

Oil spill simulation

Modelowanie systemów dyskretnych

Bogusław Błachut

Jakub Radek

Jakub Sordyl

Spis treści

1. Wstęp
 - 1.1. Źródła
 - 1.2. Podstawowe podsumowanie projektu
2. Budowa modelu
 - 2.1. Procesy
 - 2.2. Różnice w porównaniu do modelu bazowego
 - 2.3. Dane
3. Rezultat
 - 3.1. Przykładowe działanie modelu

1. Wstęp

1.1. Źródła

- Maciej Gług, Jarosław Wąs, Modeling of oil spill spreading disasters using combination of Lagrangian discrete particle algorithm with Cellular Automata approach (ISSN 0029-8018)
- [Dane dotyczące pływów morskich](#)

1.2. Podstawowe podsumowanie projektu

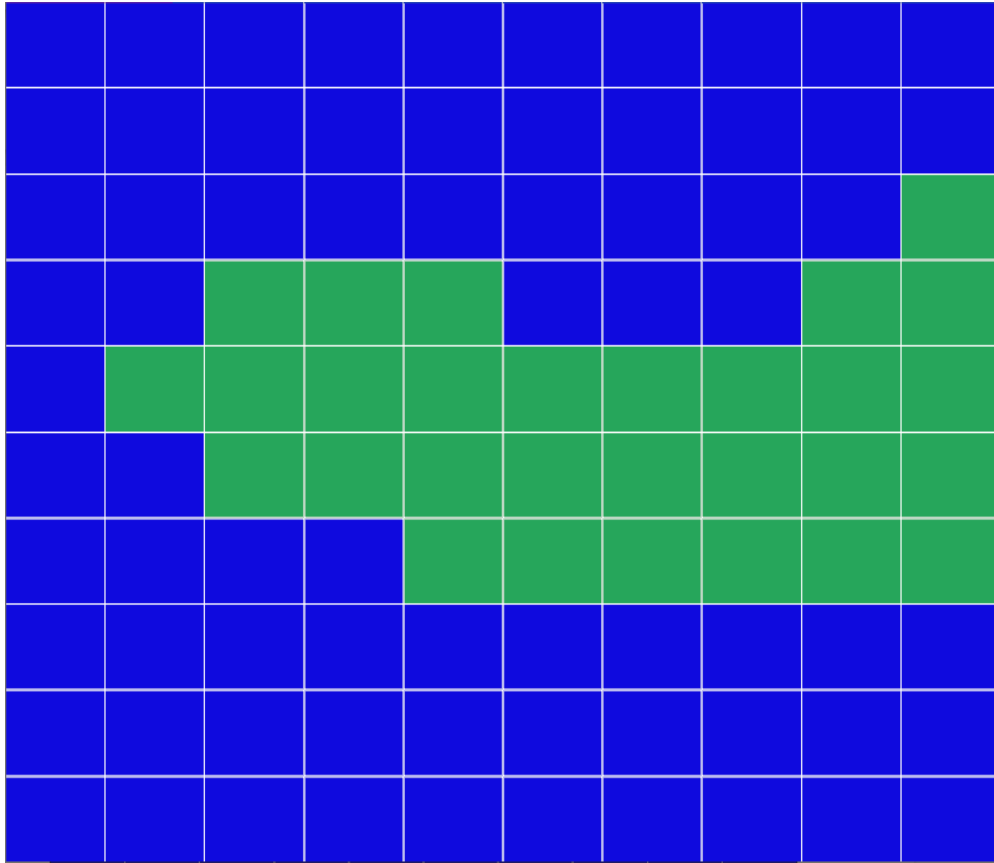
Projekt został zainspirowany różnymi katastrofami związanymi z platformami wiertniczymi wydobywającymi ropę, szczególnie na wybuchu platformy wiertniczej Deepwater Horizon. Ze względu na ograniczenia sprzętowe oraz czasowe, symulacja przeprowadzana jest na ograniczonym obszarze przestrzeni będącym odwzorowaniem skrawka wybrzeża małej wysepki "Horn Island" znajdująca się ok10km od przegu wybrzeża Missisipi.



