

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Chmury są integralnym elementem atmosfery ziemskiej, a o ich wpływie na pogodę i klimat nie trzeba nikogo przekonywać. Oddziaływanie chmur z układem klimatycznym zależy w dużym stopniu od rozmiarów kropelek z których składa się chmura. Krople chmurowe tworzone są na drobinach aerozolu, rosną na skutek kondensacji pary wodnej, a kiedy osiągną rozmiary rzędu kilkunastu mikrometrów zaczynają się zderzać ze sobą i łączyć tworząc krople deszczu. Zderzanie i łączenie ze sobą kropelek jest jednym z ważniejszych procesów dzięki któremu chmura produkuje deszcz. Poprawny opis procesu zderzeń i łączenia kropelek jest kluczowy dla możliwości stworzenia poprawnej prognozy pogody oraz klimatu. Może to się wydawać dziwne, ale ciągle jest wiele niewiadomych dotyczących procesu zderzeń kropelek chmurowych. Przykładowo, nadal nie jest jasne w jaki sposób niektóre chmury szybko produkują deszcz, już w ciągu 20-30 minut od swego powstania.

Opis procesu zderzeń i łączenia kropelek jest stosunkowo prosty z punktu widzenia pojedynczych kropelek. Jednak w skali chmury bezpośrednie opisanie zderzeń jest niemożliwe, ponieważ jeden metr sześcienny powietrza chmurowego zawiera ok. stu milionów kropelek. Dlatego do opisu zderzeń i łączenia się kropelek stosuje się przybliżone metody.

Badanie chmur w dużej mierze opiera się na modelowaniu numerycznym. Opis zderzeń kropelek w najdokładniejszych modelach numerycznych, które można zastosować do badania całych chmur, opiera się na równaniu zaproponowanym na początku XX wieku przez Mariana Smoluchowskiego. Równanie to reprezentuje uśredniony wynik losowego ze swojej natury procesu zderzeń. Dlatego też równanie Smoluchowskiego nie nadaje się do badania tzw. efektu „szczęśliwych kropelek”. Efekt ten polega na tym, że znikoma część kropelek (jedna na milion) zderza się dużo częściej niż pozostałe krople. Hipoteza, że „szczęśliwe kropelki” odpowiedzialne są za szybkie powstawanie deszczu została postawiona już ponad pół wieku temu, lecz wciąż nie została dobrze zbadana. Stosowanie równania Smoluchowskiego poddaje w wątpliwość również fakt, że do jego wyprowadzenia niezbędne jest przyjęcie założeń, których poprawność w kontekście badań nad chmurami nie jest dobrze znana.

Wieloletnie badania nie doprowadziły do jednoznacznych wniosków jaki jest zakres poprawności równania Smoluchowskiego w warunkach chmurowych. Przyczyną takiego stanu rzeczy były między innymi ograniczenia związane z metodami numerycznymi oraz mocą obliczeniową komputerów. Nowe numeryczne metody opisu kropelek chmurowych, w szczególności metoda superkropelek zaproponowana w fizyce chmur w 2009 roku przez japońskiego badacza Shin-ichiro Shima, pozwalają na skuteczne podjęcie tematu zakresu poprawności równania Smoluchowskiego w opisie zderzeń kropelek chmurowych, inaczej mówiąc odpowiedzi na pytanie o **stochastyczny kontra deterministyczny** sposób powstawania deszczu. W ramach proponowanych badań szukać będziemy odpowiedzi na to pytanie przy zastosowaniu modelowania komputerowego w szerokim zakresie skal: od pojedynczych metrów sześciennych powietrza do pól chmurowych nad powierzchnią rzędu setek kilometrów kwadratowych. Warto podkreślić, że metoda superkropelek została uznana za przełomową dla opisu mikrofizyki chmurowej. Jednym z niewielu ośrodków, które stosują tę metodę jest Instytut Geofizyki na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Realizacja projektu pozwoli poszerzyć wiedzę o jednym z podstawowych procesów fizyki chmur oraz stworzyć elementy umożliwiające dokładniejszy opis chmur w modelach pogody i klimatu.