

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการกัดเซาะและการป้องกันชายฝั่งที่หาดแสงจันทร์ จังหวัด ระยอง
Study on Coastal Erosion and Shore Protection at Hat Saengchan, Rayong



T117590



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 117590
วัน,เดือน,ปี..... - 9 ต.ค. 2554'



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on Coastal Erosion and Shore Protection at Hat Saengchan , Rayong



A SPECIAL SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHLOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEER, FACULTY OF ENGINEERING

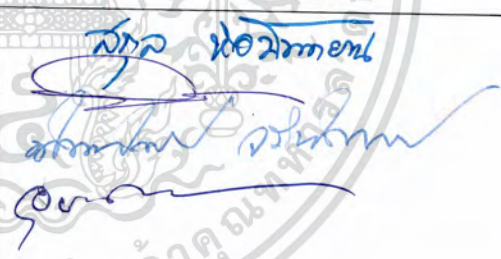
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาการกักเซาะและการป้องกันชายฝั่งที่หาดแสงจันทร์ จังหวัด ระยอง		
นักศึกษา	นางสาวฉันทนรี ชุ่ม	รหัสประจำตัว	49012338
	นาย ภัทรพล สีลาวรเดช	รหัสประจำตัว	50011158
	นาย ภาสกร ทองผิว	รหัสประจำตัว	50011181
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ.อุบะ ศิริแก้ว		

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สกุณ ห่อวโนทยาน	
ผศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง	
ผศ. นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช	
อ.อุบะ ศิริแก้ว	
อ. ปรีชานันท์ ศิริแก้ว	

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว



(ผศ. นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช)

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 7 เดือน ๑๓ พ.ศ. ๒๕๕๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาการกัดเซาะและการป้องกันชายฝั่งที่หาดแสงจันทร์ จังหวัด ระยอง
นักศึกษา	นาย ภัทรพล ลีลาวรเดช นาย ภาสกร ทองผิว นางสาวฉันทนารี ชุ่ม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

การศึกษาการกัดเซาะและการป้องกันชายฝั่งทะเลบริเวณหาดแสงจันทร์ จังหวัด ระยอง โดยใช้อากาศยานทางอากาศ ในปี 2518 2533 2545 ภาพถ่ายดาวเทียม 2551 ร่วมกับเทคนิคด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการลากเส้นชายฝั่งและการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชายฝั่งร่วมกับข้อมูลทางอุทกวิทยา ผลจากการศึกษา

กรณีไม่มีเขื่อน จากภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2518 มีพื้นที่ชายหาด 33,615 ตารางเมตร ต่อมาลดลงเหลือ 31,940 ตารางเมตร ในปี พ.ศ. 2533 มีระยะทางที่ถูกกัดเซาะ 1,544.47 เมตร ระยะที่ถูกกัดเซาะเข้าไปของชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 2.11 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่ถูกกัดเซาะต่อปีเท่ากับ 183.09 ตารางเมตร ส่วนพื้นที่ที่ตื้นอกเพิ่มขึ้น จากภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 มีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2518 เท่ากับ 1,134.20 ตารางเมตร มีระยะทางที่พื้นที่เพิ่มขึ้น 833.19 เมตร ระยะที่พื้นที่ตื้นอกออกมาจากชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 1.73 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่ตื้นอกออกมาจากชายหาดต่อปี ประมาณ 75.61 ตารางเมตร

กรณีหลังมีเขื่อน เมื่อนำภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2551 มาเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2545 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ชายหาดถูกกัดเซาะไป 2,139.16 ตารางเมตร มีระยะทางที่ถูกกัดเซาะ 378.43 เมตร ระยะที่ถูกกัดเซาะเข้าไปของชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 12.23 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่ถูกกัดเซาะต่อปีเท่ากับ 356.53 ตารางเมตร ส่วนพื้นที่เพิ่มขึ้น ประมาณ 32,664.30 ตารางเมตร มีระยะทางที่พื้นที่เพิ่มขึ้น 2,101.52 เมตร ระยะที่พื้นที่ตื้นอกออกมาจากชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 17.14 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่ตื้นอกออกมาจากชายหาดต่อปีประมาณ 5,444.05 ตารางเมตร

โดยภาพรวมแล้ว พบว่าหลังจากการก่อสร้างเขื่อนกันคลื่นแล้ว ทำให้บริเวณการกัดเซาะน้อยลง และมีพื้นที่หลังเขื่อนเพิ่มมากขึ้น แต่บริเวณชายหาดสูญเสียรูปทรงพื้นฐานไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Submitted	Study on Coastal Erosion and Shore Protection at Hat Saengchan, Rayong	
Name	Mr. Pattarapol	Leelavoradej
	Mr. Passakorn	Thongpiw
	Miss. Chananaree	Cha-um
Special Submitted advisor	Ass. Prof. Nunthawath Charusrojthanadech	
Department	Civil Engineering	
Acedemic Year	2010	

Abstract

The study of coastal erosion and coast erosion prevention at the area around Sangjun beach, Rayong by using Aerial photograph in 1975, 1990, 2002. The Satellite imagery cooperate with Geographic Information System : GIS to draw the coastal line and analyze the change of coastal area together with hydrological information. The result of the study

The result of the study:

Without the dam From the aerial photograph in 1975, the area of the beach is 33,615 square meters. Then it is reduced to 31,940 square meters, 1,544.74 square meters were eroded. An eroded area in average is 2.11 meters or 183.09 square meters per year. From Aerial photograph in 1990, the coastal area is 1,134.20 square meters increased when compare to the area in 1975. The length of the beach is 833.19 square meters increased. An increased area from the beach is 1.73 meters in average or 75.61 square maters per year in average

After building the dam_ After compare the Satellite imagery in 2008 to the Aerial photograph in 2002, we can see that the area of the beach is eroded for 2139.16 square meters. The length of the beach is 12.23 meter decreased. In average, an eroded area is 356.53 square meters per year.

The increased area is 32,664.30 square meters per year in average. The length of the beach is 2101.52 maters increased. The beach had grew up for 17.14 meter or 5,444.05 square meters per year in average.

In conclusion, after the dam building, an eroded area is decreased. On the other hand, the ares behind the dam is increased but the shape of the beach will be changed.

กิตติกรรมประกาศ

ไม่มีคำกล่าวใดที่สามารถใช้บ่งบอกถึงความกรุณา และความอนุเคราะห์ของอาจารย์ นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ได้ ตลอดระยะเวลาของงานศึกษานี้ท่านได้ให้คำแนะนำและการสั่งสอนที่มีค่ามากมายนอกเหนือจากขอบข่ายทางวิศวกรรม ท่านได้เน้นให้ประพุดิติน โดยอุทิศให้กับงานและการปรับปรุงเกี่ยวกับภาษาและการนำเสนองาน ซึ่งถือเป็นสิ่งอันมีค่าที่ผู้ประพันธ์ได้จากการศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นอกเหนือจากปริญญาอันสูงส่ง ขอกล่าวคำขอบคุณอย่างซาบซึ้งและนับถือแด่ อาจารย์ นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช

ถือเป็นเกียรติอันสูงส่งแก่คณะผู้ประพันธ์ที่ได้รับคำแนะนำและข้อคิดเห็นที่กระจ่างชัดของคณะท่านกรรมการสอบ โครงการพิเศษ ซึ่ง ได้แก่

1. ผศ.ดร.สกล ห่อวโนทยาน
2. ผศ.ดร.อุมา สีนุญเรือง
3. อ.อุบะ ศิริแก้ว
4. อ. ปรีชานันท์ ศรีแก้ว

ถือเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับความสำเร็จในงานนี้ และขอกล่าวคำขอบคุณอย่างยิ่งอาจารย์ ถนอม ศรีวรษา สำหรับ ความเข้าใจ ข้อคิดเห็นและคำชี้แนะที่ท่านมอบให้สำหรับ โครงการนี้

ขอขอบคุณอย่างซาบซึ้ง สำหรับความร่วมมือ และความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ที่คณะผู้ประพันธ์ได้รับจาก พี่ จ.ส.อ. อนุกุล จันทมาศ ขอขอบคุณอย่างยิ่ง

ท้ายที่สุดนี้แต่ไม่ใช่น้อยที่สุดสำหรับคำขอบคุณอันพิเศษสุดที่ขอมอบให้แก่สมาชิกครอบครัวทุกคนที่มอบความรัก ความห่วงใยและการช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องตลอดการศึกษาของผู้ประพันธ์และขอขอบคุณห้องสมุด สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับหนังสือและแหล่งข้อมูลอันทรงค่าสำหรับงานศึกษานี้

คณะผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอ้อมมีติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฎ
	สารบัญรูป	ฏ
1	บทนำ	1
	1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
	1.3 ประโยชน์ที่ว่าจะได้รับ	2
	1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
	2.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง	3
	2.2 ลักษณะทางธรณีฐานฐานวิทยา	5
	2.3 รูปทรงสัณฐานของชายฝั่ง	6
	2.4 คลื่น	7
	2.5 ระดับน้ำและน้ำขึ้นน้ำลง	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6	กระบวนการของคลื่น	9
2.7	ตะกอนชายฝั่ง	11
2.8	รูปร่างลักษณะของขอบฝั่ง	13
2.9	หาดทราย	14
2.10	องค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง	15
2.11	สมดุลและกระบวนการตามธรรมชาติของหาดทราย	16
2.12	กระแสน้ำชายฝั่ง	16
2.13	การเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง	19
2.14	สาเหตุการกัดเซาะชายฝั่ง	20
2.15	มาตรการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล	21
2.16	ภาพถ่ายทางอากาศ	23
2.17	ลักษณะพื้นฐานของภาพดาวเทียม	28
2.18	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
3	วิธีดำเนินงานวิจัย	35
3.1	พื้นที่การศึกษา	35
3.2	อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา	35
3.3	ขั้นตอนการดำเนินงาน	35
4	ผลการทดลอง	37
4.1	ผลการทดลองที่ได้จากข้อมูลทุติยภูมิ	37
4.2	ผลการทดลองที่ได้จากข้อมูลปฐมภูมิ	51
5	วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง	57
5.1	การกัดเซาะชายฝั่ง ณ หาดแสงจันทร์	57
5.1.1	ปัจจัยด้านกระบวนการตามธรรมชาติ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2	ปัจจัยด้านการกระทำของมนุษย์	57
	บรรณานุกรม	58
	ภาคผนวก ก	59
	ภาคผนวก ข	94



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	สัณฐานของชายหาดตามฤดูกาล	6
2.2	ลักษณะคลื่นรูป sine	7
2.3	ระดับน้ำขึ้นลง ณ สถานีตรวจระดับน้ำสงขลา เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553	9
2.4	การกัดเซาะชายฝั่งที่ อ.หน้าสตน อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช	10
2.5	สันคลื่นที่เกิดกระบวนการหักเห (Refraction)	10
2.6	ทรายละเอียด กรวด และทราย	12
2.7	Estuary	13
2.8	Spit ที่ปลายแหลมตะลุมพุก	13
2.9	Tombolo และ Salient	14
2.10	รูปที่ 2.10 คุณลักษณะของกระแสน้ำเฉียบฝั่งที่เกิดจากคลื่นที่ท่ามูมเรียงกับแนวชายฝั่ง (มองจากด้านบน)	17
2.11	รูปที่ 2.11 รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำเฉียบฝั่งที่เกิดจากคลื่น	19
2.12	มาตรการในการป้องกันแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่ง	21
2.13	รายละเอียดของรูปถ่าย	24
2.14	องค์ประกอบของการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ	24
2.15	วิธีการหาจุดควบคุมหรือ ground control	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16	การ mark ตำแหน่งจุดควบคุม	27
2.17	(a) การตอบสนองแบบภาพเหมือนทางทฤษฎีของเส้นสแกนที่ถ่ายด้วย 8 ช่วงคลื่น (แบนด์) เพื่อนำไปสร้างภาพหลายช่วงคลื่น โดยเส้นสแกนแต่ละเส้นจะถูกเปลี่ยนจากค่าแรงดันไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (b)	28
2.18	โครงสร้างข้อมูลแบบเซลล์ที่ประกอบด้วยแถวและคอลัมน์ หรือ แบบกริด กลุ่มของเซลล์จะเป็นตัวแทนลักษณะต่างๆ ค่าของแต่ละเซลล์จะแสดงถึงค่าของลักษณะนั้นๆ	29
4.1	แสดงพื้นที่ชายหาดปี 2518	38
4.1.1	แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2545 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2518	39
4.1.2	แสดงพื้นที่ของปี 2551 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2518	40
4.1.3	แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2533	41
4.1.4	แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2551 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545	42
4.1.5	แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2545	43
4.2	แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2518 และ 2533	44
4.3	แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2518 และ 2533	45
4.4	แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2533 และ 2545	46
4.5	แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2545 และ 2551	47
4.6	แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2545 และ 2551	48
4.7	แสดงเส้นพื้นที่ของชายหาดในแต่ละปี	49
4.8	ภาพเปรียบเทียบขนาดเม็ดทราย เมื่อเทียบกับเหรียญบาท	51
4.9	เปรียบเทียบสภาพชายหาด หลังเขื่อน groin ฝั่งตะวันตก และฝั่งตะวันออก	51
4.10	สภาพชายหาดที่ถูกกัดเซาะ หลังเขื่อน groin ฝั่งตะวันออก	52
4.11	สภาพชายหาดที่ถูกกัดเซาะ หลังเขื่อน groin ฝั่งตะวันตก	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12	สภาพชายหาดที่ถูกกัดเซาะ หลังเขื่อน breakwater	53
4.13	สภาพความชันของชายหาด	53
4.14	ภาพมุมกว้างของหาดหลังเขื่อน groin และ breakwater	54
4.15	ภาพมุมกว้างของหาดหลังเขื่อน groin และ breakwater	54
4.16	แสดงภาพชายหาดที่ทำจากค่าระดับเส้นชั้นความสูง	56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ตารางแสดงการกัดเซาะชายฝั่งที่สรุปจากภาพถ่ายทางอากาศ	50
4.2	ค่าระดับเส้นชั้นความสูง	55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดระยองที่ประสบปัญหาการกัดเซาะของน้ำทะเลที่เป็นที่น่าสนใจ ในการศึกษา คือที่หาดแสงจันทร์ เป็นหาดที่ติดต่อกับหาดแหลมเจริญอยู่ที่ตำบลปากน้ำใหม่ ห่างจากตัวเมืองระยองไม่กี่กิโลเมตร บริเวณหาดเป็นแนวยาวและมีเขื่อนหินยาวเป็นช่วงๆตลอดแนวหาด ซึ่งมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงของน้ำทะเลตลอดเวลา ทำให้มีการกัดเซาะของน้ำทะเลอย่างต่อเนื่อง ร่วมกับการเกิดคลื่นลมแรงผิดปกติในฤดูมรสุม เป็นตัวเร่งให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งทะเลอย่างรุนแรง โดยขณะเดียวกันประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นก็ได้รับผลกระทบอย่างร้ายแรงเช่นกัน แม้จะมีหน่วยงานของรัฐบาลบางหน่วยงานได้ลงไปควบคุม แก้ไขปัญหาดังกล่าว แต่ก็ยังขาดความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงของปัญหา อีกทั้งยังขาดงบประมาณที่เพียงพอ จึงทำให้การแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทำได้เพียงแต่ชั่วคราว ทำให้ธรรมชาติบริเวณหาดแสงจันทร์เริ่มเสื่อมโทรมลงและขาดความสมดุลย์ของรูปร่าง หากในอนาคตยังไม่มีการแก้ไขที่ต้อพอ อาจทำให้ประชาชนได้รับความเดือดร้อนมากกว่าในปัจจุบัน

การป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเลที่หาดแสงจันทร์ โดยการก่อสร้างโครงการชั่วคราวในหลายรูปแบบ แต่โครงสร้างพื้นฐานของท้องทะเลอาจจะมีความแตกต่างกันทำให้วิธีการที่ทำได้ผลในพื้นที่หนึ่งอาจจะไม่ได้ผลในอีกพื้นที่หนึ่งและอาจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นก่อนการตัดสินใจเลือกวิธีการปฏิบัติการแก้ไขการกัดเซาะชายฝั่งทะเลที่หาดแสงจันทร์ จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานอย่างละเอียด และศึกษาเปรียบเทียบหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับลักษณะเฉพาะของพื้นที่ชายทะเลหาดแสงจันทร์

จะเห็นได้ว่าผลกระทบต่างๆเกิดจากการดำเนินงานที่ขาดการวางแผนควบคุมและการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ดี จึงเป็นการยากที่จะดำเนินการใดๆเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว หากแต่หวังว่าสิ่งเหล่านี้จะเป็นบทเรียนที่จะนำไปสู่การวางแผนในการพัฒนาประเทศอย่างเหมาะสมและคำนึงถึงระบบนิเวศยิ่งขึ้น เพื่อที่เราจะได้พัฒนาประเทศโดยไม่ต้องทำลายทรัพยากรที่มีค่าของประเทศให้สูญสิ้นไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1.2.1 วิเคราะห์อัตราการกัดเซาะชายฝั่งทะเล ณ หาดแสงจันทร์ ทั้งก่อนมีเขื่อนและหลังมีเขื่อน
- 1.2.2 ศึกษาผลกระทบหลังจากการสร้างเขื่อน

1.3 ประโยชน์ที่ว่าจะได้รับ

- 1.3.1 สามารถบอกถึงอัตราการกัดเซาะของชายฝั่งทะเล ณ หาดแสงจันทร์ ทั้งก่อนมีเขื่อนและหลังมีเขื่อน
- 1.3.2 สามารถบอกถึงผลกระทบหลังจากการสร้างเขื่อน

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.4.1 ในการวิจัยครั้งนี้มีปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษากัดเซาะชายฝั่งคือ ภาพถ่ายทางอากาศ , ภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูล contour line โดยจะไม่นำปัจจัยอื่นนอกเหนือจากนี้มาใช้ในการศึกษากัดเซาะชายฝั่ง

1.4.2 ในงานวิจัยครั้งนี้ได้บอกถึงอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง เพื่อเปรียบเทียบการกัดเซาะชายฝั่งในกรณีที่มีเขื่อนและไม่มีเขื่อน ซึ่งสามารถใช้ได้ในบริเวณพื้นที่ชายหาดแสงจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง

ชายฝั่งทะเลมาบตาพุด ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง เป็นพื้นที่ที่มีการกัดเซาะรุนแรงทั้งสองด้านของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด โดยด้านตะวันออกของนิคมฯ ได้แก่ บริเวณชายฝั่งของบ้านหนองเพิม มีการกัดเซาะเป็นระยะทางยาวประมาณ 2 กิโลเมตร ส่วนด้านตะวันตกของนิคมฯ ได้แก่ บริเวณหาดทรายทอง และหาดแสงจันทร์ มีการกัดเซาะเป็นระยะทางยาวถึง 4.7 กิโลเมตร โดยทั้งสองบริเวณมีอัตราการกัดเซาะประมาณ 5-10 เมตรต่อปี มีสาเหตุจากการสร้างท่าเรือน้ำลึกขึ้นไปในทะเล ซึ่งการกัดเซาะเกิดอย่างรุนแรงปรากฏชัดภายหลังการก่อสร้างเสร็จในปี พ.ศ. 2535 ทำให้การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยต้องสร้างเขื่อนคอนกรีตเพื่อป้องกันการกัดเซาะ แต่กลับยิ่งทำให้การกัดเซาะขยายพื้นที่มากขึ้น จนปัจจุบันไม่หลงเหลือสภาพชายหาดอีกต่อไป และจากการสำรวจของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยกองติดตามประเมินผล พบว่า สภาพชายฝั่งของหาดแสงจันทร์และหาดทรายทอง หลังเขื่อนกันคลื่นในปัจจุบัน มีลักษณะว่าเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว ผิดไปจากสภาพตามธรรมชาติ และแม้จะมีการก่อสร้างเขื่อนกันคลื่นและแนวกันคลื่น ตลอดแนวชายฝั่ง แต่กลับพบว่าสิ่งก่อสร้างบนชายฝั่งหลายพื้นที่อยู่ในสภาพพังเสียหาย

(<http://mrpolicy.trf.or.th/tabid/273/Default.aspx.2552>)

ชายฝั่ง คือส่วนของแผ่นดินที่อยู่ติดกับทะเล โดยธรรมชาติชายฝั่งทะเลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา สาเหตุจากอิทธิพลของคลื่น คลื่นที่กระทำต่อชายฝั่งจะก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนทราย กล่าวคือ คลื่นที่เคลื่อนตัวทำมุมกับแนวชายฝั่งจะก่อให้เกิดกระแสน้ำขึ้น 2 ชนิด คือ กระแสน้ำในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง (trip current) และกระแสน้ำชายฝั่ง (longshore current) ซึ่งกระแสน้ำทั้งสองนี้เป็นตัวพัดพาให้ตะกอนเคลื่อนที่ในแนวต่างๆ

บริเวณใกล้ชายฝั่ง (littoral zone) เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงมาก ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้จะเกิดการปั่นป่วนของพลังงานอันเนื่องจากการแตกตัวของคลื่น ทำให้ตะกอนทรายที่องน้ำถูกยกตัวขึ้นและถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำ และจากเหตุผลอีกประการหนึ่ง คือความลึกของท้องน้ำในสภาพธรรมชาติไม่เท่ากัน ทำให้คลื่นที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ชายฝั่งเกิดการหักเหหรือบิดแนวของแนวคลื่น ซึ่งเกิดการรวมและการกระจายของพลังงานคลื่นที่เคลื่อนเข้าปะทะชายฝั่ง ทำให้บริเวณต่างๆ มีศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่แตกต่างกัน บริเวณที่พลังงานคลื่นรวมตัวย่อมมีโอกาสถูกกัดเซาะสูงกว่าบริเวณที่พลังงานคลื่นกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลหรือการกัดเซาะและทับถมของตะกอนทราย เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยมีคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่งเป็นตัวแปรสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลง การกัดเซาะและทับถมของตะกอนทรายมักจะไม่เท่ากันในแต่ละฤดูกาลและแต่ละปี บริเวณใดที่มีอัตราการทับถมมากกว่าการกัดเซาะ ก็จะเกิดการขึ้นของแผ่นดิน ในทางตรงข้าม ถ้าอัตราการกัดเซาะสูงกว่าการทับถม บริเวณนั้นจะเกิดการหดหาย/ถดถอยของแผ่นดิน และถ้าอัตราการกัดเซาะเท่ากับการทับถม บริเวณนั้นจะไม่เปลี่ยนแปลง

โดยทั่วไป การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น (short-term) และการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว (long-term) การเปลี่ยนแปลงระยะสั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดูมรสุมซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพคลื่น กล่าวคือ คลื่นที่มีความสูงมากหรือคลื่นพายุ (storm wave) คลื่นในประเภทนี้จะมีพลังงานสูง มีโอกาสที่ปะทะชายฝั่งและกัดเซาะสูงกว่าคลื่นที่มีขนาดเล็กกว่า และในขณะเดียวกัน ถ้าระดับน้ำทะเลขึ้นสูงด้วย ยิ่งส่งผลต่อการกัดเซาะสูงขึ้นด้วย สำหรับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวนั้นขึ้นอยู่กับความไม่สมดุลย์ของอัตราการกัดเซาะและทับถมของตะกอนทรายในแต่ละปี ซึ่งทำให้ปรากฏการณ์การหดหายและการขึ้นของแผ่นดิน

การกัดเซาะชายฝั่ง มักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูมรสุมซึ่งคลื่นมีขนาดใหญ่ คลื่นที่มีความชัน (wave steepness) สูงเคลื่อนเข้าปะทะชายฝั่ง กัดเซาะและพัดพาตะกอนทรายลงมาจากคลื่นเคลื่อนตัวกลับ (downward) ตะกอนทรายที่ถูกกัดเซาะจะถูกคลื่นและกระแสน้ำพัดพาไปตกตะกอนเกิดเป็นสันดอนทรายใต้น้ำในบริเวณนอกชายฝั่ง หลังฤดูมรสุมซึ่งคลื่นมีความรุนแรงน้อยกว่า ตะกอนทรายเหล่านี้ จะถูกคลื่นยกขึ้นและพัดพามาตกตะกอนใกล้ชายฝั่งเรื่อยๆ จนในที่สุดตะกอนทรายส่วนหนึ่งถูกพัดพามาตกตะกอนบนชายฝั่งทะเล ในช่วงหลังฤดูมรสุมของชายฝั่งบริเวณ Lake Michigan ลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายเข้าออกนี้ก็คือ การเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น

นอกจากคลื่นแล้ว กระแสน้ำและการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล การเคลื่อนที่ของตะกอนประกอบด้วยเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง (onshore-offshore transport) และการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) การเคลื่อนที่ของตะกอนทรายทั้งสองทิศทางนี้เกิดจากกระแสน้ำชายฝั่งซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากคลื่นเคลื่อนตัวเข้าทำมุมกับแนวชายฝั่ง การเคลื่อนที่ของตะกอนทั้งสองทิศทางนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างมากแต่การเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากมีอิทธิพลมากกว่าสำหรับการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น คือเกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายเข้าออกมากกว่าการเคลื่อนที่ในแนวขนานชายฝั่ง และการเคลื่อนที่ในแนวขนานกับชายฝั่งมีอิทธิพลมากกว่าสำหรับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว คือกระแสน้ำชายฝั่งจะพัดพาตะกอนทรายให้เคลื่อนตัวตามไปด้วย ทำให้ตะกอนทรายไปตกทับถมบริเวณอื่น ตะกอนทรายจะถูกพาไปได้ไกลขนาดไหนขึ้นอยู่กับความแรงของกระแสน้ำและขนาดของตะกอนทราย ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า การเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง เป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะยาว J.Munch-Peterson ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลประเทศเดนมาร์กมาเป็นเวลา 40 ปี ได้กล่าวในเชิงเปรียบเทียบว่า เราจะเข้าใจปรากฏการณ์เคลื่อนที่ของชายฝั่ง โดยมองคลื่นที่พัดเข้าหาฝั่งเป็นรถตัดดินและกระแสน้ำชายฝั่งเป็นสายพานลำเลียงตะกอนทราย โดยมีมุมที่คลื่นเคลื่อนเข้ามาเป็นตัวขับเคลื่อนของสายพาน

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลมีลักษณะเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่ค่อนข้างจะสลับซับซ้อน โดยมีคลื่นและกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งเป็นตัวแปรในการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในเชิงปริมาณ (quantitative) เป็นสิ่งที่ยากมาก การบรรยายปรากฏการณ์ต่างๆ สามารถทำได้เพียงในเชิงอนุมาณ (qualitative) เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อความเข้าใจถึงกลไกของการเปลี่ยนแปลงและนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการป้องกัน และอนุรักษ์ชายฝั่งทะเลต่อไป

2.2 ลักษณะทางธรณีศาสตร์วิทยา

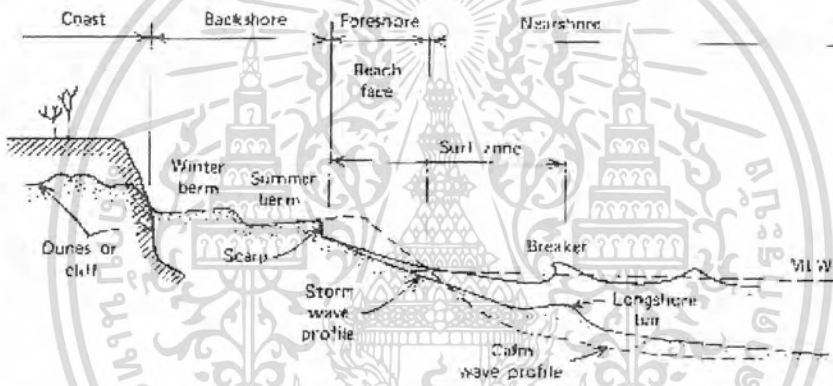
ชายฝั่งทะเลจังหวัดระยอง มีความยาวประมาณ 99 กิโลเมตร มีลักษณะทั้งที่เป็นหาดที่ราบ และหน้าผาชัน ลักษณะชายฝั่งทะเลมีทรายปนโคลนเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมีแม่น้ำหลายสายที่พัดพาตะกอนลงสู่ทะเล เช่น แม่น้ำระยอง แม่น้ำประแสร์ และแม่น้ำพังราด เป็นต้น ส่วนอ่าวในจังหวัดระยองส่วนใหญ่ มีหน้าแคบ และเป็นทรายปนดิน หรือทรายปนโคลน ซึ่งนักธรณีศาสตร์วิทยา ได้อธิบายลักษณะของชายฝั่งทะเลบริเวณนี้ว่าเป็นลักษณะแบบแหลมและอ่าวสลับกัน (Headland and Bay) อีกทั้งยังมีเกาะเล็กใหญ่รวมทั้ง 12 เกาะ ซึ่งสันนิษฐานว่า เกิดจากการทรุดตัวของเปลือกโลก (Epeirogenic movement) สำหรับทิศทางของกระแสน้ำในอ่าวระยอง เกิดจากการถ่างเทวมวลน้ำจากทะเลจีนใต้ คือ ในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม จะได้รับอิทธิพลของลมตะวันออกเฉียงเหนือ ผลักดันมวลน้ำไหลมาสู่อ่าวระยอง และในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคม ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพัดพามวลน้ำในอ่าวระยองไหลออกสู่ทะเลจีนใต้ ซึ่งทำให้อ่าวระยองมีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านทรัพยากรทางทะเลเป็นอย่างมาก