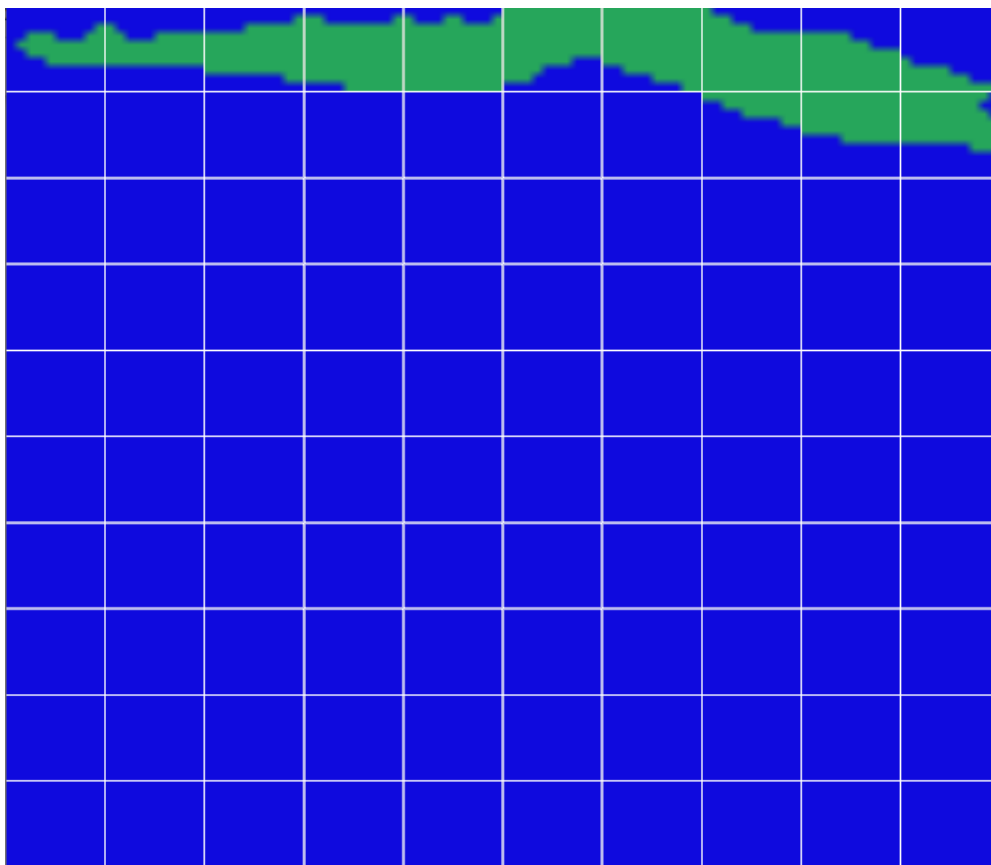
Rysunek 1: Mapa 5km x 5km z fragmentem Horn Island wykorzystana jako źródło dla mapy symulacji.

Przestrzeń została na potrzeby symulacji podzielona na 10000 komórek, tworząc obszar 100 x 100.

Każdy obszar 10 x 10 tworzy jedną komórkę nadrzędną istniejącą na potrzeby graficznego wyświetlania całości obszaru symulacji.



Rysunek 2: Zawartość przykładowej komórki nadrzędnej, wyświetlane komórki to bezpośrednio te, na których wykonywana jest symulacja.



Rysunek 3: Całość obszaru symulacji zawierającego 100 komórek nadrzędnych.

Obszar zawarty w każdej komórce nadrzędnej posiada własne wartości wektorów wiatru, wektorów ruchu wody oraz wartości aktualnej temperatury.

Komórki wewnętrzne, czyli tzw “oil points” posiadają własne wartości masy ropy, poziomu emulsyfikacji, lepkości oraz wskaźnika parowania ropy.

Symulacja traktuje każdą swoją iterację jak 20 sekund czasu rzeczywistego.

Ze względu na ograniczony obszar na podstawie którego stworzony został model, nie posiada on własnych danych startowych co do ilości ropy, pozwala natomiast użytkownikowi na ręczne dolanie określonej przez niego ilości, na wskazane przez niego miejsca.

Program pozwala także modyfikować minimalny interwał pomiędzy każdym krokiem (iteracją) symulacji, przełączać widoczność kratek dla wygody użytkownika oraz dokładności ręcznego dolewania ropy.

Ustawiany interwał nie jest koniecznie wartością dokładną, co wynika z różnej złożoności obliczeniowej dla różnych stanów symulacji. Z praktycznego punktu widzenia wartość ta służy jako limiter maksymalnej prędkości wykonywania się symulacji.

Interfejs graficzny wyświetla na bieżąco dane o aktualnej iteracji, czasie symulacji, ilości ropy na morzu oraz ilości ropy na lądzie.

2. Budowa model

Symulacja była przeprowadzana przy wykorzystaniu następujących procesów fizycznych takich jak:

- parowanie
- adwekcja (przenoszenie ropy na podstawie wiatrów)
- interakcja z brzegiem
- naturalna dyspersja
- zmiany lepkości i poziomu emulsyfikacji poprzez mieszanie się z wodą
- procesy związane z rozprzestrzenianiem się ropy na sąsiednie komórki

Spora część procesów fizycznych została zaimplementowana na podstawie dokumentu profesora Jarosława Wąsa! zastosowane zostało jednak inne podejście co do interpretacji "Oil Point", przez co szczegóły implementacji czasem się różnią.

W dokumencie jedna komórka dzieliła się na niepodzielne małe części zwane "Oil Point" które mogły podróżować niezależnie od komórki. U nas OilPointy zachowują się jak nadrzędne komórki (są statyczne) a jedynie masa ropy się rozprzestrzenia.

