

Modelowanie rozprzestrzeniania się solanki w wodach morskich na przykładzie Zatoki Puckiej

Małgorzata Robakiewicz¹

Modeling of brine spreading in the marine environment — the case study of Puck Bay

A b s t r a c t. Mathematical models of hydrodynamic conditions are applied for the description of water movement in marine environments; they can also be applied for describing the spreading of substances discharged into such water bodies. In cases where brine is discharged into a marine environment, the basic problem to be solved is the intensification of the mixing process upon two fluids of substantial density difference. Due to weak mixing of such fluids, amounts of brine may accumulate at the bottom in extreme cases. Such a scenario must be avoided due to the potentially severe ecological consequences. To neutralise the negative impact of brine discharge on the marine environment, it is necessary to search for solutions which involve the mixing of discharged fluid in a receiving reservoir along with the application of natural forces (i.e. water currents in the reservoir). It is a good proposal to discharge brine into marine environments divided into small volumes, and to introduce it into the sea with a high velocity, at a certain level above the sea bed. In this manner, brine will dilute to such an extent that the mixture (sea water-brine) will not be harmful to the surrounding environment upon reaching the seabed. While sinking, the sea water-brine mixture will be transported by the marine currents from the place of discharge, and will disperse through the surrounding environment.

Based on the proposed example of brine discharge into the Puck Bay, the methodology of application of mathematical models to be used in determining the most environmentally friendly solution was presented. In this process mathematical models can be applied to: 1) describe spreading parameters of brine, taking into account the discharge method in the near-field (brine amount, discharge velocity, location of discharge above the sea bed, characteristics of the marine environment) using a buoyant plume model (e.g. Jet3D); 2) describe spreading of diluted brine in the marine environment in the far field using an advection-diffusion model.

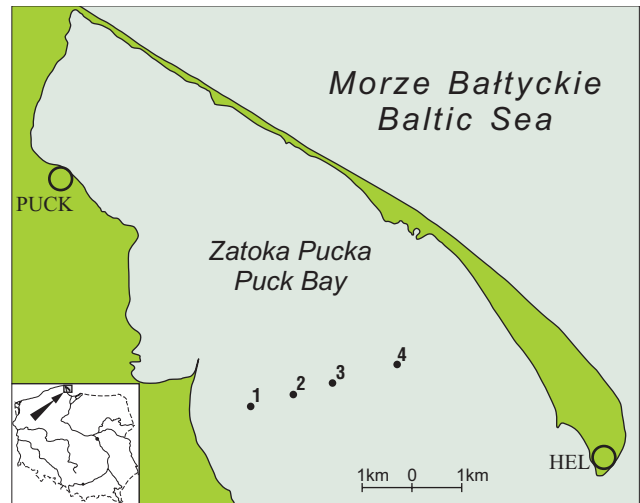
Modele matematyczne warunków hydrodynamicznych są stosowane do określania warunków ruchu wody

w dowolnych akwenach morskich, jak również rozprzestrzeniania się substancji wprowadzanych do nich z zewnątrz. W przypadku zrzutu solanki o wysokim stężeniu do wód morskich o niskim zasoleniu podstawowa trudność polega na umożliwieniu mieszania się dwóch cieczy

