

Dyfuzja jest jednym z fundamentalnych zjawisk w przyrodzie występującym niemal w każdej skali: zarówno czasowej jak i przestrzennej. Według praw dyfuzji przebiegałoby to losowo mikroskopijnych molekuł wewnątrz komórek, rozchodzenie się ciepła, dyspersja zanieczyszczeń w akwenach wodnych, migracje populacji a także dynamika wewnątrz galaktyk. Wszystkie te zjawiska fizyczne mają zupełnie różne podstawy jednak wynikowe równania, które opisują ich ewolucję do siebie bardzo podobne. Są to (w uproszczeniu) tak zwane równania różniczkowe cząstkowe paraboliczne. W tym przypadku równanie nazywamy cząstkowe, ponieważ zawiera pochodne zarówno względem czasu jak i przestrzeni. To znaczy, że opisuje zmiany danego zjawiska tak w czasie jak i w przestrzeni.

W niniejszym projekcie rozpatrujemy dyfuzję wody w ośrodkach porowatych takich jak gleba czy cegła. Równanie opisujące to zjawisko, czyli mówiące nam o tempie rozchodzenia się wilgoci staje się wtedy nieliniowe. Oznacza to tutaj, że tempo dyfuzji zależy od ilości wilgoci w ośrodku wody. Powinno nie komplikuje to analiz matematycznych zagadnienia czyni je ciekawszym i badanym już od kilku dziesięcioleci. Okazuje się jednak, że w niektórych ośrodkach (niektóre minerały takie jak zeolit lub pewne materiały budowlane) dyfuzja wilgoci przebiega w zupełnie innym tempie niż przewiduje wymienione powyżej równanie paraboliczne. Dyfuzja taka została nazwana anomalną lub subdyfuzją w rozpatrywanym przez nas konkretnym przypadku (wilgoć wnika w ośrodek w tempie wolniejszym niż klasycznie). Jednym z wyjaśnień tego zjawiska jest pułapkowanie porcji wody w niektórych obszarach medium (ośrodek porowaty ma bardzo skomplikowaną strukturę i takie zachowanie się płynu może mieć miejsce). Jak pokazali my w jednej z prac podstawowych wstępem do niniejszego projektu, pułapkowanie prowadzi do równania całkowo-różniczkowego, w którym zamiast pochodnej rzędu całkowitego znajduje się pochodna ułamkowa.

Realizacja projektu przyczyni się do zbadania naszego nieliniowego równania subdyfuzji i poznania takich ważnych faktów jak oszacowanie tempa frontu wilgoci oraz całkowitej ilości wody obecnej w ośrodku. Ponadto zamierzamy zaję się pewnymi, czysto teoretycznymi, hipotezami których dowody mogą przynieść kilka ciekawych i praktycznych oszacowań. Tę do pracy analitycznej będzie analiza numeryczna, dla której konieczne będzie zaproponowanie schematów różnicowych. Wszystkie te wyniki pozwolą na dokładniejsze poznanie procesów zachodzących wewnątrz niektórych materiałów budowlanych a także na zbadanie matematyczne skomplikowanych i nieliniowych równań całkowo-różniczkowych.

Znaczenie naszego projektu ma swoje miejsce nie tylko w czysto teoretycznych wynikach matematycznych. Twierdzenia, które udowodnimy dadzą nam konstruktywne oszacowania na tempo wnikania wody w ośrodek porowaty. Jak pokazuje eksperyment, wiele ważnych z punktu widzenia przemysłu (nie tylko budowlanego) materiałów wykazuje cechy subdyfuzyjne, nasza analiza przysporzy nam do dokładniejszego poznania ich parametrów. Znajomość procesu wnikania wody w ośrodek jest istotna dla oszacowania tempa starzenia się materiałów, ich wytrzymałości a także własności transportowych związanych z przenoszeniem różnych związków chemicznych. Analiza matematyczna jest niezbędna do dokładniejszego zbadania tych ważnych zjawisk.