

Streszczenie popularnonaukowe

Burze oraz zjawiska im towarzyszące, takie jak powodzie błyskawiczne, silne porywy wiatru, opady gradu czy tornada stanowią zagrożenie dla społeczeństwa, infrastruktury oraz różnych dziedzin gospodarki. Koszty strat poniesione w wyniku ich występowania tylko na terenie Stanów Zjednoczonych oraz Europy przekraczają każdego roku około 30 mld USD. Raporty i obserwacje burz są silnie związane z rozmieszczeniem ludności, a zazwyczaj lokalny zasięg przestrzennych zjawisk konwekcyjnych powoduje, że na obszarach o małej gęstości zaludnienia występuje znaczne niedoszacowanie częstości ich występowania oraz intensywności. Dostępne dane teledetekcyjne (radary meteorologiczne, sieci detekcji wyładowań atmosferycznych) obejmują nadal zbyt krótkie ciągi obserwacyjne, a ich nierównomierna efektywność detekcji uniemożliwia tworzenie wiarygodnych map zagrożenia zjawiskami burzowymi w skali globalnej. Takie możliwości stwarzają jednak tzw. reanalizy meteorologiczne, które są wieloletnimi symulacjami numerycznymi opartymi na danych historycznych. Przy ich użyciu możliwe jest modelowanie częstości występowania warunków atmosferycznych, które sprzyjają tworzeniu niebezpiecznych zjawisk burzowych.

Głównym celem projektu jest użycie globalnych danych z reanaliz meteorologicznych ECMWF ERA5, NOAA 20CR oraz NASA MERRA2 na przestrzeni ponad 70 lat i przeprowadzenie oceny, jak duży wpływ na występowanie burz oraz zjawisk im towarzyszących mają obserwowane zmiany klimatu i wzrost średniej temperatury powietrza. Dodatkowo, użyte zostaną również globalne pomiary radiosondażowe, które posłużą ocenie wiarygodności użytych reanaliz. W celu opracowania schematów mających na celu identyfikację warunków atmosferycznych sprzyjających powstawaniu określonych zjawisk burzowych, użyjemy algorytmów tzw. uczenia maszynowego (ang. *machine learning*). Modele te zostaną numerycznie nauczone poprawnego identyfikowania warunków burzowych na zestawie ponad 1 miliona raportów zjawisk niebezpiecznych (opady gradu, tornada, silne porywy wiatru) oraz ponad 1 miliarda wyładowań atmosferycznych z baz danych na obszarze Europy, Stanów Zjednoczonych oraz Australii. Istotny nacisk zostanie położony na proces rozwoju burz (inicjacji konwekcji) oraz zmiennych środowiskowych, które ten proces istotnie ograniczają (np. warstwy suchego powietrza w środkowej troposferze). Stworzone w ten sposób modele zostaną zastosowane na uprzednio opracowanych globalnych bazach reanaliz i pozwolą na lepsze oszacowanie wieloletnich zmian w warunkach atmosferycznych sprzyjających powstawaniu zjawisk burzowych i roli globalnego ocieplenia klimatu w tym procesie.

Dotychczasowe badania nad zjawiskami burzowymi prowadzone były głównie w ujęciu regionalnym, a prace dotyczące zmian globalnych były nieliczne. Jak wykazały wstępne badania na obszarze Europy oraz Stanów Zjednoczonych wzrost temperatury, mimo, że wpływa na wzrost wilgotności powietrza w dolnej troposferze, wcale nie musi skutkować wzrostem częstości i intensywności burz. Zmiany w warstwach atmosfery odpowiedzialnych za hamowanie inicjacji konwekcji odgrywają znacznie większą rolę w modelowaniu zjawisk burzowych niż dotychczas uważano.

Efektom przeprowadzonych badań będzie opracowanie globalnej klimatologii burz oraz ocena czy istnieje powiązanie pomiędzy globalnym wzrostem temperatury, a zagrożeniem ze strony zjawisk konwekcyjnych w różnych regionach świata. Opracowane modele uczenia maszynowego będą mogły być wykorzystane w projekcjach zmian klimatu, a także w operacyjnym prognozowaniu zjawisk burzowych. Ponadto, porównanie reanaliz z danymi radiosondażowymi umożliwi ocenę wiarygodności każdej z nich, co może być przydatnym rezultatem dla przyszłych badań bazujących na tych reanalizach. Pomyślna realizacja projektu przyczyni się do rozwoju obecnego stanu wiedzy w dziedzinie meteorologii mezoskalowej, klimatologii, szacowaniu ryzyka, zmian klimatu oraz numerycznych modeli pogody.