

I. Miejsce realizacji projektu badawczego

Nr REGON P-0001330-33000000
55-1-811-19101

1. Nazwa i adres jednostki, w której jest realizowany projekt, telefon, fax

INSTYTUT OCEANOLOGII UNIwersytetu GDAŃSKIEGO
GDYNIA 81 - 378 AL. J. PIŁSUDSKIEGO 46
+48 (58) 20 - 21 - 65 TEL / FAX

2. Kierownik jednostki, imię i nazwisko, adres, telefon, fax

PROF. DR HAB. KRZYSZTOF KORZENIEWSKI -
DYREKTOR INSTYTUTU OCEANOLOGII UG.
GDYNIA 81 - 378 AL. J. PIŁSUDSKIEGO 46
+48 (58) 20 - 21 - 65 TEL / FAX

3. Główny księgowy (Kwestor) jednostki, imię i nazwisko, adres, telefon, fax

mgr Maria Janasiewicz
Gdańsk 80-952 ul. Bażyńskiego 1a tel. (0-58) -52-50-71
fax. (0-58)-52-03-11

4. Nazwa banku, nr konta jednostki

WBK SA o/Gdańsk
351809-2857

5. Oświadczenie jednostki:

1/ stwierdzam, że zapoznałem się z opisem i kosztorysem projektu badawczego pt.:

Model wymiany materii i energii w ekosystemie Zatoki Gdańskiej.

2/ zadania badawcze będące przedmiotem wniosku nie są objęte dotacją z Komitetu na działalność statutową jednostki ani finansowane z innych źródeł budżetowych,

3/ w przypadku przyjęcia projektu badawczego do realizacji zobowiązuję się do:

- włączenia projektu do planu zadaniowo-finansowego jednostki,
- udostępnienia lokalu, aparatury i obsługi administracyjno-finansowej,
- zatrudnienia na podstawie umowy o pracę, umowy o dzieło lub umowy zlecenia, niezbędnych pracowników,
- nadzoru nad wydatkowaniem środków finansowych przeznaczonych na wykonanie projektu, a w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości niezwłocznego powiadomienia Komitetu.

Data

Główny księgowy (Kwestor)

Kierownik jednostki

.....

(podpis i pieczęć)

(podpis i pieczęć)

II. Dane o projekcie badawczym

1. Charakter projektu - samodzielny - wchodzący w skład pakietu*)

2. Czas trwania projektu 24 miesiące

3. Propozycja skierowania wniosku

zespół P.2.2.

sekcja

4. Środki finansowe	wypełnia zespół komisji Komitetu
planowane nakłady (mln zł)	środki przyznane (mln zł)
ogółem.....1796 mln zł	ogółem
1994.....897 mln zł.	199..
1995.....685 mln zł.	199..
1996.....214 mln zł.	199..
	199..
	199..

5. Słowa kluczowe

Model ekologiczny, hydrodynamika, adwekcja, dyfuzja, promieniowanie słoneczne, pole światła, termika, zanieczyszczenia, bakterie Escherichia coli, cykle biogenów, produkcja pierwotna, Zatoka Gdańska, Bałtyk Południowy.

6. Streszczenie projektu (nie powinno przekraczać 250 słów)

Przyspieszona eutrofizacja Zatoki Gdańskiej wywołana wzrostem zanieczyszczeń antropogenicznych stwarza potrzebę określenia kierunku i tempa zmian zachodzących w tym ekosystemie. Pomimo istnienia dużego zbioru danych opisujących środowisko Zatoki Gdańskiej brak jest opracowań kompleksowych, a dotychczas publikowane prace opisywały zagadnienie fragmentarycznie. W szczególności brak jest badań dotyczących wpływu czynników abiotycznych na przebieg cykliów biogeochemicznych oraz na procesy życiowe fito- i zooplanktonu. Ze względu na złożoność zachodzących w morzu procesów opisać je może jedynie matematyczny model ekologiczny.

