

PEARL – SYSTEM DO ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKIEM PORTOWYM*

PEARL – ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM FOR PORT AUTHORITIES

P. Sedo¹, R. Diaz¹, L. Romero², V. Gracia³, J.F. Piolle⁴, V. Kerbaol⁵, A. Michail⁶,
N. Kitson⁷, N. Pittam⁷, M. Stelmaszczuk⁸

¹ Aerospace Systems & Communications, Atos Origin

² Satrlab Barcelona S.L

³ Uniwersytet Barceloński, Dział Badań i Rozwoju

⁴ French Research Institute for the Exploitation of the Sea (IFREMER)

⁵ BOOST Technologies

⁶ ECOPORTS FOUNDATION, 1000 CN Amsterdam, The Netherlands

⁷ ABP Marine Environmental Research Ltd.

⁸ Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk

SŁOWA KLUCZOWE: platforma PEARL, środowisko morskie, dane teledetekcyjne, dane *in situ*, fuzja danych

STRESZCZENIE: Platforma PEARL to system dostosowany do potrzeb portów morskich, który pozwala na integrację danych satelitarnych oraz naziemnych w celu jak najlepszego zarządzania środowiskiem portowym. Dane satelitarne uzupełnione informacjami pozyskanymi z pomiarów *insitu*, dotyczącymi: jakości wody i powietrza, jakości osadów, prądów morskich, prędkości i kierunku rozchodzenia się fal morskich, zostały wykorzystane między innymi do monitorowania: pól wiatrów, plam ropy, prądów morskich, temperatury powierzchniowej wody, ruchu statków. Dostęp do danych naziemnych został zapewniony przez porty. Wybór danych satelitarnych był uwarunkowany możliwościami ich wykorzystania, a także związany z indywidualnymi potrzebami użytkowników. Platforma jest gotowa do implementacji. Jej działanie zostało sprawdzone w trzech europejskich portach w Barcelonie (Hiszpania), Southampton (Wielka Brytania) oraz Tallinie (Estonia).

1. WSTĘP

Porty morskie, w codziennej pracy, stoją przed wieloma wyzwaniami związanymi z środowiskiem naturalnym. Monitorują one wiele parametrów takich jak:

- zmiany zasięgów pływów,
- silne prądy,
- silne wiatry,
- zmiany temperatury wody,
- kwitnienie alg,
- wypływy i plamy ropy,
- wypływy i plamy innych substancji chemicznych,
- zanieczyszczenia atmosfery,
- mgły,
- zmiany ukształtowania dna morskiego,
- przemieszczenia osadów dennych,
- zabezpieczenia brzegów, itd.

Co więcej europejskie ustawodawstwo wymaga coraz lepszej obserwacji środowiska portowego. W swoich celach strategicznych na lata 2005-2009 Komisja Europejska zaznaczyła szczególną potrzebę określenia wszechstronnej polityki morskiej ukierunkowanej na rozwijanie prosperującej gospodarki morskiej w sposób zapewniający zrównoważoną ochronę środowiska. Taka polityka powinna być wspierana badaniami naukowymi, technologią i innowacjami na najwyższym poziomie. Celem projektu PEARL było stworzenie takiego systemu, który spełniałby wymagania Unii Europejskiej. Zaproponowane rozwiązanie w postaci platformy PEARL pozwala na polepszenie jakości pracy portów w myśl zrównoważonego rozwoju.

Nazwa PEARL pochodzi od nazwy międzynarodowego projektu *Port Environmental Information Collector*. Projekt był współfinansowany przez Komisję Europejską w ramach 6 Programu Ramowego w tematyce Aeronautyka oraz Przestrzeń Kosmiczna. Zadaniem projektu było stworzenie po raz pierwszy platformy integrującej dane satelitarne oraz naziemne do zarządzania środowiskiem portowym. W tym celu przeprowadzono analizę rynku portowego, analizę dostępnych danych naziemnych i satelitarnych oraz weryfikację systemu.