(สุภาพร มานะจิตประเสริฐ, 2551)

2.3 รูปทรงพื้นฐานของชายฝั่ง

ส่วนประกอบที่สำคัญของชายฝั่ง คือ (1) สันทรายริมหาด (backshore) ซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากคลื่น (2) ส่วนชายหาด (foreshore) ซึ่งเป็นบริเวณที่คลื่นไหลขึ้นไปถึง และ (3) ส่วนที่เป็นชายฝั่ง (surf zone) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่น้ำจากคลื่นเริ่มแตก (breaker) โดยอาจมีสันคอนทรายใต้น้ำ (longshore bar) ทอดตัวขนานกับแนวชายฝั่งเป็นแนวยาว

ในช่วงมรสุม คลื่นลมแรง (storm wave) จะกัดเซาะชายหาดออกไปเป็นแนวตรงคัง (scarp) ทรายจะถูกคลื่นหอบออกสู่ทะเลกลายเป็นสันคอนใต้น้ำ แต่เมื่อคลื่นลมสงบ (calm wave) คลื่นที่ชาวบ้านเรียกกันว่า “เต็ง (swell)” จะพัดพาทรายกลับเข้าหาฝั่งอย่างช้าๆ และก่อตัวเป็นชายหาดคังเดิมดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งจะเห็นว่ารูปร่างของชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล



รูปที่ 2.1 ลักษณะของชายหาดตามฤดูกาล

ในหัวข้อนี้ เราจะทำความเข้าใจกับความหมายต่างๆของพื้นที่ “ชายฝั่ง” ดังนี้

Offshore zone หมายถึงบริเวณที่มีความลึกมากๆ จนกล่าวได้ว่าเป็น “พื้นที่น้ำลึก” ซึ่งพื้นที่น้ำลึกนี้ จะต้องมีความลึกมากกว่า 0.5 เท่าของความยาวคลื่น เมื่อพื้นทะเลลึกมากๆ ความลึกจึงไม่มีอิทธิพลใดๆต่อคลื่น

Transitional zone หมายถึง พื้นที่ที่ติดกับ offshore zone เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ฝั่งมากขึ้น ความลึกจะค่อยๆน้อยลง ความลึกที่น้อยลงนี้จะส่งผลกระทบต่อคลื่นคลื่นจะสามารถสัมผัสถึงพื้นทะเลได้ ทำให้ความสูงคลื่น ความเร็วคลื่นความยาวคลื่น และทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่ เกิดการเปลี่ยนแปลงไป

Breaker zone หมายถึงพื้นที่ที่ติดกับ Transitional zone เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าใกล้ฝั่งมากขึ้น ความลึกจะยิ่งน้อยลง ทำให้ความสูงคลื่นเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่คลื่นต้องแตกตัว (Wave breaking) เมื่อคลื่นเกิดการแตกตัวแล้ว จะไม่มีลักษณะเหมือนรูป Sine อีกต่อไป ทฤษฎี Linear wave theory จะไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้อธิบายคลื่นได้ คลื่นหลังจากแตกตัวจะมีลักษณะคล้ายๆ ฟันเลื่อย หน้าคลื่นจะชันเกือบเป็นแนวตั้ง และ Solitary wave theory จะเป็นทฤษฎีคลื่นที่เหมาะสม

Surf zone หมายถึงพื้นที่ถัดจาก Breaker zone คลื่นจะเคลื่อนที่ในรูปแบบของ“ก้อน” หรือเรียกว่า Bore ปรากฏการณ์ที่สำคัญใน Surf zone คือ Waveset-up และ Wave set-down ภายใน Surf zone จะเกิดกระแสน้ำขึ้นจากการที่คลื่นแตกตัว (Wave-induced current) และเกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง

Swash zone หมายถึงบริเวณหน้าหาด ที่คลื่นแตกตัวไหลขึ้นลงบริเวณชายหาด บริเวณนี้มีกมื่นักท่องเที่ยวไปเดินเลียบหาดและก่อปราสาททราย

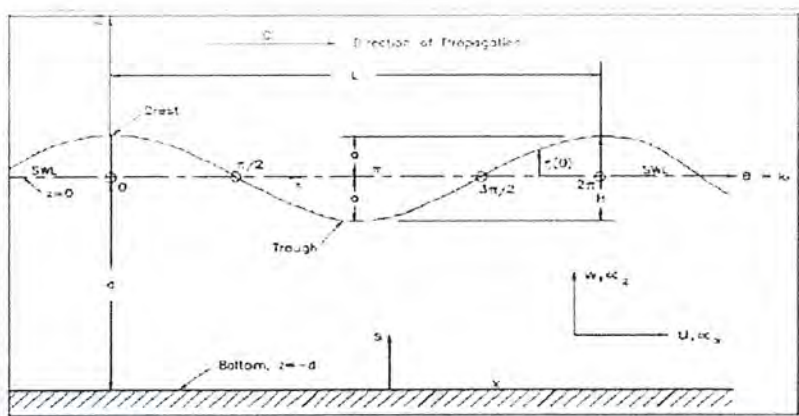
Beach berm หมายถึงพื้นที่ถัดจาก Swash zone พื้นที่นี้มีกมื่นักเดิน ไม่มีลมลูกขึ้นปกคลุมหากเป็นหาดท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวมักไปปิกนิกและนอนอาบแดด

Dune หมายถึง เนินทรายที่อยู่ถัดขึ้นไปบนฝั่ง ชายหาดบางแห่งอาจมีหรือไม่มี Dune ก็ได้ บางครั้งเราอาจกำหนดบริเวณ Dune คือบริเวณบ้านเรือนหรือถนนที่ก่อสร้างอยู่ริมทะเล

2.4 คลื่น (Wave)

ความรู้พื้นฐานด้านคลื่น เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ความสูงคลื่นอาจมีค่าเพียงไม่กี่มิลลิเมตรสำหรับ Capillary waves หรืออาจสูงเป็นสิบลเมตรสำหรับ Long waves ส่วนคาบคลื่นอาจสั้นมากเพียง 0.1 วินาทีสำหรับ Capillary waves หรือคลื่นอาจมีคาบคลื่นนานเป็นชั่วโมงสำหรับ Tide หรือ tsunami ก็ได้

คลื่นที่เกิดจากลมซึ่งมีคาบประมาณ 1 ถึง 30 วินาทีเราเรียกคลื่นชนิดนี้ว่า Wind-generated waves หรือ Gravity waves (เนื่องจากคลื่นชนิดนี้เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงลมและแรงโน้มถ่วง) ความสูงคลื่นชนิดนี้จะมีค่าไม่เกิน 10 เมตร ในหัวข้อนี้เราจะมาทำความคุ้นเคยกับองค์ประกอบต่างๆ ของคลื่น (รูปที่ 1.2-1)



รูปที่ 2.2 ลักษณะคลื่นรูป Sine (ที่มา: Coastal Engineering Manual, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wave	หมายถึงคลื่นในทะเล คลื่นของจริงตามสภาพธรรมชาติจะไม่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการคณิตศาสตร์เนื่องจากลักษณะการขึ้นลงของผิวน้ำนั้นมีความสลับซับซ้อนอย่างมาก เราจึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้สมการอย่างง่ายมาอธิบายสิ่งที่ซับซ้อนอย่างมาก ในวิศวกรรมชายฝั่งสามารถแบ่งคลื่นที่เกิดจากลมได้เป็น 2 ประเภทคือ Sea และ Swell
Sea	หมายถึง คลื่นที่เกิดในบริเวณพายุหรือพื้นที่ที่ลมพัดผ่านเรธาราบแล้วว่าคลื่นในทะเลส่วนมากนั้นเกิดจากลมที่พัดเหนือผิวน้ำเมื่อลมพัดผ่านผิวน้ำก็จะทำให้เกิดคลื่น แต่คลื่นที่เกิดขึ้นนั้นจะมีความสูงและคาบคลื่นกระจัดกระจายสลับซับซ้อนเป็นอย่างมาก คลื่น Sea จะมีสันคลื่นที่สั้นๆ หรืออาจเรียกอีกชื่อว่า Short-crested waves
Swell	หมายถึง คลื่นที่เกิดขึ้นแล้วได้เคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดคลื่น Swell จะค่อยๆสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทานกับพื้นทะเลหรือแรงเสียดทานระหว่างอนุภาคน้ำลักษณะของคลื่น Swell จะมีสันคลื่นที่ยาวส่งแก่ง่าย (Long-crested waves) ลักษณะของ Swell จะมีความสูงคลื่นและคาบคลื่นค่อนข้างคงที่
Wave height	หมายถึงความสูงคลื่น ซึ่งก็คือระยะระหว่างสันคลื่นถึงท้องคลื่น แทนด้วยสัญลักษณ์ H
Wave period	หมายถึงคาบคลื่น ช่วงเวลาที่สันคลื่นที่ติดกัน เคลื่อนที่ผ่านจุดจุดหนึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ T
Wave length	หมายถึงความยาวคลื่น ซึ่งเท่ากับ ระยะในทางราบ ระหว่างสันคลื่นที่ติดกัน แทนด้วยสัญลักษณ์ L
Wave celerity	หมายถึงความเร็วคลื่น ซึ่งก็คือความเร็วที่คลื่นเคลื่อนที่ใน“พื้นที่น้ำลึก” ค่าความเร็วคลื่นจะมีค่าเท่ากับ $1.56T$ ส่วนในน้ำตื้น ความเร็วคลื่นจะช้าลงน้ำยังตื้น คลื่นยังเคลื่อนที่ได้ช้า
Wave crest	หมายถึงสันคลื่น นั่นก็คือจุดปลายยอดของคลื่น
Wave trough	หมายถึงท้องคลื่นหรือจุดที่ต่ำที่สุดของคลื่น
Short-crested waves	หมายถึง คลื่นที่มองไม่เห็นสันคลื่นเป็นแนวยาวคลื่น Sea จะมีลักษณะเป็น Short-crested waves
Long-crested waves	หมายถึง คลื่นที่สามารถมองเห็นสันคลื่นเป็นแนวยาวได้คลื่น Swell จะมีลักษณะเป็น long-crested waves

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระดับน้ำและน้ำขึ้นน้ำลง (Water level and Tide)

พื้นที่ศึกษาของวิศวกรรมชายฝั่งอยู่ในทะเล เป็นที่ที่ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงได้ระดับน้ำส่งผลต่อคลื่นโดยตรง เนื่องจากเมื่อระดับน้ำเปลี่ยนไป ก็จะทำให้ความลึกบริเวณนั้นเปลี่ยนไป และจะทำให้คุณลักษณะของคลื่นเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ในหัวข้อนี้เราจะมาทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะต่างๆของน้ำขึ้นน้ำลง

รูปที่ 2.3 ระดับน้ำขึ้นลง ณ สถานีตรวจระดับน้ำสงขลา เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553	
Tide	หมายถึงน้ำขึ้น น้ำลง ซึ่งแต่ละสถานที่จะมีการขึ้นลงแตกต่างกัน น้ำขึ้นน้ำลงเป็นผลจากแรงดึงดูดของพระอาทิตย์และพระจันทร์ที่มีผลต่อโลก
Tidal range	หมายถึงความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นและระดับน้ำลงที่ติดกัน Semi-diurnal tide เนื่องจากโลกไม่ได้ถูกปกคลุมด้วยน้ำส่วนๆ พื้นที่แต่ละแห่งจึงมีลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงแตกต่างกันไป ความลึกและชนิดของตะกอน ยังส่งผลต่อการขึ้นลงของน้ำด้วย คำว่า Semi-diurnal tide หมายถึงการขึ้นลงของน้ำ 2 ครั้งใน 1 วัน
Diurnal tide	หมายถึงลักษณะน้ำขึ้นลงเพียงครั้งเดียวในแต่ละวัน
Mixed tide	หมายถึงลักษณะการขึ้นลงของน้ำ 2 ครั้งใน 1 วันบ้าง และวันละครั้งบ้าง
Ebb tide	หมายถึง ช่วงเวลาน้ำลง
Flood tide	หมายถึง ช่วงเวลาน้ำขึ้น
Tidal cycle	หมายถึงการขึ้นลงของน้ำ 1 รอบ
Spring tide	หมายถึงการขึ้นลงของน้ำเมื่อพระอาทิตย์และพระจันทร์อยู่ในแนวเดียวกัน ทำให้ tidal range มีค่ามาก

2.6 กระบวนการของคลื่น

ในหัวข้อนี้เราจะทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง ไม่ว่าจะเป็นเกี่ยวกับกระบวนการคลื่นหรือกระบวนการที่เกี่ยวกับตะกอน Beach erosion หมายถึงการกัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งที่ประเทศไทยต้องเผชิญการกัดเซาะชายฝั่งแบ่งเป็นผลจากการกระทำของมนุษย์หรือจากธรรมชาติ (รูปที่ 2.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

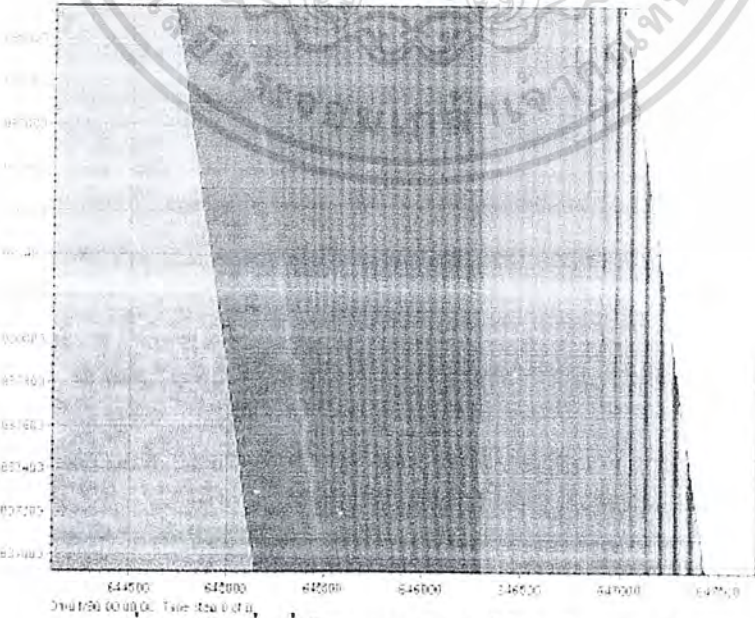


รูปที่ 2.4 การกัดเซาะชายฝั่งที่ อ.หน้าสน อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช

Beach profile หมายถึงรูปตัดภาค แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกและระยะทางห่างฝั่ง beach profile นั้นมีความสำคัญในการออกแบบโครงสร้างชายฝั่งและการศึกษาการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง

Shoaling หมายถึงกระบวนการที่คลื่นเพิ่มความสูงขึ้น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากน้ำลึกมายังน้ำตื้น คลื่นจะสามารถสัมผัสพื้นและจะยกตัวสูงขึ้น

Refraction หมายถึงการหักเหของคลื่น เปรียบเสมือนคลื่นแสงหรือคลื่นเสียง คลื่นทะเล จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่ฝั่งที่ทิศทางเคลื่อนที่ของคลื่นความยาวคลื่น ความเร็วคลื่น และความสูงคลื่น จะเปลี่ยนไปเมื่อความลึกเปลี่ยนไป(รูปที่ 1.4-2 และรูปที่ 1.4-3)



รูปที่ 2.5 ล้นคลื่นที่เกิดกระบวนการหักเห (Refraction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

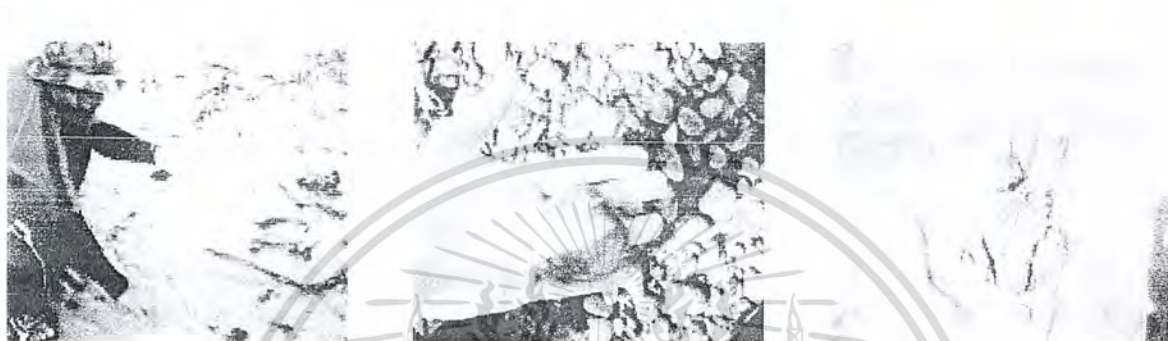
Diffraction	หมายถึงการเลี้ยวเบนของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เจอสิ่งกีดขวางคลื่นจะสามารถส่งถ่ายพลังงานอ้อมไปด้านหลังสิ่งกีดขวางได้(รูปที่1.4-3)
Transmission	หมายถึงการซึมผ่านของคลื่นผ่านสิ่งกีดขวาง เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เจอสิ่งกีดขวางพลังงานคลื่นบางส่วนจะแทรกไปในช่องว่างหรือรูของสิ่งก่อสร้างและซึมผ่านไปด้านหลัง ทำให้ด้านหลังของสิ่งก่อสร้างเกิดคลื่นขึ้น
Reflection	หมายถึงการสะท้อนของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เจอสิ่งกีดขวางจะมีพลังงานบางส่วนของคลื่นสะท้อนกับผิวของสิ่งก่อสร้าง คลื่นสะท้อนจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางมุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ
Breaking	หมายถึงการแตกตัวของคลื่น เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากน้ำลึกมาน้ำตื้น ความสูงคลื่นจะเพิ่มขึ้น เมื่อความสูงเพิ่มขึ้นได้ระดับหนึ่ง ความสูงคลื่นจะไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้อีก และคลื่นจะแตกตัว พลังงานคลื่นจะลดลงหลังจากที่คลื่นแตกตัว
Wave steepness	หมายถึงความชันของคลื่น ซึ่งมีค่าเท่ากับความสูงคลื่นหารด้วยความยาวคลื่น (H/L) ความชันคลื่น ณ ความลึกใดๆ มีค่าแตกต่างกันไป
Steepness-limited breaking	หมายถึงการแตกตัวของคลื่นเนื่องจากความชันคลื่นที่ชันมากเกินไปโดยปกติ เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากน้ำลึกมาน้ำตื้น ความสูงคลื่นจะเพิ่มขึ้นและความยาวคลื่นจะลดลง ส่งผลให้ความชันคลื่น (Wave steepness) เพิ่มขึ้น และเมื่อค่า H/L มีค่ามากกว่า 1/7 ก็จะทำให้คลื่นแตกตัว
Depth-limited breaking	หมายถึงการแตกตัวของคลื่นเนื่องจากความตื้นของท้องทะเลเมื่อคลื่นเคลื่อนที่จาก น้ำลึกมาน้ำตื้น ความสูงคลื่นจะเพิ่มขึ้น น้ำยังตื้นความสูงคลื่นยิ่งเพิ่มขึ้น แต่ความสูงคลื่นที่เพิ่มขึ้นไม่สามารถมีค่าเกิน0.78 เท่าของความลึก (หรือ 0.78d) หากความสูงคลื่นเกินค่า 0.78d คลื่นจะแตกตัว
Surf-zone current	หมายถึงกระแสน้ำที่เกิดจากคลื่นแตกตัว เมื่อคลื่นแตกตัว นอกจากความสูงคลื่นจะลดลงแล้ว ยังก่อให้เกิดกระแสน้ำขึ้นในแนวนานกับฝั่ง ณ บริเวณ Surf zone กระแสน้ำนี้เองที่ทำหน้าที่พัดพาตะกอนให้เคลื่อนที่ตามแนวชายฝั่ง

2.7 ตะกอนชายฝั่ง

หาดแต่ละแห่งประกอบด้วยตะกอนหลากหลายชนิด การศึกษาด้านตะกอนนั้นมีความละเอียดจนมีวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งซึ่งศึกษาถึงแหล่งกำเนิด ขนาด สัจจนกระทั่งถึงองค์ประกอบทางด้านเคมีของตะกอน ในส่วนของวิศวกรรมชายฝั่ง เราสนใจตะกอนเฉพาะในด้าน ชนิดและขนาด (หรือบางครั้งอาจรวมถึงองค์ประกอบและสีสัน ในกรณีของการถมทรายบนหาด) เท่านั้นเนื่องจากวิศวกรรมชายฝั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะชายฝั่ง ตะกอนจึงเป็นตัวแปรหลักในการคาดการณ์ความรุนแรงของการกัดเซาะ ขนาดตะกอนที่ใหญ่จะสามารถทนต่อแรงกระทำต่อคลื่นได้ดี ดังนั้นหาดทรายย่อมมีความสามารถทนคลื่นได้มากกว่าหาดเลน Sediment หมายถึงตะกอนตามแนวชายฝั่ง อาจเป็น หิน ทราย โคลนเลนหรือเปลือกหอยแหล่งที่มาของตะกอนอาจมาจากปากแม่น้ำภูเขาไฟหรือการทับถมของสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้(รูปที่ 2.6)



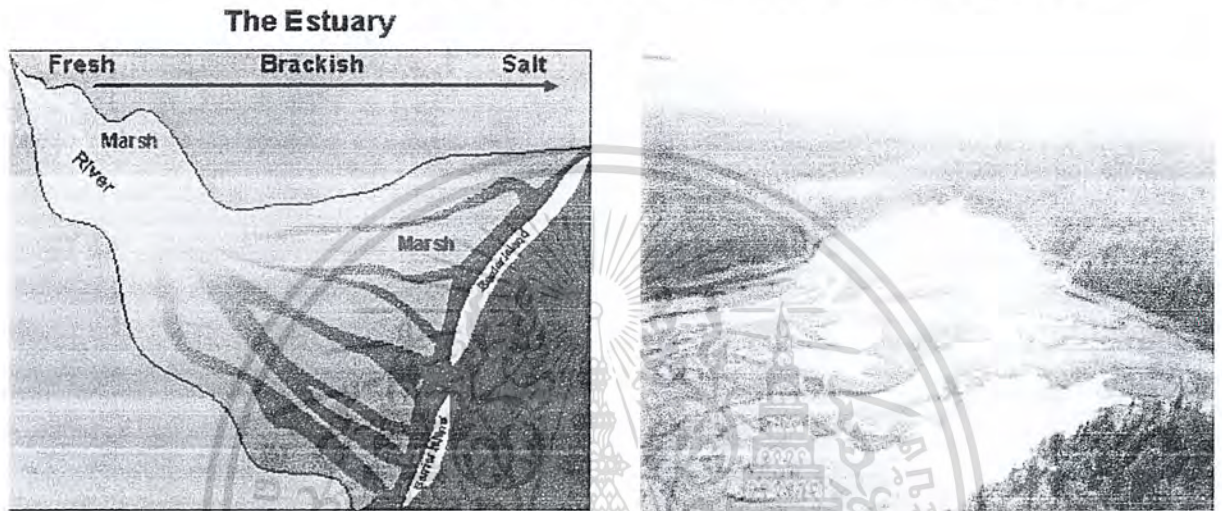
รูปที่ 2.6 (ซ้าย) ทรายละเอียด (กลาง) กรวด และ (ขวา) ทราย

Median grain size	หมายถึงขนาดเฉลี่ยของตะกอน หรือบางครั้งเรียกว่า D50 ซึ่ง D50 นี้จะใช้เป็นตัวแปรในการจำแนกชนิดของตะกอนชายหาด และใช้เป็นตัวแปรหลักในการคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอน เพื่อให้การจำแนกตะกอนง่ายขึ้น เราอาจใช้ Wentworth Scale
Sediment transport	หมายถึงการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งเนื่องจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำ แบ่งเป็นการเคลื่อนที่ขนานฝั่งและการเคลื่อนที่ตั้งฉากกับฝั่ง
Sediment sink	หมายถึงสถานที่ที่ตะกอนหายไปจากระบบ เช่น Submarine canyon หรือการขุดเอาทรายชายหาดไปใช้ก็ถือเป็น Sink อย่างหนึ่ง การนำตะกอนออกจากระบบ จะทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง
Sediment source	หมายถึงแหล่งที่ปล่อยตะกอนลงสู่ระบบ เช่นตะกอนจากแม่น้ำหรือการนำทรายมาถมก็ถือเป็นการสร้างแหล่งตะกอน ตะกอนเหล่านี้จะทำให้ระบบชายฝั่งมีตะกอนมากขึ้น และส่งผลให้ชายฝั่งเกิดการทับถม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 รูปร่างลักษณะของขอบฝั่ง

Estuary หมายถึงบริเวณปากแม่น้ำ เป็นบริเวณที่น้ำจืดจากแม่น้ำไหลรวมกับน้ำเค็มจากทะเล และเป็นบริเวณที่ไม่มีคลื่นเนื่องจากถูกกำบังโดยธรรมชาติภายใน Estuary อาจมีป่าชายเลนและมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เป็นที่ฟักตัวและแหล่งอาหารของสัตว์น้ำโดยส่วนใหญ่ตะกอนใน Estuary จะเป็นโคลนและเลน ซึ่งเมื่อได้ไหลออกมาจากปากแม่น้ำแล้วได้ทับถมลง (รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.7 Estuary (Source: Angoon Airport EIS; www.angoonairport.eis.com)

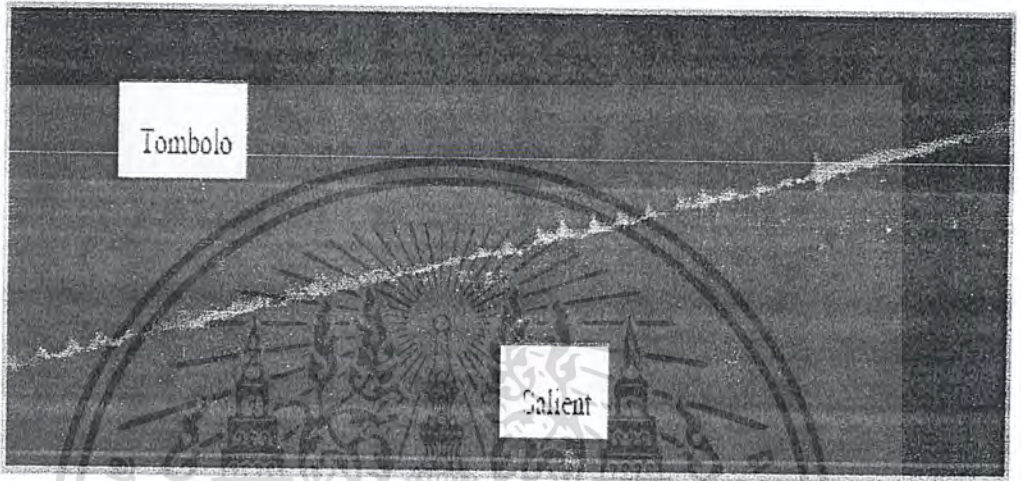
Spit หมายถึงแนวสันทรายที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติตะกอนที่เคลื่อนที่ขนานฝั่งจะเคลื่อนที่ไปจนถึงปลายของ Spit แล้วเกิดการทับถม แนว Spit จะเป็นแนวที่กำบังคลื่นตามธรรมชาติด้านหลัง Spit มักเป็นป่าชายเลนหรือEstuary