Celem projektu jest budowa i weryfikacja trójwymiarowego modelu matematycznego Zatoki Gdańskiej. Umożliwi on diagnozę stanu środowiska oraz prognozowanie zmian jakim podlega ekosystem bez konieczności prowadzenia kosztownych i żmudnych badań in situ. Model uwzględni fizykę środowiska, produkcję i destrukcję materii organicznej oraz biochemiczną transformację zanieczyszczeń. W oparciu o algorytmy opisujące najważniejsze zależności zbudowany zostanie program komputerowy. Posłuży on do przeprowadzenia symulacji, w wyniku których otrzymane zostaną czasowo-przestrzenne rozkłady temperatury, zasolenia wody, stężeń biogenów i tlenu, koncentracji fito-, zooplanktonu, zawiesiny i bakterii *E. coli*. Model zostanie poddany weryfikacji na podstawie danych archiwalnych z lat 1991-1993.

*) niepotrzebne skreślić

7. Opis projektu badawczego oraz charakterystyka oczekiwanych wyników badań.

7.1. Prace poprzedzające

W latach siedemdziesiątych wprowadzono do polskiej literatury oceanograficznej jedno i dwuwymiarowe modele hydrodynamiczne (Ramming H.G., Kowalik Z. 1980). Równocześnie podejmowano badania nad modelowaniem procesów wymiany materii i energii w morzu oraz pomiędzy morzem i atmosferą. Systematyzację zagadnienia produkcji materii oparto na wieloletnich obserwacjach (Renk 1990). Wieloletnie obserwacje aktynometryczne i meteorologiczne wykorzystano do konstrukcji modelu dopływu energii słonecznej do powierzchni morza (Krężel 1985). Prace te dotyczyły głównie Południowego Bałtyku .

W modelach hydrodynamicznych dla obszarów zatok czy zalewów często stosowano warunek wypromieniowania na granicy otwartej bez uwzględnienia wpływu otwartego morza. Krystalizowała się potrzeba podjęcia rozwiązań wobec rosnącego dopływu zanieczyszczeń z lądu. Lata osiemdziesiąte obfitowały w badania ekspedycyjne rozpoznające strukturę dopływających zanieczyszczeń, pola stężeń wskutek ich rozprzyszczenia w strefie brzegowej Południowego Bałtyku, szczególnie w Zatoce Gdańskiej (Majewski. A. 1990). Z uwagi na zagrożenie sanitarne wód przybrzeżnych i plaż podjęto wiele badań rozprzyszczenia w wodach bliskiego przedpola ujść rzek wprowadzających zanieczyszczenia z lądu (Korzeniewski K. 1993). Potrzeba rozpoznania kierunków ich migracji w obawie przed drastycznymi skutkami wysokich stężeń spowodowała próby importu rozwiązań z Danii i Holandii przez instytucje Ochrony Środowiska. Oferowane modele bazowały na dwuwymiarowej hydrodynamicie. Na rozwiązania o klasę wyższe (3-D) nie było funduszy, te jednak i tak wymagałyby adaptacji i weryfikacji (Vistula River... 1992).

W latach 1991-1993 podjęto rozwiązanie własne obejmujące propagację zanieczyszczeń w Zatoce Gdańskiej realizowane w ramach grantu finansowanego przez Uniwersytet Gdański (Jędrasik J., Kowalewski M. 1993). Model transportu bazował także na hydrodynamicie 2-D, uwzględniał wpływ otwartego morza na granicy otwartej. W kolejnym kroku rozwiązano transformację stężeń migrujących biogenów wskutek procesów biochemicznych w tym produkcji pierwotnej. Wykorzystując dotychczasowe doświadczenia i dostępną literaturę podejmujemy zadanie oparte na 3-D hydrodynamicie, głównym nośniku w dynamicznym ekosystemie Zatoki Gdańskiej. Przedkładane rozwiązanie jest jakościowo nowym i otwiera możliwości efektywnego badania, redukuje kosztowne prace terenowe do niezbędnego minimum.

7.2. Cel i zakres projektu

Wpływ zmian klimatycznych i antropogenicznych na procesy biogeochemiczne zachodzące w ekosystemach morskich jest jednym z najważniejszych problemów stawianych w ramach programu: GLOBAL CHANGE. Przedmiotem przedkładanego projektu jest modelowanie przemian środowiska morskiego wskutek dopływu masy z lądu oraz wymiany energii pomiędzy morzem i atmosferą. Temat mieści się w programie skoordynowanych badań międzynarodowych LOICZ (the Land - Ocean interactions in the Coastal Zone).

