AN INVESTIGATION OF SEA LEVEL IN THE GULF OF THAILAND AND THE SOUTH CHINA SEA BY USING NUMERICAL OCEAN MODELS

MISS CHORTIP SIWAPORNANAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (APPLIED MATHEMATICS)
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2011

An Investigation of Sea Level in the Gulf of Thailand and the South China Sea by Using Numerical Ocean Models

Miss Chortip Siwapornanan M.Sc.(Applied Mathematics)

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Doctor of Philosophy (Applied Mathematics)
Faculty of Science
King Mongkut's University of Technology Thonburi
2011

Thesis Committee

..... Chairman of Thesis Committee
(Assoc.Prof. Suwon Tangmanee, Ph.D.)

..... Member and Thesis Advisor
(Assoc.Prof. Usa Wannasingha Humphries, Ph.D.)

..... Member and Co-Thesis Advisor
(Assoc.Prof. Prungchan Wongwises, Dr.rer.nat.)

..... Member
(Asst.Prof. Nitima Aschariyaphotha, Ph.D.)

..... Member
(Asst.Prof. Thaned Rojsiraphisal, Ph.D.)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาระดับน้ำทะเลในบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขทางสมุทรศาสตร์
หน่วยกิต	36
ผู้เขียน	นางสาวช่อทิพย์ ศิวพรอนันต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. อุษา ฮัมฟรี่
	รศ.ดร. ปรุงจันทร์ วงศ์วิเศษ
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาระดับน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ โดยพื้นที่ศึกษาอยู่ระหว่างลองจิจูดที่เก้าสิบองศาตะวันออกถึงหนึ่งร้อยสามสิบองศาตะวันออก และละติจูดที่ห้าองศาใต้ถึงสามสิบองศาเหนือ ซึ่งใช้ข้อมูลระดับน้ำทะเลที่ได้จากการตรวจวัดในช่วงปี 1977 ถึง 2007 และข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเชิงตัวเลขทางสมุทรศาสตร์ในช่วงปี 1985 ถึง 2004 การศึกษานี้ใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นกำลังสองน้อยสุด การประมาณค่าในช่วงด้วยสไปลน์ชนิดคาบกำลังสาม ฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ การวิเคราะห์เวฟเล็ต และเวฟเล็ตอาพันธ์ ผลจากการศึกษาพบว่าระดับน้ำทะเลในบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้สูงขึ้นโดยเฉพาะในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่สูงที่สุดสองอันดับแรกคือ 19.02 มิลลิเมตรต่อปีและ 15.36 มิลลิเมตรต่อปี ผลจากการศึกษาฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์พบว่า สองโหมดแรกและสามโหมดแรกของข้อมูลจากการตรวจวัดและข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเชิงตัวเลขทางสมุทรศาสตร์ สามารถอธิบายความแปรปรวนของระดับน้ำทะเลได้มากกว่า 89% และมากกว่า 71% ของความแปรปรวนทั้งหมดในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดและข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเชิงตัวเลขทางสมุทรศาสตร์มีความสัมพันธ์สูงในบางช่วงเวลาและบางพื้นที่ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวเกิดขึ้นในช่วงที่มีปรากฏการณ์รุนแรง

คำสำคัญ : ระดับน้ำทะเล / อ่าวไทย / ทะเลจีนใต้ / ฟังก์ชันตั้งฉากเชิงประจักษ์ / เวฟเล็ตอาพันธ์

Thesis Title	An Investigation of Sea Level in the Gulf of Thailand and the South China Sea by Using Numerical Ocean Models
Thesis Credits	36
Candidate	Miss Chortip Siwapornanan
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Usa Wannasingha Humphries
	Assoc.Prof.Dr. Prungchan Wongwises
Program	Doctor of Philosophy
Field of Study	Applied Mathematics
Department	Mathematics
Faculty	Science
B.E.	2554

Abstract

In this study, the sea levels in the Gulf of Thailand (GoT) and the South China Sea (SCS) covering 90°E to 130°E and 5°S to 30°N are investigated. The data used in this study are sea level from observation during 1977 to 2007 and results from numerical ocean models during 1985 to 2004. Many methods are used in this study: least square linear regression, periodic cubic spline approximation, empirical orthogonal function (EOF), wavelet analysis and wavelet coherence. The results show that the sea level has risen in the GoT and the SCS, especially in the upper part of the GoT. The two highest rising rates of sea level are 19.02 mm/yr and 15.36 mm/yr. Results of EOF reveal that the first two modes and the first three modes of observations and results from numerical ocean models explain more than 89% and 71% of total variance in the GoT and the SCS, respectively. The relationships of observation and results from numerical ocean models have high correlation in some periods and some areas. The highly coherent from both date occur during the extreme events.

Keywords : Sea Level / Gulf of Thailand / South China Sea / Empirical Orthogonal Function / Wavelet Coherence

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my appreciation and gratitude to thesis advisor and co-advisors, Assoc.Prof.Dr. Usa Wannasingha Humphries and Assoc.Prof.Dr. Prungchan Wongwises for their advice and inspiration, Prof.Dr. David J. Webb, National Oceanography Centre, Southampton for a great consultation and the data results of the OCCAM global ocean model. I am also grateful to the members of the examination committee, Assoc.Prof.Dr. Suwon Tangmanee, Asst.Prof.Dr. Nitima Aschariyaphotha and Asst.Prof.Dr. Thaned Rojsiraphisal for their valuable comments and suggestions. I am also thankful to the Marine Department, Hydrographic Department and Port Authority of Thailand for their cooperation in acquiring the observations from tide gauge records. This research was supported by grant from under the program Strategic Scholarships for Frontier Research Network for the Joint Ph.D. Program Thai Doctoral degree from the Commission on Higher Education, Thailand. Thank also to the Department of Mathematics, King Mongkut's University of Technology Thonburi for giving partial financial support during the preparation of the thesis.

I am gratefully indebted to all the lecturers who taught me during the graduate program at the Mathematics Department of King Mongkut's University of Technology Thonburi. Sincere thanks are extended to Mrs. Peangpit Rodpan, Miss Duenpen Kirdnark and Miss Pornpimol Promsri for their kind assistance and encouragement. I am also thanks to Dr. Worrachat Wannawong for his advice in oceanic model programming. Finally, my thanks are extended to my family and my friends for their unfailing support and tolerance for my whole life.

CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

Figure **Page**