

องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง



นายชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พศ. 2529

ISBN-974-567-184-3

011969

T1551235b

Factors in Changes of Coastal Shorelines  
at Lower Gulf of Thailand

Mr. Chaiwat Pholphirul, 1957 -

A thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

ISBN-974-567-184-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์      องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง  
โดย                              นายชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์  
ภาควิชา                              วิศวกรรมโยธา  
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ จักรี จิตุหะศรี)

.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ เสถียร ชลาชีวะ)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.สุจริต คุณธนกุลวงศ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง
ชื่อนิสิต	นายชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2529

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน การศึกษาปัญหาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในประเทศไทย มักประสบอุปสรรคในการวิเคราะห์สภาพชายฝั่งและองค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงในรายละเอียด (quantitative analysis) เนื่องจาก ข้อมูลทางด้านชายฝั่งทะเลและสมุทรศาสตร์ที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ไม่มีถาวรบันทึกไว้เลยเป็นส่วนใหญ่ ข้อมูลที่จำเป็นดังกล่าว ประกอบด้วย การบันทึก/แผนที่แสดงสภาพชายฝั่งทะเลและท้องทะเล (bathymetry) ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ข้อมูลคลื่น ข้อมูลการเคลื่อนที่กระแสน้ำและตะกอนชายฝั่ง (longshore transport) ข้อมูลการไหลและตะกอนแม่น้ำสู่ทะเล และเหตุการณ์พิเศษทางธรรมชาติต่าง ๆ ในบริเวณทะเลจีนใต้ ดังนั้น การวิเคราะห์รายละเอียดตามหลักวิชาวิศวกรรมชายฝั่งทะเล จึงไม่สามารถกระทำได้เพราะขาดข้อมูลที่จำเป็นดังกล่าว

การศึกษาวินิจฉัยวิทยานี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลในรายละเอียด ตลอดจนการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factors) อันเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง โดยเลือกพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่างในเขตจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปากแม่น้ำโกลกถึงเขาคันทรง ความยาวชายฝั่งทะเลประมาณ 35 กม เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงและต่อเนื่องมากกว่า 80 ปี ความหลักฐานที่ค้นพบ ในการวิเคราะห์รายละเอียดอาศัยข้อมูลข้างเคียง อันได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศในช่วงเวลา 5-10 ปี ระหว่าง 2492-2526 จากกรมแผนที่ทหารและมาเลเซีย ข้อมูลคลื่นในทะเลจีนใต้ในระหว่างปี 2492-2525 จากเรือสังเกตการณ์อุทกนิยามวิทยาอังกฤษ และข้อมูลลม-ฝน จากกรมอุทกนิยามวิทยา ระหว่างปี 2494-2526

การศึกษารังนี้ พบว่า การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษาในระยะยาว (ปี 2492

-2526) จากหลักฐานภาพถ่ายทางอากาศ สามารถแบ่งพื้นที่ศึกษาได้ 2 ส่วน คือ บริเวณเกิดการถดถอยของแผ่นดินไคแก่ ชายฝั่งฝั่งมาเลเชียบริเวณปากแม่น้ำโกลจนถึงบริเวณบ้านปูลาจะมูค ความยาวชายฝั่งประมาณ 11 กม เกิดการถดถอยของแผ่นดินตลอดเวลา โดยมีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ยประมาณ 0.10-10 ม/ปี ซึ่งชายฝั่งฝั่งไทยบริเวณ 3-4 กม จากปากแม่น้ำเกิดการกัดเซาะมากที่สุดด้วยอัตราประมาณ 10 ม/ปี และบริเวณเกิดการยื่นของแผ่นดิน ไคแก่ ชายฝั่งบริเวณบ้านปูลาจะมูคถึงเขาตันหยง อัตราการทับถมเฉลี่ยประมาณ 0.1-4 ม/ปี ซึ่งอัตราการทับถมเฉลี่ยที่บริเวณบ้านปูลาจะมูคประมาณ 0.24 ม/ปี และเริ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งสูงสุดที่ชายฝั่งประมาณ 5 กม จากฝั่งซ้ายปตร. โครงการคลองน้ำแบ่ง ซึ่งมีค่าประมาณ 4 ม/ปี สำหรับชายฝั่งส่วนที่เหลือมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

