

Symulacje powstawania i rozwoju delt rzecznych w środowiskach Ziemi i Tytana

Streszczenie

Misja *Cassini-Huygens* do układu Saturna zrewolucjonizowała naszą wiedzę o Tytanie, największym lodowym księżycu tej planety. Jednym z jej najistotniejszych odkryć jest stwierdzenie istnienia jezior węglowodorów i dolin rzecznych na powierzchni Tytana. Węglowodorowe rzeki są w stanie transportować luźny materiał, tak samo jak ziemskie rzeki transportują ziarna skalne. Osady są odkładane w trakcie transportu, w szczególności w miejscach, w których rzeka dociera do zbiornika stojącej cieczy. W miejscach tych tworzą się delty rzeczne. Delty mają różnorodne rozmiary, nachylenia i kształty, w zależności od typu terenu, natężenia przepływu, kształtujących je procesów i rozmiarów budujących je ziaren.

Używając modelu numerycznego opartego na metodzie elementów skończonych przeprowadziłem symulacje procesów sedymentacji zachodzących w środowisku ziemskim i tytanowym. Rozważone zostały różne możliwe gęstości transportowanego osadu, zbadany został wpływ różnych natężeń przepływu i dominujących rozmiarów ziaren. Przewagą tego modelu nad powszechnie stosowanymi modelami o zredukowanej złożoności jest zastosowanie uniwersalnych równań Naviera-Stokesa do opisu przepływu i odpowiednich równań opisujących transport osadów. Mimo oczywistych zalet, modeli tworzenia się i rozwoju delt opartych o równania hydrodynamiki jest stosunkowo niewiele i rzadko są one stosowane do symulacji procesów w środowisku innym niż ziemskie.

Przedstawiony tutaj model reprezentuje niewielkie delty rzeczne, lecz charakteryzuje się dużą rozdzielczością przestrzenną, co pozwala na uchwycenie procesów o małej skali przestrzennej. Po raz pierwszy przedstawiono obliczenia tą metodą dla delt uformowanych z materiału stałego o gęstości bazaltu, co ma znaczenie rzek płynących na obszarach młodego wulkanizmu bazaltowego na Ziemi. Nikt też przedtem nie próbował zastosować tego rodzaju symulacji dla Tytana.

Praca ta stanowi rozszerzenie poprzednich publikacji, z których pierwsza ukazała się w czasopiśmie *Planetary and Space Science* w 2015 roku (Witek & Czechowski, 2015a),

druga została wysłana do publikacji w tym samym czasopiśmie (Witek & Czechowski, 2015b), natomiast trzecia i czwarta zostały wysłane do publikacji w *Geological Quarterly* (Witek et al., 2016; Misiura et al., 2016). W pracach tych zostały opisane różnice w procesach powstawania i rozwoju delt rzecznych w środowiskach Ziemi i Tytana (dla różnych natężeń przepływu), wynikające z innych wartości przyspieszenia grawitacyjnego, gęstości cieczy i materiału stałego oraz lepkości cieczy na tych dwóch ciałach niebieskich.

Zastosowany model pozwala otrzymać realistyczne wyniki, które dają się wyjaśnić za pomocą analizy działających lokalnie sił. Uzyskane wyniki prowadzą do następujących wniosków: (1) rozwój delty dla ziaren bazaltowych jakościowo przebiega tak jak dla kwarcowych; (2) pole prędkości przepływu dla różnych cieczy na Tytanie praktycznie nie zależy od rodzaju cieczy; (3) rozwój delty na Tytanie silnie zależy od gęstości osadów, dla osadów złożonych z lodu wodnego natężenie transportu jest większe niż dla materiału kwarcowego dla Ziemi; (4) niektóre formy depozycyjne na Tytanie, morfologicznie odpowiadające formom tworzącym się na Ziemi, mogą być zbudowane z ziaren o większej średnicy niż formy ziemskie; (5) wyróżnione zostały trzy odmienne formy ogólnej morfologii osadów, które odpowiadają odpowiednio: dominacji erozji u ujścia rzeki, formowaniu się delt płatowych i tworzeniu się delt stożkowych. W przypadku Tytana obszar przestrzeni parametrów odpowiadający deltom płatowym jest węższy niż w przypadku Ziemi.

Badania nad geomorfologią fluwialną Tytana są niezbędne dla właściwej interpretacji form terenu obserwowanych na radarowych i podczerwonych zdjęciach powierzchni. Moja praca pogłębia zrozumienie procesów kształtujących powierzchnię tego aktywnego geologicznie ciała.