Projekt PEARL zakładał czteroetapowe podejście do tworzenia platformy. Pierwszym etapem było przeanalizowanie potrzeb rynku morskiego dotyczących wykorzystania danych satelitarnych oraz określenie głównych monitorowanych parametrów środowiskowych. Na podstawie przeprowadzonych badań sektora portowego dokonano wyboru potrzebnych danych satelitarnych i naziemnych. Kolejnym etapem było zaprojektowanie platformy, a następnie jej przetestowanie podczas kampanii walidacyjnej w trzech wybranych europejskich portach morskich.

2. ANALIZA POTRZEB UŻYTKOWNIKA KOŃCOWEGO

Analiza potrzeb sektora portowego opracowana została na podstawie ankiet, które były przeprowadzone w 25 portach europejskich (Tab. 1):

Tab. 1. Tabela – Ankietywane Porty Europejskie (Pittam, 2006a).

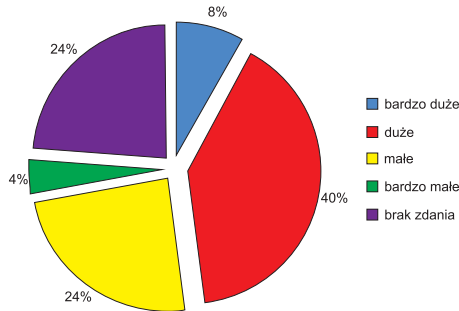
Nazwa Portu	Kraj
Amsterdam	Holandia
Antwerpia	Belgia
Barcelona	Hiszpania
Bordeaux	Francja
Bristol	Wielka Brytania
Bruksela	Belgia
Cardiff	Wielka Brytania
Civitavecchia	Włochy
Kopenhaga i Malmö	Dania/Szwecja
Cork	Irlandia
Dover	Wielka Brytania
Gdynia	Polska
Genowa	Włochy
Gijon	Hiszpania
Goteborg	Szwecja
Hamburg	Niemcy
Hull	Wielka Brytania
Londyn	Wielka Brytania
Marseille	Francja
Moerdijk	Holandia
Rotterdam	Holandia
Southampton	Wielka Brytania
Thessaloniki	Grecja
Tyne	Wielka Brytania
Vendres	Francja

Pytania dotyczyły:

- profilu portu (status portu, obroty, wielkości przeładunków, itp.),
- zarządzania środowiskiem portowym (budżet, polityka środowiskowa, itp.),
- obecnie wykorzystywanych danych,
- zapotrzebowania na dane,
- oceny projektowanej platformy PEARL.

Na podstawie uzyskanych informacji określono zapotrzebowanie na istnienie systemu do zarządzania środowiskiem wykorzystującym dane pozyskane z pułapu satelitarnego.

Prawie połowa ankietowanych określiła swoje zapotrzebowanie jako bardzo duże i duże (Rys. 1). Duże zainteresowanie danymi satelitarnymi wynika przede wszystkim z często ograniczonego dostępu do danych *insitu* oraz punktowego charakteru ich pomiaru. Aż 40% ankietowanych stwierdziło, że istnieją luki w danych, spowodowane głównie awarią sprzętu. Stąd integracja danych naziemnych i satelitarnych może okazać się najlepszą odpowiedzią na pojawiające się problemy z dostępem do informacji.

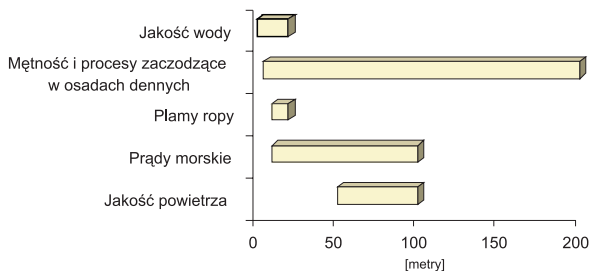


Rys. 1. Zapotrzebowanie na system typu PEARL (Pittam, 2006b).