นอกจากนี้ยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากปากแม่น้ำโกลระหว่าง กย.2526-กค.2527 ความยาวชายฝั่งประมาณ 8 กม ถูกกัดเซาะประมาณ 40-50 ม. โดยเฉลี่ยตามระยะทาง สาเหตุหรือองค์ประกอบหลักในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งพื้นที่ศึกษา 35 กม. คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวในทะเล อันไคแก่คลื่น การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอน ชายฝั่ง และเหตุการณ์พิเศษในทะเลเช่นไค การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา ตลอดจนถึงชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง เป็นการเปลี่ยนแปลงตามขบวนการชายฝั่งทะเล (coastal process) และมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต จนกระทั่งถึงจุดสมดุลของการเปลี่ยนแปลง คือการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ลักษณะของอ่าวสมดุล (equilibrium bay)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Factors in Changes of Coastal Shorelines at Lower Gulf of Thailand

Name Mr. Chaiwat Pholphirul

Thesis advisor Associate Professor Chaipant Rukvichai (Ph.D)

Department Civil Engineering

Academic Year 1986



### ABSTRACT

Presently, the study on the coastline changes in Thailand often faces with difficulties in quantitative analysis of the amount of changes and contributing factors. This is due to the fact that most of the necessary coastal and oceanographical data have never been recorded. The necessary data are periodical bathymetry map, wave, longshore transport, flow and sediment of the river, and special events occurring in the South China Sea. Consequently, the quantitative analysis purely using coastal engineering theories can not be worked out due the lack of data.

This thesis aims at the study of shoreline changes quantitatively as well as factors causing the changes. The study area is a section of shoreline between the Kolok Rivermouth and Tan Yong Mountain in the Lower Gulf of Thailand and Changwat Narathiwat which is about 35 km. long. According to available information, this shoreline has changed excessively and continuingly for more than 80 years. The quantitative analysis performed herein employed some indirectly-related data. These data included some aerial photographs taken once in 5-10 years by Thailand and Malaysia during 1949-1983,

wave statistics observed during 1949-1982 in the South China Sea by Ship Observation of the Royal Meteorological Office-England, and wind-rainfall data recorded during 1951-1983 by Meteorological Department.

It is found under this study that the shoreline changes during 1949-1983 in the study area can be classified into two parts ; the recession and deposition parts of shoreline. The recession part covers the Malaysian shoreline near the Golok River mouth to Ban Pulachemudo which is about 11 km. long. This part of shoreline has long been eroded continually with the average rate of recession 0.01-10 m/yr. The maximum recession rate of 10 m/yr occurs at the Thai shoreline 3-4 km. from the Golok Rivermouth. The shoreline from Ban Pulachemudo to Tan Yong Mountain has been deposited with the average rate of deposition 0.1-4 m/yr. The deposition rate is about 0.24 m/yr at Ban Pulachemudo and increases to about 4 m/yr at the point 5 km. from the left bank of Khlong Nam Baeng. The rest of shoreline is found to change slightly.

In addition, it is found during the study that the 8-km. shoreline left of the Golok Rivermouth was eroded excessively on the average 40-50 m along the shoreline during 1983-1984. And also found that the main factor causing the shoreline changes is the movements in the sea. They are wind waves, longshore current and transport, and special events occurring in the South China Sea. Thus the changes of shoreline of the study area and other parts in the Lower Gulf of Thailand is concluded to be a type of coastal process. Such shoreline change is expected to continue further until it reaches the equilibrium bay characteristics.



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ จักร์ จักตะศรี รองศาสตราจารย์ เสถียร ชลาชีวะ อาจารย์ ดร.สุจริต คุณธนกุลวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย และคณาจารย์ทุกท่านในสาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ที่ได้กรุณาสละเวลาสั่งสอนอบรม และให้ความช่วยเหลือทั้งทางค่านแนวคิดและคำปรึกษาการ ตลอดจนคำแนะนำแนวทางในการดำรงชีวิตในสังคม อันเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

อนึ่ง ขอขอบคุณ

หัวหน้างานสถิติ กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

ผู้อำนวยการกองภาพถ่ายทางอากาศ กรมแผนที่ทหาร

และเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานดังกล่าว ที่ได้ให้ความร่วมมือในด้านการรวบรวมข้อมูลสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