Wieloletnie badania oceanograficzne Zatoki Gdańskiej pozwoliły na zgromadzenie dużego zbioru danych. Materiały te nie doczekały się kompleksowego opracowania. W chwili obecnej istnieje pilna potrzeba, podyktowana zarówno względami naukowymi jak i ekonomicznymi, opracowania matematycznego modelu opisującego wpływ różnych czynników na funkcjonowanie ekosystemu Zatoki Gdańskiej.

Głównym celem przedstawianego projektu jest budowa i weryfikacja trójwymiarowego, matematycznego modelu Zatoki Gdańskiej uwzględniającego zarówno czynniki fizyczne jak i procesy biogeochemiczne zachodzące w morzu. Model ten umożliwi diagnozę przyczyn obecnego zanieczyszczenia Zatoki Gdańskiej oraz śledzenie dróg przemieszczania się substancji toksycznych bez konieczności prowadzenia kosztownych pomiarów. Ponadto możliwe będzie symulowanie zmian zachodzących w środowisku morskim pod wpływem przewidywanych wahań klimatycznych oraz zmian ładunku zanieczyszczeń w dopływach lądowych.

Do zrealizowania projektu konieczne jest opracowanie szeregu następujących, wzajemnie ze sobą powiązanych pod modeli:

1. Model wiatrów przywodnych dla Bałtyku Południowego, pozwalający na wyznaczenie prędkości i kierunku wiatru w dowolnym punkcie morza na podstawie rozkładu ciśnienia atmosferycznego.
2. Model dopływu wód lądowych do Zatoki Gdańskiej:
 - statystyczny model dopływu Wisły - umożliwi obliczenie przepływu i wnoszonego ładunku zanieczyszczeń dla dowolnego dnia w roku,
 - modele dla małych cieków - pozwolą na obliczenie przepływów i wnoszonych ładunków na podstawie danych meteorologicznych.
3. Termiczny model Zatoki Gdańskiej opisujący wymianę energii między morzem i atmosferą oraz przenikanie ciepła w głąb morza. Uwzględni on strumienie pędu i ciepła dopływające do powierzchni morza oraz ich adwekcyjne i dyfuzyjne mechanizmy transportu w głąb toni wodnej. Model obejmuje generację i rozwój termokliny, procesy mieszania wiatrowego, konwekcji oraz zjawiska lodowe. Dzięki niemu możliwe będzie symulowanie czasowo - przestrzennych rozkładów temperatury wody.
4. Model dopływu energii słonecznej do powierzchni morza uwzględniający zachmurzenie, który będzie udoskonaleniem istniejącego już modelu dla bezchmurnego nieba SPECTRAL 2 (Bird i Riordan 1986; Krężel 1985).
5. Model transmisji energii słonecznej przez powierzchnię morza i w głąb toni wodnej z uwzględnieniem wpływu koncentracji zawiesiny i fitoplanktonu.
6. Trójwymiarowy, baroklinowy model hydrodynamiczny (Blumberg, Mellor 1987), który umożliwi obliczenie składowych poziomych i pionowych prądów oraz wychylenie powierzchni morza w Zatoce Gdańskiej. Model ten pozwoli na wyznaczenie niestacjonarnych przepływów na podstawie pola wiatrów i rozkładów gęstości wody.
7. Trójwymiarowy model transportu substancji biernych w morzu uwzględniający procesy dyfuzyjnego i adwekcyjnego przenoszenia masy. Pozwoli na opisanie rozptyłu w Zatoce Gdańskiej zanieczyszczeń wnoszonych rzekami i z innych źródeł.
8. Model rozprzestrzeniania się substancji zawieszonych pochodzenia lądowego, który umożliwi obliczenie rozkładów przestrzennych zawiesiny z uwzględnieniem tempa sedymentacji w zależności od wielkości cząstek.

