

Celem naukowym proponowanego projektu ACTUAL (Analiza morfodynamiki wybrzeża wydmyowego z wykorzystaniem metod uczenia maszynowego) jest ilościowa ocena zmian zachodzących w strefie przybrzeżnej oraz identyfikacja potencjalnych przyczyn tych zmian, dla dwóch obszarów badawczych południowego wybrzeża Bałtyku, po zachodniej i wschodniej stronie ujścia rzeki Regi w Mrzeżynie (Polska), gdzie odpowiednie dynamiczne procesy morfologiczne zostały zarejestrowane podczas trzyletnich badań terenowych.

Pierwsze działanie naukowe skupia się na rozległej erozji obszarów wydmyowych na wyznaczonym obszarze. Dlatego też w ramach proponowanego projektu zostaną przeprowadzone badania terenowe w celu zebrania jakościowo nowych danych w dwóch różnych obszarach testowych. W tym celu wykonane zostaną szczegółowe pomiary teledetekcyjne z wykorzystaniem technik skaningu laserowego oraz geodezyjnych pomiarów naziemnych. Pomiary będą prowadzone okresowo, co najmniej raz w miesiącu oraz po każdej znaczącej burzy, co jest bardzo istotne w ocenie wpływu efektów krótkoterminowych nie tylko dla pojedynczych zdarzeń burzowych, ale także dla serii burz o różnych parametrach występujących w krótkim czasie jedna po drugiej.

Główna hipoteza badawcza zakłada, że szybka erozja południowego wybrzeża wydmyowego Bałtyku występuje po ekstremalnych zdarzeniach sztormowych (super sztormach) lub w wyniku nakładających się na siebie zestawów sztormów o specyficznych cechach i parametrach i jest bezpośrednio związana z wysokim poziomem wody i wysokością fal. Hipoteza ta będzie testowana poprzez porównawcze badania przestrzenne rozmieszczenia materiału erozyjnego w środowisku przybrzeżnym oraz w oparciu o analizę danych hydrograficznych i meteorologicznych. Główne wskaźniki geomorfologiczne zostaną ocenione przy użyciu bezzałogowego statku powietrznego (UAV) z systemem GPS Real Time Kinematic (RTK) ze skanerem Light Detection and Ranging (LiDAR) oraz z wykorzystaniem odbiornika RTK Global Navigation Satellite Systems (GNSS).

Drugie działanie naukowe koncentrować się będzie na zastosowaniu metod statystycznych wykorzystujących uczenie maszynowe i sieci neuronowe do kompilacji, przetworzenia oraz analizy szczegółowych danych na temat sztormów, w oparciu o dane hydrologiczne oraz dane meteorologiczne. Do zbadania zmian morfologicznych wybranego wybrzeża analizowane będą wskaźniki migracji, a także zmiany objętościowe w obrębie określonych profili poprzecznych. Istniejące związki między przyczyną a skutkiem będą opisywane przez modele różnego typu, obejmujące m.in. modele wielorakiej regresji liniowej (MLR), jednej z najbardziej popularnych i szeroko stosowanych technik statystycznych do analizy wielu zmiennych, czy metodę analizy głównych składowych (PCA), która przekształca oryginalne dane w przestrzeń o niższym wymiarze, jednocześnie porównując wysoko skorelowane zmienne. Analiza ta powinna wskazać zmienne, które mają najsilniejsze powiązania oraz największy wpływ na zmienne zależne związane ze zmianami morfologii brzegu. Do szerszej analizy wykorzystane zostaną sieci bayesowskie i uczenie maszynowe z algorytmami Random Forest.

Bezpośrednia korelacja pomiędzy czynnikami hydrologicznymi i meteorologicznymi i jej wpływem na krótkoterminową erozję plaży nie była dotychczas badana, a może mieć duże znaczenie dla rozwoju tej dziedziny badań. Zaproponowana w projekcie metodologia otwiera szereg możliwości w przyszłości. W ostatnich latach techniki uczenia maszynowego zyskują popularność jako narzędzia probabilistyczne zarówno do zastosowań opisowych, jak i predykcyjnych.

Dlatego zastosowanie technologii LiDAR do modelowania obiektów 3D w czasie rzeczywistym oraz zaawansowanych algorytmów do klasyfikacji i porównania danych, w połączeniu z systemami GIS pozwolą na szczegółową analizę zmian morfologicznych, a zestawienie tych danych na bazie uczenia maszynowego z danymi hydrologicznymi i meteorologicznymi umożliwi zbudowanie modeli, które będzie można wykorzystać do analiz także innych typów wybrzeży.

Klasyfikacja terenu dzięki wykorzystaniu LiDAR i pozyskane dane pozwolą w przyszłości, w oparciu o dane historyczne pochodzące z archiwalnych zdjęć lotniczych oraz badań prowadzonych nad wieloletnią zmiennością pokrycia terenu morskiej strefy przybrzeżnej Morza Bałtyckiego, lepiej zrozumieć procesy zachodzące na wybrzeżu w wyniku sztormów i zmian klimatycznych, a tym samym ich wpływ na środowisko i zarządzanie strefą przybrzeżną przez człowieka.