Miało to następujące konsekwencje:

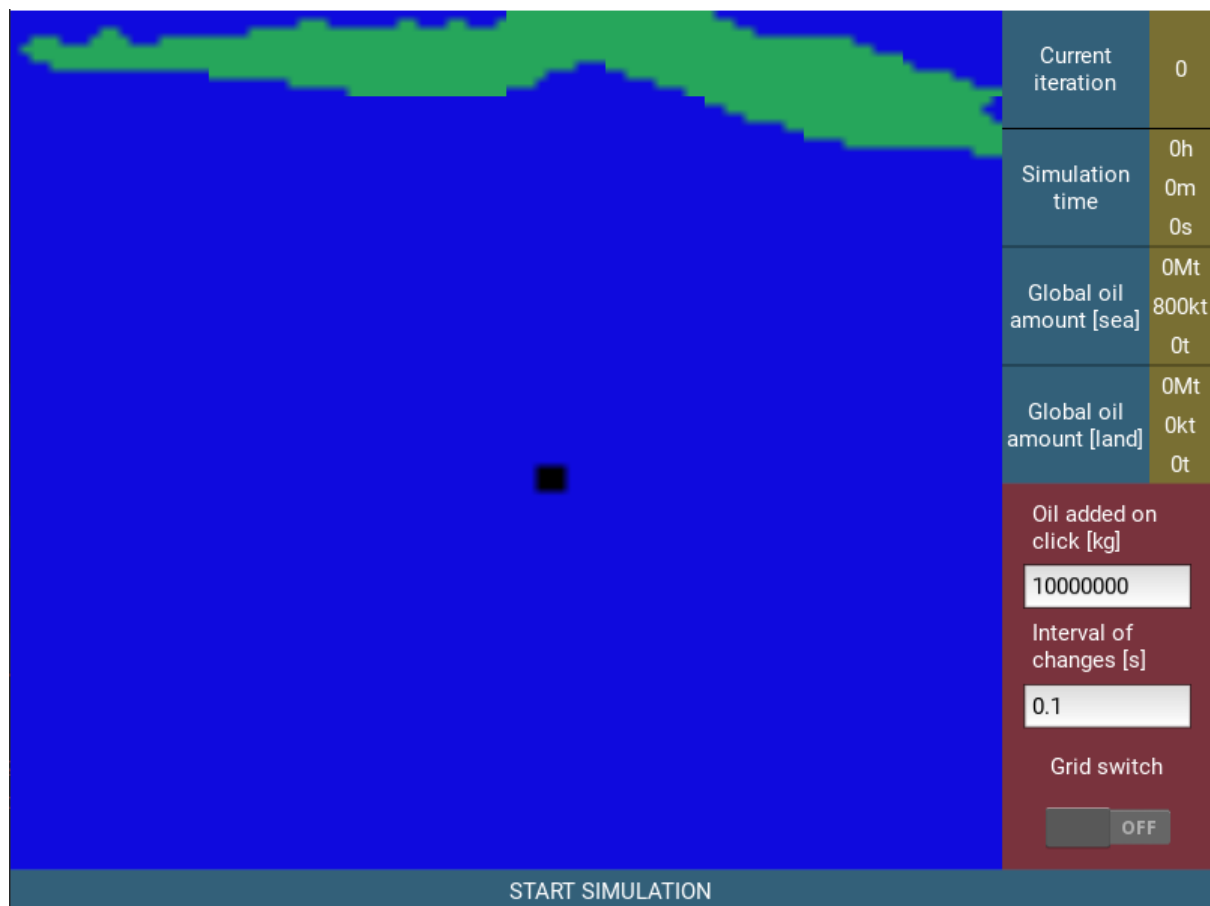
- Rozprzestrzenianie ropy zamiast przenosić kilka oil pointów zależność od losowych wartości wylosowanych dla każdego oil pointa, w całości losuje jedną wartość na podstawie której przenosi część masy ropy do sąsiada.
- Adwekcja którą zaimplementowaliśmy na 2 sposoby:
 - Sprawdzamy o jaki wektor przesunął by się oil point i dodajemy go do buffera. Jeśli wartość wektora w bufferze jest większa niż długość oil-pointa, to przenosimy całą ropę do odpowiedniej komórki i odejmujemy wektor przeniesienia od buffera.
 - Sprawdzamy o jaki wektor przesunął by się oil point i na podstawie tego przesuwamy masę ropy na komórki znajdujące się pod wirtualnie przesuniętym kwadratem oil pointa i rozprzestrzenia ją proporcjonalnie do pola które zajął by nowy oil point.
 - Obie wersje mają swoje plusy i minusy. Drugi jest dokładniejszy ale wymaga dużo więcej czasu symulacji. Pierwszy jest zdecydowanie szybszy ale też bardziej "Dyskretny".

Z powodu problemów ze znalezieniem historycznych i zmieniających się danych temperatury wody i kierunku wiatru model opiera się na stałych wartościach utworzonych na podstawie aktualnych danych.