9. Model produkcji i destrukcji materii organicznej w Zatoce Gdańskiej. Będzie on opisywać: zmiany biomasy fitoplanktonu i zooplanktonu, stężenia tlenu oraz przemiany związków azotu, fosforu i krzemu zachodzące w morzu. Uwzględni on wpływ warunków termicznych, dopływu światła oraz stężeń biogenów i tlenu na takie procesy jak: wzrost i redukcję fito- i zooplanktonu, mineralizację materii organicznej, nitryfikację i denitryfikację związków azotu (Fransz et al. 1991; Jansson Wulff 1977).
10. Model rozprzestrzeniania się w morzu bakterii dopływających ze źródeł lądowych, na przykładzie bakterii kałowych *Escherichia coli*. Pozwoli on na określenie zasięgu zanieczyszczeń komunalnych przy uwzględnieniu umieralności bakterii w określonych warunkach temperatury, zasolenia i oświetlenia

Powyższe podmodele są składowymi jednego wspólnego modelu uwzględniającego ich wzajemne zależności i powiązania (patrz - struktura modelu). Rozwiązanie numeryczne bazujące na różnicowych metodach siatkowych otrzymane zostanie w wyniku implementacji modelu na systemach mikrokomputerowych. Pozwoli ono na obliczenie rozkładów przestrzennych takich parametrów jak: stężenia substancji biogenicznych (azotanów, amoniaku, azotu organicznego, fosforanów, fosforu organicznego), koncentracji fito- i zooplanktonu, stężenia zawiesiny, tlenu i bakterii *E. coli* oraz temperatury i zasolenia.

Model zostanie zweryfikowany wstępnie w oparciu o dane pochodzące z pomiarów przeprowadzonych na Zatoce Gdańskiej w roku 1991. Po dokonaniu odpowiedniej kalibracji wykonana zostanie symulacja komputerowa trzyletniego okresu (lata 1991-1993) uwzględniająca rzeczywiste warunki meteorologiczne oraz dopływy lądowe, która pozwoli na ostateczną weryfikację modelu, zbadanie jego dokładności, czułości oraz na analizę błędów. Dodatkowo dokonane zostanie porównanie wyników symulacji projektowanego modelu z modelem statystycznym substancji biogenicznych, który zostanie opracowany na podstawie danych pochodzących z lat 1981-1993.

Bird R.E., Riordan C., 1986. Simple solar spectral model for direct and diffuse irradiance on horizontal and tilted planes at the earth's surface for cloudless atmosphere. *J. Clim. Appl. Met.* 25, 1, 87-97.

Blumberg A.F., Mellor G.L., 1987, A description of the three-dimensional coastal ocean circulation model [w:] Three-dimensional coastal ocean models, ed. by N. Heaps, AGU, 1-16,

Fransz H.G., Momaerts J.P., Radach G., 1991, Ecological modelling of the North Sea, *Netherlands Journ. of the Sea Res.*, 28 (1/2), 67-140,

Jansson B.O., Wulff F., 1977. Ecosystem analysis of a shallow sound in the Northern Baltic. *Contr. Askö Laboratory, Stockholm University, Sweden.* No 18. pp. 1-159.

Jędrasik J., Kowalewski M., 1993, Transport model of pollutants in the Gulf of Gdańsk, *Marine Pollution (3)*, *Studia i Materiały Oceanologiczne* nr 64, 61-76,

Korzeniewski K., (red.), 1993, *Zatoka Pucka*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, 1-532,

Kręgiel A., 1985, Solar radiation at the Baltic Sea surface, *Oceanologia*, 21, 5-32,