นอกจากนี้ ผู้ศึกษาขอขอบคุณ ผู้อำนวยการกองสำรวจและออกแบบ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ที่ได้ติดต่อขอการบริการทางคำปรึกษาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้ศึกษาได้มีส่วนเข้าร่วมและได้รับรู้ถึงความสำคัญและปัญหาทางคำวิศวกรรมชายฝั่งทะเล นอกเหนือจากงานทางคำวิศวกรรมแหล่งน้ำ และขอขอบคุณ น้อง ๆ ชมรมวิศวกรรมแหล่งน้ำที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา คุณอุไรพร กำลั้งเพ็ชร และ คุณวราภรณ์ สุทธิวงศ์ทวี ที่ได้ช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายนี้ ผู้ศึกษาใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่ ๆ ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษาถึงขั้นนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์



สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ณ
สารบัญ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญรูป.....	ฑ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ขอบข่ายและวัตถุประสงค์การศึกษา.....	2
1.3 แนวเหตุผลทางทฤษฎี.....	4
1.4 การดำเนินงานศึกษา.....	5
1.5 ผลของการศึกษาที่คาดหวัง.....	6
<b>บทที่ 2 ขบวนการชายฝั่งทะเล</b>	
2.1 คลื่นลม.....	8
2.2 ปრაกฏการณ์บริเวณชายฝั่งทะเล.....	11
2.3 การเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่งทะเล.....	16
2.4 การทบทวนการศึกษาเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล.....	18
<b>บทที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา</b>	
3.1 สภาพภูมิประเทศ.....	32
3.2 สภาพภูมิอากาศ.....	33
3.3 สภาพอุทกศาสตร์.....	42
3.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกี่ยวข้อง.....	52
<b>บทที่ 4 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง</b>	
4.1 ข้อมูลที่มีสำหรับการศึกษา.....	71

4.2	การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงจากภาพถ่ายทางอากาศ.....	78
4.3	การประเมินอัตราการกัดเซาะและทับถมตามแนวชายฝั่ง.....	89
4.4	การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน.....	101
บทที่ 5	องค์ประกอบและความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง	
5.1	องค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง.....	107
5.2	ข้อมูลที่มีสำหรับการศึกษา.....	108
5.3	ความสัมพันธ์ของสภาพชายฝั่งกับลักษณะคลื่นในทะเลจีนใต้.....	112
5.4	การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งกับการกระจายพลังงานคลื่นตามแนวชายฝั่ง.....	119
5.5	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยากับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง.....	122
5.6	ความสัมพันธ์ของข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา กับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งแม่น้ำตากใบ.....	130
5.7	การเปรียบเทียบการพัฒนาแหล่งน้ำกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งแม่น้ำตากใบ.....	132
5.8	สรุปความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ.....	141
บทที่ 6	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
6.1	ความเป็นมาของปัญหา.....	142
6.2	การดำเนินงานศึกษา.....	143
6.3	สรุปการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	144
6.4	สรุปองค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งแม่น้ำตากใบ.....	146
6.5	ข้อเสนอแนะ.....	149
	เอกสารอ้างอิง.....	152
ภาคผนวก ก.	การสำรวจสภาพชายฝั่ง จ.นครศรีธรรมราช.....	157
ภาคผนวก ข.	ประวัติการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งปากแม่น้ำโกลก.....	170
	ประวัติผู้ศึกษา.....	187

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
3-1	สถิติข้อมูลอุทุนิยมวิทยาในคาบ 30 ปี (พศ. 2494-2523) อ.เมือง จ.นราธิวาส.....	36
3-2	ปริมาณฝนรายเดือน (มม.) อำเภอตากใบ.....	37
3-3	สถิติความเป็นไปได้ของความสูงคลื่น (observed wave height, $H_v$ ) ใน ฤดูกาลต่าง ๆ.....	47
3-4	คาบเวลาคคลื่น (wave period) ที่มีอิทธิพลต่อชายฝั่งทะเลในทิศทางต่าง ๆ..	47
3-5	การเคลื่อนที่และปริมาณตะกอนตามแนวชายฝั่งปากแม่น้ำโกลกในแต่ละฤดูกาล..	48
3-6	สรุปผลการศึกษาของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.....	57
3-7	สรุปการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งปากแม่น้ำโกลกระหว่าง 1949-1984.....	58
3-8	สรุปลักษณะคลื่นและกระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนกลาง.....	59
4-1	ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม.....	73
4-2	เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนในแต่ละแนว และ แต่ละช่วงเวลาของภาพถ่ายทาง อากาศ.....	92
4-3	ระยะทางจาก เส้นอ้างอิงถึงแนวชายฝั่งในแต่ละแนวเปรียบเทียบ.....	93
4-4	การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งแต่ละช่วงเวลาและแต่ละแนวเปรียบเทียบ.....	94
4-5	การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากปากแม่น้ำโกลก ถึงเขาคันทรงระหว่าง 2500- 2525.....	95
5-1	ปริมาณฝนรายเดือน (มม.) ระหว่างปี 2494-2526 ที่อำเภอเมือง จ.นราธิวาส.....	110
5-2	ความเร็วลมเฉลี่ยรายเดือน (นอต) ระหว่างปี 2494-2526 ที่อำเภอเมือง จ.นราธิวาส.....	111
5-3	ลักษณะทรายบริเวณชายฝั่งแม่น้ำตากใบ.....	115
5-4	สรุปความชันคลื่นเฉลี่ยในทะเลจีนใต้ในทิศทางและคาบเวลาที่เลือก.....	115
5-5	ความชันคลื่นในทะเลจีนใต้ของคลื่นในทิศทาง N 60° E.....	116