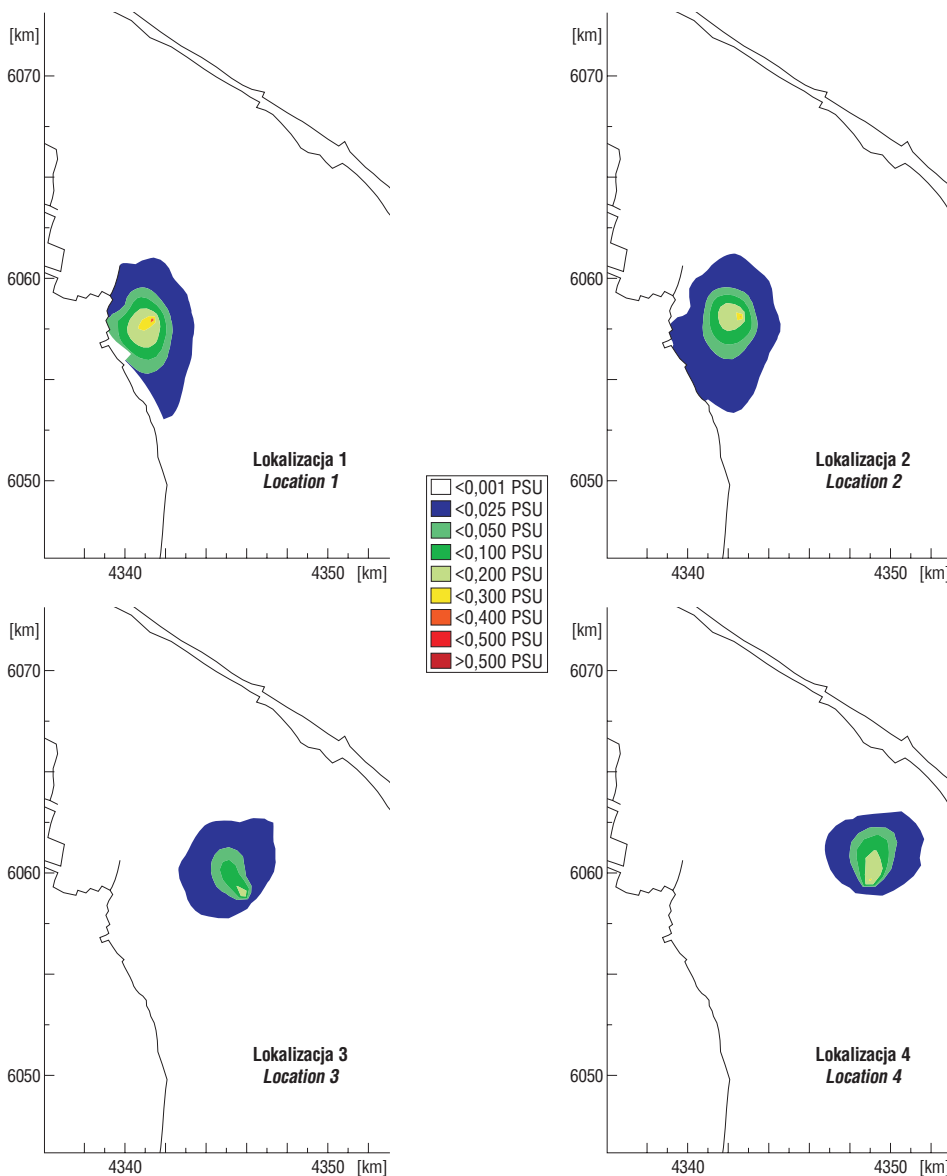
¹Instytut Budownictwa Wodnego PAN, ul. Kościarska 7, 80-328 Gdańsk; marob@ibwpan.gda.pl

znacznie różniących się gęstością. Ze względu na słabe mieszanie się takich cieczy, w skrajnie niekorzystnym przypadku może dojść do zalegania solanki przy dnie. Taki scenariusz jest nie do zaakceptowania ze względu na bardzo negatywne skutki ekologiczne takiego zdarzenia. By nie dopuścić do niepożądanego oddziaływania zrzutu solanki do morza, należy poszukiwać rozwiązań, które wymuszą znacznie łatwiejsze mieszanie się zrzucanej cieczy ze środowiskiem zbiornika morskiego, wykorzystując do tego siły natury (tj. prądy wody w akwenie, do którego następuje zrzut). Dobrym rozwiązaniem jest „wyrzucanie” małych strumieni solanki do wód morskich na pewnej wysokości ponad dnem, tak aby w momencie dotarcia do dna jej koncentracja została zredukowana do wielkości nie mającej istotnego wpływu na naturalne środowisko. W okresie opadania solanki, rozproszonej podczas wyrzutu, następuje jej porywanie przez prądy morskie oraz rozchodzenie się w zbiorniku.

Na przykładzie projektowanego zrzutu solanki do wód Zatoki Puckiej przedstawiono sposób wykorzystania



Ryc. 1. Proponowane miejsca zrzutu solanki do Zatoki Puckiej
Fig. 2. Proposed locations of brine discharge into the Puck Bay



modeli matematycznych pozwalających na wybór optymalnego sposobu wyprowadzenia solanki do morza. Podczas wyboru modele matematyczne wykorzystano do określenia:

□ parametrów rozpraszania się solanki w zależności od sposobu wprowadzania do środowiska w polu bliskim zrzutu (uwzględniono ilość solanki, prędkości wypływu, wysokość wyrzutu ponad dnem, właściwości środowiska morskiego, do którego jest wyprowadzana solanka) — użyto modelu strugi zatopionej;

□ rozprzestrzeniania się rozproszonej solanki w wodach morskich (w polu dalekim zrzutu) — wykorzystano model adwekcji-dyfuzji.

Ryc. 2. Rozkład przyrostu zasolenia w warstwie przydennej — przykładowe wyniki obliczeń w czterech lokalizacjach dla warunków hydrodynamicznych jak 5.06.2006 r.

Fig. 2. Distribution of salinity increase in the bottom layer — exemplary model results in four locations in hydrodynamic conditions as on 5.06.2006