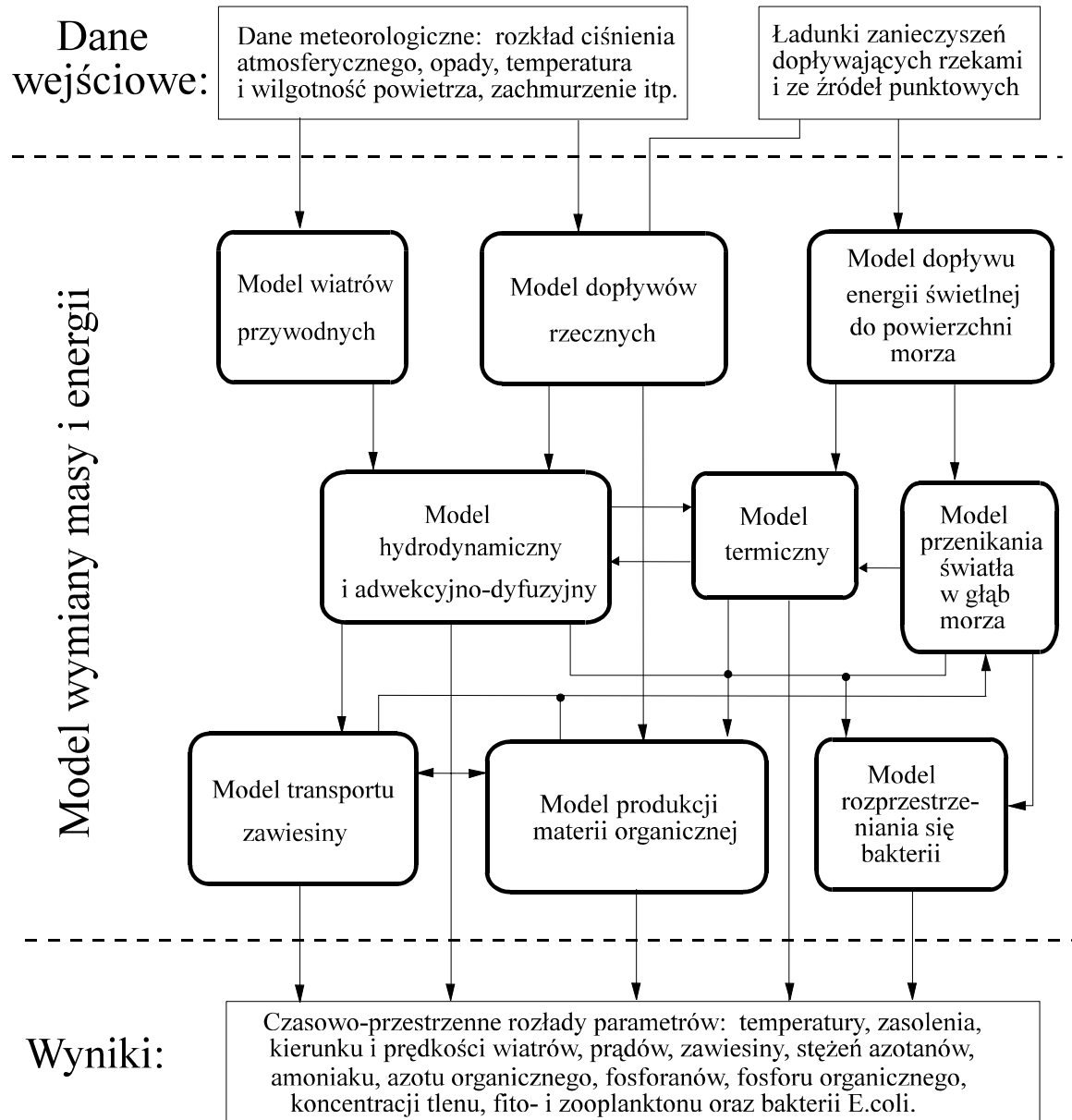
Majewski A., (red.), 1990, *Zatoka Gdańska*, Wydawn. Geologia., 1-502,

Ramming H.G., Kowalik Z., 1980, Numerical modelling of marine hydrodynamics, application to dynamic physical processes, Elsevier Scientific Publishing Co., 1-368.,

Renk H., 1990, Produkcja pierwotna [w:] *Zatoka Gdańska*, Wyd. Geolog., 329-360,

Vistula River and Gdańsk Bay, 1992, Project Report of Institute of HydroEngineering Polish Academy of Sciences, 1-73

Struktura modelu



8. Imienny wykaz wykonawców

	rodzaj zatrudnienia*)
1. prof. dr hab. Henryk Renk	kierownik projektu
2. dr Jan Jędrasik	
3. dr Jerzy Cyberski	
4. doc. dr Zdzisław Sobol	
5. mgr Marek Kowalewski	
6. dr Adam Krężel	
7. mgr Bogdan Ołdakowski	
8. dr Adam Latała	
9. dr Maria Szymelfenig	
10. dr Jacek Nowacki	
11. mgr Stanisław Grzonka	
12. mgr Maciej Matciak	
13. mgr Bożena Graca	

*) umowa o pracę, umowa o dzieło, umowa zlecenie