ตาราง

หน้า

5-6	ความชันคลื่นในทะเลจีนใต้ของคลื่นในทิศทาง $N 90^{\circ} E$ .....	117
5-7	เปรียบเทียบความผันแปรของข้อมูลลม-ฝน และการเปลี่ยนแปลง.....	133
5-8	สรุปโครงการชลประทานในจังหวัดนครราชสีมา.....	140



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูป	หน้า
1-1	พื้นที่ศึกษา องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง..... 3
1-2	แผนภูมิการศึกษา องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง. 7
2-1	การจำแนกขอบเขตของทฤษฎีคลื่นความสูงมาก (finite amplitude wave theory)..... 10
2-2	การโคจรของอนุภาคน้ำภายใต้คลื่นในบริเวณน้ำลึก..... 13
2-3	ทางเดินของการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำภายใต้คลื่น..... 13
2-4	เปรียบเทียบรูปแบบการหักเหของคลื่นกับภาพถ่ายทางอากาศบริเวณ Arena Cove, California, USA..... 14
2-5	ตัวอย่างการเกิดปรากฏการณ์การกระจายและการสะท้อนของคลื่น..... 15
2-6	รูปตัดตามยาวของชายฝั่งทะเล..... 19
2-7	การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลเนื่องจากคลื่นพายุ (Storm Wave)..... 19
2-8	การเกิดสันดอนทรายใต้น้ำในบริเวณชายฝั่งในช่วงฤดูมรสุม..... 20
2-9	การฟื้นฟูสภาพชายฝั่ง (Beach recovery) หลังฤดูมรสุมของชายฝั่ง Lake Michigan..... 20
2-10	ผลของการเปลี่ยนแปลงความชันคลื่นที่มีต่อชายฝั่ง..... 26
2-11	สรุปผลการศึกษาของ Krumbein and Graybill..... 27
2-12	การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณ New Jersey, USA..... 28
2-13	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงบริเวณ Thyboron Channel, Denmark ระหว่างแบบจำลองกับสภาพจริง..... 29
2-14	การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบริเวณ East Rockaway Inlet, N.Y., USA. 29
2-15	การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณ Sandy Hook, USA (1835-1932)..... 30
2-16	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอดีตจากภาพถ่ายทางอากาศในประเทศญี่ปุ่น. 31
3-1	สภาพภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พศ.2494-2523) อ.เมือง จ.นราธิวาส..... 38
3-2	ผังลม (wind rose) ในคาบ 30 ปี (พศ.2494-2523) ของจังหวัดนราธิวาส. 39