รูปที่ 2.8 Spit ที่ปลายแหลมตะกุ่มพุก (Source: แผนที่ดาวเทียมจาก Point Asia)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Tombolo** หมายถึงลักษณะของชายหาดที่ปรับเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นรูปโค้งด้านหลังเชื่อมกัน คลื่น หาดทรายที่โค้งจะเชื่อมติดแนวชายฝั่งกับเชื่อมกันคลื่น
- Salient** หมายถึงลักษณะของชายหาดที่ปรับเปลี่ยนรูปร่างไปเป็นรูปโค้งด้านหลังเชื่อมกันคลื่น Salient มีลักษณะเช่นเดียวกับ Tombolo แต่หาดทรายที่โค้งจะไม่เชื่อมติดแนวชายฝั่ง



น

รูปที่ 2.9 Tombolo และ Salient

- Lagoon** หมายถึงแหล่งน้ำจืดที่ตั้งอยู่ติดกับทะเล โดยปกติน้ำเค็มจากทะเลจะไม่สามารถไหลเข้า Lagoon ได้ยกเว้นในช่วงน้ำขึ้น (หรือช่วงที่ระดับน้ำยกตัวสูงขึ้น) จนน้ำทะเลสามารถท่วมแนวหาดทรายที่กั้น Lagoon กับทะเล
- Wetland** หมายถึงป่าพรุพื้นที่ด้านในที่ถูกปกป้องจากคลื่น พื้นที่ใน Wetland จะเปียก (อาจเปียกตลอดหรือเปียกเป็นช่วงๆ) น้ำอาจเป็นน้ำจืด น้ำเค็ม หรือน้ำกร่อยก็ได้ Wetland มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เป็นแหล่งบำบัดน้ำแหล่งวางไข่ที่หลบภัยของสัตว์น้ำ
- (ดร.เชิดวงศ์ แสงสุภวานิช, 2551)

2.9 หาดทราย

หาดทรายเป็นส่วนรอยต่อระหว่างแผ่นดินกับทะเล ที่ธรรมชาติสร้างขึ้นเพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างสถานะที่แตกต่างกันระหว่างผืนแผ่นดินที่เป็นของแข็งกับน้ำทะเลที่เป็นของเหลว ดังนั้น “หาดทราย” จึงเป็นตัวกลางที่มีคุณสมบัติเฉพาะ นั่นคือ มีลักษณะเป็นเสมือนกึ่งแข็งกึ่งเหลว ซึ่งเคลื่อนไหวได้แต่ขณะเดียวกันก็หนักแน่นเมื่ออยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน จนแรงกระทำใดๆก็ไม่สามารถทำลายมันลงได้ หาดทรายจึงถูกกำหนดให้ทำหน้าที่เสมือนกำแพงกันคลื่นตามธรรมชาติ ที่ป้องกันฝั่งให้ปลอดภัย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคลื่นลมที่แปรปรวนอยู่เสมอ เมื่อหาดทรายมันคงก็ขยายกลายเป็นแผ่นดินที่สมดุลอย่างลงตัวระหว่างคลื่น ลมและตะกอนทรายที่ไหลมาจากแม่น้ำลำธารลงสู่ชายทะเล

จากสถานะที่เป็นกึ่งแข็งกึ่งเหลวของหาดทรายนี้ ทำให้มันมีความซับซ้อนมากทั้งในเชิงกายภาพและนิเวศวิทยา ในทางวิชาการถูกจัดให้เป็นบริเวณที่เรียกว่า “ช่วงรอยต่อหรือช่วงเปลี่ยนผ่าน (Transition Zone)” นั่นคือไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมได้อย่างชัดเจนว่า เมื่อมีการรบกวนเกิดขึ้นและความเสียหายจะรุกรามและรุนแรงเท่าใด

มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคลื่น ว่าเป็นสาเหตุทำให้หาดทรายถูกกัดเซาะ ในความจริงแล้วธรรมชาติได้คัดเลือกจัดสรรไว้อย่างลงตัวแล้วว่า หาดทรายใดจะเป็นเม็ดกรวด เม็ดทราย หรือโคลนตมที่สัมพันธ์กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ ที่จะมีเสถียรภาพกับคลื่นลมในทีนั้นๆ ได้ เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ขึ้นไปตามความลาดของหาดทราย มันจะหอบเอาทรายเม็ดเล็กๆ ไปกับมันด้วย และกองเม็ดทรายเหล่านั้นไว้บนหาดทราย คลื่นทำหน้าที่เช่นนี้ซ้ำแล้วซ้ำเล่า ดังนั้นในรอบของฤดูกาลแต่ละปี สมดุลนี้ จะก่อกำเนิดกองทรายหาดทรายที่มันคง และในที่สุดหาดทรายก็แผ่ขยายใหญ่ขึ้น (รองศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์, 2552)

2.10 องค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

จากการศึกษาเอกสารและรายงานต่างๆ พบว่าการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง อันได้แก่การกัดเซาะและทับถมของตะกอนทรายของชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้จะผสมผสานกันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่สลับซับซ้อนและมีความผันแปรตลอดเวลาสำหรับองค์ประกอบหลักในการเปลี่ยนแปลงบริเวณพื้นที่ศึกษาสามารถจำแนกได้ดังนี้

- 1) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวในทะเล อันได้แก่ คลื่นลม กระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง น้ำขึ้นน้ำลง และการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore transport)
- 2) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับชลศาสตร์การไหลของแม่น้ำ โกลก อันได้แก่ อัตราการไหลของแม่น้ำ โกลก ปริมาณตะกอนในแม่น้ำ การชักน้ำ (diversion) และการระบายน้ำ

นอกจากองค์ประกอบหลักในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวข้างต้น ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ อีกที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง องค์ประกอบอื่นๆ นี้ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะท้องทะเล ความลาดชันของชายฝั่ง (beach slope) ขนาดของเม็ดทราย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 สมดุลและกระบวนการตามธรรมชาติของหาดทราย

หาดทรายและเขตนํ้าตื้นชายฝั่งทะเล ได้รับอิทธิพลจากกระแสนํ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนําของคลื่น ลม และนํ้าขึ้นนํ้าลงที่มากกระทำอย่างต่อเนื่อง เสถียรภาพของหาดทรายจะขึ้นอยู่กับกระบวนการทับถมของตะกอน ที่เกิดจากสมดุลระหว่างปริมาณตะกอนที่ไหลเข้าและไหลออกตามแนวชายฝั่ง ทำให้หาดทรายอยู่ในสภาพสมดุลที่ไม่หยุดนิ่ง ซึ่งเรียกว่า “*สภาวะสมดุลพลวัต (dynamic equilibrium)*” (Sorensen, 1991) นั่นคือแนวหาดทรายเฉลี่ยจะคงที่ในรอบของฤดูกาล (รูปที่ 1) ดังนั้นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงใดๆของหาดทรายจะต้องมองในภาพรวมของแต่ละรอบปี ไม่ใช่เพียงแค่ช่วงใดช่วงหนึ่ง

หาดทรายทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่า หลังหาด (*backshore*) ที่พ้นจากอิทธิพลของคลื่น ส่วนหน้าหาด (*foreshore*) เป็นบริเวณที่คลื่น โถกขึ้นไปถึง และส่วนที่สามเป็นพื้นทะเลชายฝั่ง (*nearshore*) โดยที่อาจมีสันดอนใต้นํ้า (*sand bar*) ทอดตัวขนานกับแนวชายฝั่งซึ่งเป็นตำแหน่งที่คลื่นแตกเมื่อเข้าใกล้ฝั่ง ในช่วงที่คลื่นลมปกติทรายจะถูกพัดเข้าหาฝั่งอย่างช้าๆ และก่อตัวเป็นหาดทรายที่มีความลาดชันมาก ในช่วงมรสุมที่คลื่นลมแรงทรายบนหาดจะถูกหอบออกสู่ทะเล ไปกองกันเป็นสันดอนใต้นํ้า และเมื่อคลื่นลมสงบคลื่นเค็งจะพัดพาเอาทรายที่สันดอนนั้นถล่มกลับขึ้นฝั่ง ก่อตัวเป็นหาดทรายดั้งเดิม ด้วยเหตุนี้หาดทรายจะสมดุลอยู่ได้เองตามธรรมชาติเป็นวัฏจักรตามฤดูกาล (รองศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์, 2552)

2.12 กระแสนํ้าเลียบชายฝั่ง (Longshore current)

แม้ว่ากระแสนํ้าบริเวณชายฝั่งอาจจะเกิดมาจากลม การหลากจากแม่นํ้าในฤดูฝน หรือนํ้าขึ้นนํ้าลง แต่กระแสนํ้าชายฝั่งที่พบโดยทั่วๆ ไปและมีบทบาทสำคัญจะเกิดจากการแตกของคลื่นที่เคลื่อนที่ทํามุมเอียงเข้าหาแนวชายฝั่ง ทำให้เกิดการไหลเลียบไปกับชายฝั่งในโซนท้องทะเลได้รับอิทธิพลจากการแตกของคลื่น (*surf zone*) กระแสนํ้าเลียบฝั่งและแรงจากการกระทำจากคลื่น เป็นปัจจัยสำคัญในการพัดพาทรายให้เคลื่อนที่ไปตามแนวชายฝั่ง

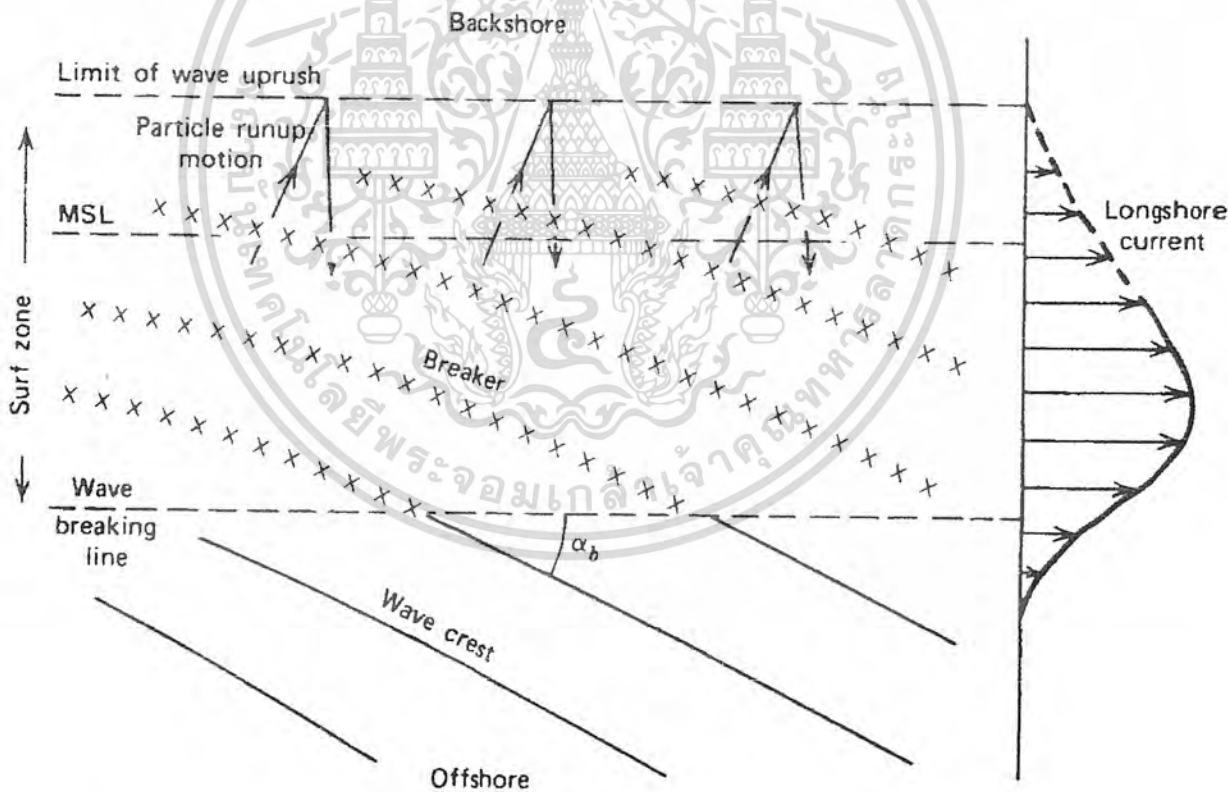
รูปที่ 2.10 แสดงภาพที่มองจากด้านบน เมื่อคลื่นกระทำเป็นมุมกับแนวชายฝั่งแล้วเกิดคลื่นแตกและโถกขึ้นไปบนชายหาด ในรูปยังแสดงการกระจายความเร็วของกระแสนํ้าเลียบฝั่ง โดยเริ่มจากจุดที่คลื่นเริ่มแตกซึ่งอยู่ห่างจากชายฝั่ง จนถึงแนวชายหาด สังเกตว่าความเร็วสูงสุดจะอยู่ใกล้กับบริเวณที่คลื่นเริ่มแตก

Ingle (1966) ทําการวัดกระแสนํ้าเลียบฝั่งจำนวนมากในบริเวณชายฝั่งตอนใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งพบว่ากระแสนํ้านี้มีความเร็วถึง 1.3 ม/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.3 เมตร/วินาที เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ขณะที่เมื่อเลยจากแนวคลื่นแตกออกไปความเร็วกระแสน้ำมีค่าน้อยกว่า 0.3 เมตร/วินาที ข้อมูลนี้ สอดคล้องกับที่รายงานโดย Szuwalski (1970) Komar และ Inman (1970) และคนอื่นๆ

กลไกที่ทำให้เกิดกระแสน้ำในแนวขนานกับชายฝั่ง คือ (1) โมเมนตัมของคลื่นตามแนวขนานฝั่ง (excess momentum flux หรือ radiation stress) อันเนื่องมาจากคลื่นที่เคลื่อนที่ในน้ำตื้นทำมุมเอียงกับแนวชายฝั่ง (รายละเอียดดูได้จาก Longuet-Higgins, 1970) และ (2) ความไม่สม่ำเสมอของความสูงคลื่นที่แตกตามแนวชายฝั่ง (เกิดจากกระบวนการหักเหและเลี้ยวเบนของคลื่นในน้ำตื้น) เป็นสาเหตุให้ของระดับน้ำชายฝั่งยกตัว (wave setup) ไม่เท่ากันตามแนวชายฝั่ง อันเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสน้ำที่ไหลเลียบไปตามชายฝั่ง โดยกระแสน้ำนี้จะไหลจากบริเวณที่คลื่นใหญ่ไปสู่ที่คลื่นมีขนาดเล็กกว่า (Komar, 1975) กลไกทั้งสองข้างต้นอาจจะเสริมกันหรือหักล้างกันของกระแสน้ำเลียบฝั่ง สำหรับชายฝั่งที่มีความลาดเอียงสม่ำเสมอ โมเมนตัมของคลื่นจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดกระแสน้ำเลียบฝั่ง



รูปที่ 2.10 คุณลักษณะของกระแสน้ำเลียบฝั่งที่เกิดจากคลื่นที่ทำมุมเอียงกับแนวชายฝั่ง (มองจากด้านบน)

การที่คลื่นที่กระทำต่อชายฝั่งมีขนาดและคาบไม่เท่ากัน ทำให้กระแสน้ำชายฝั่งมีความเร็วที่ไม่แน่นอนในแต่ละเวลา ดังนั้นจึงพบว่ากระแสน้ำชายฝั่งมีความเร็วไม่คงตัวโดยมีคาบประมาณ 2-3 นาที

Galvin (1967) ได้พัฒนาสมการของกระแสน้ำชายฝั่งขึ้น โดยอยู่บนพื้นฐานของสมดุลของพลังงาน การอนุรักษ์โมเมนตัม และการอนุรักษ์มวล Sonu และคณะ (1967) ใช้การวิเคราะห์ความถดถอยทางสถิติ (regression) หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่วัดได้ในสนามกับตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง อาทิ คาบคลื่น ความสูงคลื่น มุมปะทะ ความลาดชันของชายหาด และความเร็วลมในทิศที่พัดขนานไปกับแนวชายฝั่ง ผลการวิเคราะห์ชี้ว่าตัวแปรเหล่านั้นต่างก็มีความสำคัญ แต่ทั้งนี้วิธีนี้เหมาะกับบริเวณที่มีการวัดข้อมูลในสนามไว้เท่านั้น

การพยากรณ์กระแสน้ำเลียบฝั่งซึ่งวิเคราะห์ที่ยอมรับกันมากที่สุดถูกเสนอโดย Longuet-Higgins (1970) โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของโมเมนตัมของคลื่นกับความเสียดทานที่พื้นทะเลอันเนื่องมาจากกระแสน้ำเลียบฝั่ง โดยความเร็วของกระแสน้ำเลียบฝั่ง (V_l) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$V_l = 2.7u_m \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (1)$$

α_b คือมุมที่คลื่นเริ่มแตก (ดูรูปที่ 1) และ u_m คือความเร็วสูงสุดของอนุภาคน้ำในคลื่นแตก ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

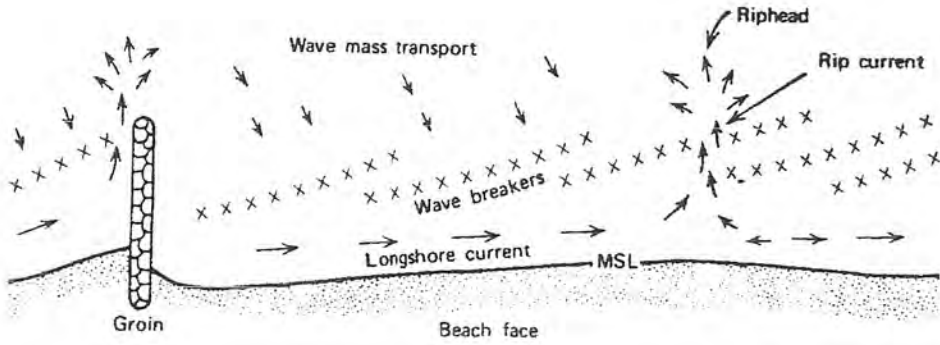
$$u_m = \frac{1}{2} \sqrt{gH_b} \quad (2)$$

เมื่อ H_b คือความสูงของคลื่นที่เริ่มแตก แม้ว่าสมการข้างต้นจะเป็นที่ใช้งานทั่วไป แต่คำตอบที่ได้อาจแตกต่างจากที่วัดได้ในสนามถึง ± 50 เปอร์เซ็นต์

เพื่อให้การคำนวณถูกต้องยิ่งขึ้น จำเป็นต้องประเมินผลของความเสียดทานก่อน (Komar, 1975) โดยทำการปรับเทียบ (calibraton) ให้คำตอบที่คำนวณได้จากสมการข้างต้นสอดคล้องกับค่าที่วัดในสนาม จึงจะนำไปพยากรณ์กระแสน้ำต่อไป

ถ้ากระแสน้ำเลียบฝั่งไหลไปปะทะกับแผ่นดินที่ยื่นไปในทะเล (headland) หรือสิ่งก่อสร้างที่ลูกคลื่นแนวชายฝั่ง เช่น รอย (groin) เขื่อนกันทรายและคลื่น (jetty) ฯลฯ กระแสน้ำนี้จะเลี้ยวเบนออกสู่ทะเล (เรียกว่า rip current) และค่อยๆ อ่อนกำลังลงในที่สุด บางครั้งชายฝั่งที่ค่อนข้างเรียบตรงและไม่มีโครงสร้างชายฝั่ง ยังถูกพบว่ามี rip current เกิดขึ้น ซึ่งจะหอบเอาน้ำจากชายฝั่งออกสู่ทะเลอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.11 โดยที่ rip current จะเกิดขึ้นในบริเวณที่คลื่นมีความสูงน้อยกว่า และมันจะตะกรุยพื้นทะเลชายฝั่งให้เป็นร่องลึก โดยปกติแล้วคลื่นที่มีคาบสั้นจะก่อให้เกิด rip current ที่มีความถี่สูงแต่ความเร็วกระแสน้ำต่ำ รายละเอียดเกี่ยวกับการไหลเวียนชายฝั่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก Shepard และ Inman (1950)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำเลียบฝั่งที่เกิดจากคลื่น

(www.dmr.go.th/more_news.php.2550)

2.13 การเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง

เนื่องจากคลื่นและกระแสน้ำมีทิศทางแปรเปลี่ยนไปตลอดปี จึงทำให้การเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งแปรเปลี่ยนไปมา โดยมีอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนในแต่ละทิศทาง (gross transport) ไม่เท่ากัน ซึ่งเมื่อหักลบกันแล้ว จะได้อัตราการเคลื่อนที่สุทธิ (net transport) ของตะกอนชายฝั่งต่อปี บางครั้งการเกิดพายุอาจจะให้การเคลื่อนที่ของตะกอนทิศทางใดทิศทางหนึ่งมากเป็นพิเศษ ซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดอย่างมากต่อการออกแบบโครงสร้างชายฝั่ง

จงอยสันทราย (sandy hook) เช่น ที่อ่าวปัตตานีและอ่าวปากพอง เป็นสิ่งบ่งบอกถึงทิศทางการเคลื่อนที่สุทธิของตะกอนชายฝั่งได้เป็นอย่างดี ซึ่งให้ภาพที่สอดคล้องกับการทับถมและกัดเซาะชายฝั่งบริเวณที่มีการก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่งในบริเวณนั้น ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งจำเป็นต้องทราบถึงปริมาณตะกอน รวมทั้งแหล่งกำเนิดตะกอนชายฝั่ง (source) อันได้แก่ ตะกอนจากแม่น้ำ จากการกัดเซาะชายฝั่ง จากการเติมทรายเป็นดิน และแหล่งที่สะสมตัวของตะกอน (sink) ได้แก่ บริเวณปากแม่น้ำที่มักเกิดสภาพน้ำนิ่ง (dead tide) และมีการตกตะกอนจำนวนมาก

บริเวณสิ่งก่อสร้างชายฝั่ง เช่น รอกและเขื่อนกันทรายจะมีการรอกของชายหาด บริเวณเขื่อนกันคลื่นจะมีการรอกของทรายในลักษณะ tombolo นอกจากนี้บริเวณที่มีการขุดทรายออกจากชายฝั่งก็ทำให้ตะกอนสูญหายไปจากชายฝั่งเช่นกัน การพัดพาทรายออกนอกชายฝั่งโดยพายุจะทำให้ทรายบางส่วนไม่อาจกลับคืนสู่ฝั่งได้ ลมก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่พัดพาทรายจากชายหาดไปกองเป็นสันทรายบนฝั่ง (sand dune) ได้

(www.dmr.go.th/more_news.php.2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 สาเหตุการกัดเซาะชายฝั่ง

สาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งที่ทำให้เกิดการพังทลายโดยทั่วไปนั้น ประกอบด้วย

2.13.1 สาเหตุตามธรรมชาติ คือ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การพังทลายของหน้าผาลดลง ทำให้ปริมาณตะกอนทดแทนมีปริมาณน้อย ปริมาณตะกอนจากทะเลที่พัดพาเข้าสู่ฝั่งลดลง คลื่นลมรุนแรงผิดปกติ กระแสน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ ทิศทางของคลื่นเปลี่ยนแปลง และปริมาณฝนตกที่มากกว่าปกติ

2.13.2 สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการพังทลายของชายฝั่ง ประกอบด้วย

2.13.2.1 การสร้างเขื่อนหรือฝายกั้นแม่น้ำ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการพังทลายของชายฝั่งทะเล เนื่องจากตะกอนที่จะมาทับถมมีปริมาณน้อยลง เพราะตะกอนถูกกักไว้ที่เขื่อนหรือฝาย รวมถึงการดูดทรายในแม่น้ำเพื่อใช้ในการก่อสร้างและเพื่อการถมที่ ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ตะกอนที่ลงสู่ทะเลมีปริมาณน้อยลง

2.13.2.2 การสร้างกำแพงกันคลื่น (seawall) เขื่อนค้ำตะกอน (groin) เขื่อนหินทิ้ง (revetment) และแนวหินทิ้ง (riprap) ในบริเวณหนึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ใกล้เคียงได้ เช่น อาจเกิดการกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่งบริเวณท้ายน้ำ เนื่องจากตะกอนที่เคยพัดมาสะสมถูกตัดและตกตะกอนอยู่ที่เขื่อนค้ำตะกอน นอกจากนั้นการก่อสร้างวัตถุเพื่อการป้องกันชายฝั่งดังที่กล่าวมา ทำให้ ความลาดชันของชายหาดสูงขึ้น ซึ่งเป็นการเร่งให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งมากขึ้น

2.13.2.3 การก่อสร้างกำแพงปากแม่น้ำ (jetty) ทำให้ตะกอนถูกส่งออกไปไกลจากบริเวณชายฝั่งมากกว่าปกติ ทำให้ตะกอนสูญเสียดังกล่าวจากระบบ ส่งผลให้ปริมาณตะกอนที่ตกทับถมบริเวณชายหาดมีน้อยลง และขัดขวางการพัดพาของตะกอนในแนวเข้า-ออกฝั่ง ก่อให้เกิดการพังทลายของชายฝั่ง นอกจากนี้การขุดลอกร่องน้ำนำตะกอนปากแม่น้ำไปทิ้งยังบริเวณอื่นก็เป็นการลดปริมาณของตะกอนที่ควรสะสมตัวตามธรรมชาติ

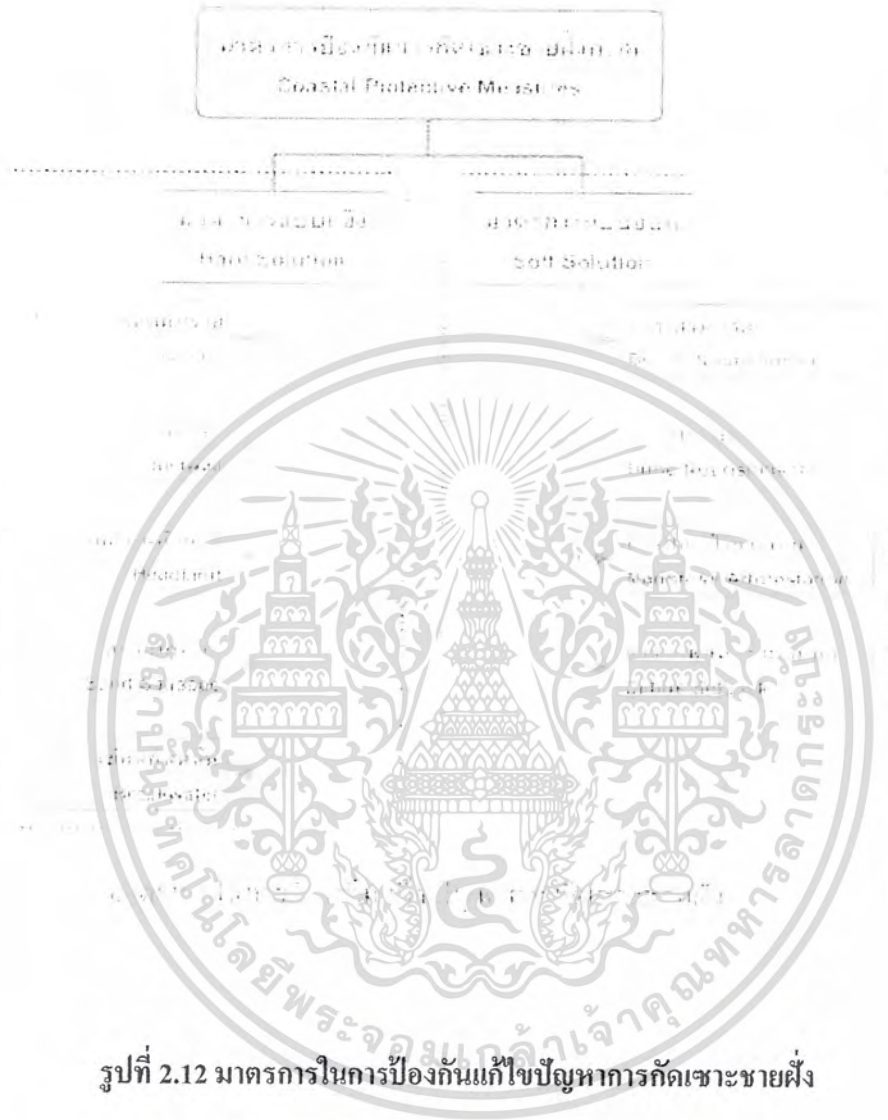
2.13.2.4 การก่อสร้างท่าเทียบเรือบริเวณชายฝั่ง ทำให้เกิดร่องน้ำลึก (ช่องทางเดินเรือ) ที่ขวางกั้นการไหลของตะกอนบริเวณชายฝั่ง รวมถึงสิ่งก่อสร้างบริเวณท่าเรือ เช่น สะพานเทียบเรือ ท่อขนถ่ายสินค้า ก็เป็นสิ่งกีดขวางการพัดพาของกระแสน้ำ และตะกอนบริเวณชายฝั่ง และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของทิศทางคลื่นอีกด้วย

