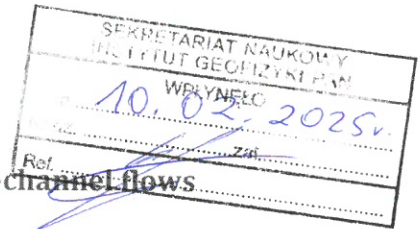


16F-SN-420 715/22



Onset of motion of compact-shaped microplastics in open-channel flows

Arianna Varrani

Zrozumienie dynamiki zanieczyszczenia plastikiem jest kluczowe, co potwierdzają nie tylko najnowsze doniesienia w mediach, ale także coraz więcej badań naukowych. Powszechność tego problemu wymaga poszukiwania nowych wątków badawczych, które można budować w oparciu o już posiadaną wiedzę. Jeden z takich wątków wiąże się z transportem plastiku, a niniejsza praca uzupełnia go o zagadnienie mikroplastiku (małych cząstek plastiku o średnicy do 5 mm).

Mikroplastik (MP) można znaleźć na dnie rzek i strumieni, a jego transport w ciekach wciąż budzi wiele pytań, szczególnie dotyczących jego dynamiki. Celem niniejszej pracy jest określenie podstaw do zrozumienia początkowego ruchu i przemieszczania się mikroplastiku na dnie rzeki poprzez symulację w laboratorium początkowego ruchu zdolnych do osadzania się cząstek plastiku, które traktowane są jak przemieszczające się rumowisko.

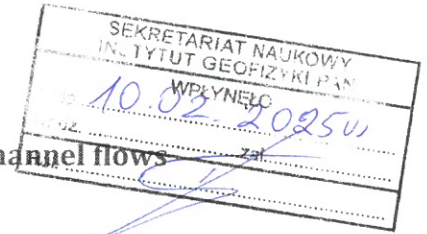
Główne cele badawcze to: (i) opracowanie metody definiowania warunków początku ruchu ziaren mikroplastiku na jednorodnym dnie przy uwzględnieniu najnowszych osiągnięć i narzędzi badawczych, (ii) ocena wpływu materiału dna na warunki początku ruchu cząstek plastiku, (iii) sprawdzenie, czy koncentracja powierzchniowa mikroplastików ma wpływ na określenie warunków początkowych ich ruchu.

Eksperymenty laboratoryjne przeprowadzono w Laboratorium Fizycznych Modeli Hydrodynamicznych IGF PAN w Warszawie, aby określić warunki początku ruchu wybranych mikroplastików na różnych typach dna płaskiego: (i) jednorodne dno z ziaren mikroplastiku, (ii) naturalne dno żwirowe, (iii) naturalne dno piaszczyste. Do scharakteryzowania pola prędkości blisko dna użyto prędkościomierza Dopplera, a do oceny ruchu cząstek plastiku opracowano i zastosowano metodę analizy obrazu.

Wyniki pokazują, że cząstki mikroplastiku o kształcie zbliżonym do naturalnego rumowiska, które były szeroko stosowane w przeszłości do modelowania transportu sedymentu w badaniach laboratoryjnych, ulegają przemieszczaniu na dnie z naturalnego materiału przy znacznie niższym naprężeniu ścinającym niż na jednorodnym dnie z plastikowych ziaren. Zależy to m.in. od ich kształtu, ekspozycji na dnie i zanurzenia. Jednocześnie stwierdzono, że koncentracja powierzchniowa mikroplastików nie odgrywa istotnej roli, przynajmniej w badanym zakresie.

Arianna Varrani

IGF-SN-420-15/22



Onset of motion of compact-shaped microplastics in open-channel flows

Arianna Varrani

Understanding the dynamics of plastic pollution is crucial, and this is testified not only by the news, with highly impacting visuals, but also by the growing scientific evidence of plastic pollution extension. The ubiquity of such a problem requires exploring new research threads, translating well-settled knowledge into new applications. One such thread is connected with the transport of plastics, and this work contributes to it, by adding a filament related to microplastics (small plastic particles up to 5 mm in size).

Microplastics (MPs) can be found at the bed of rivers and streams, and riverine transport of MPs has still many open questions, regarding its dynamics. The present work aims at establishing a basis for the understanding of compact-shaped MP incipient motion and remobilization from river beds, simulating in a laboratory flume the onset of motion of plastic particles able to settle, and, therefore, are considered to move bedload alike.

The main aims of the research are: (i) setup a method to define threshold conditions for incipient motion of microplastics on homogeneous bed, accounting for State-of-Art developments and tools, (ii) evaluate the effects of the bed composition on plastic particles' remobilisation threshold, (iii) check if MPs surface concentration plays a role in the definition of the remobilisation threshold.

Laboratory experiments were performed at the Hydrodynamics Model Laboratory of IG-PAS in Warsaw to quantify the threshold conditions for the chosen MPs, over different types of flat-beds: (i) homogeneous bed composed of microplastic grains, (ii) natural gravel bed, (iii) natural sand bed. To characterise the near-bed velocity field, Doppler velocimetry was used, while to estimate the plastic particles' motion, an image analysis approach was developed and used.

The results show that compact-shaped MPs, which are the closest to modelling natural sediments and have been widely used in the past to scale sediments in laboratory settings, get remobilised on natural beds at bed shear stresses lower than on homogeneous plastic beds. This depends, among others, on their shape, on their exposure on the bed and on their submergence. At the same time, it is concluded that the surface concentration does not play a significant role, at least in the range tested.

Arianna Varrani