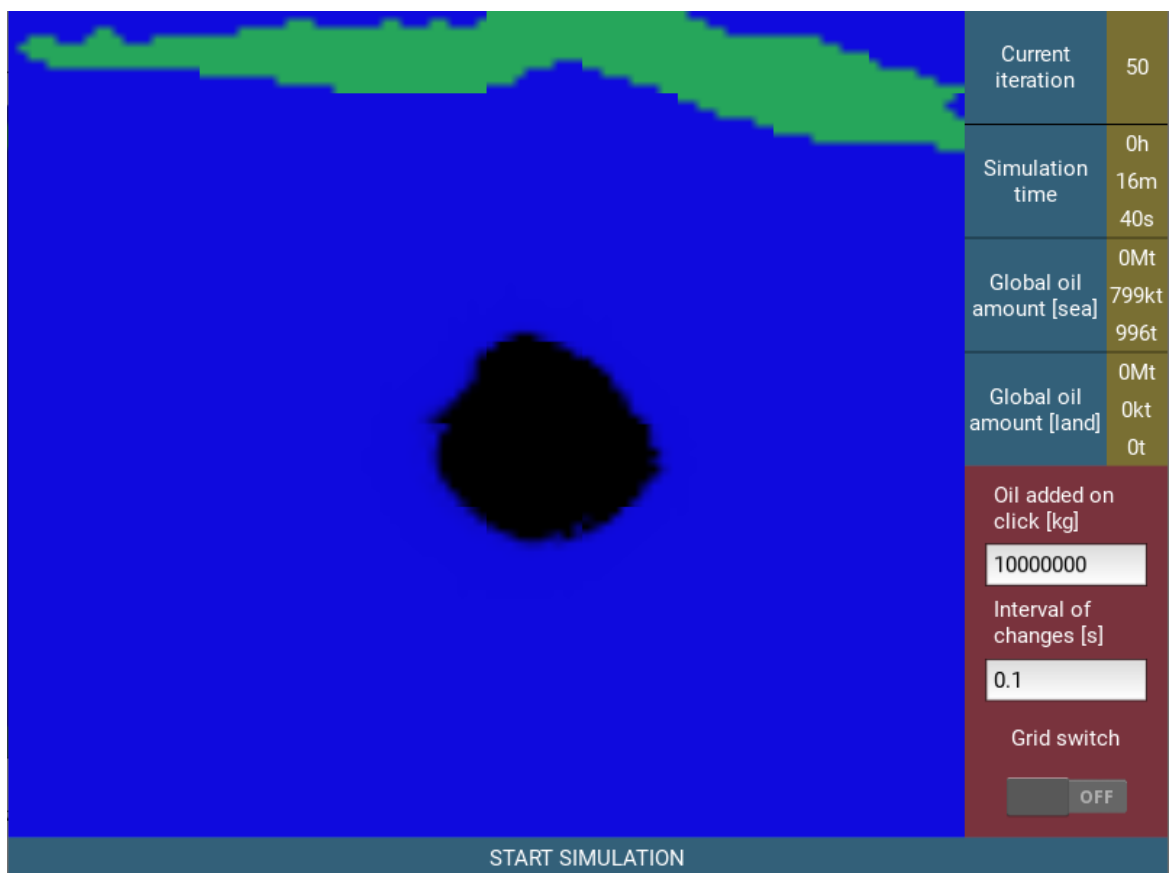
Prędkości i kierunki fal morskich opierają się na danych z 13 stacji pomiarowych i są przez model aktualizowane co godzinę czasu wewnętrznego.