W opinii ankietowanych najważniejszymi parametrami środowiskowymi monitorowanymi w portach są:

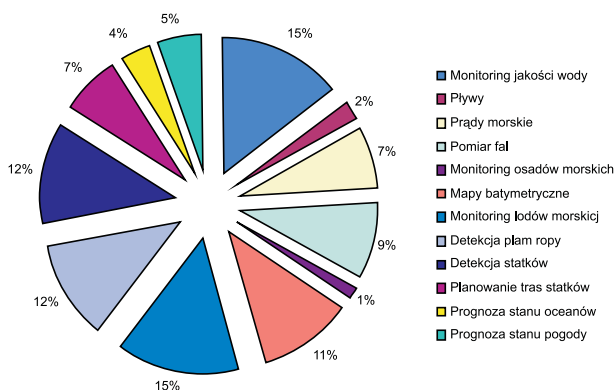
- 1) mętność wody i procesy zachodzące w osadach dennych,
- 2) jakość wody,
- 3) prądy morskie,
- 4) plamy ropy,
- 5) jakość powietrza,
- 6) prędkość i kierunek wiatru.

Określono również preferowaną maksymalną i minimalną rozdzielczość przestrzenną, z jaką wyżej wymienione parametry powinny być rejestrowane (Rys. 2).



Rys. 2. Maksymalna i minimalna rozdzielczość przestrzenna mierzonych parametrów (Pittam, 2006b).

Przeprowadzono także analizę dostawców serwisów pod kątem oferowanych przez nich usług (Rys. 3).



Rys. 3. Serwisy wykorzystujące obserwacje satelitarne obszarów morskich (Stelmaszczyk, Buszke, 2008).

W wyniku przeprowadzonego badania określono pięć głównych tematów, w których wykorzystywany jest satelitarny monitoring obszarów morskich, tj.:

- monitoring łodów morskich,
- monitoring jakości wody,
- detekcja plam ropy,
- detekcja statków,
- dostarczanie map batymetrycznych.

Dyskutowany był również koszt danych satelitarnych. W celu redukcji kosztów związanych z eksploatacją platformy PEARL zaproponowano dzielenie kosztów pomiędzy porty morskie położone blisko siebie. Oszacowanie kosztu platformy było zresztą jednym z trudniejszych etapów projektu ze względu na zmieniający się koszt zdjęć związany z coraz to większą liczbą dostępnych satelitów oraz planowanymi misjami w ramach programu GMES (Globalny Monitoring dla Środowiska i Bezpieczeństwa). Przewiduje się, że w przyszłości ciężar kosztu podobnych aplikacji będzie przeniesiony z danych satelitarnych na ich przetwarzanie.

3. WYBÓR DANYCH ORAZ PROJEKT SYSTEMU

Kolejnym etapem po analizie rynku był wybór danych. Przeprowadzono szczegółowy przegląd danych naziemnych oraz danych satelitarnych pod względem ich przydatności i możliwości wykorzystania oraz istniejących ograniczeń.

Dane satelitarne od kilkunastu lat są z powodzeniem wykorzystywane w działaniach operacyjnych na morzu. Służą do obserwacji, modelowania oraz prognozowania stanu

oceanów oraz cyrkulacji atmosferycznej na poziomie globalnym, jak również regionalnym. Obecnie dane wykorzystywane są przede wszystkim do określania stanu pogody oraz do monitorowania ruchu statków poprzez AIS (Automatyczny System Identyfikacji), system oparty na technologii GPS (Globalny System Pozycjonowania).

W wyniku fuzji i modelowania danych satelitarnych i naziemnych poprawiono jakość modeli numerycznych opisujących stan morza.

