

Zdjęcia satelitarne jako wsparcie modelowania ryzyka powodziowego w dużych europejskich rzekach

Zmiany klimatu, zmiany w użytkowaniu gruntów i infrastruktury oraz demograficzne powodują, większą intensywność, dłuższy czas trwania i większą częstotliwość powodzi, co wpływa na powodowane przez nie szkody. W 2021 r. Europa doświadczyła serii katastrofalnych powodzi, a ich skutki były związane również z błędami w ocenie ryzyka powodziowego, nie tylko w zakresie planowania (np. zabudowa wzdłuż terenów zalewowych), ale także z powodu niepewności używanych modeli (np. powódzie są modelowane tylko z uwzględnieniem czystej wody). Obecne zarządzanie powodzią ma wiele ograniczeń. Ograniczenia te stają się jednak coraz bardziej widoczne i powinny być dyskutowane wspólnie przez naukowców i praktyków.

Wraz z rosnącą dostępnością dużych danych geoprzestrzennych i dostępem do platform obsługujących analizy wieloczasowe, rośnie wykorzystanie teledetekcji do monitorowania hydro-morfo-biodynamiki rzecznej. Możliwość mapowania, określania ilościowego i wykrywania zmian w krajobrazie rzecznej (tj. wody, osadów i roślinności) w dużej rozdzielczości czasoprzestrzennej, może efektywnie wspierać zarządzanie rzekami oraz modelowanie ryzyka powodzi. Analiza dużych danych geoprzestrzennych może być przeprowadzona przy użyciu opartej na „chmurze” platformy, takiej jak Google Earth Engine (GEE), która łączy wielopetabajtowy katalog zdjęć satelitarnych i zestawy danych geoprzestrzennych z funkcjami analizy w skali planety. Umożliwia to naukowcom, badaczom i programistom wykrywanie zmian, mapowanie trendów i ilościowe określenie różnic na powierzchni Ziemi. Jednak pomimo coraz większych możliwości monitorowania dynamiki rzek na podstawie zdjęć satelitarnych, w niewielu badaniach wykorzystuje się te informacje, aby poprawić wiarygodność modeli ryzyka powodziowego.

Modele hydromorfodynamiczne są złożone, a przed zastosowaniem konkretnego modelu niezbędne jest dokładne zbadanie analizowanego terenu. Historyczne analizy geomorficzne mogą być bardzo pomocne w wyborze najbardziej odpowiednich narzędzi do modelowania, zapewniając lepsze zrozumienie ewolucji morfologii (obrysu i przekroju) rzeki. Wstępne badania powinny ocenić wpływ zastosowanych podczas modelowania uproszczeń na oszacowanie ryzyka powodziowego, wspierając zarządców wód w wyborze doraźnego monitoringu i narzędzi do modelowania.

Wykorzystując rzeki Wisłę (Polska) i Po (Włochy), jako studia przypadków, projekt ma na celu: i) zbadanie bio-morfo-dynamiki rzecznej w bardzo wysokiej rozdzielczości czasoprzestrzennej (zdjęcia 10x10m, pozyskiwane co kilka dni); ii) opracowanie nowego schematu modelowania ryzyka powodziowego, aby bardziej wiarygodnie odtworzyć środowisko rzeczne. Rzeki Wisła i Po mają strategiczne znaczenie w kontekście oceny ryzyka powodziowego, ponieważ przepływają przez wiele miast i obszarów przemysłowych, a miliony ludzi mieszkających w ich pobliżu są narażone na wystąpienie powodzi. Porównanie otrzymanych wyników może dostarczyć dodatkowych informacji na temat znaczenia uwzględniania lokalnych warunków (specyficznych dla analizowanej zlewni) w opracowywaniu planów zarządzania ryzykiem powodziowym.

Oba studia przypadków będą badane równolegle, zgodnie z tym samym przyjętym schematem:

- GEE zostanie wykorzystany do analizy obrazów satelitarnych pochodzących z teledetekcji w celu uzyskania dynamiki rzecznej w skali miesiąca. Skrypty GEE zostaną utworzone w celu uzyskania szeregu ustalonych wskaźników wielospektralnych, takich jak np. znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji (NDVI), zmodyfikowany znormalizowany różnicowy wskaźnik wody (MNDWI), znormalizowany różnicowy wskaźnik mętności (NDTI), znormalizowany różnicowy wskaźnik zabudowy (NDBI), do oceny ewolucji rzek w ciągu ostatnich 40 lat. Możliwość tworzenia skryptów w Pythonie i JavaScript w środowiskach online GEE zapewni elastyczność aktualizacji zarówno wskaźników, jak i skali analiz w przyszłości, w zależności od dostępności nowych danych satelitarnych. Dla Wisły i Po zostaną wygenerowane mapy wieloczasowe, aby pokazać sezonowe zmiany: i) roślinności; ii) odsłoniętych osadów rzecznych; iii) powierzchni wody. Mapy krajobrazu rzeki ze środowiska GEE będą wykorzystane jako dane wejściowe w pracy doktorskiej.

- iRIC to darmowy pakiet do modelowania numerycznego, który pozwala na symulację dynamiki rzecznej w wielu skalach, dzięki możliwości łączenia różnych dostępnych algorytmów numerycznych. Dla każdej rzeki utworzonych zostanie szereg scenariuszy na podstawie dostępnych danych i informacji GEE (np. stanu roślinności, zabudowy na terenach zalewowych) za pomocą modelu 2D MFlow_02, który pozwala na symulacje hydro-morfo-biodynamiczne. Symulacje zostaną przeprowadzone w skali mniejszych segmentów i odcinków rzeki, a następnie przeskalowane dla całej rzeki, co pozwoli na kompleksową kalibrację i walidację. Ta operacja zostanie wykonana z wykorzystaniem danych z wcześniejszych lat. Poszczególne modele zostaną zastosowane do stworzenia map terenów zalewowych dla całej rzeki, ze szczególnym uwzględnieniem określonych obszarów krytycznych, w oparciu o informacje o wcześniejszych, poważnych powodziach. Powstaną liczne scenariusze, które zostaną porównane z historycznymi raportami powodziowymi, w celu wykazania, iż określenie rocznego okresu powtarzalności w warunkach stacjonarnych może prowadzić do nieprawidłowego oszacowania ryzyka powodziowego.