazami atmosferycznymi, intensywności światła słonecznego, stężenia sinic, czy też wyznaczają poziom chlorofilu. Pomiary można wykonywać punktowo za pomocą sond podłączonych do urządzeń odczytujących (surveyor, notebook) lub stacjonarnie (sondy podłączone do boji).

WNIOSKI

Położenie portu morskiego na styku dwóch środowisk: morskiego i lądowego oraz rozwój transportu multi- i intermodalnego implikują rodzaj zagrożeń naturalnych. W artykule opisano hydrologiczno-meteorologiczne uwarunkowania funkcjonowania portów morskich oraz przeprowadzono

krótką analizę przyczynowo – skutkową zagrożeń, których źródłem jest masa wody Bałtyku oraz zjawiska hydrologiczne występujące w systemie śródlądowych dróg wodnych w Polsce.

W związku z tym, że porty morskie zawsze rozwijały się wraz z miastami portowymi, a czynnikiem twórczym był zazwyczaj rozwój miasta, nie można oddzielić zarządzania kryzysowego miasta portowego od zarządzania kryzysowego portu morskiego.

W artykule zaproponowano koncepcję systemu wymiany informacji o zagrożeniach naturalnych. Istotę systemu opisano na przykładzie trzech województw: Zachodniopomorskiego, Pomorskiego i Warmińsko-Mazurskiego. System wymiany informacji sprzężony z Systemem Wspomagania Oceny Multi-Ryzyka rozszerzono o obiekty portu morskiego w Policach.

Opisana koncepcja systemu wymiany informacji o zagrożeniach naturalnych według autorów artykułu jest bardzo elastyczna (technologia systemów sieciocentrycznych wraz z Systemem Wspomagania Decyzji) umożliwi w przyszłości poszerzenie funkcjonalności systemu o kolejne obszary analizy zagrożeń. W kontekście logistyki transportu morskiego mogą to być kwestie związane z bezpieczeństwem działalności człowieka na morzu, bezpieczeństwem przyrodniczego środowiska morskiego i Przymorza, bezpieczeństwem od zagrożeń ze strony morza i lądu w tym bezpieczeństwo infrastruktury i gospodarki morskiej.

LITERATURA

1. Christowa Cz., *Podstawy budowy i funkcjonowania portowych centrów logistycznych (Zachodniopomorskie Centrum Logistyczne – Port Szczecin)*, Studia/Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2005.
2. Ciupak M., *Możliwości zastosowania koncepcji sieciocentryczności w aspekcie projektowania systemów wspomagania oceny multi-ryzyka zagrożeniami naturalnymi*, (maszynopis), Wrocław, 2010a.
3. Ciupak M., *Zagrożenia naturalne dla Polskich miast portowych w świetle informacyjnego zabezpieczenia procesu zarządzania kryzysowego*, (maszynopis), Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego, Gdynia 2010.
4. Ficoń K., *Inteligentny pył podstawą funkcjonowania systemów Network Centric Warfare*, Myśl Wojskowa, 2005, 6.
5. Kimball R., *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*, John Wiley & Sons, 2008.

6. Projekt Celowy (nr T07E 047 2000C/4760), *Program zrównoważonego rozwoju i wykorzystania Odry*, Koordynator Instytut Morski w Szczecinie, 2000 – 2003.
7. Projekt badawczo-rozwojowy (nr 542 100/54000/kontract nr 07224, 07149), *Hydrologiczne i morfologiczne uwarunkowania oraz skutki rozwoju Odrzańskiej Drogi Wodnej*, Koordynator WWF Polska, 2007.
8. Rokiciński K., *Możliwości zastosowania koncepcji sieciocentryczności na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej*, Zeszyty Naukowe AMW, 2007, z. 3 (170).
9. *Rozporządzenie Rady Ministrów z 7 maja 2002 r w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych*, Dz. U. z 2002 roku, nr 77, poz. 695.
10. Stanisławczyk I., *Występowanie niskiego poziomu morza w zachodniej części polskiego wybrzeża Bałtyku*, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, red. E. Bogdanowicz, U. Kossakowska-Cezak, J. Szkutnicki, Monografie IMGW, Warszawa 2005.
11. Styczyńska A., Marsz A., *Cyrkulacyjne uwarunkowania ekstremalnego zlodzenia Bałtyku*, [w:] *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, red. E. Bogdanowicz, U. Kossakowska-Cezak, J. Szkutnicki, Monografie IMGW, Warszawa 2005.

LOGISTICS OF SEA PORTS FROM NATURAL HAZARDS ASPECT

ABSTRACT

The location of sea ports, direct influence sea and hydrological phenomenon on the seaside area and development of multi- and intermodal transport involve a kind of hazards. The paper discusses hydrological and meteorological conditions of contemporary sea port functionality from natural hazards aspect. It enters into discuss concerning the necessity governing centre determine that will be responsible for security and monitoring the natural hazards and it describes the conception of exchange hazards information system.

Key words: *logistics, sea port, geohazard, flood, storm, network centric, decision support system, multi-risk*