2.13.2.5 การถมสร้างชายหาดเทียม (beach nourishment) ซึ่งต้องมีการขุดทรายในทะเลจากสถานที่หนึ่งมาถมในบริเวณชายหาด ทำให้เกิดหลุมลึก ซึ่งเป็นการเร่งให้เกิดการไหลของตะกอนมาเติมเต็มในหลุม และมีผลต่อเนื่องถึงการพังทลายของชายฝั่งบริเวณใกล้เคียง

(www.dmr.go.th/ewt_news.php,2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 มาตรการแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่งทะเลได้เป็น 2 แบบคือ



รูปที่ 2.12 มาตรการในการป้องกันแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่ง

2.14.1 วิธีการทางธรรมชาติ เป็นวิธีการแก้ไขปัญหการแบบอ่อน (soft solution) เป็นวิธีที่ใช้กับบริเวณชายฝั่งที่มีชุมชนไม่หนาแน่น และมีปัญหการกัดเซาะไม่รุนแรง เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง แต่เป็นวิธีการที่ต้องอาศัยเวลาพอสมควร เช่น

2.14.1.1 การฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าชายเลน (Mangrove Afforestation) รวมทั้งป่าชายหาด แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง การปลูกหญ้าทะเล หรือต้นไม้ชนิดที่มีรากยาวนานจะช่วยยึดเกาะพื้นทรายให้แน่นขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.1.2 วิธีการนำตะกอนทรายจากที่อื่นมาถม (Beach Nourishment) เป็นการเสริมชายหาดที่ถูกกัดเซาะเพื่อให้มีสภาพเหมือนเดิม ข้อดีของวิธีนี้คือ ไม่เป็นอันตรายกับชายหาด แต่ต้องเติมทรายอย่างสม่ำเสมอ

2.14.1.3 การกำหนดระยะยื่นของสิ่งก่อสร้างบนชายหาด (development set-back control) ให้กว้างขึ้นเพื่อเป็นแนวกันชน (buffer zone) ระหว่างเขตชุมชนกับชายหาด ไม่ให้มีสิ่งก่อสร้างบนชายหาดที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการกัดเซาะ

2.14.2 วิธีการทางวิศวกรรม เป็นวิธีแก้ไขแบบเบ็ดเสร็จ (hard solution) โดยการแก้ไขปัญหาคือใช้โครงสร้างทางวิศวกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันชายฝั่งทะเล คอยดักตะกอนชายฝั่ง สลายพลังงานของคลื่น ช่วยยึดแนวชายฝั่งทะเล และพายุเฮอริเคน เสริมเพชเชอเท ให้เกิดความร่วมมือร่วมใจด้วยวิธีต่างๆ เช่น

2.14.2.1 เขื่อนกันคลื่น (breakwater) โดยทิ้งหินหรือแท่งคอนกรีตขนาดต่างๆ กัน ไว้ในทะเลโดยใช้ก้อนหินขนาดตามที่ออกแบบ เพื่อยับยั้งความเร็วของคลื่นที่จะเคลื่อนที่เข้าปะทะฝั่ง ส่วนใหญ่เป็นโครงการภาครัฐ

2.14.2.2 กำแพงริมหาดกันคลื่น ขนานกับฝั่ง (sea wall) เป็น โครงสร้าง ที่ใช้ ป้องกันพื้นที่ด้านในชายฝั่ง ก่อสร้างได้ทั้งแบบที่เป็นหินทิ้ง หรือคอนกรีต

2.14.2.3 เขื่อนกันทรายและคลื่น (jetty) เป็นการกันทรายปากแม่น้ำสำหรับท่าเรือ (Jetty) ทำเพื่อป้องกันไม่ให้ร่องน้ำเข้าท่าเรือ ทำได้ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยเฉพาะผู้ที่ทำท่าเรือหน้าริสอร์ท

2.14.2.4 แนวรอดักทราย (groin) ไม่ได้มีไว้กันคลื่น แต่สร้างตั้งฉากยื่นลงไปในทะเล เพื่อดักทรายที่ไหลมาตามกระแสน้ำ เพื่อให้ตะกอนสะสมตัวอยู่ระหว่างโครงสร้างรอดแต่ละแนว ซึ่งมีหลายรูปแบบทั้งแบบ ตัวไอ ตัววาย และตัวที

(www.rsunews.net/Green/CoastReservation/Gpage.htm , 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 ภาพถ่ายทางอากาศ

รูปถ่ายทางอากาศ คือ รูปถ่ายต่างๆ ที่ถ่ายจากอากาศยาน เช่น เครื่องบิน เครื่องบินที่ไม่มีคนขับ บอลลูน ประโยชน์ของภาพถ่ายทางอากาศนั้นมีมากมาย เช่น ใช้ผลิตแผนที่ หรือใช้ร่วมกับแผนที่เพื่อดูรายละเอียด ที่เปลี่ยนแปลงไปจากแผนที่

2.16.1 ชนิดของรูปถ่ายทางอากาศ มี 4 ชนิดคือ

2.16.1.1 รูปถ่ายตั้ง คือรูปถ่ายที่ใช้ประโยชน์มากที่สุด เพราะให้รายละเอียดที่ตรงความเป็นจริงมากที่สุด ภาพถ่ายตั้งแกนกล้องจะเอียงไม่เกิน ± 3 องศา

2.16.1.2 รูปถ่ายเอียงน้อย คือรูปถ่ายที่เอียงเกิน ± 3 องศา แต่ไม่เห็นเส้นขอบฟ้า

2.16.1.3 รูปถ่ายเอียงมาก คือรูปถ่ายที่ถ่ายเอียงมากและเห็นเส้นขอบฟ้า ข้อดีคือครอบคลุมบริเวณได้กว้างกว่า รูปถ่ายตั้ง แต่ให้รายละเอียดที่ไม่ตรงความเป็นจริง

2.16.1.4 รูปถ่ายผสม คือรูปถ่ายที่ถ่ายด้วยกล้องถ่ายภาพทางอากาศหลายตัว ให้ทั้งภาพถ่ายตั้ง และภาพถ่ายเอียง

2.16.2 ประโยชน์ของภาพถ่ายทางอากาศ

2.16.2.1 รายละเอียดที่ปรากฏบนภาพถ่าย ช่วยให้เราเก็บข้อมูลต่างๆ ได้หลายชนิดในเวลาเดียวกัน

2.16.2.3 ภาพถ่ายทางอากาศเป็นการบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ในเวลานั้น ให้คงอยู่ตลอดไป

2.16.2.4 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสามารถนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลประเภทเดียวกันในอดีตได้

2.16.3 รายละเอียดของรูปถ่าย

- หมายเลขม้วน
- หมายเลขรูป
- มาตราส่วน
- วัน เดือน ปี ที่ทำการถ่ายรูป
- ความสูงบิน
- หมายเลขหรือชื่อ โครงการ
- หน่วยที่ผลิต
- รายละเอียดอื่นๆ ที่ต้องการให้ทราบ
- อื่น ๆ เช่น เวลาที่ทำการถ่ายภาพ ฟองระดับ ชนิดของเลนส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 รายละเอียดของรูปถ่าย

2.16.4 ฟิล์มที่ใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศ

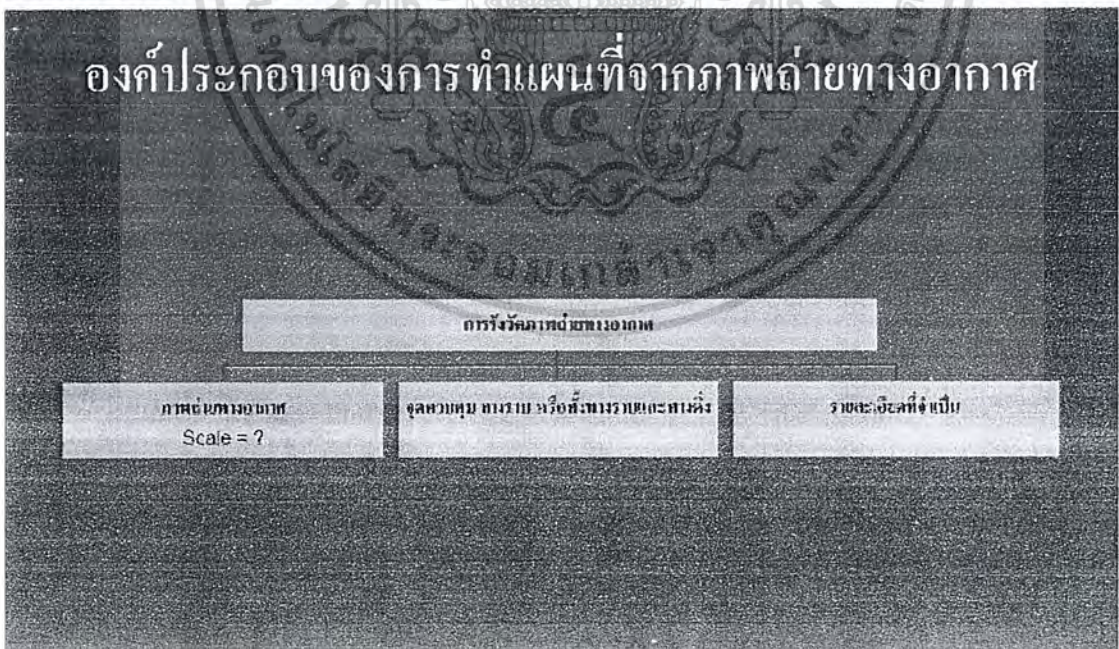
- ฟิล์ม PANCHROMATIC หรือฟิล์มขาวดำ
- ฟิล์มสี
- ฟิล์มอินฟราเรด
- ฟิล์มพิเศษที่ทราบการชดเชยเป็นฟิล์มพิเศษที่ให้ข่าวสารเกี่ยวกับการชดเชยกลาง โดยเฉพาะ ทั้งนี้เพราะพืชพันธุ์ตามธรรมชาติจะปรากฏเป็นสีแดง ในขณะที่สิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้นเป็นสีฟ้า

2.16.5 ข้อผิดพลาดของภาพถ่ายทางอากาศเมื่อจะนำไปทำแผนที่

2.16.5.1 ข้อผิดพลาดที่เกิดจากอาการเอียงของกล้องถ่ายภาพทางอากาศ

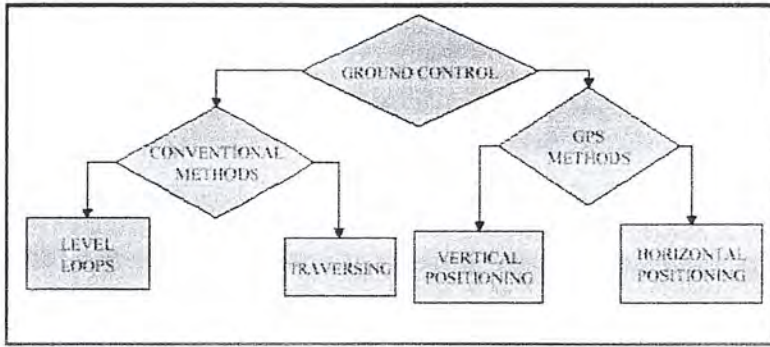
2.16.5.2 Relief Displacement กรณีที่พื้นพื้นนั้นเป็นภูเขา

2.16.6 องค์ประกอบของการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ



รูปที่ 2.14 องค์ประกอบของการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 วิธีการหาจุดควบคุมหรือ ground control

2.16.7 ลักษณะพึงประสงค์ของจุดควบคุม

- ต้องเป็นจุดที่คมชัด เห็นเด่นชัด และชี้จำแนกได้ง่าย
- อยู่ในตำแหน่งภาพที่เหมาะสม

2.16.8 ข้อควรคำนึงเกี่ยวกับการปรับแก้ภาพถ่ายทางอากาศ

• ระบบพิกัดที่จะใช้ ขึ้นอยู่กับ

- ขนาดพื้นที่ที่จะจัดทำ ถ้าพื้นที่ไม่กว้างมากขนาดทั้งประเทศควรใช้พิกัดกริด
- ถ้าพื้นที่กว้างมากให้ใช้พิกัด ภูมิศาสตร์

• พื้นหลักฐานที่จะใช้

- ให้ดูว่า ข้อมูลยุคภูมิ ใช้พื้นหลักฐานอะไร
- ถ้าอ้างอิงจากแผนที่ ให้ดูว่าแผนที่ระวางนั้นใช้พื้นหลักฐานอะไร

• L7017 ใช้พื้นหลักฐาน indian 1975

• L7018 ใช้พื้นหลักฐาน WGS84

• ความผิดพลาดที่ยอมให้ได้

• ลักษณะพื้นที่ที่จะหาแผนที่ เป็นภูเขาคงใช้การปรับแก้แบบมีระบบ เพื่อแก้ ความผิดพลาด เนื่องจากความสูง

2.16.9 ข้อกำหนดเรื่องความถูกต้องของแผนที่

•ทางราบ

ร้อยละ 90 ของลักษณะรายละเอียดทางราบ ต้องมีตำแหน่งในแผนที่ต่างจากตำแหน่งจริงได้ไม่เกิน 0.8 ม.ม. ในแผนที่มาตราส่วน 1: 20 000 หรือใหญ่กว่าและไม่เกิน 0.5 ม.ม. ในแผนที่ที่มีมาตราส่วนเล็กกว่า 1: 20 000

•ทางตั้ง

ร้อยละ 90 ของจุดทดสอบค่าระดับสูงจะต้องมีค่าระดับความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ครึ่งหนึ่งของช่วงเส้นชั้นความสูง

ฉะนั้นความถูกต้องของจุดควบคุมหรือ Ground control ต้องมีความถูกต้องมากกว่าเกณฑ์ความถูกต้องมาตรฐานของแผนที่ (กรณีใช้ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการทำแผนที่)

- โดยทั่วไป ทางราบ จะเท่ากับ ครึ่งหนึ่งของเกณฑ์ ความถูกต้องมาตรฐานของแผนที่
- โดยทั่วไป ทางตั้ง จะเท่ากับ 1/5 ของช่วงเส้นชั้นความสูง

2.16.10 ความถูกต้องของเครื่องรับสัญญาณ GPS ในแบบต่างๆ

- แบบ นำหน (navigator) ทั่วๆ ไป = 5-20 เมตร(ทางราบ)
- แบบ นำหน ที่มีความละเอียด = 3-5 เมตร(ทางราบ)
- DGPS ต่ำกว่า 1 เมตร
- แบบทหารรังวัด โดยวิธี ความดันเฟส ในเครื่องแบบ 1 ความถี่ 2 cm +/- 2 ppm
แบบสองความถี่ 1 cm +/- 1 ppm (ทางราบ ที่มีเส้นฐานไม่เกิน 20 KM)

หมายเหตุ ความสูงจะมีความคลาดเคลื่อนเป็นสองเท่าของทางราบ

ตำแหน่งที่เหมาะสมของจุดควบคุมหรือ ground control บนภาพถ่ายทางอากาศ (อย่างน้อย 4 จุด และขึ้นอยู่กับสมการ polynomial ที่ใช้)



รูปที่ 2.16 การ mark ตำแหน่งจุดควบคุม

2.16.11 วิธีการปรับแก้ภาพถ่ายทางอากาศ

2.15.11.1 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (geometric correction) นั้น

มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดความเพี้ยนเชิงเรขาคณิตของภาพ ซึ่งกระทำโดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดภาพ และระบบพิกัดภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลเปรียบเทียบของเครื่องวัด ข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลการทรงตัวที่มีการวัดไว้ จุดควบคุมภาคพื้นดิน สภาพบรรยากาศ ฯลฯ

2.15.11.2 วิธีการปรับแก้

• แบบมีระบบ

- จำเป็นต้องทราบค่า parameter ของภาพถ่ายทางอากาศ หรือภาพถ่ายดาวเทียม
- โดยมากจะใช้งานร่วมกับข้อมูลความสูงภูมิประเทศหรือ DTM เพื่อขจัดความผิดเนื่องจากความสูงหรือ relief displacement
- เป็นการปรับแก้สมการที่เรียกว่า collinearity
- ผลผลิตที่ได้คือ ภาพแบบ orthophoto

• แบบไม่มีระบบ

- ไม่ใช้ค่า parameter ของภาพถ่ายทางอากาศหรือ ภาพถ่ายดาวเทียม
- ส่วนมากจะใช้ค่า สมการ polynomial เป็นตัวปรับแก้ ถ้า order 1 ต้องการ จุดควบคุม อย่างน้อย 4 จุด order 2 ต้องการจุดควบคุมอย่างน้อย 6 จุด
- ไม่ได้แก้ข้อผิดพลาดจากความสูง ใช้บริเวณ พื้นที่ที่เป็นพื้นราบ ผลผลิตที่ได้คือ ภาพแบบ rectify

(พ.อ.ศุภฤกษ์ ชัยชนะ, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.17 ลักษณะพื้นฐานของภาพดาวเทียม

2.17.1 ข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster) ของภาพดาวเทียม

ภาพถ่ายดาวเทียมที่เห็นเป็นภาพที่เกิดจากการแปลงพลังงานให้เป็นรูปตัวเลข และเก็บในรูปแบบที่สามารถเสนอออกมาเป็นภาพได้ โดยเริ่มจาก เครื่องตรวจจับที่ออกแบบสำหรับดาวเทียมแต่ละชนิด บันทึกพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนจากผิวโลก แล้วบันทึกในรูปแบบแรงดันไฟฟ้า (voltage) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ต่อเนื่องกัน หรือแบบอนาล็อก (analog) มีหน่วยเป็น microwatts / cm² / steradian หลังจากนั้น แรงดันไฟฟ้านี้จะถูกแปลงเป็นค่าตัวเลขที่สมมูลกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ได้ (รูปที่ 2.17)



รูปที่ 2.17 (a) การตอบสนองแบบภาพเหมือนทางทฤษฎีของเส้นสแกนที่ถ่ายด้วย 8 ช่วงคลื่น (แบนด์) เพื่อนำไปสร้างภาพหลายช่วงคลื่น โดยเส้นสแกนแต่ละเส้นจะถูกเปลี่ยนจากค่าแรงดันไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข (b)

ที่มา : Moran and Baros, 1996

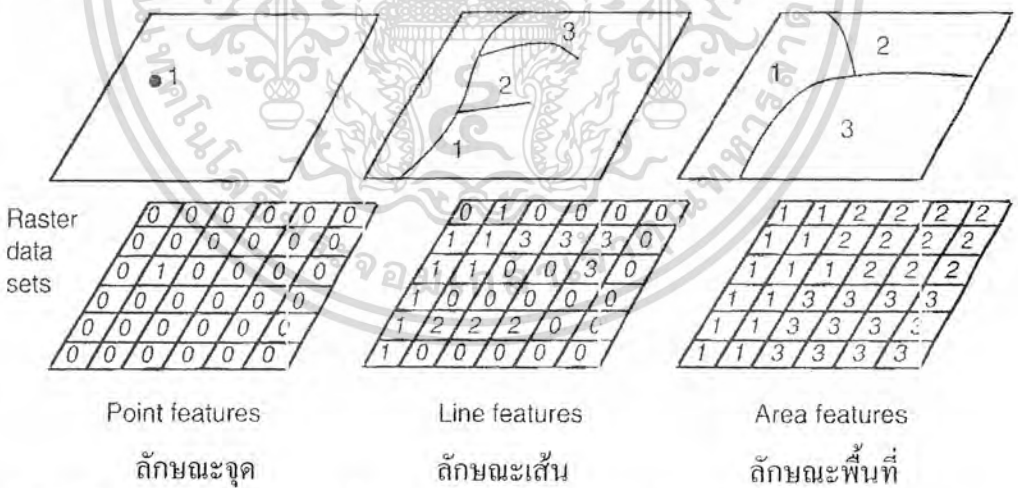
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพดาวเทียมที่ได้รับมา ไม่ได้ถูกจัดเก็บในรูปของภาพ แต่จะจัดเก็บเป็นตัวเลขแต่ละจุดภาพที่ต่อเนื่องกัน โดยทั่วไปมีการจัดเก็บเป็น 3 รูปแบบ (format) คือ

- **BIL** (Band Interleaved by Line) เป็นรูปแบบการเก็บข้อมูลเป็น แถวละแถวสแกน ของแต่ละแบนด์ข้อมูลแถวหนึ่งๆ ของทุกแบนด์จะถูกเก็บเป็นลำดับต่อเนื่องกันภายในเพิ่มข้อมูล
- **BSQ** (Band Sequential) เป็นรูปแบบการเก็บข้อมูล แยกทีละแบนด์
- **BIP** (Band Interleaved by Pixel) เป็นรูปแบบการเก็บข้อมูลคล้ายกับ BIL แต่จะเก็บ ทีละจุดภาพแทนที่จะเก็บทีละแถว

การเลือกเก็บข้อมูลภาพในรูปแบบใด ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ถ้าผู้ใช้ต้องการโหลดภาพทั้งภาพ และทุกแบนด์ในเวลาเดียวกัน ให้เลือกใช้ BIL หรือ BSQ แต่ถ้าผู้ใช้รู้ตำแหน่งแน่นอนของภาพ และต้องการตัดเอาพื้นที่เพียงบางส่วน ให้ใช้รูปแบบ BIP เพราะสามารถกำหนดตำแหน่งของจุดภาพได้

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เป็นข้อมูลแบบตัวเลขที่จัดเก็บในรูปกริด (grid) หรือตารางของตัวเลขที่มีจุดอ้างอิงตามแนวนอนและแนวตั้ง แต่ละส่วนประกอบเรียกว่า จุดภาพ ซึ่งหมายถึง ส่วนที่เล็กที่สุดของภาพ (พื้นที่ที่ถูกสแกน) ที่มีค่าหนึ่ง เนื่องจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้ของแต่ละจุดภาพ ถูกแปลงให้อยู่ในรูปของค่าตัวเลข (digital number, DN, รูป binary) จึงเรียกภาพที่แสดงข้อมูลเชิงตัวเลขนี้ว่า ภาพเชิงตัวเลข ตัวอย่างภาพที่มีลักษณะเชิงตัวเลข แสดงในรูปที่ 5.4



รูปที่ 2.18 โครงสร้างข้อมูลแบบเซลล์ที่ประกอบด้วยแถวและคอลัมน์ หรือ แบบกริด กลุ่มของเซลล์จะเป็นตัวแทนลักษณะต่างๆ ค่าของแต่ละเซลล์จะแสดงถึงค่าของลักษณะนั้นๆ
ที่มา : Understanding GIS, 1994

2.17.2 ชนิดของตัวเลข (Numeral type) ที่บรรจุอยู่ในระบบราสเตอร์ทั่วไป

ช่วงตัวเลขหรือชนิดของตัวเลขที่ใช้ในระบบราสเตอร์ จะเป็นตัวบอกค่าชั้นข้อมูลนั้นๆ จะถูกแสดง หรือสามารถนำไปประมวลผลได้อย่างไร ตัวอย่างเช่น ชั้นข้อมูลความสูง ที่มีค่าในช่วง 550 ถึง 560 จะถูกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกับชั้นข้อมูลที่มีค่าแค่ 1, 2 หรือ 3 ซึ่งเป็นตัวแทน น้ำ ดิน พืช อย่างไรก็ตาม ค่าตัวเลขในชั้นข้อมูลระบบราสเตอร์โดยทั่วไปจะเป็นตัวเลขคี่นี้ คือตัวเลขแบบแยกประเภท (nominal) แสดงถึง ค่าตัวเลขที่ถูกจัดแบ่งแบบง่าย ๆ และแทนชื่อ ค่าของตัวเลข ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวเลข ซึ่งมักจะเป็นตัวเลขที่ให้กับประเภท หรือลำดับชั้นเช่น ดินแต่ละชนิดให้ตัวเลขแตกต่างกัน ชั้นข้อมูลที่มีตัวเลขลักษณะนี้ มักเป็นชั้นข้อมูลที่แสดงเรื่องเฉพาะ (thematic layer) เช่น ชนิดของดิน การใช้ที่ดิน ถนน แม่น้ำ และมักจะแสดงสารสนเทศในเชิงคุณภาพ

2.17.2.1 ตัวเลขแบบอันดับ (ordinal) แสดงถึง ค่าตัวเลขที่คล้ายกับตัวเลขแบบแยกประเภท แต่มีลำดับ หรือมีช่วงของตัวเลข มักจะสร้างจากตัวเลขแบบแยกประเภท เช่น ดี = 1 เลว = 2 เลวที่สุด = 3

2.17.2.2 ตัวเลขแบบนับจำนวน (cardinal) แสดงถึง ค่าตัวเลขที่มีความสัมพันธ์กับสภาพความเป็นจริงหรือมีความหมาย ดังนั้น ตัวเลขที่ปรากฏในแผนที่คือตัวเลขจริงที่เป็นแบบต่อเนื่อง (continuous) ซึ่งมีหลายแบบ คือ

1) ตัวเลขแบบเป็นช่วง (interval) เป็นตัวเลขที่มีค่าเป็นระเบียบตามลำดับ (order) แต่ละช่วงห่างจะมีความหมาย และใช้วัดลักษณะบางอย่างเช่น ความสูง อุณหภูมิ (ปกติค่าแบบช่วงห่างไม่มีค่า 0)

2) ตัวเลขแบบอัตราส่วน (ratio) เป็น ตัวเลขที่วัดสภาพ (condition) จะเป็นเลขจำนวนเต็ม หรือจุดทศนิยมก็ได้ มีค่า 0 ก็ได้ ชั้นข้อมูลที่มีตัวเลขลักษณะนี้ มักเป็นค่าแบบต่อเนื่อง เช่น ค่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปริมาณน้ำฝน โมเดลระดับพื้นที่ภูมิประเทศแบบตัวเลข (digital elevation model, DEM) และมักจะแสดงข้อมูลในเชิงปริมาณ ภาพดาวเทียมจะมีลักษณะเช่นนี้

2.16.3 คุณสมบัติของภาพดาวเทียม

คุณภาพเริ่มต้นของภาพถ่ายดาวเทียมขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบการตรวจจับ ซึ่งพิจารณาจากความสามารถในการแยกแยะ หรือ การให้รายละเอียด (resolution) ในด้านต่างๆ ความละเอียดในความหมายกว้างๆ ใช้อธิบายถึง จำนวนจุดภาพที่สามารถแสดงได้บนจอ หรือ พื้นที่ในภาคพื้นดินซึ่งแสดงโดย 1 จุดภาพในแฟ้มภาพ แต่เมื่อใช้ในการอธิบายข้อมูลระยะไกล จะมีความหมายเพิ่มขึ้น เป็นรายละเอียดเชิงช่วงคลื่น (spectral resolution) รายละเอียดเชิงพื้นที่ (spatial resolution) รายละเอียดเชิงเวลา (temporal resolution) และรายละเอียดเชิงมาตรรังสี (radiometric resolution)

ลักษณะพื้นฐานของภาพดาวเทียม

-รายละเอียดเชิงช่วงคลื่น หมายถึง ช่วงห่างความยาวคลื่นหนึ่งๆ ในแถบแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR) ที่เครื่องมือสามารถตรวจจับได้ ถ้าช่วงคลื่นที่เครื่องมือสามารถตรวจจับได้มีช่วงห่าง แสดงว่า ภาพนั้นมีรายละเอียดเชิงช่วงคลื่นหยากกว่าภาพที่ใช้เครื่องตรวจจับที่สามารถตรวจจับช่วงคลื่นได้แคบกว่า ตัวอย่างเช่น เครื่องตรวจจับของดาวเทียม SPOT ในระบบขาว-ดำ ให้รายละเอียดเชิงช่วงคลื่นที่ละเอียด

เพราะบันทึก EMR ระหว่างช่วงคลื่น 0.51 - 0.73 ซึ่งมีระยะห่างระหว่างช่วงคลื่นแคบ ในทางตรงกันข้าม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LANDSAT- 7 ระบบขาว-ดำ ให้รายละเอียดเชิงช่วงคลื่นหยากกว่า เพราะบันทึก ERMระหว่างช่วงคลื่น 0.50 - 0.90 ซึ่งมีระยะห่างช่วงคลื่นกว้างกว่า