3. Rezultat

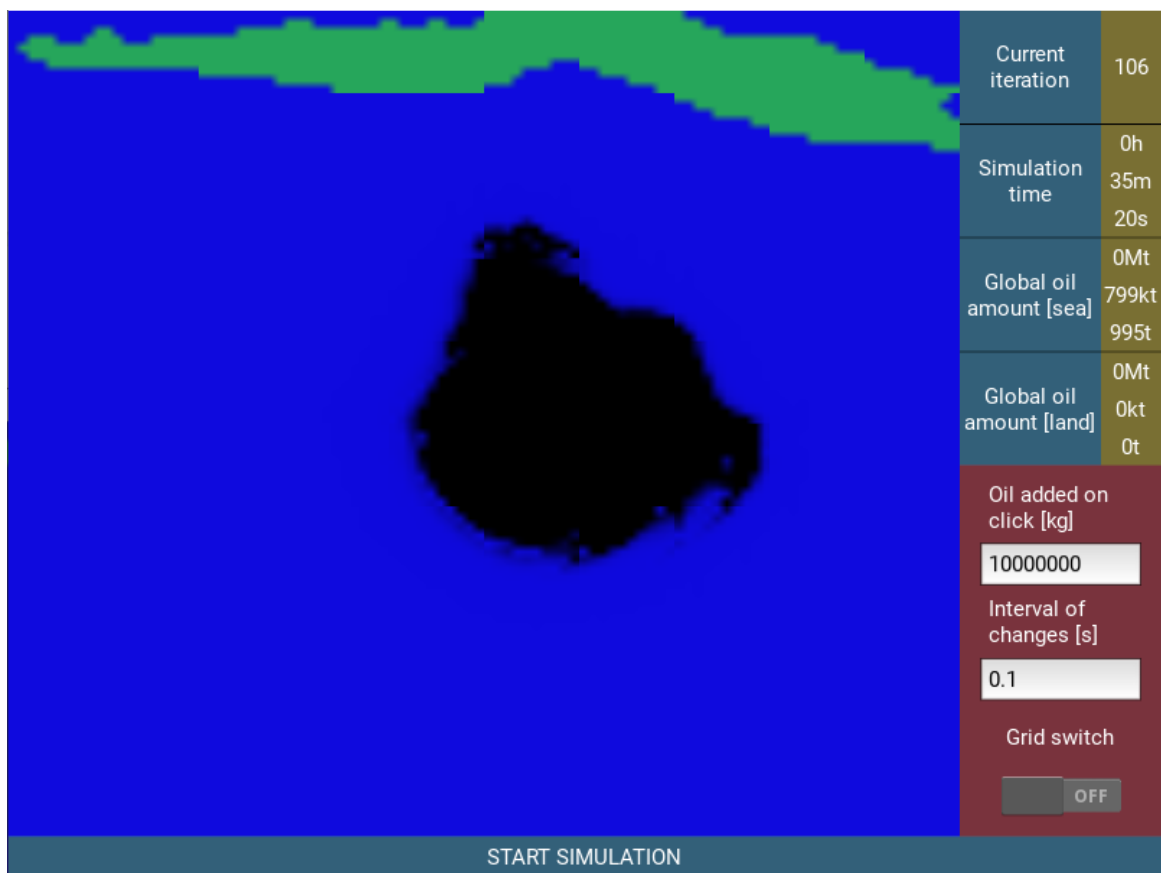
3.1. Przykładowe działanie modelu



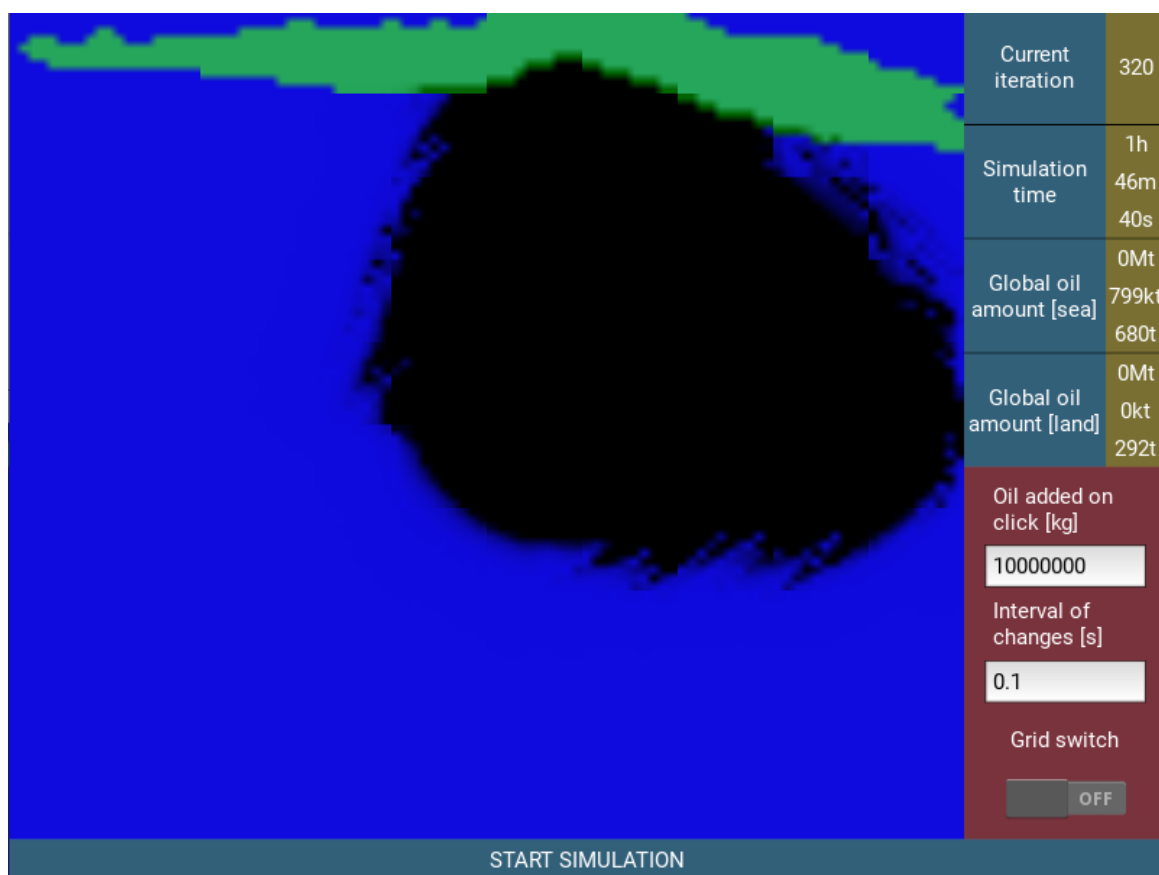
Rysunek 4: Przykładowy stan początkowy programu po ręcznym dolaniu ropy przez użytkownika (duża ilość ropy skupiona w małej przestrzeni)



