

Ruch mas powietrza w atmosferze może nieść ze sobą krople chmurowe, kryształki lodu lub płatki śniegu. Dobrze znanym, rosnącym problemem jest obecność w atmosferze pyłu zawieszonego oraz smogu, których źródłem jest transport oraz spalanie paliw niskiej jakości. Ruch drobin (cząstek stałych lub kropeł cieczy) ma miejsce także w przypadku erupcji wulkanicznych wpływając na pogodę i wywołując niepożądane skutki a niekiedy nawet zagrożenie dla komunikacji lotniczej. Ponieważ ruch powietrza w atmosferze ma złożony i nieuporządkowany charakter, nazywamy go burzliwym lub turbulentnym, a jego ścisły opis matematyczny nie jest możliwy. Dzięki ogromnym postępom w technologii komputerowej dostępne stały się bardzo szybkie maszyny wieloprocesorowe. Są one niezwykle pomocne w prognozowaniu pogody, a także w innych obliczeniach w zastosowaniach przemysłowych, takich jak energetyka czy inżynieria chemiczna (procesy spalania, filtracji i wiele innych).

Najważniejszym celem projektu jest ulepszenie metod obliczeniowych dla takich przepływów, zarówno poprzez pełniejsze ujęcie fizyki zjawisk jak i opracowanie wydajniejszych algorytmów komputerowych. W szczególności zarówno grawitacja (poprzez prędkość opadania) jak i turbulencja wpływają na częstotliwość zderzeń cząstek (kropeł), ich łączenie się aż do powstania deszczu. Przedmiotem zainteresowania będzie lepszy opis tak zwanych oddziaływań aerodynamicznych, które stają się znaczące, gdy krople znajdują się blisko siebie. Badania eksperymentalne są trudne, a często nawet niewykonalne z uwagi na ograniczone możliwości aparatury pomiarowej, zwłaszcza gdy chodzi o wykonywanie pomiarów bezpośrednio w chmurze. Stąd tak wielka i rosnąca jest rola metod obliczeniowych.

Nasz zespół dysponuje zaawansowanym kodem komputerowym do rozwiązywania pełnych równań przepływu (ang. DNS). Wykorzystuje on tak zwaną metodę spektralną, którą cechuje wysoka dokładność oraz wydajność. Kod ten, rozbudowywany od kilku lat, został już sprawdzony w wybranych zastosowaniach. Dalsze jego rozwinięcie pozwoli także na podjęcie problemu prowadzenia obliczeń w większej skali (po pewnym uśrednieniu) z zastosowaniem tak zwanych symulacji wielkowirowych (ang. LES). Obliczenia LES są typowe dla modelowania procesów atmosferycznych w warstwie granicznej (do 1-2 km nad powierzchnią ziemi) i modelowania dynamiki chmur, a ponadto – jako mniej kosztowne od symulacji DNS – stają się coraz bardziej użyteczne we wspomnianych wyżej zastosowaniach przemysłowych przepływów turbulentnych z cząstkami. Z tego względu, kolejnym celem projektu będzie wykorzystanie wyników prowadzonych obliczeń DNS w pełni rozwiązywanego przepływu do ulepszenia podejścia LES, zwłaszcza w zakresie szacowania oddziaływań i zderzeń cząstek. Projekt będzie prowadzony we współpracy międzynarodowej z bardzo doświadczoną grupą uczonych z Chin, którzy od wielu lat prowadzą zaawansowane badania modelowania ruchu i wzajemnych oddziaływań cząstek. Wykonywać będą oni symulacje z zastosowaniem innych metod obliczeniowych, komplementarnych wobec wspomnianej wyżej metody spektralnej. W szczególności, planują oni symulacje ze szczegółowym rozwiązaniem przepływu wokół cząstek, co pozwoli na lepszą parametryzację oddziaływań aerodynamicznych, kluczowych dla wyznaczania częstotliwości zderzeń i koalescencji kropeł. Innym aspektem bilateralnego projektu polsko-chińskiego będzie współpraca w zakresie przygotowania algorytmów i prowadzenia obliczeń na komputerach o bardzo dużej wydajności.