-รายละเอียดเชิงพื้นที่ หมายถึง ขนาดพื้นที่ของวัตถุที่เล็กที่สุด ที่เครื่องตรวจจับสามารถแยกแยะได้ หรือ หมายถึง พื้นที่ในภาคสนามที่แสดงโดย 1 จุดภาพ ตัวเลขยิ่งน้อยแสดงว่ายิ่งมีความละเอียดเชิงพื้นที่สูง เช่น รายละเอียดเชิงพื้นที่ 79 เมตร จะหยากกว่ารายละเอียดเชิงพื้นที่ 10 เมตรรายละเอียดเชิงพื้นที่ และมาตราส่วนไม่ใช่เรื่องเดียวกัน ภาพที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากันแต่อาจจะแสดงภาพในมาตราส่วนที่แตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตามภาพที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่า จะสามารถแสดงภาพในมาตราส่วนที่ใหญ่กว่าได้

-รายละเอียดเชิงมาตรรังสี หมายถึง ตัวเลขข้อมูลที่จะมีได้ในแฟ้มข้อมูลของแต่ละแบนด์ ซึ่งสมยศวมถึง จำนวนบิต (bits) ที่แยกแยะ ได้ในการบันทึกพลังงาน ยกตัวอย่างเช่น การบันทึกพลังงานในรูป 8 บิต (i byte) แสดงว่าค่าตัวเลขในแฟ้มข้อมูลจะมีความละเอียดได้ถึง 28 ค่า หรือ มีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 255 แต่ถ้าบันทึกพลังงานในรูป 6 บิต ตัวเลขในแฟ้มข้อมูลจะมีค่าเพียง 27 ค่าหรือ มีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 127 ดังนั้น การบันทึกพลังงานในรูป 8 บิต จะให้ความละเอียดหรือความแตกต่างของโทนสีได้กว่าการบันทึกพลังงานในรูป 6 บิต

-รายละเอียดเชิงเวลา หมายถึง ความถี่ของช่วงเวลาที่เครื่องตรวจจับบันทึกภาพในพื้นที่เดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น LANDSAT-TM ถ่ายภาพในพื้นที่เดียวกันบนพื้น โลกทุกๆ 16 วัน แต่ SPOTถ่ายภาพในพื้นที่เดียวกันทุกๆ 28 วัน ดังนั้น เช่น LANDSAT-TM จะมีรายละเอียดเชิงเวลามากกว่าSPOT

(พ.อ.สุภฤกษ์ ชัยชนะ.2552)

2.18 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Mr. Jim W. Johannessen (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการป้องกันการกัดเซาะ ณ ชายฝั่งทะเล Driftwood Beach, Blakely Island. โดยวิธีการทางธรรมชาติ ซึ่งออกแบบให้มีลักษณะการป้องกันที่เลียนแบบแนวป้องกันทางธรรมชาติ โดยใช้วัสดุท้องถิ่นเช่น กรวดทราย การปลูกไม้ยืนต้นริมชายฝั่ง และการวางท่อนไม้ขนาดใหญ่ริมชายฝั่ง เพื่อลดแรงกระทำของคลื่นในลักษณะต่างๆ ที่กระทำต่อชายฝั่งทะเล จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่า แนวป้องกันที่ออกแบบให้คล้ายคลึงกับธรรมชาติ สามารถป้องกันคลื่นได้เป็นอย่างดี ชายฝั่งทะเลของ Driftwood Beach มีความสมดุลมากขึ้น ประสิทธิภาพของโครงการวิจัยเป็นที่ยอมรับ และยังทำการประเมินประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

Rebecca Stamski(2005) รายงานที่ตีพิมพ์ในโครงการกล่าวถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นของโครงสร้างการป้องกันชายฝั่งทะเลของ The Monterey Bay National Marine Sanctuary ตลอดแนวชายฝั่ง 300 ไมล์ของ The Sanctuary มีอย่างน้อย 15 ไมล์ที่ปัจจุบันกั้นด้วยแนวกันน้ำและหินที่วางซ้อนกันเป็นกำแพง โครงสร้างการป้องกันชายหาดเหล่านี้ส่วนใหญ่วางอยู่เหนือจุดที่กระแสน้ำขึ้นสูงสุด อย่างไรก็ตาม แนวกันเหล่านี้ยังคงมีผลต่ออาณาเขตทางทะเลและการท่องเที่ยว นอกจากนี้ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและการลดลงของพื้นที่ชายหาด จะทำให้โครงสร้างเหล่านี้อยู่ได้จุดที่กระแสน้ำขึ้นสูงสุด เจ้าหน้าที่ของ The Monterey Bay National Marine Sanctuary เห็นถึงความสำคัญของแนวกันชายฝั่ง โดยมองว่าเป็นปัญหาวิกฤตใน “Coastal Armoring Action Plan of the draft Joint Management Plan”

Adeyinka Sunday Okude and Israel Ajewole Ademiluyi (2006) ได้ศึกษาการกัดเซาะชายฝั่งที่ประเทศไนจีเรีย ได้กล่าวว่า การกัดเซาะชายฝั่ง เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติซึ่งกลายเป็นปัญหาเพิ่มมากขึ้นในหลายๆพื้นที่ของโลก ซึ่งมักส่งผลกระทบต่อทางสังคมและเศรษฐกิจ ประเทศไนจีเรียซึ่งมีชายฝั่งยาวประมาณ 853 กิโลเมตร ซึ่งเกิดจากลักษณะการสึกกร่อนที่ต่างกัน คือ จากธรรมชาติและการทำงานของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากชายฝั่งทะเลและสภาพแวดล้อมทางการเดินเรือของไนจีเรียถือเป็นหลักสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ซึ่งสร้างรายได้มากกว่า 70% ของรายได้ประชาชาติทั้งหมด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นซึ่งมีความเกี่ยวพันทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างลึกซึ้งต่อพื้นที่และทั่วทั้งประเทศ จากประสบการณ์เมื่อเร็วๆนี้ เช่น ภัยพิบัติซินามิในเอเชีย และเฮอริเคนแคทริน่า เพิ่มความจำเป็นในการทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ดังนั้นในรายงานฉบับนี้อภิปรายถึงสาเหตุทางธรรมชาติของการกัดเซาะชายฝั่งของชายฝั่งทะเลไนจีเรีย เช่น ความเสื่อมของธรรมชาติของชายฝั่ง, ภาวะโลกร้อน , ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นท่ามกลางปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ เช่นเดียวกับ ปัจจัยด้านการกระทำของมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงจากชนบทเป็นเมือง, การเปลี่ยนแปลงด้านอุตสาหกรรม, การเสาะหาน้ำมัน และ การนำมาใช้ นอกจากนี้รายงานนี้ยังอภิปรายถึง มาตรการการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการกัดเซาะชายฝั่งของประเทศในจีเรียในอดีต เช่น การบำรุงรักษาชายหาดและการใช้แนวกันคลื่น ที่แย่ที่สุด จากสาเหตุเบื้องต้นของการกัดเซาะชายฝั่งนั้น การพยายามที่จะควบคุมภัยอันตรายและความเกี่ยวข้องทางเศรษฐกิจและสังคมของปรากฏการณ์การกัดเซาะชายฝั่ง และ แผนการจัดการประสานบริเวณชายฝั่ง เป็นการจัดการปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อชายฝั่งทะเลประเทศในจีเรีย

นาย พยอม รัตนมณี(2009) และคณะได้ทำการวิจัยเรื่องการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลแบบบูรณาการ โดยมีใจความสำคัญดังนี้

ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลความยาวรวม 2,667 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 23 จังหวัดติดชายฝั่งทะเลตั้งแต่หัวน้ำไทยและชั้นดินบน ความยาวชายฝั่งเฉลี่ย 600 กิโลเมตร ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในระดับรุนแรง บางพื้นที่มีอัตราการกัดเซาะมากกว่า 25 เมตรต่อปี การกัดเซาะชายฝั่งทะเลนอกจากจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียพื้นที่แล้ว ยังทำให้เกิดความเสียหายด้านทรัพยากรชายฝั่งอีกด้วย จากข้อมูลด้านภัยพิบัติพบว่า การกัดเซาะชายฝั่งทะเลในหลายพื้นที่มีแนวโน้มจะมีความถี่มากขึ้นและยังทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้นด้วย เมื่อไม่นานมานี้ทางรัฐบาลได้บรรจุปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลเป็นปัญหาภัยพิบัติระดับชาติ ทางหน่วยงานภาครัฐได้ใช้มาตรการป้องกันชายฝั่งทะเลในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งมาตรการแบบแข็งและมาตรการแบบอ่อน มาตรการแบบแข็งเน้นการก่อสร้างบริเวณชายฝั่งทะเล จึงเรียกว่า "การใช้โครงสร้าง" นิยมใช้เขื่อนกันคลื่น รอดักทราย กำแพงกันคลื่น และหินหั่วขาดในการป้องกันชายฝั่ง โดยทั่วไปวิธีการเช่นนี้เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างเรื้อรังยาวนานในชั้นวิกฤติมาตรการแบบแข็งมักมีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหเฉพาะบริเวณพื้นที่โครงการ แต่จะส่งผลกระทบทำให้เกิดการกัดเซาะพื้นที่ข้างเคียง ส่วนมาตรการแบบอ่อนที่นิยมใช้คือการสร้างหาดทรายและการปลูกป่าชายเลน ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่ต้องการบูรณาการทรัพยากรชายฝั่งซึ่งมีคลื่นลมไม่รุนแรง แต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงมากที่ต้องบำรุงอยู่เสมอ การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบูรณาการองค์ความรู้กับโครงการป้องกันชายฝั่งทะเล โดยการออกแบบปะการังเทียมให้เป็นแนวกันคลื่นได้นำเพื่อบรรเทาความรุนแรงของพลังงานคลื่น จึงเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้สูงในการป้องกันชายฝั่งได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียง ทั้งยังสามารถเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และไม่บดบังทัศนียภาพของชายหาดอีกด้วยเนื่องจากเป็น โครงสร้างได้นำ

นายชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์(2529) ได้ทำการวิจัยเรื่อง องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล
อ่าวไทยตอนล่าง

ในปัจจุบัน การศึกษาปัญหาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในประเทศไทย มักประสบอุปสรรคในการ
วิเคราะห์สภาพชายฝั่งและองค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงในรายละเอียด (quantitative analysis)
เนื่องจากข้อมูลทางด้านชายฝั่งทะเลและสมุทรศาสตร์ที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ไม่มีการบันทึกไว้เลยใน
สมัยนั้น ข้อมูลที่จำเป็นดังกล่าว ประกอบด้วย การบันทึก/แผนที่แสดงสภาพชายฝั่งทะเลและท้องทะเล
(bathymetry) ในช่วงเวลาต่างๆกัน ข้อมูลคลื่น ข้อมูลการเคลื่อนที่กระแสน้ำและตะกอนชายฝั่ง
(longshore transport) ข้อมูลการไหลและตะกอนแม่น้ำสู่ทะเล และเหตุการณ์พิเศษทางธรรมชาติต่างๆ
ในบริเวณทะเลจีนใต้ ดังนั้นการวิเคราะห์รายละเอียดตามหลักวิชาวิศวกรรมชายฝั่งทะเล จึงไม่สามารถ
กระทำได้เพราะขาดข้อมูลที่จำเป็นดังกล่าว

การศึกษาวិทยานิพนธ์นี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลใน
รายละเอียด ตลอดจนการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factors) อันเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงโดยเลือก
พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่างในเขตจังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปากแม่น้ำ โกลกถึงเขาดันหยง ความ
ยาวชายฝั่งทะเลประมาณ 35 กม เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงและ
ต่อเนื่องมากกว่า 80 ปี ตามหลักฐานที่ค้นพบ ในการวิเคราะห์รายละเอียดอาศัยข้อมูลข้างเคียง อัน
ได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศในช่วงเวลา 5-10 ปี ระหว่าง 2492-2526 จากกรมแผนที่ทหารและมาเลเซีย
ข้อมูลคลื่นในทะเลจีนใต้ในระหว่างปี 2492-2525 จากเรือสังเกตการณ์อุตุนิยมวิทยาอังกฤษ และข้อมูล
ลม-ฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยาระหว่างปี 2494-2526

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ต้องการศึกษาการกัดเซาะชายฝั่ง ณ หาดแสงจันทร์ จังหวัดระยอง ทั้งกรณีที่มีเขื่อนป้องกันก่กัดเซาะ และกรณีที่ไม่มืเขื่อนป้องกันก่กัดเซาะ โดยมีรายละเอียดของการวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

3.1 พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ชายฝั่ง ณ หาดแสงจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดระยอง มีความยาวประมาณ 2 กิโลเมตร โดยตั้งอยู่ระหว่างพิกัด เขต 47 P พิกัดทางตะวันออก 746589.57 ม. ตะวันออก พิกัดทางเหนือ 1400298.25 ม. เหนือ ถึงเขต 47 P พิกัดทางตะวันออก 745555.09 ม. ตะวันออก พิกัดทางเหนือ 1400537.95 ม. เหนือ

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

3.2.1.1 ข้อมูลทางอุทกวิทยา สามารถแบ่งได้เป็น

3.2.1.1.1 ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลง

3.2.1.1.2 ข้อมูลความสูงคลื่น

3.2.1.1.3 ข้อมูลทิศทางของคลื่น

3.2.1.2 ข้อมูลทางสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คือ ข้อมูลพื้นที่ชายฝั่ง ได้แก่

3.2.1.2.1 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ.2518,2533,2545

3.2.1.2.2 ข้อมูล digital elevation model ปี 2543

3.2.1.2.3 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี 2551

1.3 ข้อมูล contour line ในปัจจุบัน

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1.การเก็บรวบรวมข้อมูลและการศึกษาข้อมูล ประกอบไปด้ว้การเก็บรวบรวมข้อมูลทางอุทกวิทยา ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูล contour line ในพื้นที่จริง เพื่อที่จะศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวกับการกัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งในการเก็บข้อมูลทางอุทกนิยมหาวิทยาลัยและข้อมูลทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูมิศาสตร์จะทำการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก กรมอุตุนิยมวิทยา ส่วนภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมจะขอความอนุเคราะห์จากกรมแผนที่ทหาร

2. การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ในทางสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ข้อมูลที่นำมาทำการวิเคราะห์จะทำการตรวจสอบก่อน เพื่อให้ข้อมูลจะมีความถูกต้องก่อนที่จะนำไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ทำการตรวจสอบได้คือ ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งจะมีความผิดพลาดในระบบพิกัดของภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมในแต่ละภาพถ่าย โดยสิ่งที่จะต้องทำการปรับแก้ของภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม ได้แก่

-ปรับแก้พื้นที่ชายขาดเนื่องจากระดับน้ำขึ้นน้ำลง

-ปรับแก้ภาพถ่ายโดยใช้วิธีการปรับแก้เชิงเรขาคณิต เพื่อให้ได้ภาพ orthophoto

ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาไม่สามารถตรวจสอบได้ จึงไม่ต้องทำการตรวจสอบ

3.การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและทางสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

-หาค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นในแต่ละเดือน

-หาค่าเฉลี่ยทิศทางของคลื่นในแต่ละเดือน

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศจากกรมแผนที่ทหาร, ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูล *digital elevation model* จากกรมแผนที่ทหาร และข้อมูล *contour line* เพื่อที่จะหาพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะหายไป โดยใช้โปรแกรม Global mapper V10.02

4.การวิเคราะห์การถดถอย นำข้อมูลพื้นที่ชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะ ความสูงคลื่น น้ำขึ้นน้ำลงและทิศทางของคลื่นมาวิเคราะห์การถดถอย เพื่อหาค่าเฉลี่ยอัตราการกัดเซาะชายฝั่ง ณ หาดแสงจันทร์

5.สรุปผล การสรุปผลจะทำการสรุปผลออกเป็น 2 กรณี ได้แก่

-กรณีที่ไม่มีเขื่อนมาขวางกั้นคลื่น

-กรณีที่มีเขื่อนมาขวางกั้นคลื่น

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม แบ่งออกเป็น 2 ผลการทดลอง ได้แก่

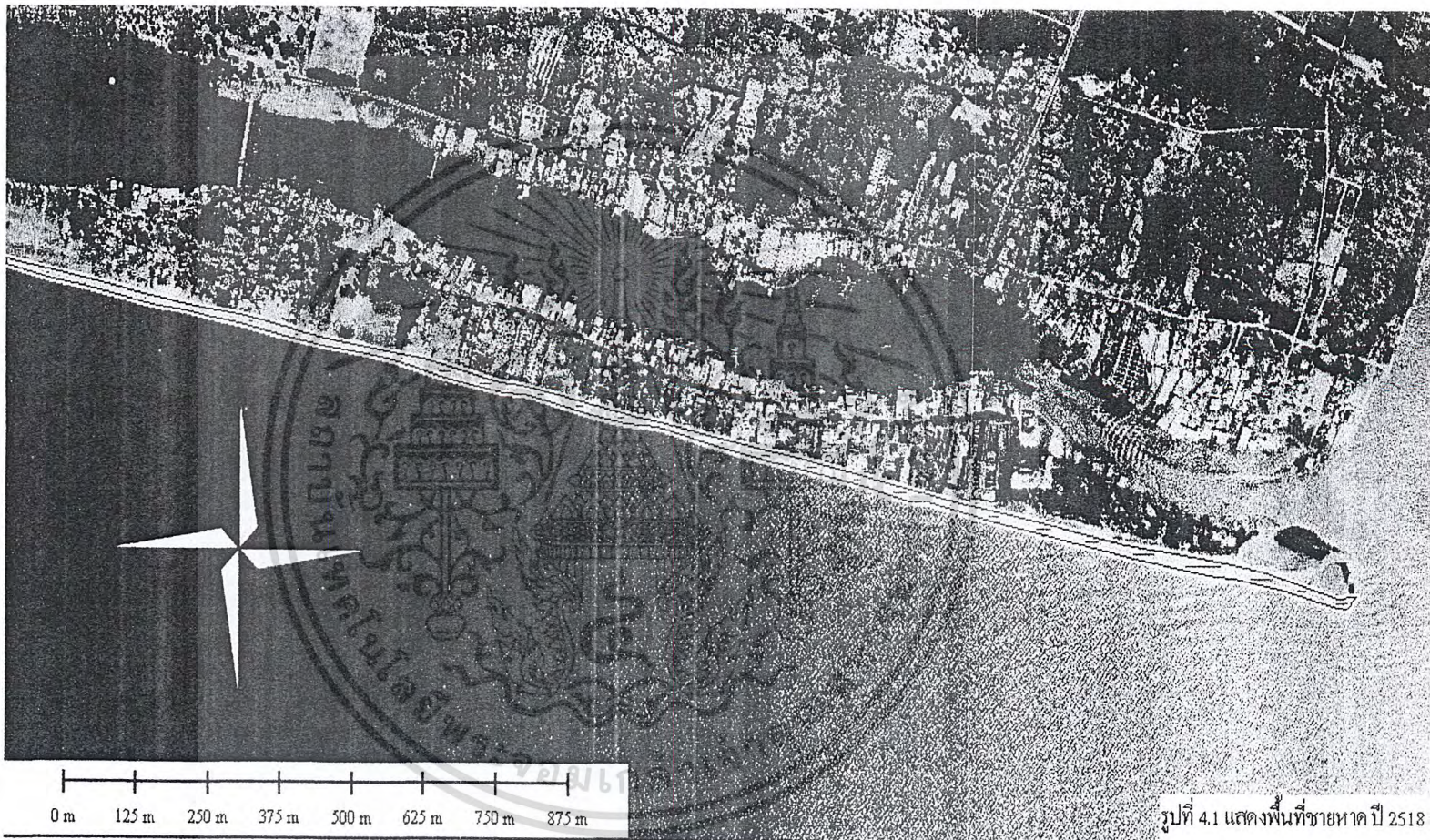
4.1 ผลการทดลองที่ได้จากข้อมูลหตุยภูมิ

4.1.1 การหาพื้นที่การกักเซาะและพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นของชายหาดจากภาพถ่ายทางอากาศ



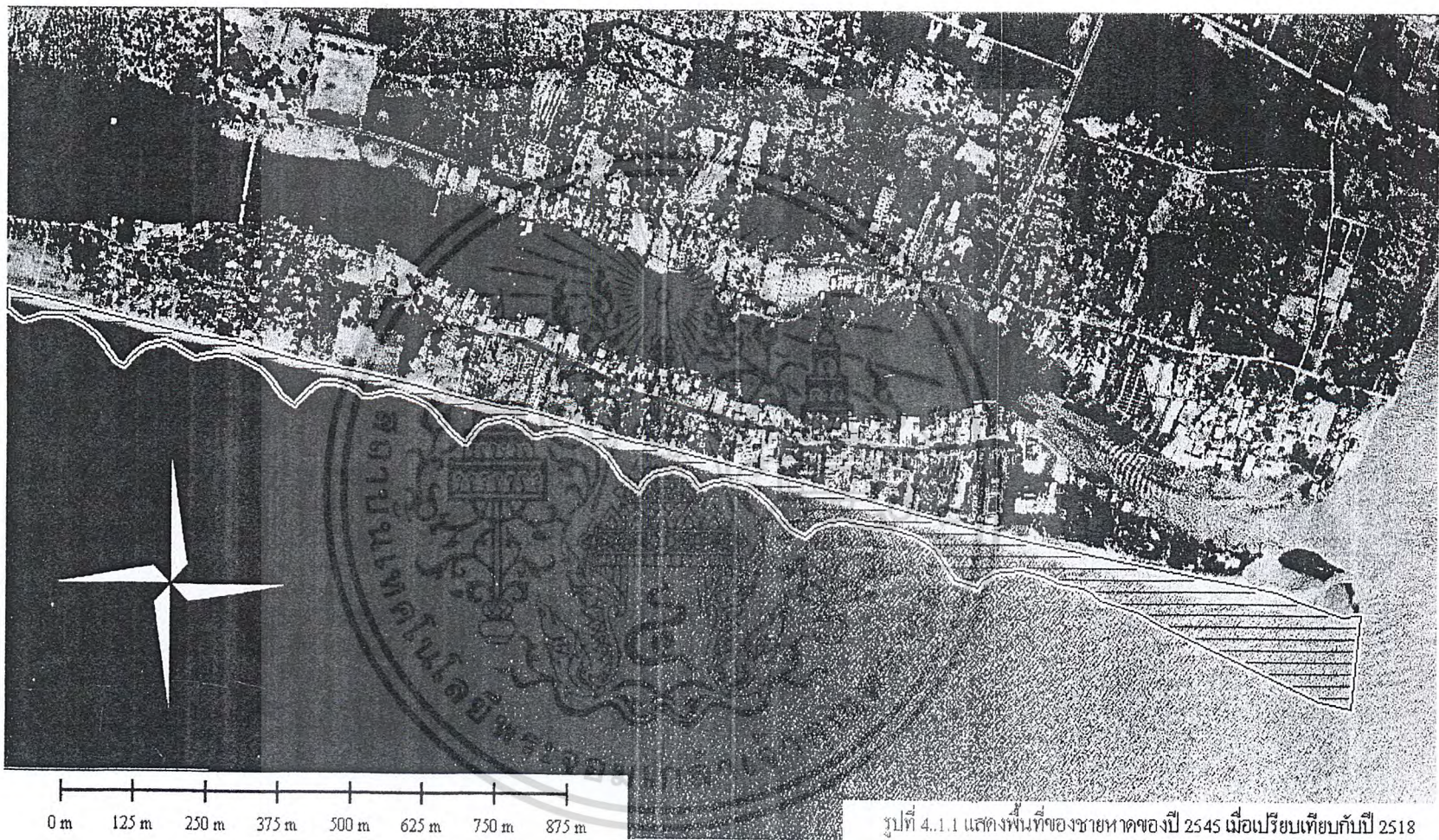
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

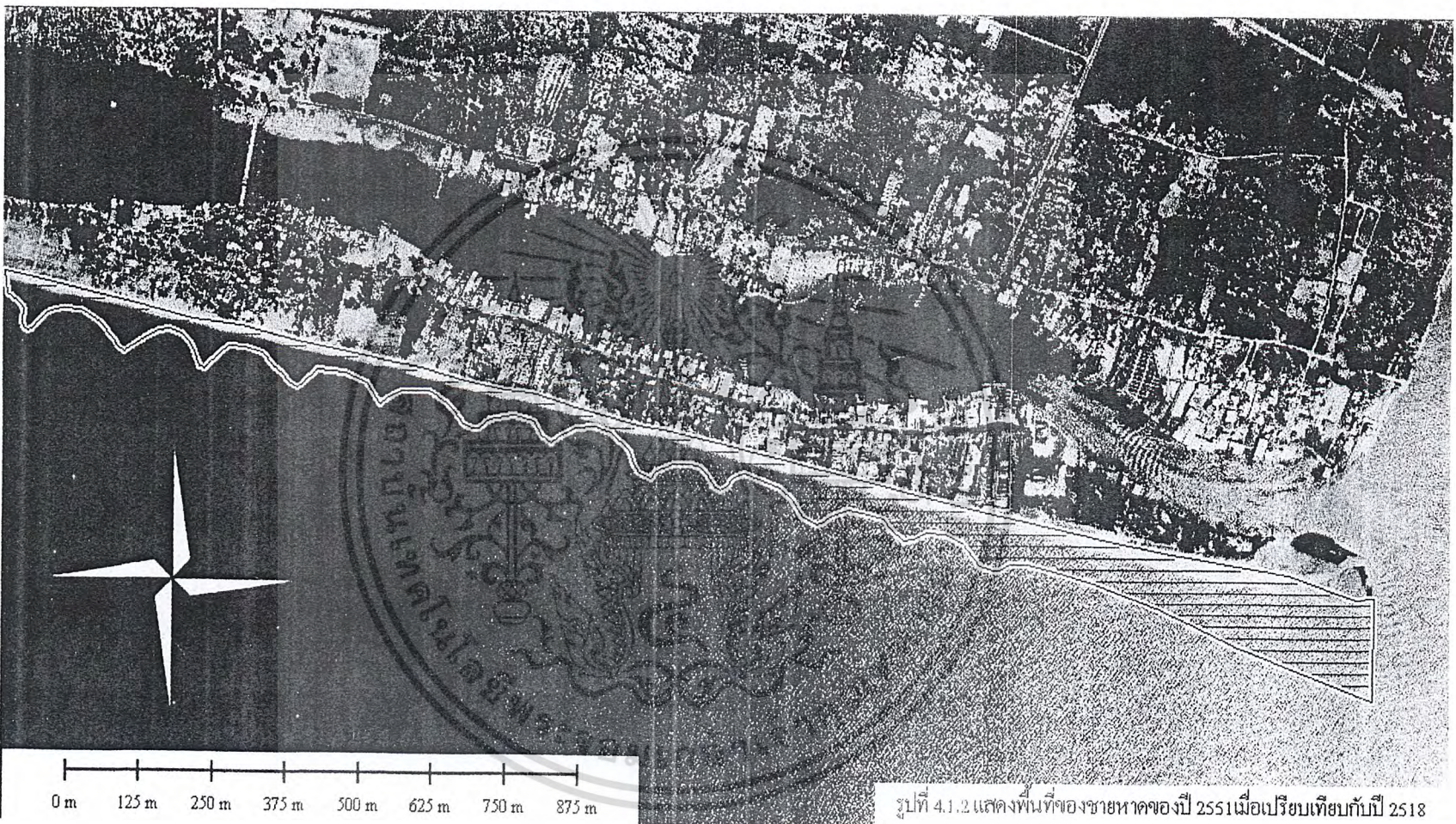
รูปที่ 4.1 แสดงพื้นที่ชายหาดปี 2518



รูปที่ 4.1 แสดงพื้นที่ชายหาด ปี 2518

รูปที่ 4.1.1 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2545 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2518





รูปที่ 4.1.2 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2551 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2518