W ostatnim czasie dużo wysiłku poświęca się obserwacji stref przybrzeżnych. Charakteryzują się one zmiennością i złożonością zachodzących zjawisk. Jest to strefa bardzo ważna z punktu ekonomicznego, strategicznego oraz środowiskowego. Stąd nowe technologie są często kluczowe dla zrozumienia zjawisk zachodzących w strefie przybrzeżnej.

Wybór danych satelitarnych poprzedzony był przeglądem szerokiej gamy metod ich pozyskiwania. Mając na względzie, że tylko ograniczona ilość informacji o środowisku przybrzeżnym może być efektywnie rejestrowana z pułapu satelitarnego, wybrano następujące parametry do obserwacji z wykorzystaniem obrazów satelitarnych (Gracia, Kerbad, 2007):

- wiatry przypowierzchniowe,
- przybrzeżne pola wiatrów,
- monitoring plam ropy,
- monitoring ruchu statków,
- przypowierzchniowa temperatura morza,
- prądy morskie,
- rozkwit glonów.

Informacje wymienione powyżej otrzymywane były ze zdjęć radarowych ENVISAT ASAR, ERS-2 AMI-SAR.

W przypadku danych naziemnych informacje wykorzystane w platformie PEARL dotyczą (Romero, 2007):

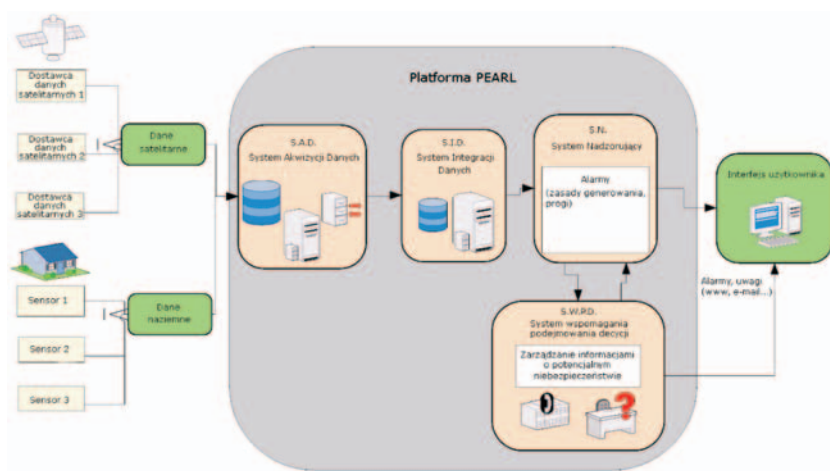
- prędkości i kierunku wiatru,
- jakości powietrza,
- jakości wody,
- mętności,
- jakości osadów dennych,
- falowania (kierunek, wysokość i prędkość fal),
- prądów morskich (prędkość i kierunek przepływu).

Dane naziemne pochodziły z rozmieszczonych w portach automatycznych stacji meteorologicznych oraz stacji dokonujących pomiarów przewodnictwa, temperatury i głębokości wody, w których są prowadzone również analizy chemiczne i pomiary wskaźników akustycznych wody.

Platforma PEARL została tak zaprojektowana, aby umożliwić łatwą integrację danych oraz aby możliwe było implementowanie nowych źródeł informacji o środowisku przybrzeżnym.

Opracowując system, oparto się na standardach OGC (*Open GeoSpatial Consortium*) zapewniając platformie interoperacyjność oraz łatwość wymiany danych. System bazuje na pięciu głównych komponentach:

- 1) System Akwizycji Danych S.A.D. – system odpowiedzialny jest za pozyskiwanie danych satelitalnych i naziemnych;
 - 2) System Integracji Danych S.I.D. – system odpowiedzialny za implementację algorytmów i modeli do fuzji danych;
 - 3) System Wspomagający Podejmowanie Decyzji S.W.P.D. – jego zadaniem jest zarządzanie i operowanie informacjami o potencjalnym zagrożeniu;
 - 4) Interfejs użytkownika – odpowiedzialny za interakcję z użytkownikiem.
- Współdziałanie poszczególnych systemów zostało przedstawione na rysunku 4.