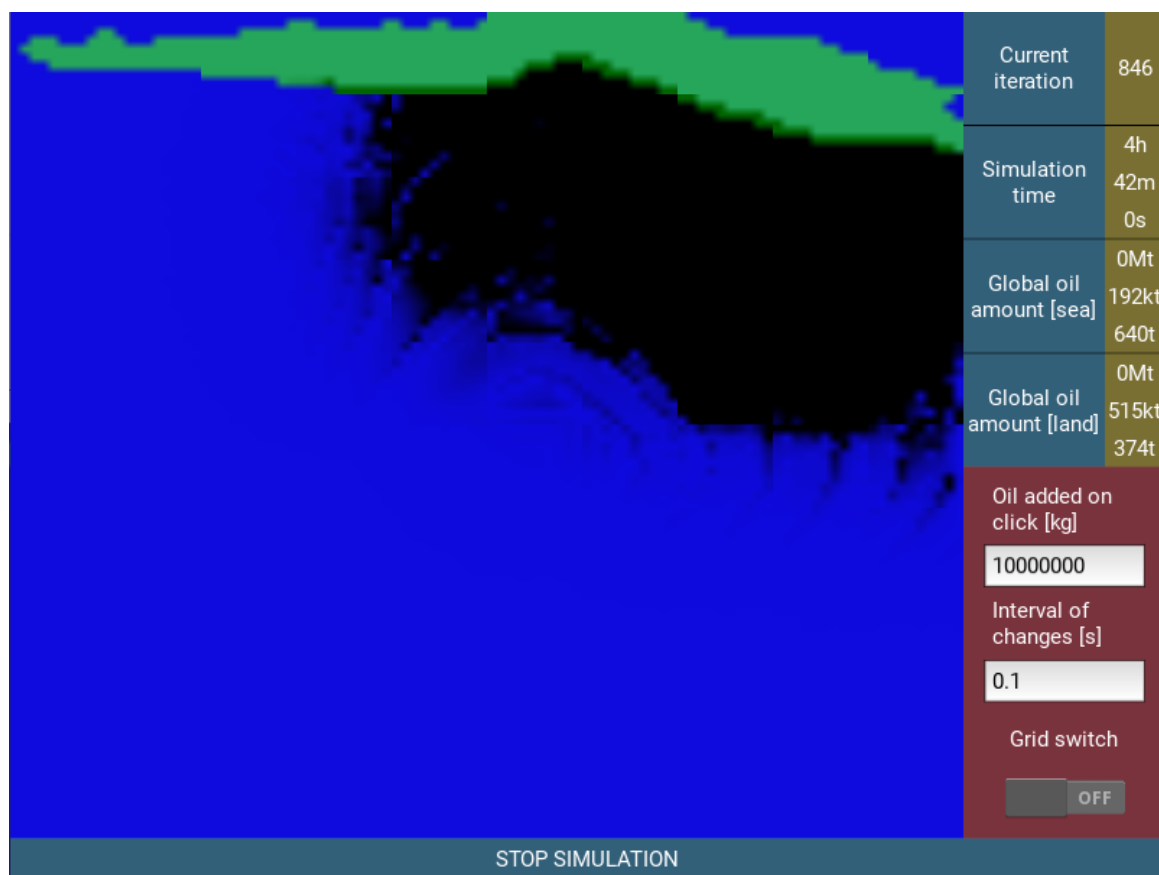
Rysunek 5: Powolne rozprzestrzenianie się ropy dookoła obszaru początkowego tworząc kształt koło-podobny



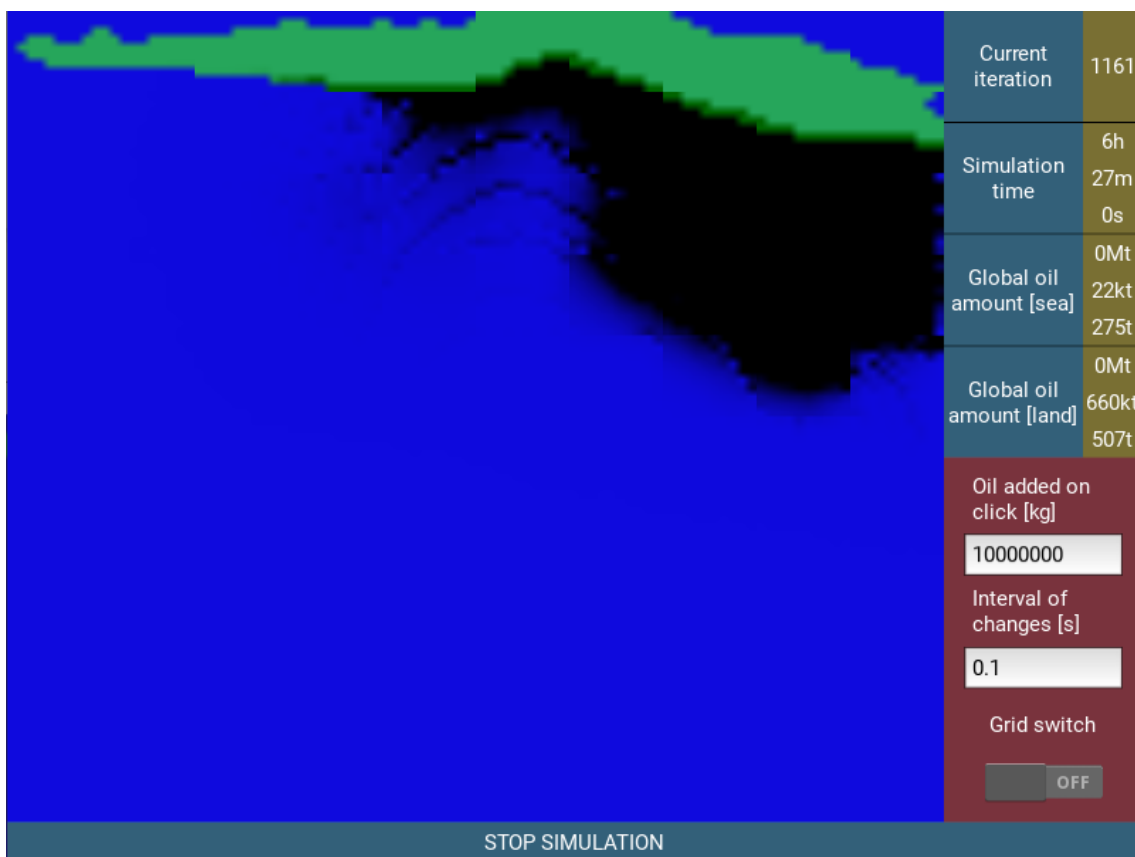
Rysunek 6: Zauważalne oddziaływanie prądów morskich oraz wiatrów na kierunek ropy.