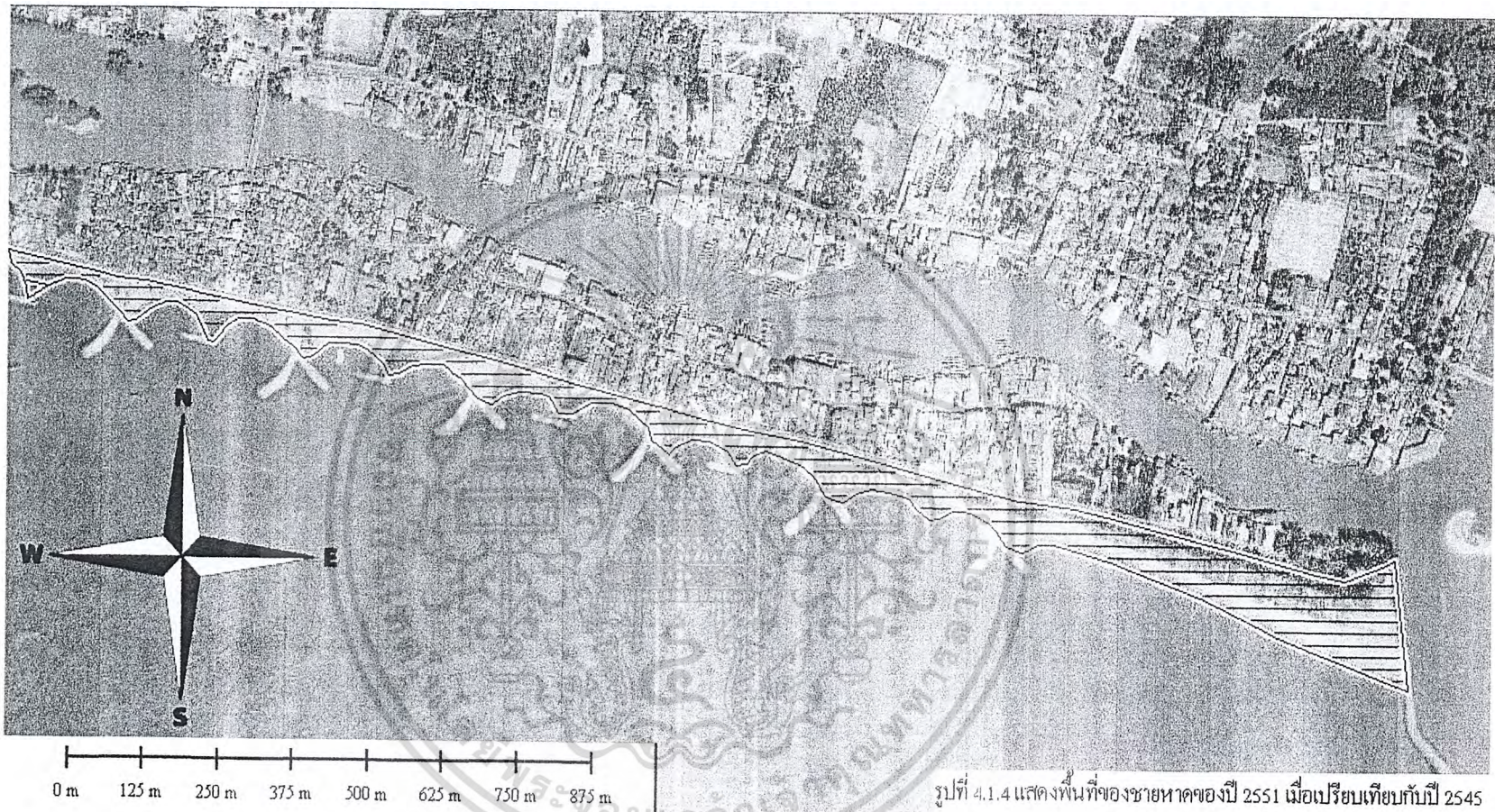
รูปที่ 4.1.2 แสดงพื้นที่ของปี 2551 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2518



รูปที่ 4.1.3 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2533

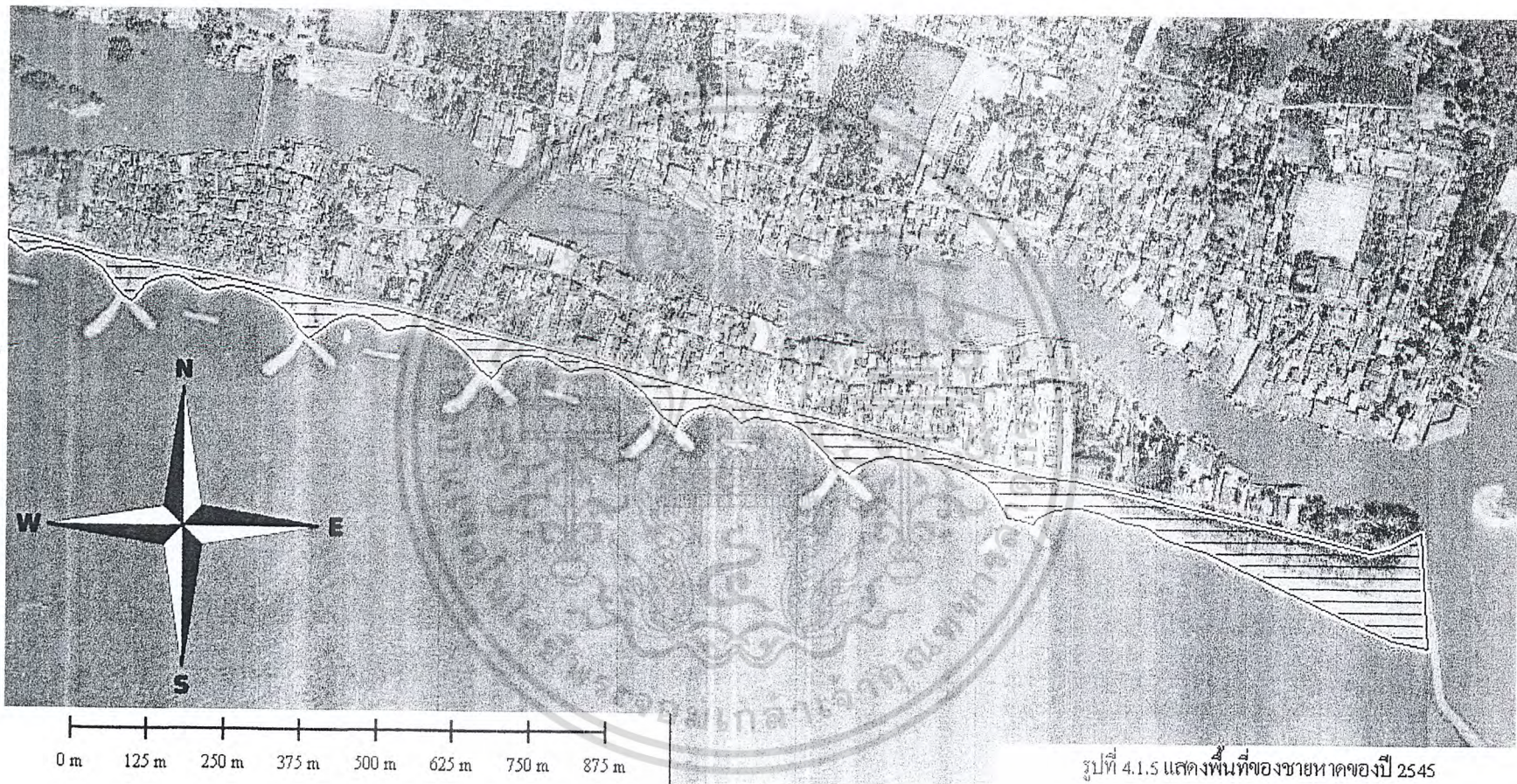
รูปที่ 4.1.3 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2533

รูปที่ 4.1.4 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2551 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545



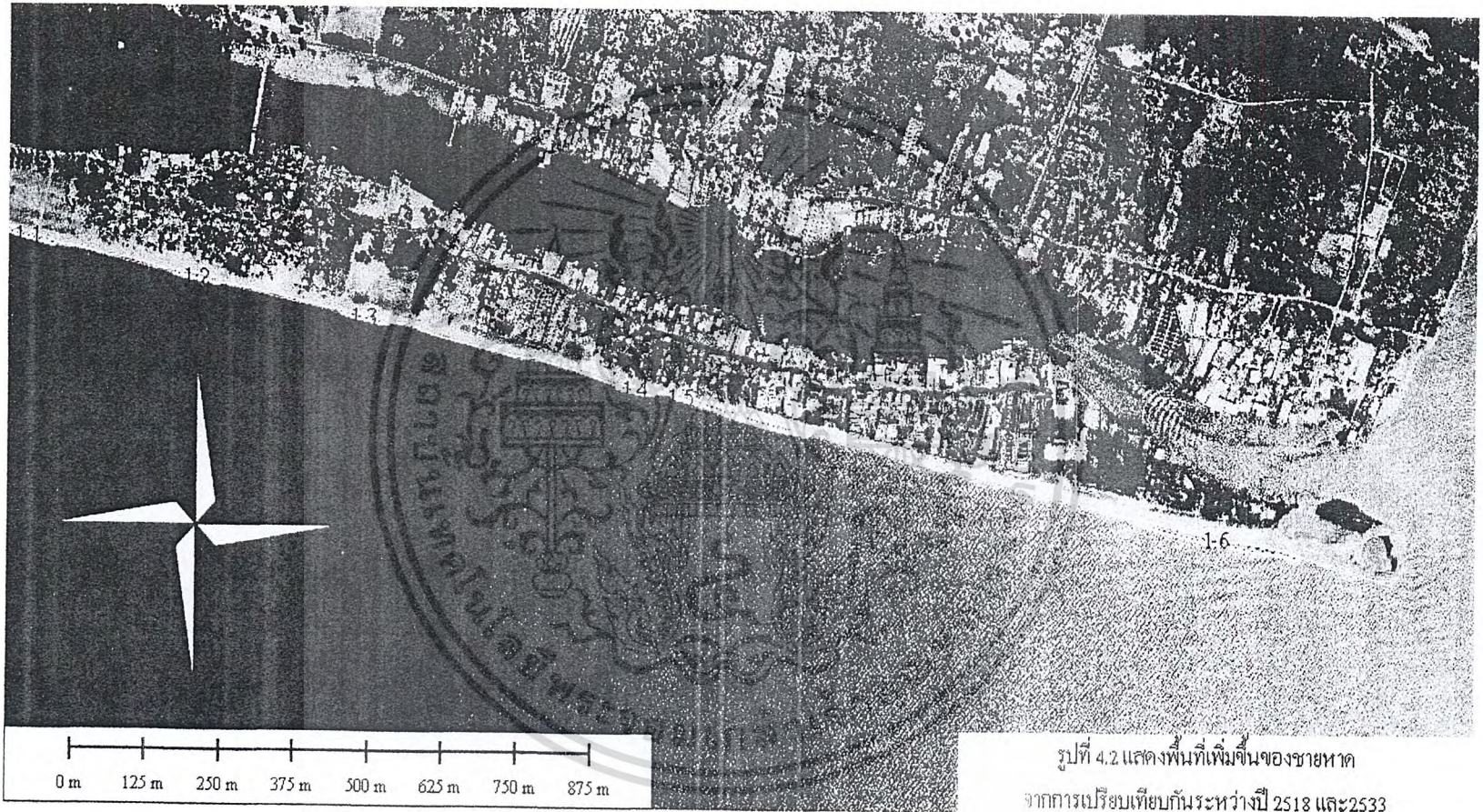
รูปที่ 4.1.4 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2551 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2545

รูปที่ 4.1.5 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2545



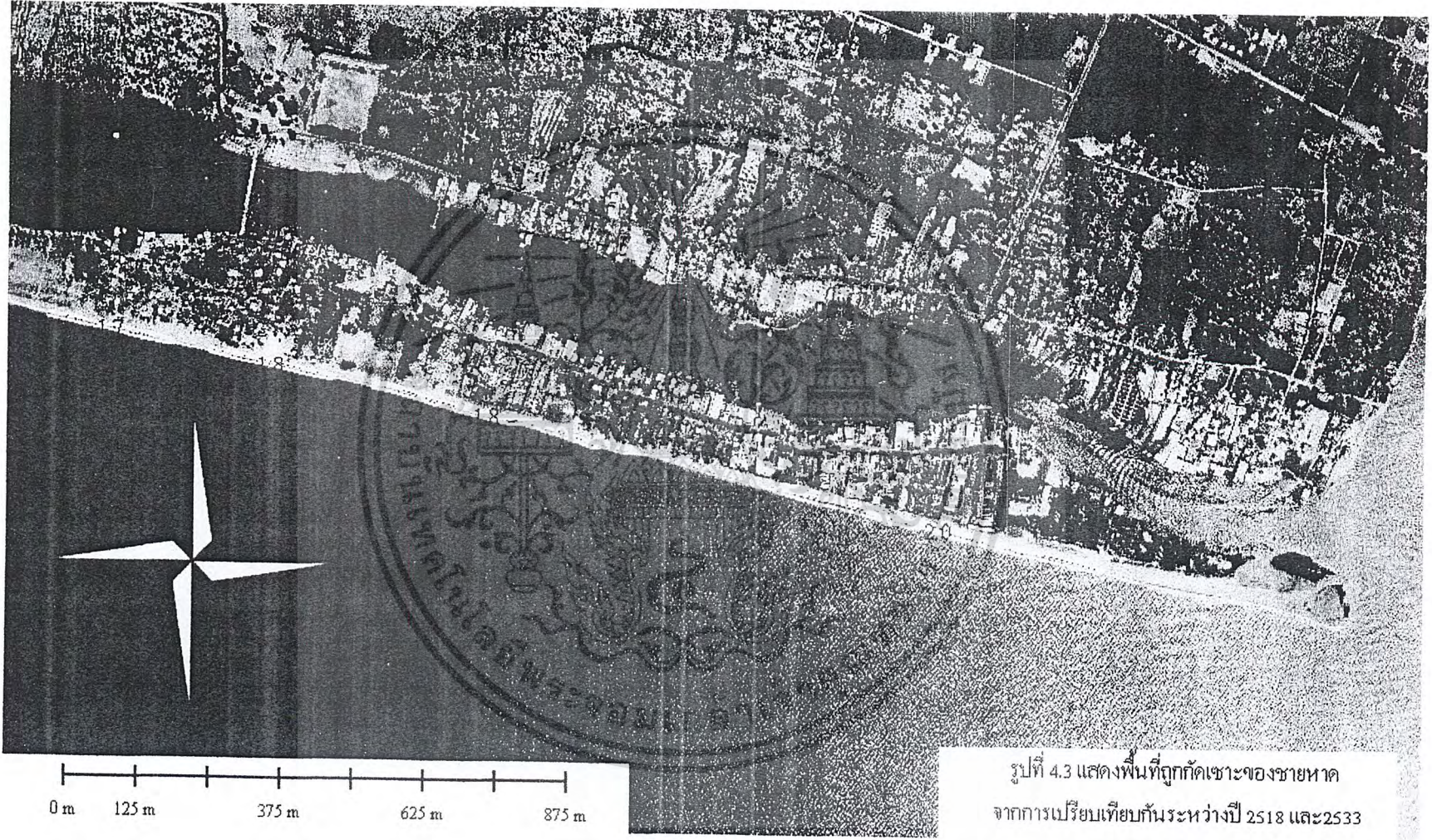
รูปที่ 4.1.5 แสดงพื้นที่ของชายหาดของปี 2545

รูปที่ 4.2 แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2518 และ 2533



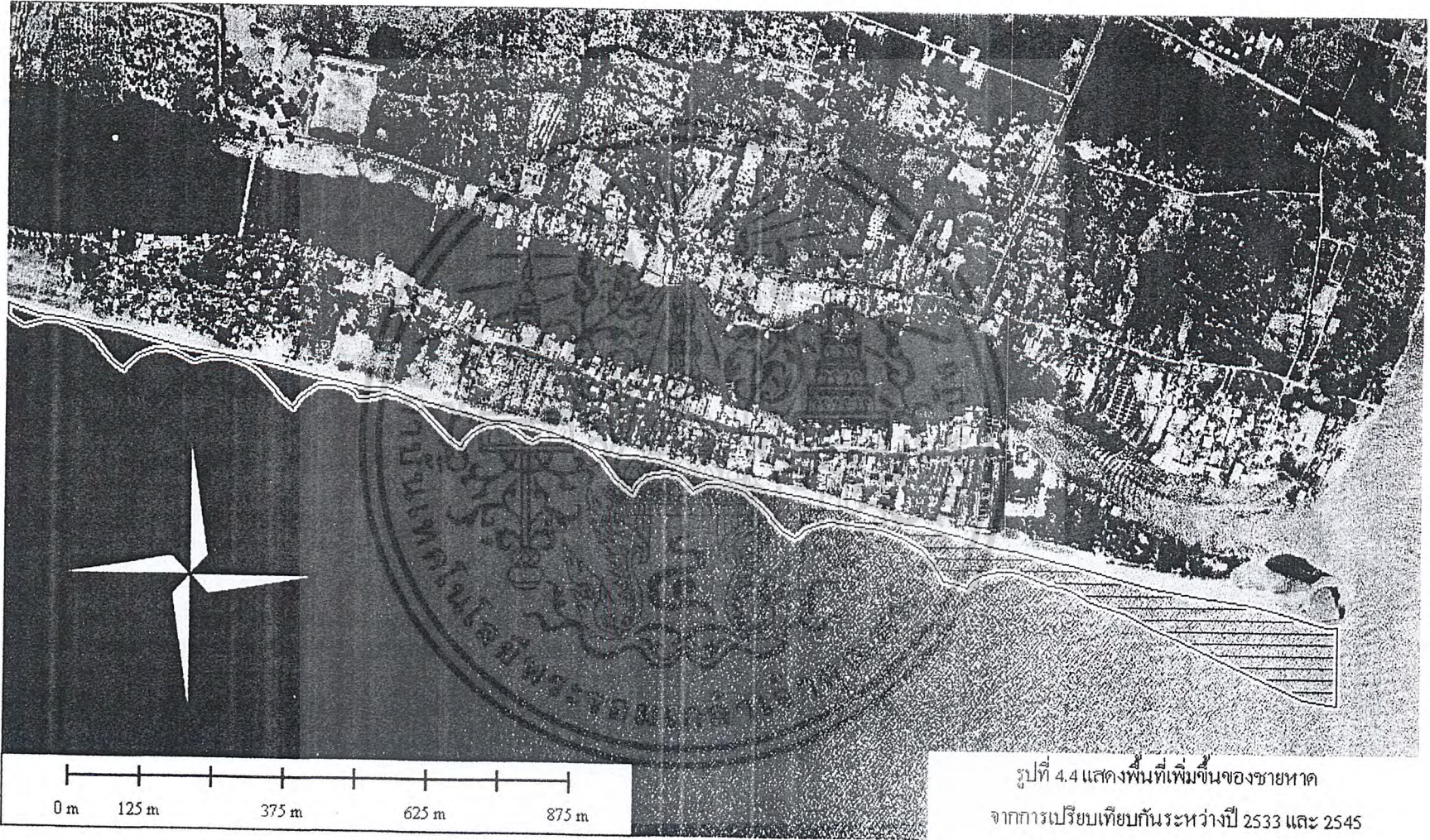
รูปที่ 4.2 แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาด
จากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2518 และ 2533

รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2518 และ 2533



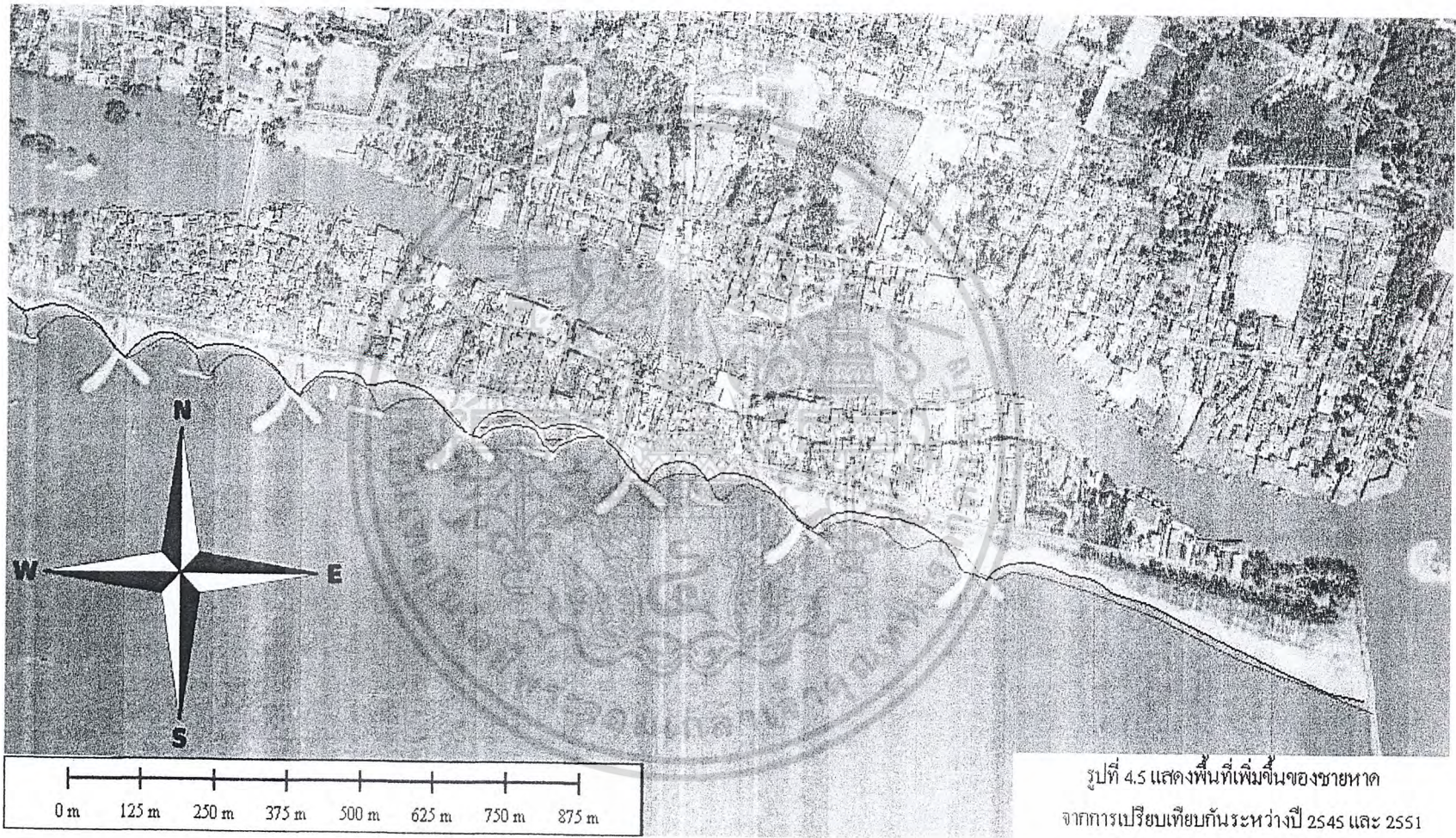
รูปที่ 4.3 แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะของชายหาด
จากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2518 และ 2533

รูปที่ 4.4 แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2533 และ 2545



รูปที่ 4.4 แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาด
จากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2533 และ 2545

รูปที่ 4.5 แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2545 และ 2551



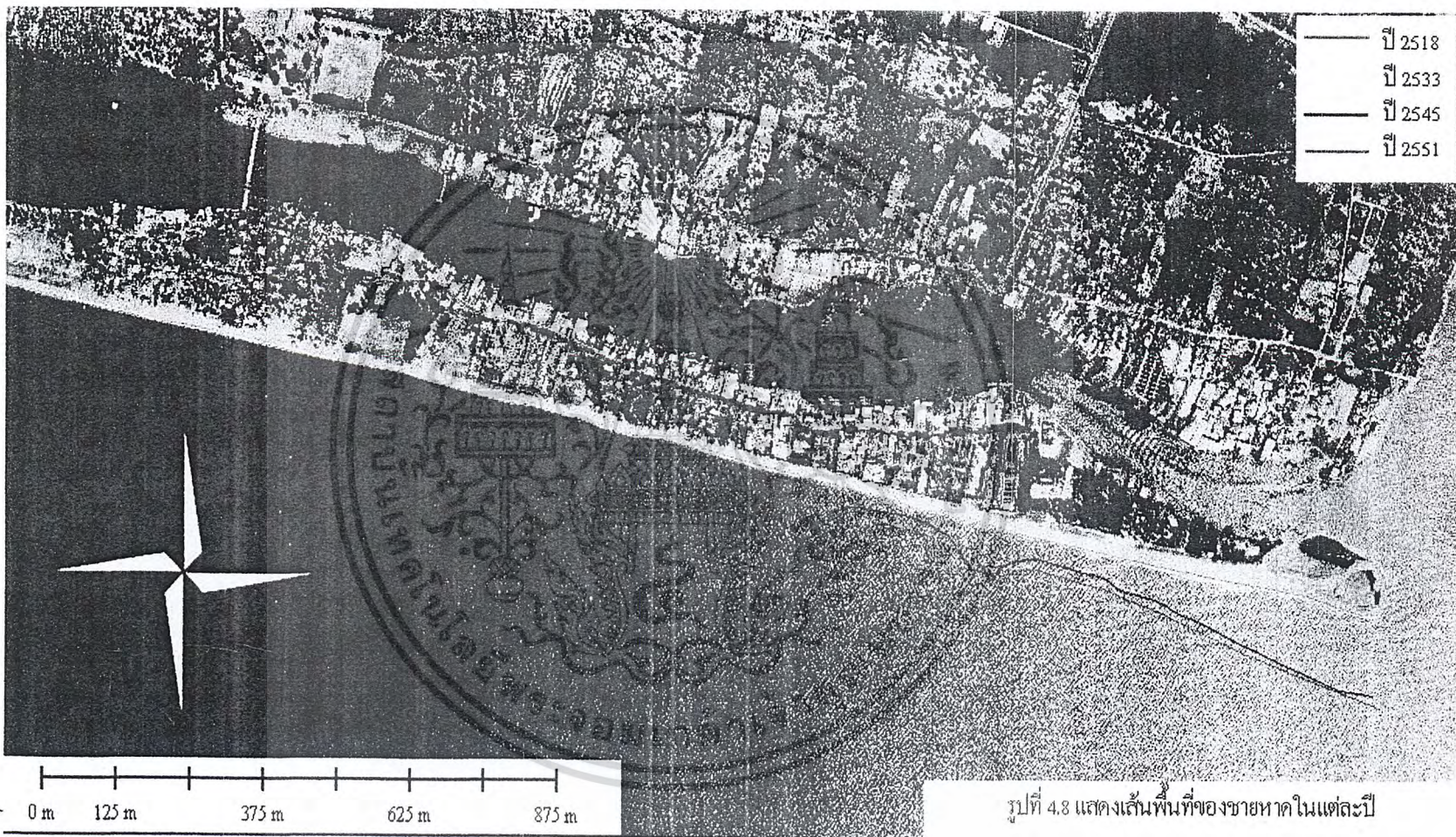
รูปที่ 4.5 แสดงพื้นที่เพิ่มขึ้นของชายหาด
จากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2545 และ 2551

รูปที่ 4.6 แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะของชายหาดจากการเปรียบเทียบระหว่างปี 2545 และ 2551



รูปที่ 4.6 แสดงพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะของชายหาดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างปี 2545 และ 2551

รูปที่ 4.7 แสดงเส้นพื้นที่ของชายหาดในแต่ละปี



รูปที่ 4.8 แสดงเส้นพื้นที่ของชายหาดในแต่ละปี

ตารางที่ 4.1 ตารางการกัดเซาะชายฝั่งที่สรุปจากภาพถ่ายทางอากาศ

year	ปี	area of beach (m ²)	erosion				accretion			
			A1	L1	Ma1	Ml1	A1	L1	Ma1	Ml1
2518	2518	33,615	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2533	2518	31,940	2,746.36	1,544.47	183.09	2.11	1,134.20	833.19	75.61	1.73
2545	2518	126,877	-----	-----	-----	-----	9,438.50	2,370	7,865.42	38.96
	2545	103,001	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2551	2518	158,269	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	2545	134,509	2,139.16	378.43	356.53	12.23	32,664.30	2,101.52	5,444.05	17.14

