

Tytuł wystąpienia:

Dane satelitarne jako komponent wielostrumieniowej weryfikacji i kalibracji modelu falowania SWAN

Autorzy:

Patryk Sapiega<sup>1)</sup>, Tamara Zalewska<sup>1)</sup>, Piotr Struzik<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Zakład Oceanografii i Monitoringu Bałtyku, IMGW-PIB Gdynia

<sup>2)</sup> Zespół Prognoz Specjalistycznych, IMGW-PIB Kraków

Zarys treści:

Głównym celem przeprowadzonych badań było wdrożenie modelu falowania SWAN zasilanego danymi meteorologicznymi z modelu COSMO w obszarze Bałtyku, ze szczególnym uwzględnieniem południowych rejonów, gdzie model ma zastosowanie operacyjne. Kluczowym elementem była kalibracja modelu, w różnych strefach głębokościowych południowego Bałtyku, oparta na wielu źródłach danych, w tym danych satelitarnych pochodzących z czujników satelitów Jason-2, Jason-3, SARAL (ALtiKA) oraz Sentinel-3A i Sentinel 3B. Symulacje falowania zostały zweryfikowane danymi pomiarowymi z urządzeń AWAC i WaveGuide w rejonie offshore i NEMO WPA w rejonie nearshore, które zostały poddane kontroli wewnętrznej. W walidacji modelu oceniono wydajność zastosowanych formuł (Westhuysen, Komen, Janssen, ST6) z użyciem wymuszenia pól wiatrowych COSMO. Badanie jakości odtworzenia właściwości fal w modelu spektralnym przeprowadzono dwuetapowo, tzn. wygenerowano symulacje kombinacji ustawień modelu przy domyślnych parametryzacjach, a następnie, po wytypowaniu najlepszej formuły fizyki, zweryfikowano ją w odmiennych parametryzacjach w dwóch punktach reprezentujących strefę płytko- i głębokowodną. Wyznaczenie najlepiej odwzorowującej parametryzacji modelu (ST6) pozwoliło na dalszą weryfikację z użyciem wielostrumieniowych źródeł danych. Korelacja danych modelowych wygenerowanych dla punktu lokalizacji pomiarów w obszarze morza otwartego wykazała bardzo dobrą zgodność, co znalazło swoje odzwierciedlenie w zależności istotnej statystycznie potwierdzonej współczynnikiem korelacji na poziomie 0.973. Tylko nieznacznie gorsze dopasowanie ( $r = 0.968$ ,  $p < 0.05$ ) wykazywały dane modelowe w odniesieniu do danych pomiarowych w obszarach brzegowych (Zatoka Pomorska). Dla weryfikacji modelu danymi satelitarnymi wyznaczono punkty w obszarach o różnej charakterystyce, dla których porównano dane modelowe z danymi satelitarnymi. Wykazano, że wykorzystanie danych satelitarnych do weryfikacji modeli może stanowić bardzo dobrą alternatywę w stosunku do danych pomiarowych, których zasoby są ograniczone. W obszarach morza otwartego współczynniki korelacji powyżej 0.96 wyznaczono dla danych z Jason 2 i 3 oraz Sentinel. W przypadku SARAL zależność pomiędzy danymi modelowymi a satelitarnymi miała nieco słabszy charakter ( $r = 0.764$ ), podobnie jak w obszarach przybrzeżnych, gdzie korelacje istotne statystycznie wykazano tylko dla SARAL ( $r = 0.938$ ) i Jason-3 (0.704). Stworzenie systemu weryfikacji, opartego zarówno na danych pomiarowych, jak i satelitarnych, która powinna być stałą i integralną częścią

prognozowania warunków falowych w obszarach morskich, jest układem optymalnym dla generowania wiarygodnych prognoz falowania, które są podstawą systemów ostrzegania. W oparciu o dane dla wybranych lokalizacji pochodzące ze zweryfikowanego modelu SWAN scharakteryzowano warunki falowe w obszarze południowego Bałtyku.

#### Abstract:

The primary purpose of the research was to implement the SWAN wave model powered by meteorological data from the COSMO model in the Baltic Sea, with particular emphasis on the southern regions where the model is used operationally. The key element was the calibration of the model in various depth zones of the southern Baltic Sea, based on multiple data sources, including satellite data from the Jason-2, Jason-3, SARAL (ALtiKA) sensors and Sentinel-3A and Sentinel 3B satellites. Wave simulations were verified with measurement data from AWAC and WaveGuide devices in the offshore area and NEMO WPA in the nearshore area, subjected to internal control. In the validation of the model, the efficiency of the applied formulas (Westhuysen, Komen, Janssen, ST6) was assessed using the COSMO wind field forcing. The study of the quality of wave properties reproduction in the spectral model was carried out in two stages, i.e. simulations of the combination of model settings were generated with default parameterizations, and then, after selecting the best physics formula, it was verified in different parameterizations at two points representing the shallow and deep water zone. Determination of the best mapping model parameterization (ST6) allowed for further verification using multi-stream data sources. The correlation of model data generated for the measurement location point in the open sea area showed very strong compatibility, reflected in a statistically significant relationship confirmed by the correlation coefficient at the level of 0.973. Only a slightly worse fit ( $r = 0.968$ ,  $p < 0.05$ ) was shown by the model data in relation to the measurement data in the coastal areas (Pomeranian Bay). In order to verify the model with satellite data, points were determined in areas with different characteristics, for which model data were compared with satellite data. It has been shown that using satellite data to verify models can be a very good alternative to measurement data, the resources of which are limited. Correlation coefficients above 0.96 were determined for data from Jason 2 and 3 and Sentinel in high sea areas. In the case of SARAL, the relationship between the model and satellite data was slightly weaker ( $r = 0.764$ ), similar to coastal areas, where statistically significant correlations were found only for SARAL ( $r = 0.938$ ) and Jason-3 (0.704). Creating a verification system based on measurement and satellite data, which should be a permanent and integral part of forecasting wave conditions in sea areas, is the optimal system for generating reliable wave forecasts, which are the basis of warning systems. Based on data for selected locations from the verified SWAN model, wave conditions in the southern Baltic area were characterized.