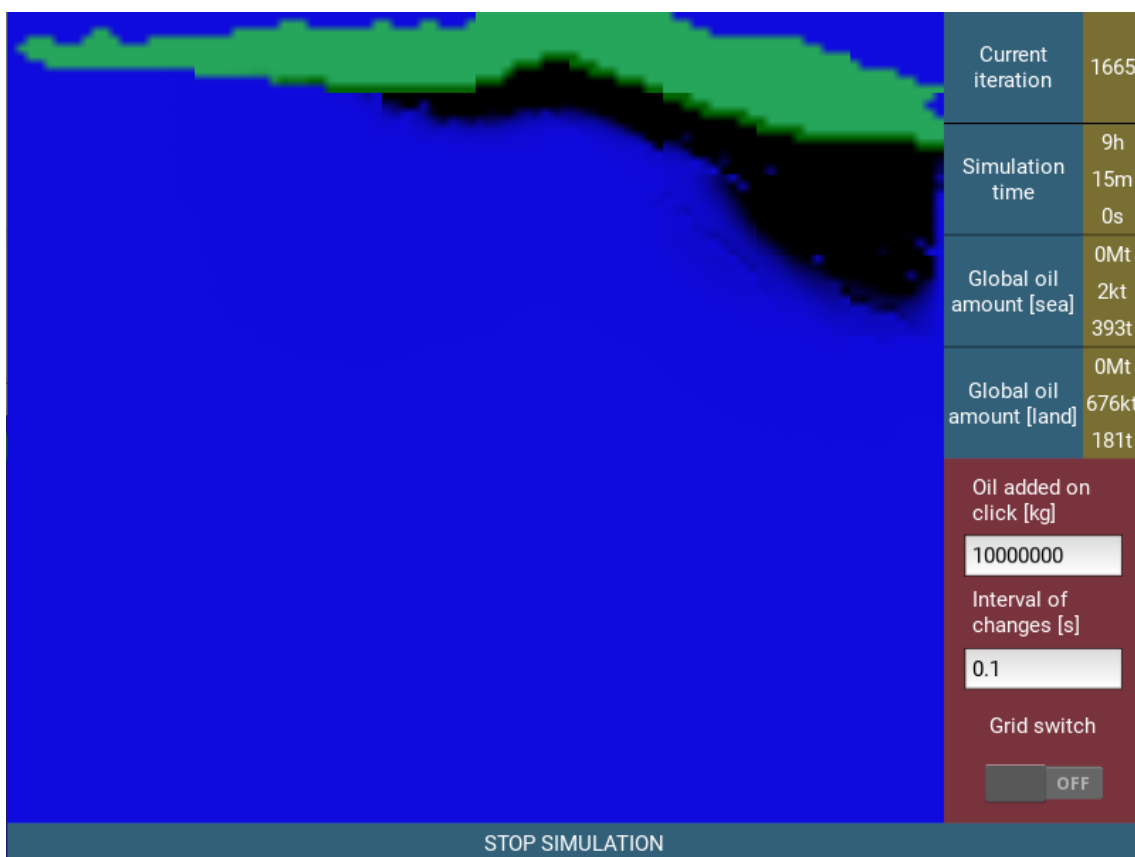
Rysunek 7: Zderzenie plamy ropy z lądem i stopniowe “wlewanie się” ropy na niego.



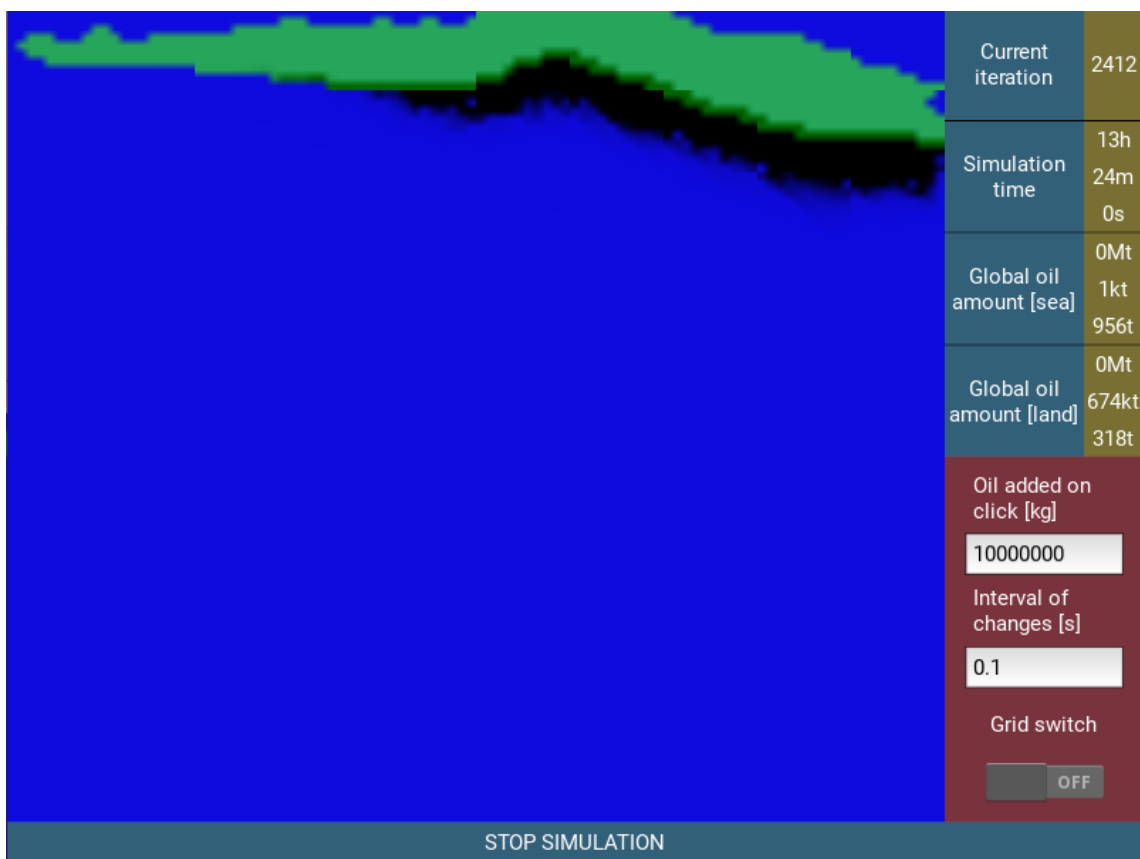
Rysunek 8: “Uderzanie” plamy o ląd wynikające z wiatrów oraz prądów morskich.