4.2 ผลการทดลองที่ได้จากข้อมูลปฐมภูมิ

4.2.1 รูปถ่ายจากสถานที่จริง

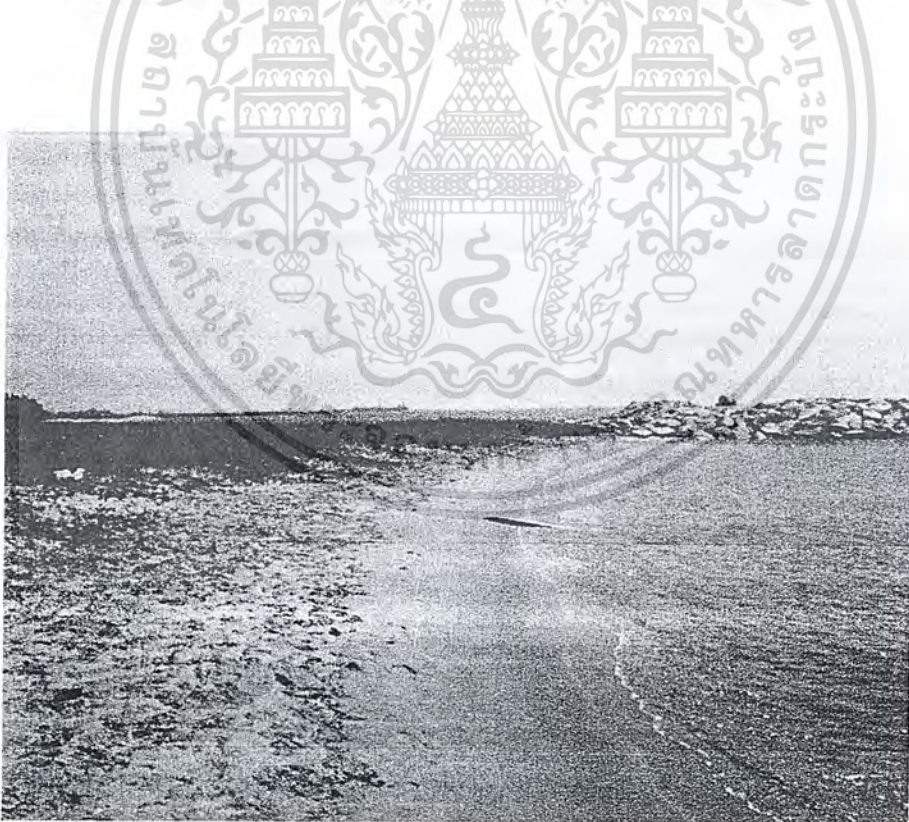


รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบสภาพชายหาด หลังเขื่อน groin ฝั่งตะวันตก และฝั่งตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 สภาพชายหาดที่ถูกกัดเซาะ หลังเขื่อน groin ฝั่งตะวันออก



รูปที่ 4.11 สภาพชายหาดที่ถูกกัดเซาะ หลังเขื่อน groin ฝั่งตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

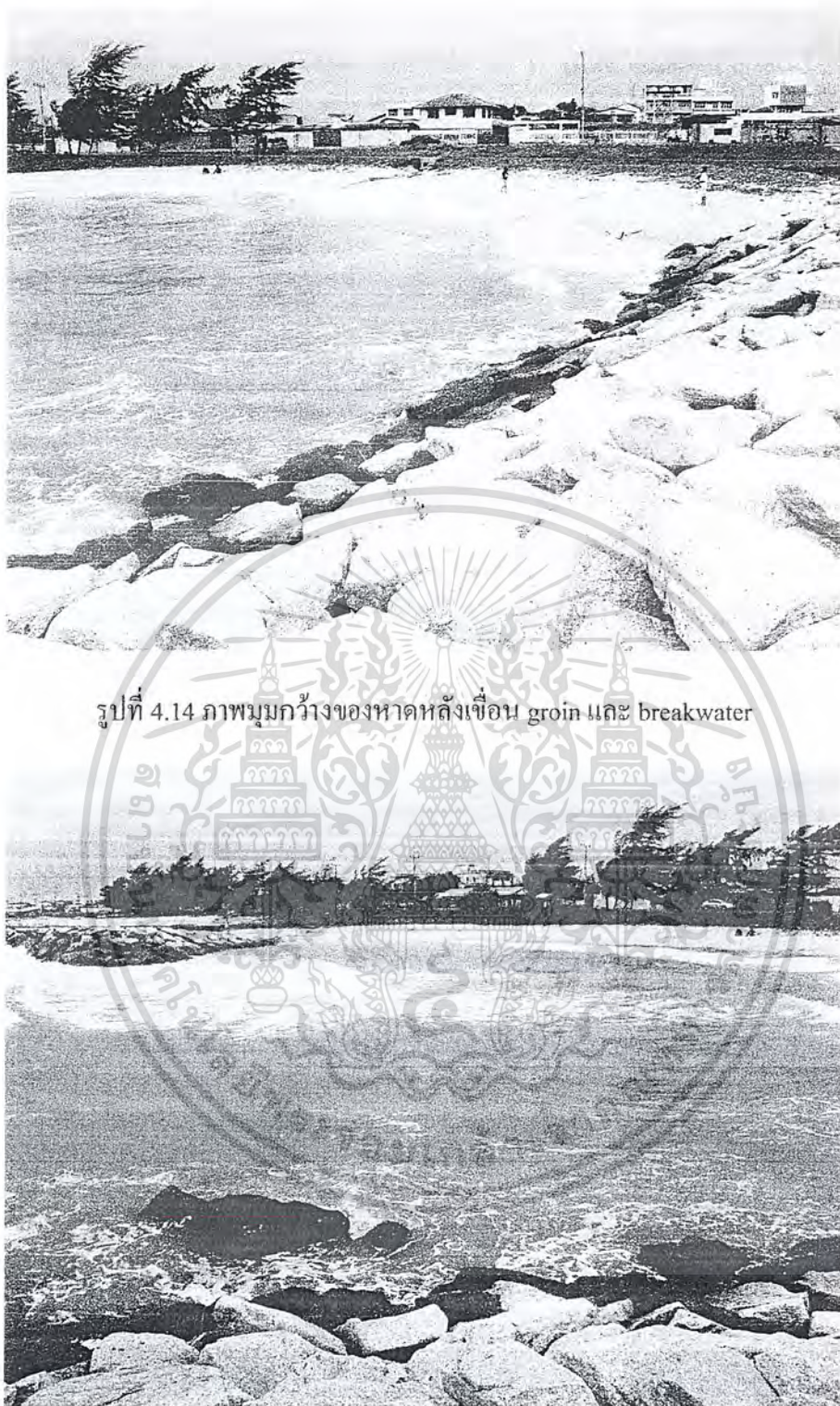


รูปที่ 4.12 สภาพชายหาดที่ถูกกัดเซาะ หลังเชื่อม breakwater



รูปที่ 4.13 สภาพความชันของชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ภาพมุมกว้างของหาดหลังเขื่อน groin และ breakwater

รูปที่ 4.15 ภาพมุมกว้างของหาดหลังเขื่อน groin และ breakwater

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลค่าระดับเส้นชั้นความสูง

ตารางที่ 4.2 ค่าระดับเส้นชั้นความสูง

sta	bs	fs	dis(m.)	elev(m.)	time
bm	0.772				
a1		0.623	0.00	0.149	
a2		0.881	10.00	-0.109	
a3		2.554	20.00	-1.782	
a4		2.489	30.00	-1.717	
b1		0.623	0.00	0.149	
b2		0.732	10.00	0.04	
b3		2.161	20.00	-1.389	
b4		2.575	30.00	-1.803	
c1		0.623	0.00	0.149	
c2		1.487	10.00	-0.715	
c3		2.147	20.00	-1.375	
c4		3.809	30.00	-3.037	
mssl		2.941	26.00	-2.169	13.46
d1		0.623	0.00	0.149	
d2		1.368	10.00	-0.596	
d3		2.218	20.00	-1.446	
d4		4.404	30.00	-3.632	
mssl		3.255	25.20	-2.483	13.52
e1		0.623	0.00	0.149	
e2		1.344	10.00	-0.572	
e3		2.195	20.00	-1.423	
e4		4.375	30.00	-3.603	
mssl		3.281	24.80	-2.509	14
f1		0.623	0.00	0.149	
f2		1.279	10.00	-0.507	
f3		2.175	20.00	-1.403	
f4		3.905	30.00	-3.133	
mssl		3.211	26.50	-2.439	14.09
g1		0.623	0.00	0.149	
g2		1.552	10.00	-0.78	
g3		1.861	20.00	-1.089	
g4		2.321	30.00	-1.549	
mssl		2.152	28.80	-1.38	14.36
h1		0.623	0.00	0.149	
h2		1.522	10.00	-0.75	
h3		1.728	20.00	-0.956	
h4		2.452	30.00	-1.68	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sta	bs	fs	dis(m.)	elev(m.)	time
i1		0.623	0.00	0.149	
i2		1.515	10.00	-0.743	
i3		1.941	20.00	-1.169	
i4		1.962	30.00	-1.190	
j1		0.623	0.00	0.149	
j2		1.358	10.00	-0.586	
j3		2.262	20.00	-1.490	
j4		2.129	30.00	-1.357	



รูปที่ 4.16 แสดงภาพขยหาดที่ทำจากค่าระดับเส้นชั้นความสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลอง

5.1 การกีดเซาะชายฝั่ง ณ หาดแสงจันทร์ มีสาเหตุมาจาก 2 ปัจจัย

5.1.1 ปัจจัยด้านกระบวนการตามธรรมชาติ ได้แก่ ลมมรสุมและพายุ โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะก่อให้เกิดคลื่นลมเคลื่อนเข้าปะทะชายฝั่ง นำพามวลทรายเข้าและออกจากชายฝั่งในช่วงเวลาต่างๆ กัน ปัญหาการกีดเซาะที่เกิดจากลมมรสุมนั้น เกิดขึ้นจากความไม่สมดุลของมวลทรายที่ถูกพัดเข้าและออกจากชายฝั่ง สำหรับการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง มีผลต่อการเคลื่อนตัวของตะกอน และมวลทรายบริเวณชายฝั่ง ซึ่งปัญหาการกีดเซาะที่เกิดจากการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง เนื่องจากการเคลื่อนตัวของตะกอนและมวลทราย ไม่สมดุลเช่นกัน

5.1.2 ปัจจัยด้านการกระทำของมนุษย์ แบ่งออกเป็นการวิเคราะห์ 2 กรณี

5.1.2.1 การวิเคราะห์การกีดเซาะและการเพิ่มขึ้นของชายหาด ในกรณีก่อนมีเขื่อน มีสาเหตุเนื่องจากจังหวัดระยองถูกกำหนดให้เป็นเป้าหมายหลักใน โครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลตะวันออก ตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 -2529) ทั้งนี้เพื่อต้องการกระจายกิจกรรมทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมให้มาตั้งอยู่ในส่วนภูมิภาคอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งพัฒนาให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมหลักและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ให้มีความสมบูรณ์ในตัวเอง เพื่อบรรเทาความแออัดของกรุงเทพมหานคร โดยให้จังหวัดระยอง เป็นเมืองอุตสาหกรรมที่ทันสมัยและเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมหลัก เช่น อุตสาหกรรมแยกก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมโซดาแอช อุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า อุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี เป็นต้น รวมทั้งมีการพัฒนาพื้นที่ในภาคอุตสาหกรรมและการส่งออกของประเทศ เช่น การสร้างท่าเทียบเรือมาบตาพุด ซึ่งเป็นท่าเรือขนาดใหญ่ สำหรับเรือเดินทะเลระวาง 2 หมื่นตัน ซึ่งมีผลกระทบทำให้ชายฝั่งทะเลมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น

จากภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ.2518 มีพื้นที่ชายหาด 33,615 ตารางเมตร ต่อมาลดลงเหลือ 31,940 ตารางเมตรในปี พ.ศ. 2533 มีระยะทางที่ถูกกีดเซาะ 1,544.47 เมตร ระยะที่ถูกกีดเซาะเข้าไปของ

ชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 2.11 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่ถูกกัดเซาะต่อปีเท่ากับ 183.09 ตารางเมตร

แม้จะมีพื้นที่การถูกกัดเซาะแต่ก็มีพื้นที่ที่งอกเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2533 มีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2518 เท่ากับ 1,134.20 ตารางเมตร มีระยะทางที่พื้นที่เพิ่มขึ้น 833.19 เมตร ระยะที่พื้นที่งอกออกมาจากชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 1.73 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่งอกออกมาจากชายหาดต่อปีประมาณ 75.61 ตารางเมตร

5.1.2.1 การวิเคราะห์การกัดเซาะและการเพิ่มขึ้นของชายหาด ในกรณีหลังมีเขื่อน มีสาเหตุมีการถมทะเลโดยใช้ทรายที่ขุดลอกสำหรับร่องน้ำเดินเรือ เพื่อเพิ่มพื้นที่การถมทะเลในลำน้ำของ ทำให้การไหลของน้ำในแม่น้ำระยองเป็นการพัดพาเอาตะกอนในแม่น้ำมายังชายฝั่งทะเลที่บริเวณปากแม่น้ำระยอง มีการสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่น เพื่อป้องกันการตกตะกอนในร่องน้ำเดินเรือให้เรือประมงสามารถเข้าออกได้ตลอดเวลา จากการลงสำรวจในสถานที่จริง พบว่า หลังเขื่อนกันคลื่นในปัจจุบัน มีลักษณะว่าเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว ผิดไปจากสภาพตามธรรมชาติ

เมื่อนำภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2551 มาเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2545 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ชายหาดถูกกัดเซาะไป 2,139.16 ตารางเมตรมีระยะทางที่ถูกกัดเซาะ 378.43 เมตร ระยะที่ถูกกัดเซาะเข้าไปของชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 12.23 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่ถูกกัดเซาะต่อปีเท่ากับ 356.53 ตารางเมตร

เมื่อนำภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2551 มาเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2545 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ประมาณ 32,664.30 ตารางเมตร มีระยะทางที่พื้นที่เพิ่มขึ้น 2,101.52 เมตร ระยะที่พื้นที่งอกออกมาจากชายหาดเฉลี่ย ประมาณ 17.14 เมตร และคิดเป็นอัตราพื้นที่เฉลี่ยที่งอกออกมาจากชายหาดต่อปีประมาณ 5,444.05 ตารางเมตร

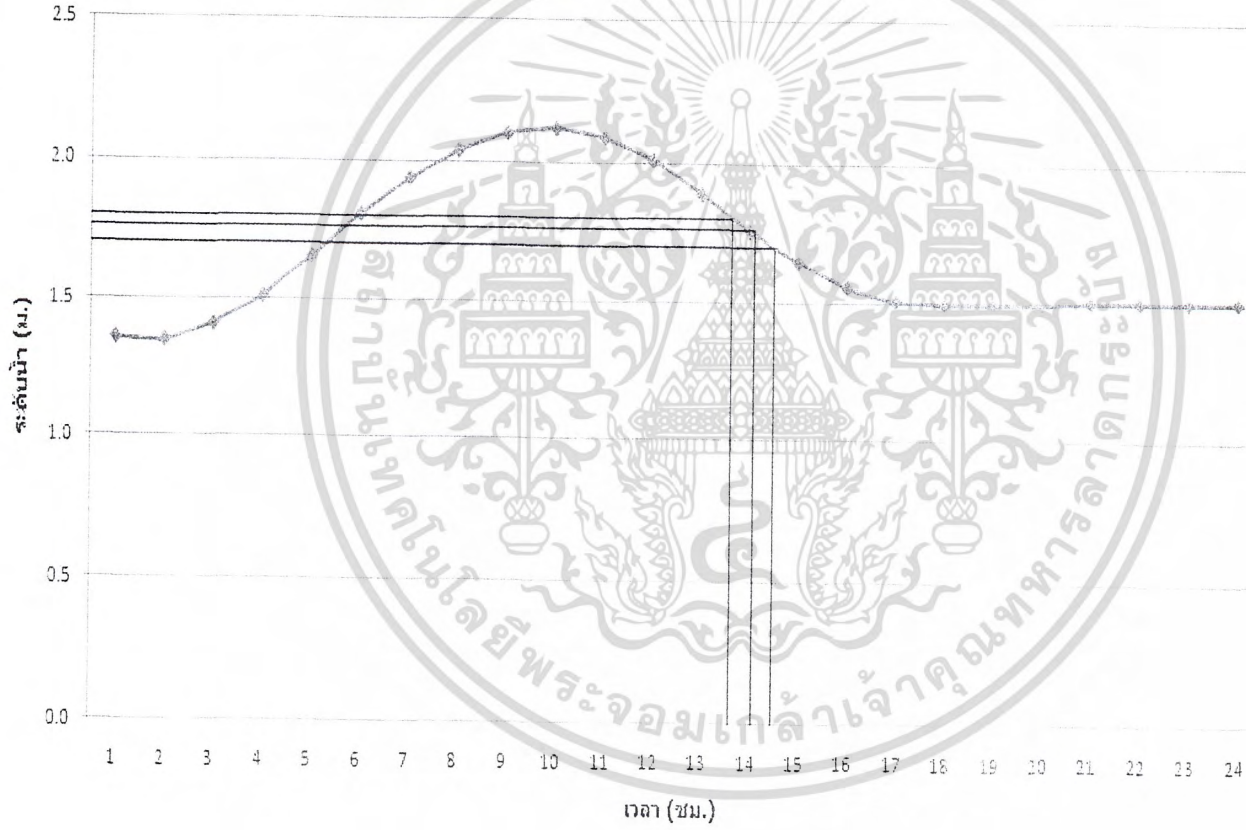
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2549. โครงการสำรวจและศึกษาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยและอันดามัน. รายงานฉบับสมบูรณ์ (รายงานหลัก). กรุงเทพฯ. ประเทศไทย
2. ปรีทัศน์ เจริญสิทธิ์. 2550. การกัดเซาะชายฝั่งทะเลในฤดูมรสุมบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ตั้งแต่จังหวัด ชุมพรถึงจังหวัดปัตตานี ระหว่างเดือนธันวาคม 2549 – มกราคม 2550. เอกสารเผยแพร่สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 28. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 79 หน้า.
3. สีน สีนสกุล สุวัฒน์ ศิยะ ไพรัช นรินทร์ ชัยมณี และบรรจงเจ็ด อภิเมธีประยูร. 2545. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย. รายงานวิชาการ ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. 173 หน้า.
4. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2545). คู่มือการจัดการแหล่งธรรมชาติประเภทชายหาด. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 3-4.
5. นายชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์. องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง (2529)
6. Clark, John R. (1996). Coastal Zone Management Handbook. Boca Raton Fla. Lewis pub, 25-32.
7. Coastal Engineering Manual, 2006. US Army Corps of Engineers. Available on-line at http://users.coastal.ufl.edu/~sheppard/eoc6430/Coastal_Engineering_Manual.htm (accessed 1 April 2008).
8. Eckart, C., 1952. The propagation of gravity waves from deep to shallow water. Natl. Bur. Standards, Circular 521, Washington, DC, pp 165-173.
9. Ahrens, J.P. Characteristics of reef breakwater. 1987. Technical report CERC-87-17. Coastal Engineering Research Center, US Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, U.S.A.
10. Harris, L.E. 2003. Artificial Reefs for Beach and Reef Restoration and Reef Restoration. Florida, U.S.A.
11. Turk, G.F. and Thurlow, C.S. 2003. 63rd Street "Hotspot", Miami Beach, Florida, U.S.A.

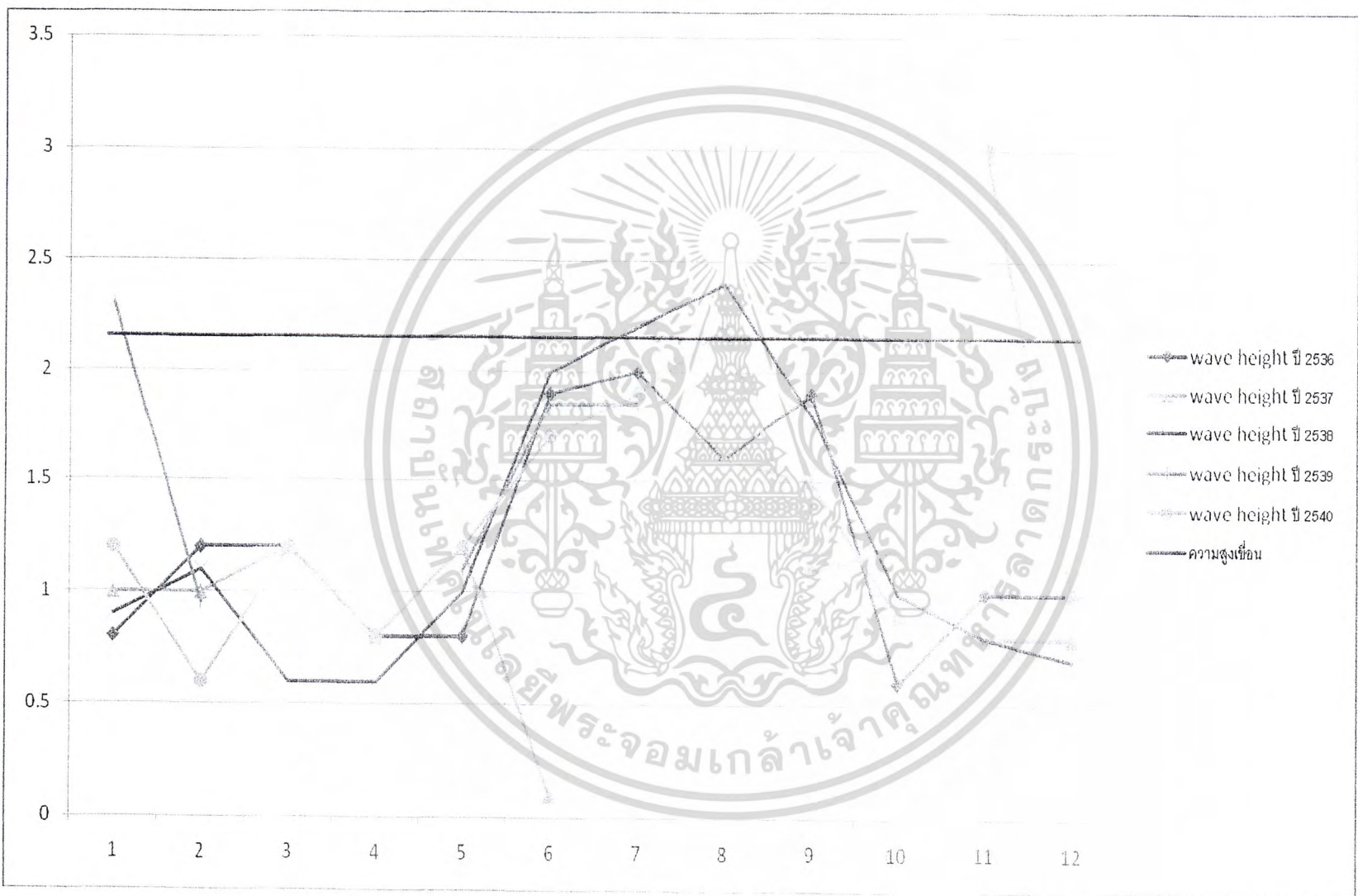
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ผลการทดลองการไหลของน้ำในท่อ



บทความ

ผ.ก.2 กราฟแสดงถึงความสูงของคลื่นในปี 2536 - 2540 เทียบกับค่าความสูงของเขื่อน



ผ.ก. 3 กราฟแสดงค่าความสูงของคลื่นในปี 2541 - 2545 เทียบกับค่าความสูงของเขื่อน





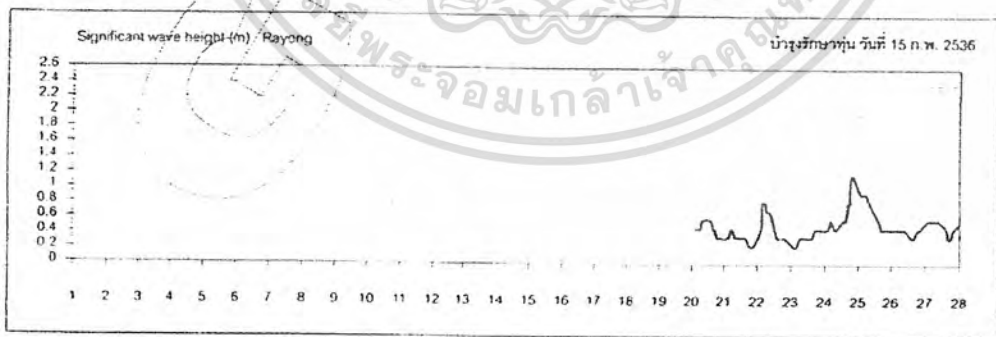
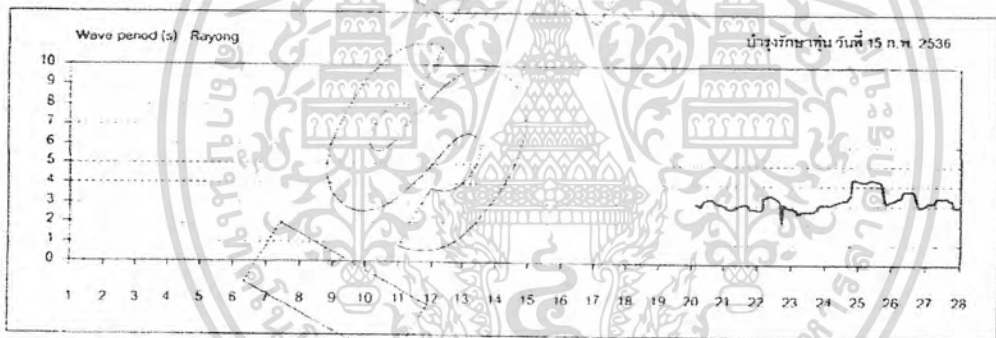
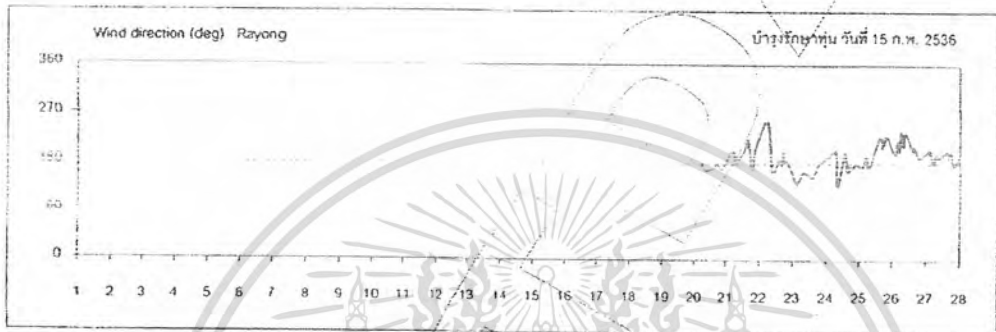
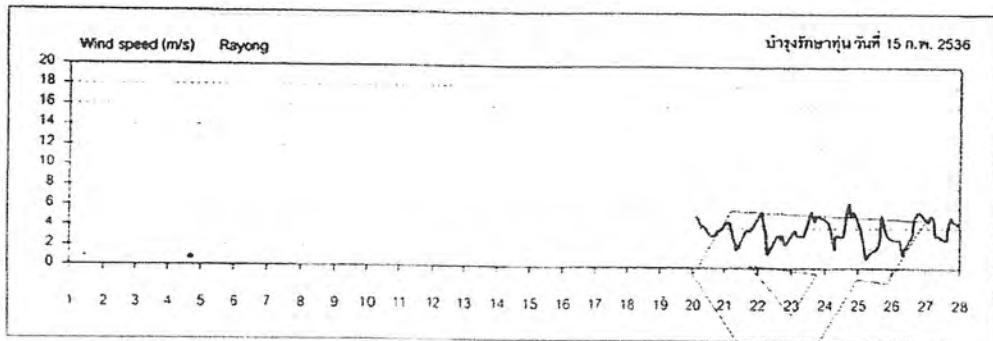
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผ.ก. 4 กราฟแสดงความสูงของคลื่นในปี 2546 – 2549 เทียบกับความสูงของเขื่อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : TOBIS BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
	Development Agency (Public Organization)		1993.02.01-1993.02.28 LT	1