Rys. 4. Architektura platformy PEARL (Diaz, 2008).

Dane satelitarne oraz naziemne są dostarczane z wykorzystaniem protokołów takich jak http, FTP, OPeNDAP oraz innych lokalnych systemów wymiany plików. Na potrzeby platformy zastosowano dwa rodzaje konwerterów danych satelitalnych i naziemnych:

- NetCDF na GeoTIFF – dane satelitarne,
- ASCII/MBD.XLS na CSV – dane *in situ*.

W momencie kiedy system zarejestruje wartość inną niż wartość dopuszczalna wysyłany jest alarm przez system nadzorujący. Informacja o przekroczonych wartościach określonego parametru jest weryfikowana za pomocą systemu S.W.P.D. Po potwierdzeniu prawdziwości anomalii, alarm jest przesyłany dalej poprzez interfejs użytkownika do pozostałych użytkowników systemu/pracowników (Rys. 5). Informacje są dostarczane do użytkownika w czasie prawie rzeczywistym.

System PEARL to:

- łatwy w dostępie i przyjazny w obsłudze system,
- dostarczane dane satelitarne są przetworzone w związku z tym nie wymaga wiedzy eksperckiej,
- system jest niezależny od platformy sprzętowej, oparty na aplikacjach WWW.



Rys. 5. Interfejs użytkownika platformy PEARL (Michail, 2008).

W przypadku systemu GIS już działającego w porcie nowe informacje dodawane są jako nowa warstwa tematyczna.

4. KAMPANIA WALIDACYJNA

Kolejnym etapem tworzenia systemu była jego walidacja. System PEARL został zweryfikowany w trzech europejskich portach w: Barcelonie, Southampton, Tallinie. Kampania walidacyjna przewidywała dwa scenariusze sprawdzania platformy: w czasie prawie rzeczywistym oraz z wykorzystaniem danych archiwalnych. Pierwsze podejście zostało przetestowane w porcie Barcelona. Walidacja systemu była zaplanowana na pięć dni. Pierwszy dzień poświęcony był instalacji systemu oraz nauce obsługi. Przez kolejne dni system był testowany przez użytkowników, którzy ostatniego dnia kampanii walidacyjnej wyrazili swoje uwagi i określili przydatność zaproponowanego rozwiązania do zarządzania środowiskiem w porcie i w strefie przybrzeżnej.

Na podstawie oceny użytkowników oraz doświadczenia w obszarze stosowanych technik satelitarnych w tematyce morskiej można dojść do następujących wniosków:

- 1) dane satelitarne w połączeniu z danymi naziemnymi dostarczają wartościowych informacji, które mogą być wykorzystane w portach morskich, jako integralna część systemów do zrównoważonego zarządzania środowiskiem portowym;
- 2) dane satelitarne zapewniają ciągłość pomiaru i uzupełniają dostarczają dane naziemne, które mają charakter punktowy;
- 3) dane satelitarne dzięki swojej synoptyczności pozwalają na szybką ocenę zmian w środowisku;
- 4) zaproponowano obniżenie kosztu systemu poprzez współfinansowanie zakupu danych z wykorzystaniem instytucji Komisji Europejskiej, takich jak EMSA (Europejska Agencja ds. Bezpieczeństwa na Morzu) czy organizacji ESPO (*European Sea Ports Organisation*), Ecoports, BPO (*Baltic Ports Organization*).