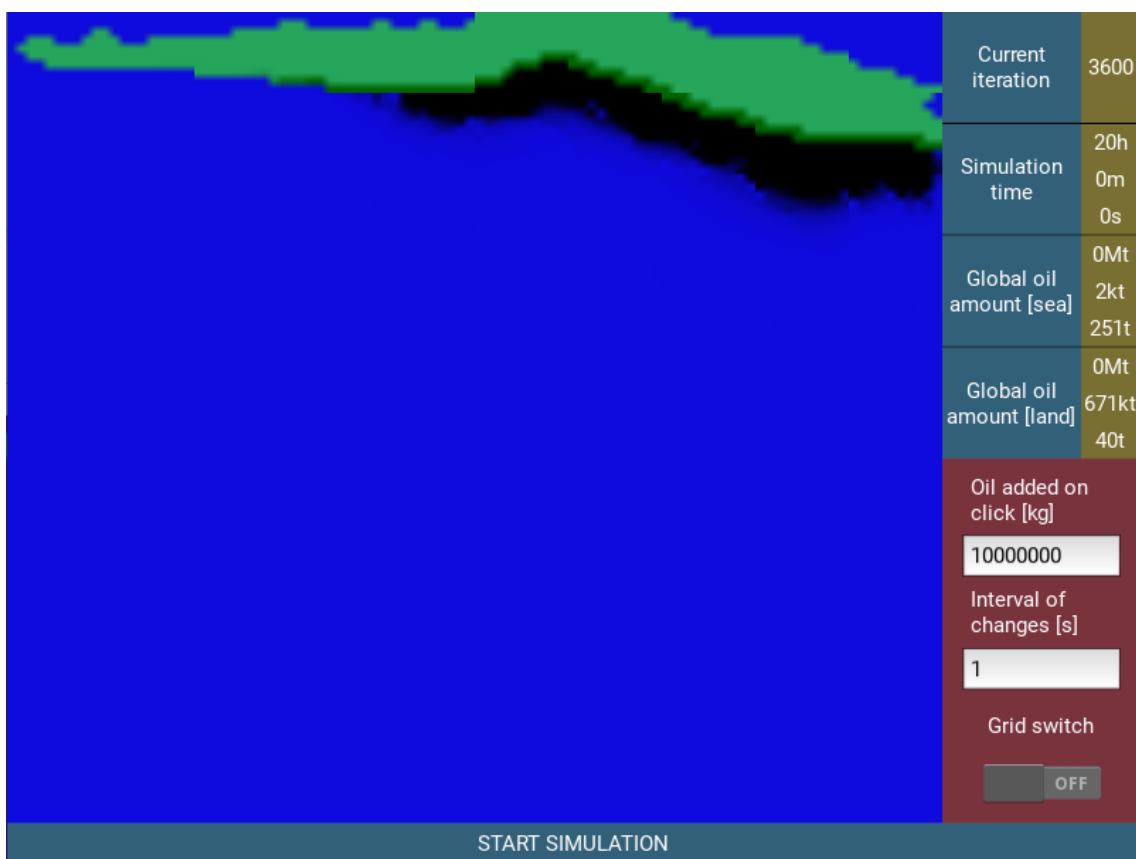
Rysunek 9: Zanikanie widoczności ropy na wodzie wynikające z “przelania” się jego dużej ilości na ląd.



Rysunek 10: Częściowa stabilizacja ropy na małym obszarze dookoła wybrzeża, ropa “zlewa” się do wody spowrotem przez co nigdy nie znika z jej powierzchni.



Rysunek 11: Plama ropy pozostaje bez większych zmian w tym samym miejscu.



Rysunek 12: Stan symulacji po 20h czasu wewnętrznego, obszar zajmowany przez plamę ropy pozostał w większości bez zmian od ponad 6h.