3-3	พายุหมุนเขตร้อนที่พัดผ่านจังหวัดนราธิวาส เมื่อวันที่ 13-14 ธค. 2507.....	40
3-4	พายุหมุนเขตร้อนที่พัดผ่านจังหวัดนราธิวาส เมื่อวันที่ 11 พย. 2521.....	41
3-5	เปรียบเทียบรูปตัดท้องทะเลชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษาในปี 2526 และ 2527....	49
3-6	สถิติความสูงคลื่นในทะเลจีนใต้.....	50
3-7	การกระจายความสูงคลื่นนัยสำคัญบริเวณทะเลปากแม่น้ำโลก.....	51
3-8	การเปลี่ยนแปลงของแหลมทรายปากแม่น้ำโลกระหว่างปี 2518-2522.....	60
3-9	การเปลี่ยนแปลงของแหลมทรายปากแม่น้ำโลกระหว่างปี 2453-2523.....	61
3-10	การเปลี่ยนแปลงสภาพปากแม่น้ำโลกระหว่างปี 2500-2522.....	62
3-11	การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งปากแม่น้ำโลกระหว่างปี 2491-2527.....	63
3-12	การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งจาก S. Pengkalan Datu ถึงบริเวณปากแม่น้ำ โลก ระหว่างปี 2491-2527.....	64
3-13	ลักษณะการกระจายและลู่เข้าหากันของคลื่นในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	65
3-14	บริเวณพื้นที่ที่เกิดการทับถมและกัดเซาะตามแนวชายฝั่ง.....	65
3-15	การเคลื่อนที่ตะกอน และการงอกของแหลมทรายตามชายฝั่งรัฐกลันตัน (1949-1974).....	66
3-16	การพยากรณ์แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งรัฐกลันตัน (1974-1994)....	67
3-17	การเปลี่ยนแปลงแหลมทรายปากแม่น้ำกลันตัน หน้าเมืองคัมปัด (1943-1966)..	68
3-18	ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งประจำปี ระหว่าง P.Datu และ Kemasin.....	69
3-19	การพยากรณ์ผลกระทบของเขื่อนกั้นคลื่นต่อชายฝั่งที่ปากแม่น้ำ P.Datu และ Kemasin.....	70
4-1	แผนที่แนวชายฝั่งโลก-ตากาโบ ในปี 2452.....	74
4-2	แผนที่อุทกศาสตร์สำรวจโดยกรมอุทกศาสตร์ปี 2503-2506.....	75
4-3	แผนที่อุทกศาสตร์สำรวจโดยกรมเจ้าท่า ปี 2526.....	76
4-4	แผนที่อุทกศาสตร์สำรวจโดยกรมเจ้าท่า ปี 2527.....	77

4-5	ชายฝั่งปากแม่น้ำโกลกถึงเขาคันทรง ปี 2509, 2518 และ 2525.....	81
4-6	ชายฝั่งแม่น้ำตากใบ ปี 2492, 2500, 2509 และ 2515.....	82
4-7	ชายฝั่งแม่น้ำตากใบปี 2517, 2518, 2525 และ 2526.....	83
4-8	เปรียบเทียบชายฝั่งแม่น้ำตากใบระหว่างปี 2452-2526.....	84
4-9	การเปลี่ยนแปลงช่องเปิดปากแม่น้ำตากใบ ระหว่าง ตค 2527-สค 2528.....	85
4-10	การเปรียบเทียบชายฝั่ง กม.7-8 ระหว่าง ตค 2527-สค 2528.....	86
4-11	การเปรียบเทียบชายฝั่งบริเวณ กม.7-8 ระหว่าง พย 2526-สค 2528.....	87
4-12	แนวชายฝั่งทะเลจากปากแม่น้ำโกลกถึงเขาคันทรง จากภาพถ่ายทางอากาศหลัก ปี 2525.....	96
4-13	การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งในแต่ละช่วงเวลา.....	97
4-14	การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งจากปากแม่น้ำโกลกถึงเขาคันทรงระหว่าง 2509-2525.....	98
4-15	การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลที่ตำแหน่งต่าง ๆ ตั้งแต่ปี 2492-2526.....	99
4-16	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยตามแนวชายฝั่งทะเลตั้งแต่ปี 2492-2526.....	100
4-17	กราฟแสดงเปรียบเทียบแนวชายฝั่งจากปากแม่น้ำโกลกถึงเขาคันทรงระหว่างปี 2492-2526.....	106
5-1	เปรียบเทียบรูปตัดชายฝั่งทะเลแม่น้ำตากใบระหว่าง มีค-สค 2528.....	118
5-2	การกระจายพลังงานคลื่นตามแนวชายฝั่ง.....	123
5-3	ลักษณะการกระจายและลูเข้าหากันของคลื่นในบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	124
5-4	บริเวณพื้นที่ที่มีแนวโน้มเกิดการทับถมและกัดเซาะตามแนวชายฝั่ง.....	124
5-5	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งกับการกระจายพลังงานคลื่น.....	125
5-6	การวิเคราะห์ลักษณะอ่าวสมคูลย์ของแนวชายฝั่งอ่าวไทยตอนกลาง.....	126
5-7	สถิติและการกระจายของฝนระหว่าง 2494-2526.....	134
5-8	สถิติและการกระจายของความเร็วลม ระหว่าง 2494-2526.....	135
5-9	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในช่วงเวลาต่าง ๆ กับเหตุการณ์ธรรมชาติ.....	136