5. WNIOSKI

Podsumowując, platforma PEARL może być prototypem systemu integrującego dane naziemne z danymi satelitarnymi. Podczas kampanii walidacyjnej system spotkał się z dużym zainteresowaniem i pozytywnymi ocenami. Przede wszystkim doceniono fakt, że platforma integruje w jednym miejscu różne źródła danych o środowisku portowym i umożliwia lepsze zarządzanie środowiskiem oparte na pełnej informacji. Menadżer do spraw środowiska w porcie Tallin podkreślił, że sukces systemu jako narzędzia integrującego dane jest bezpośrednio zależny od dostępności, jakości, rozdzielczości czasowej oraz kosztu danych satelitarnych.

System PEARL stanowi kolejny krok w kierunku wykorzystania satelitarnych obserwacji Ziemi w codziennym życiu.

6. LITERATURA

Diaz R., 2008. Raport projektu PEARL, *Projekt platformy PEARL*.

European Communities, 2006. GREEN PAPER: Towards a future Maritime Policy for the Union: A European vision for the oceans and seas.

Gracia, Kerbaol V., 2007. Raport projektu PEARL, *Przegląd i wybór danych satelitarnych*.
http://ec.europa.eu/maritimeaffairs/pdf/com_2006_0275_en_part2.pdf

Michail A., 2008. Raport projektu PEARL, *Projekt, wyniki i wnioski kampanii walidacyjnej*.

Pittam N., 2006a. Raport projektu PEARL, *Port Sector Profile*.

Pittam N., 2006b. Raport projektu PEARL, *Port Environmental Requirements*.

Romero L., 2007. Raport projektu PEARL, *Przegląd i wybór danych naziemnych*.

Stelmaszczuk M., Buszke B., 2008. Raport projektu PEARL, *Plan implementacji platformy PEARL*.

PEARL – ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM FOR PORT AUTHORITIES

KEY WORDS: PEARL platform, maritime environment, EO data, *in situ* data, data fusion

SUMMARY: The PEARL system is a tailor-made platform based on a modular structure which provides an Environmental Management System for Port Authorities that allows the incorporation of future data sources (new in-situ sensors, future space missions, etc) as they become available. The EO data are used to monitor physical parameters related to the Port environment, such as sea surface winds, coastal swell fields, oil spills, currents, ship traffic, sea surface temperature, and can be integrated to complement in-situ sensors in the same port area. The selection of the EO data was made taking into account the end-users' environmental needs and the EO data limitations. Each port gave access to their in-situ sensors to provide data for integration with EO information. The selected in-situ sensors measured: air and water quality, turbidity, sediment quality currents, wave speed and direction. The paper gives an overview on the system architecture, data selection and on the results of the PEARL platform validation. The platform is ready to use and was validated in three European ports: the ports of Barcelona, Southampton and Tallinn.

M. Jose Sedo Sanroma
mariajose.sedo@atosresearch.eu
telefon: +34 934861818
fax: +34 934860766

Rodrigo Diaz Rodriguez
rodrigo.diaz @atosresearch.eu
telefon: +34 935043553
fax: +34 934860766

Laia Romero
laia.romero@starlab.es
telefon: +34 932540366
fax: +34 932126445

Violeta Gracia
violeta.gracia@uab.cat
telefon: +34 935811636 wew. 4964

Jean Francis Piolle
Jean.francois.piolle@ifremer.fr
telefon: +33 (0)146482100
fax: +33 (0)146482121

Dr Vincent Kerbaol
vincent.kerbaol@ boost-technologies.com
telefon: +33 (0)298057680
fax: +33 (0)298057690

Antonis Michail
antonis.michail@ecoports.com
telefon: +32 27349448
fax: +32 27366325

Neil Pittam
npittam@abpmer.co.uk
telefon: +44 (2380) 711840
fax: +44 (2380) 711841

Nick J. Kitson
nkitson@abpmer.co.uk
telefon: +44 (2380) 711840
fax: +44 (2380) 711841

Martyna Stelmaszczuk
mstelmas@cbk.waw.pl
telefon: +48 22 3816412
fax: +48 22 8403131

* wersja kolorowa artykułu jest dostępna na stronie <http://www.sgp.geodezja.org.pl/ptfit>