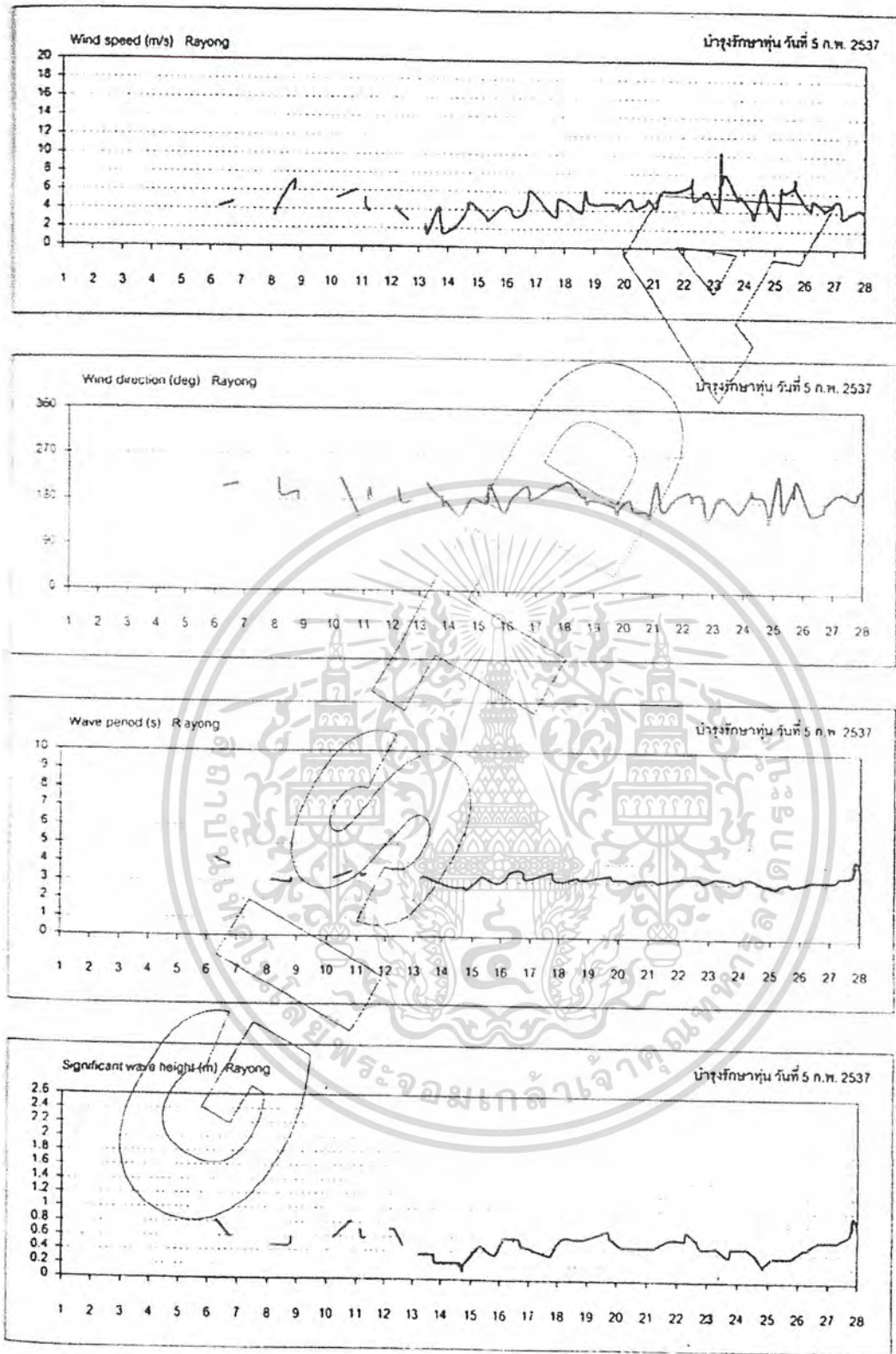
สรุปข้อมูลทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ.5 ข้อมูลปี 2536



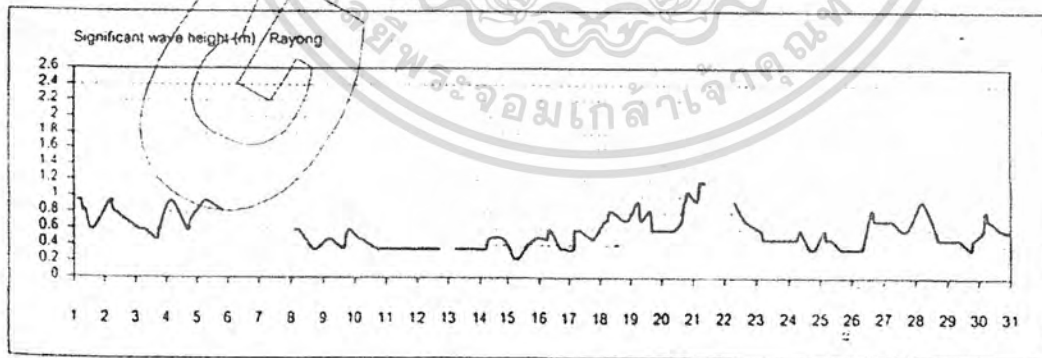
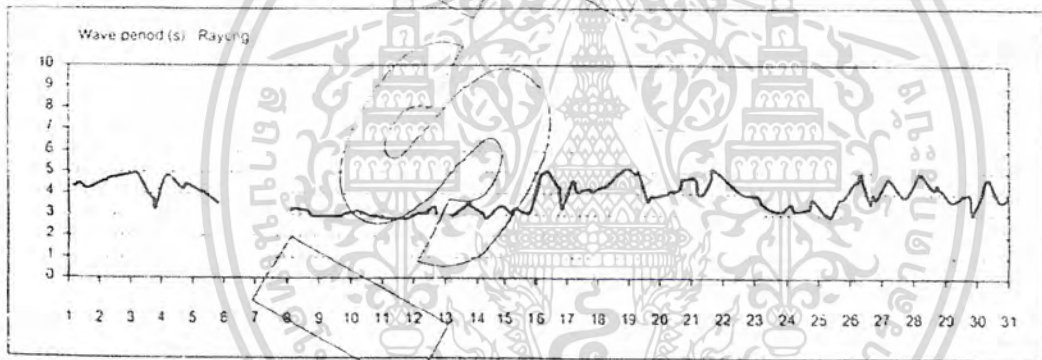
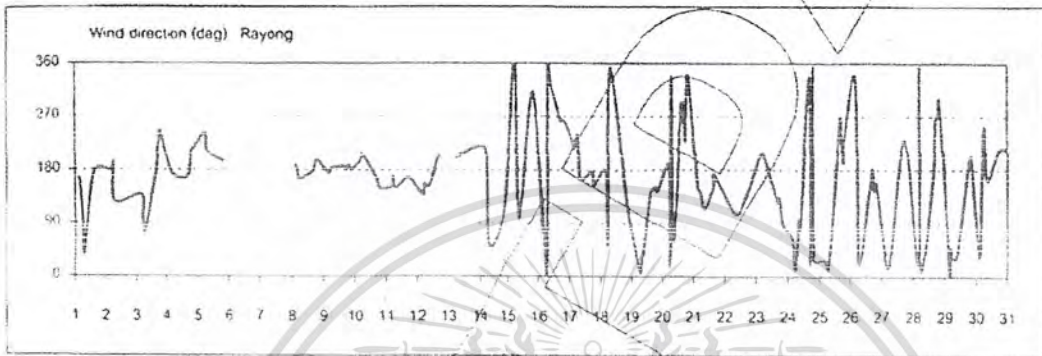
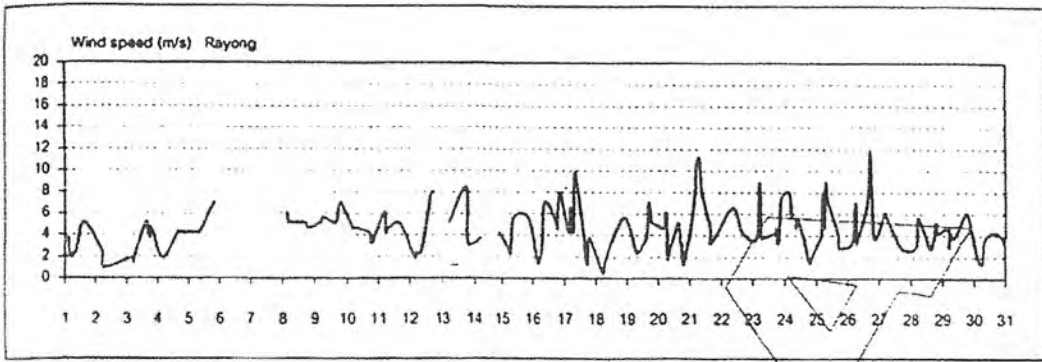
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : TOBIS BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
			1994.02.01-1994.02.28 LT	1

ข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2537-2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ผ.ก.6 ข้อมูลปี 2536
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : TOBIS BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
			1994.03.01-1994.03.31 LT	1

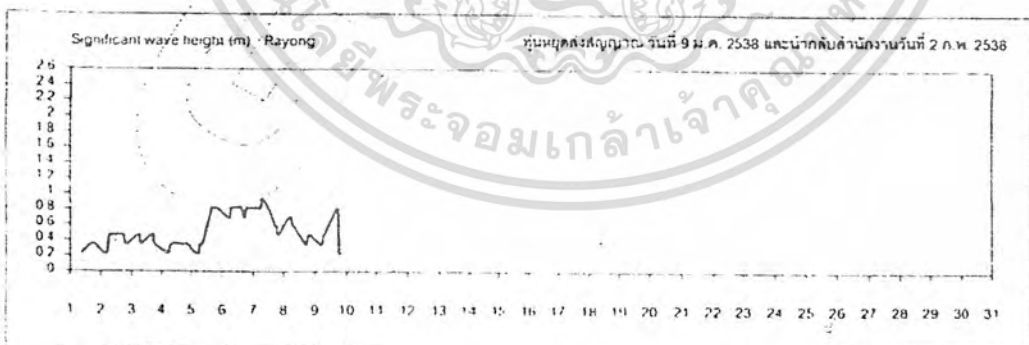
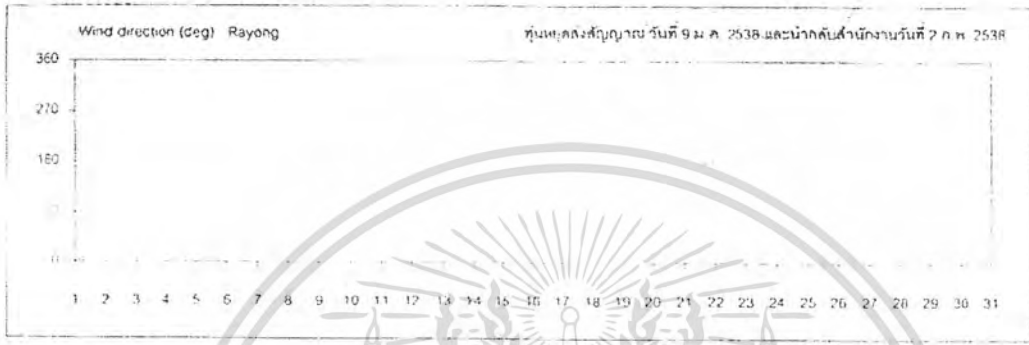
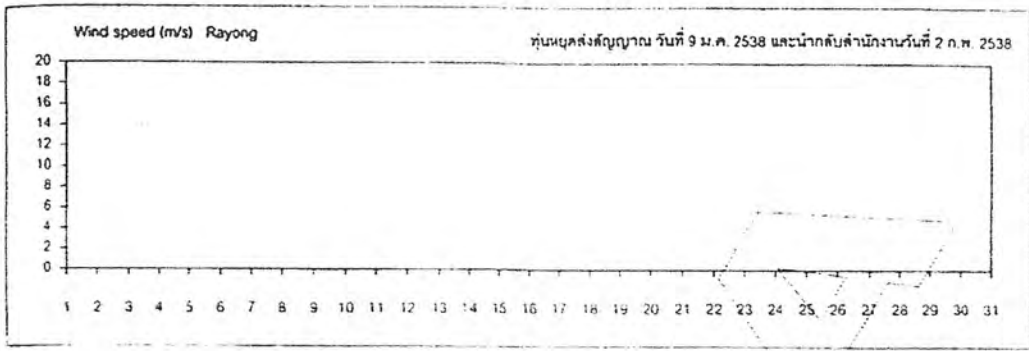
ข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2537-2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.7 ข้อมูลปี 2537-2538



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : TOBIS BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
	Development Agency (Public Organization)		1995.01.01-1995.01.31 LT	1

สรุปข้อมูลทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2537-2538

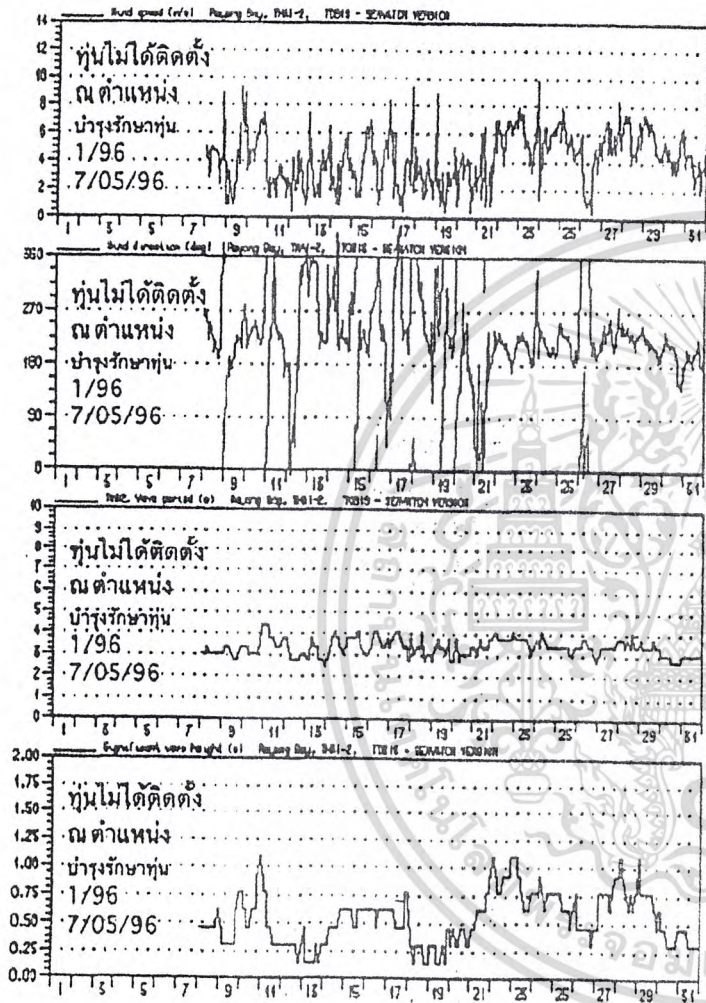
ผ.ก.8 ข้อมูลปี 2537-2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

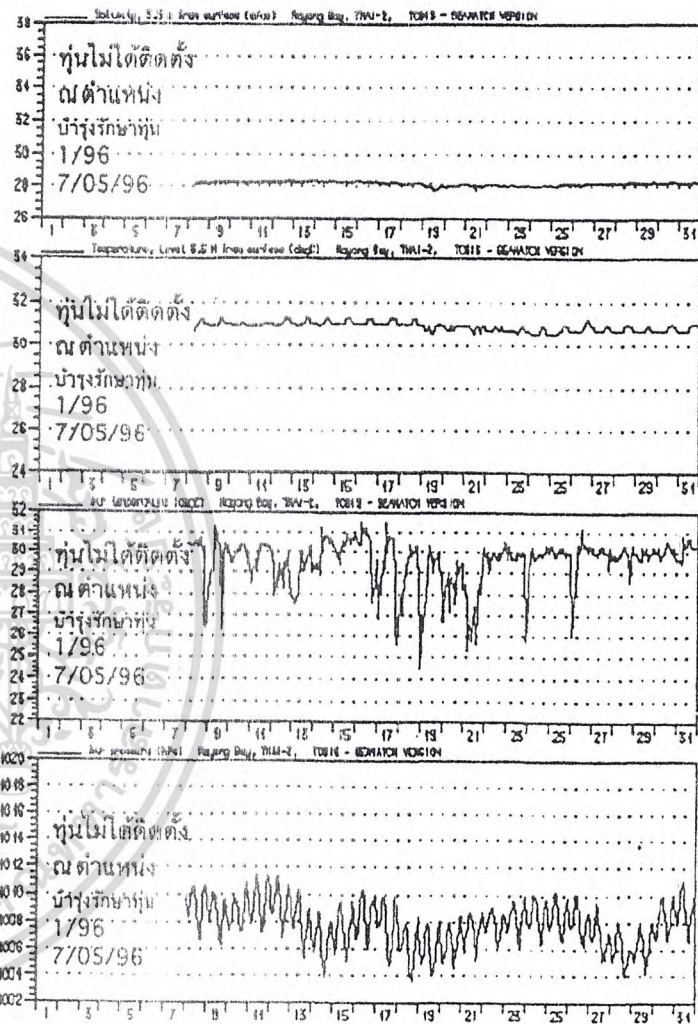
พ.ศ.10 ของปี 2539

รายชื่อชุดฐานตรวจสอบทางศาสตร์

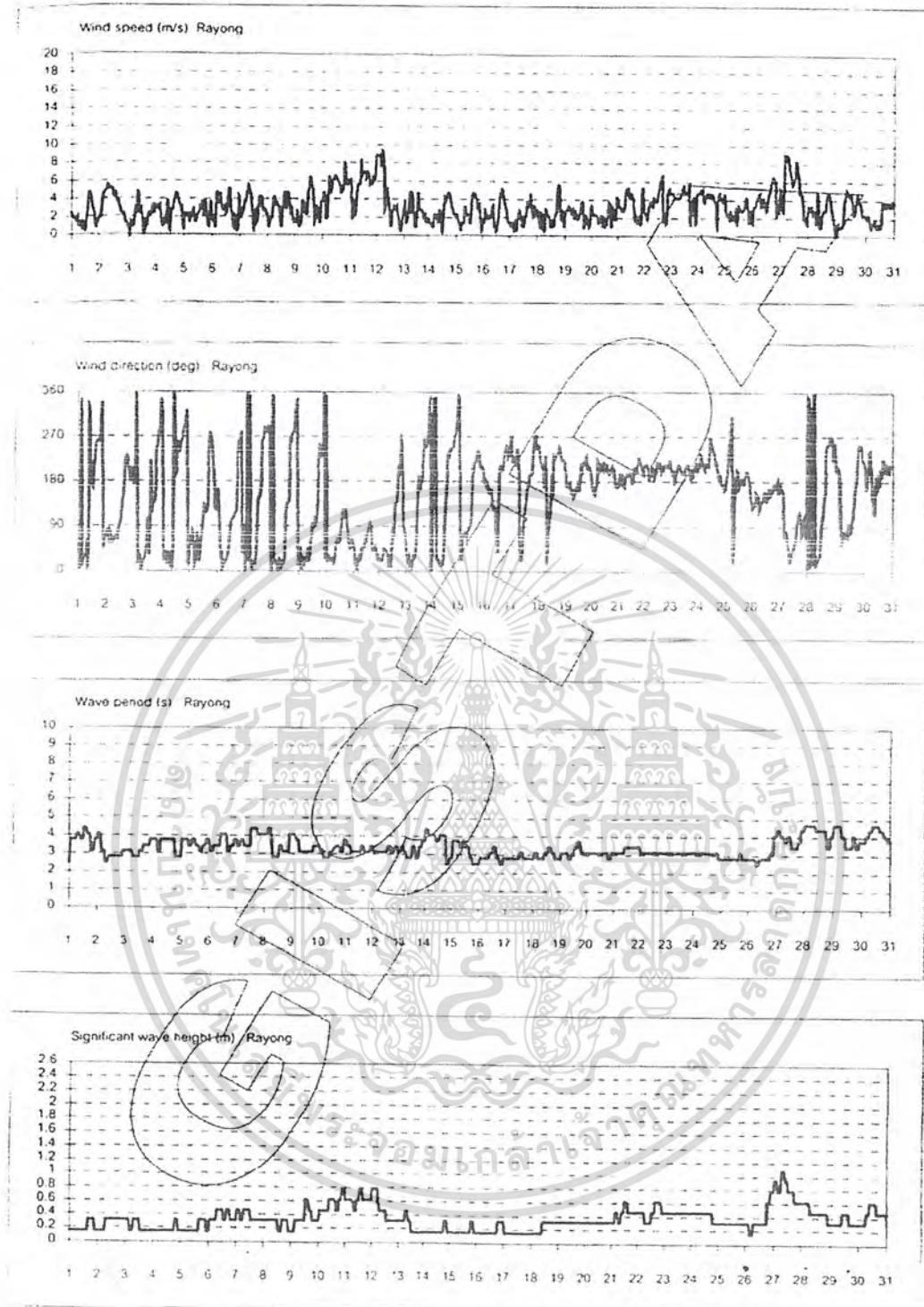
มกราคม - ธันวาคม 2539



Time series from Ayong				INSTAUGHT SEAWATCH	
LOCATION Ayong Bay, THAI-2	STATION 02	WATER DEPTH 20 m	INSTRUMENT HEIGHT 0 m	OBSERVATION PERIOD 1996.05.01-1996.05.31	LT
NRCT National Research Council of Thailand			PROJECT 02	FIGURE 1	



Time series from Ayong				INSTAUGHT SEAWATCH	
LOCATION Ayong Bay, THAI-2	STATION 02	WATER DEPTH 20 m	INSTRUMENT HEIGHT 0 m	OBSERVATION PERIOD 1996.05.01-1996.05.31	LT
NRCT National Research Council of Thailand			PROJECT 02	FIGURE 2	

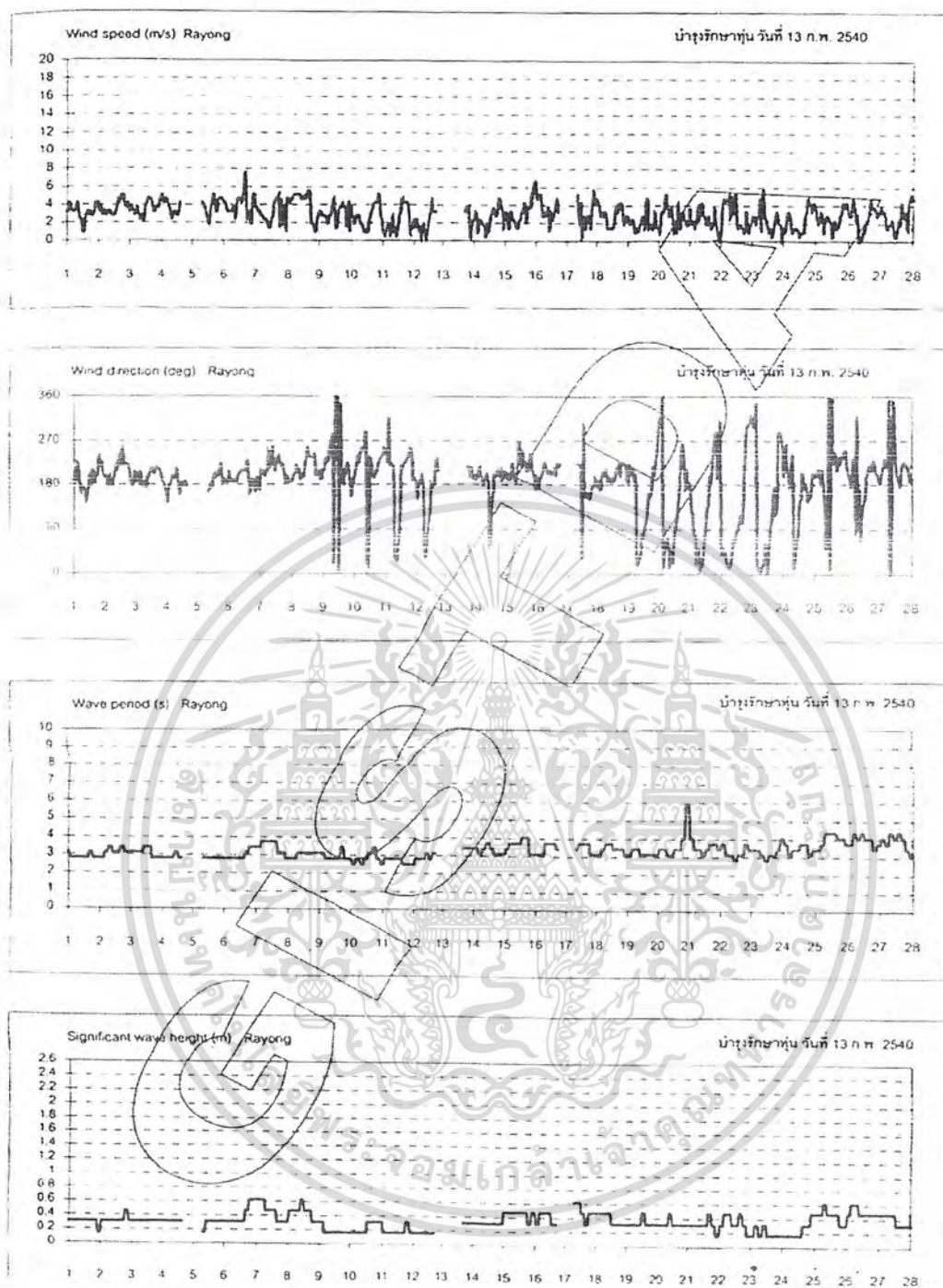



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : SEAWATCH BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
	Development Agency (Public Organization)		1997.01.01-1997.01.31 LT	1

ไปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2540

ผ.ก.11 ข้อมูลปี 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

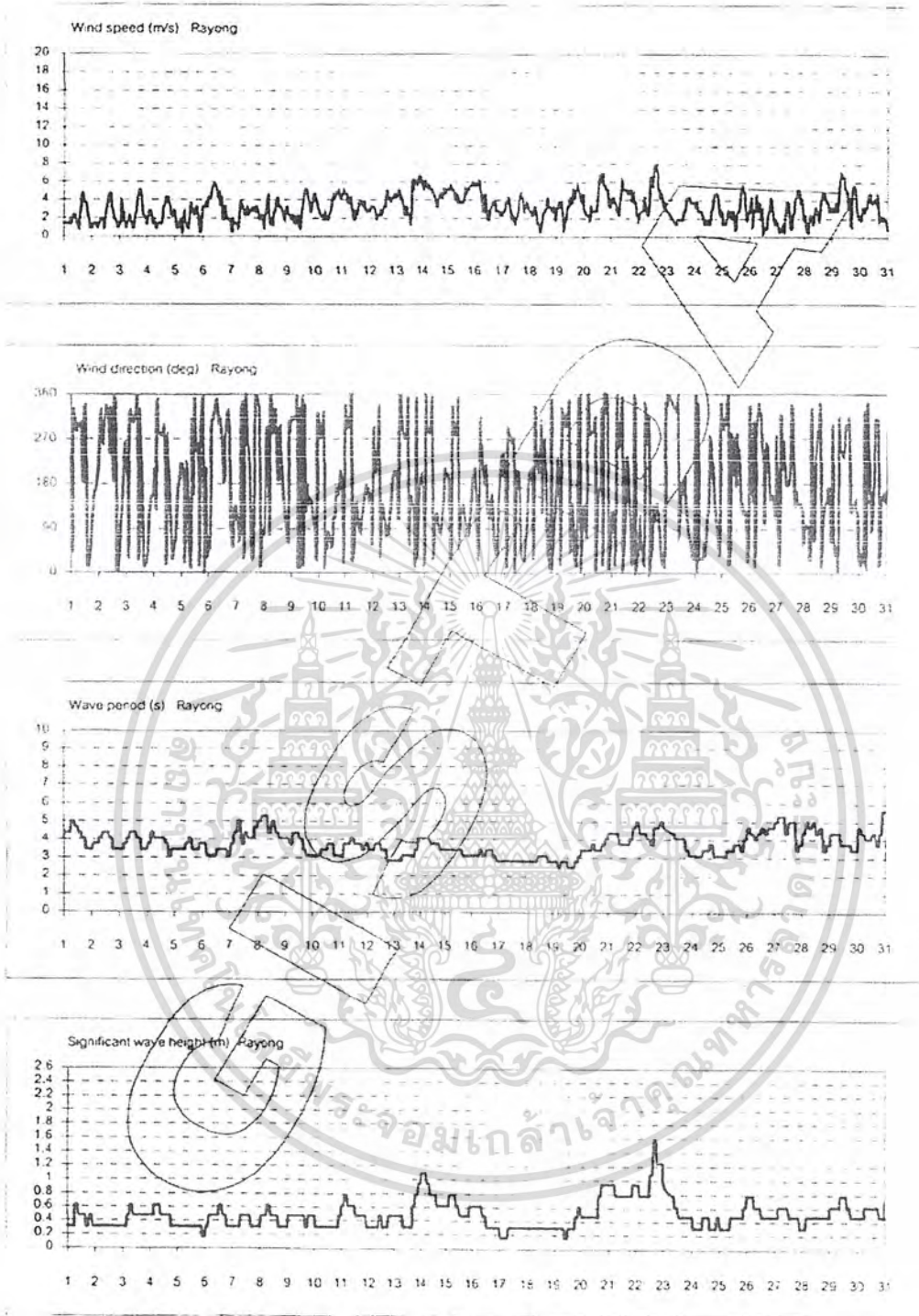


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m		INSTRUMENT : SEAWATCH BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)			OBSERVATION PERIOD	FIGURE
				1997.02.01-1997.02.28 LT	1

ป้ข้อมูลหูนสำรวจสมุทรศสตร์ ประจ้ปี 2540

ผ.ก.12 ข้อมูลปี 2540

เอกสรน้เป็นเอกสรที่สงวนไว้สำรห้การใช้งำนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ นำไปใช้ประโยชน์ด้ำนการค้
ไม่ว้กรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อี กทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้ของเอกสรทุกครั้งที่มีการนำ ไปใช้

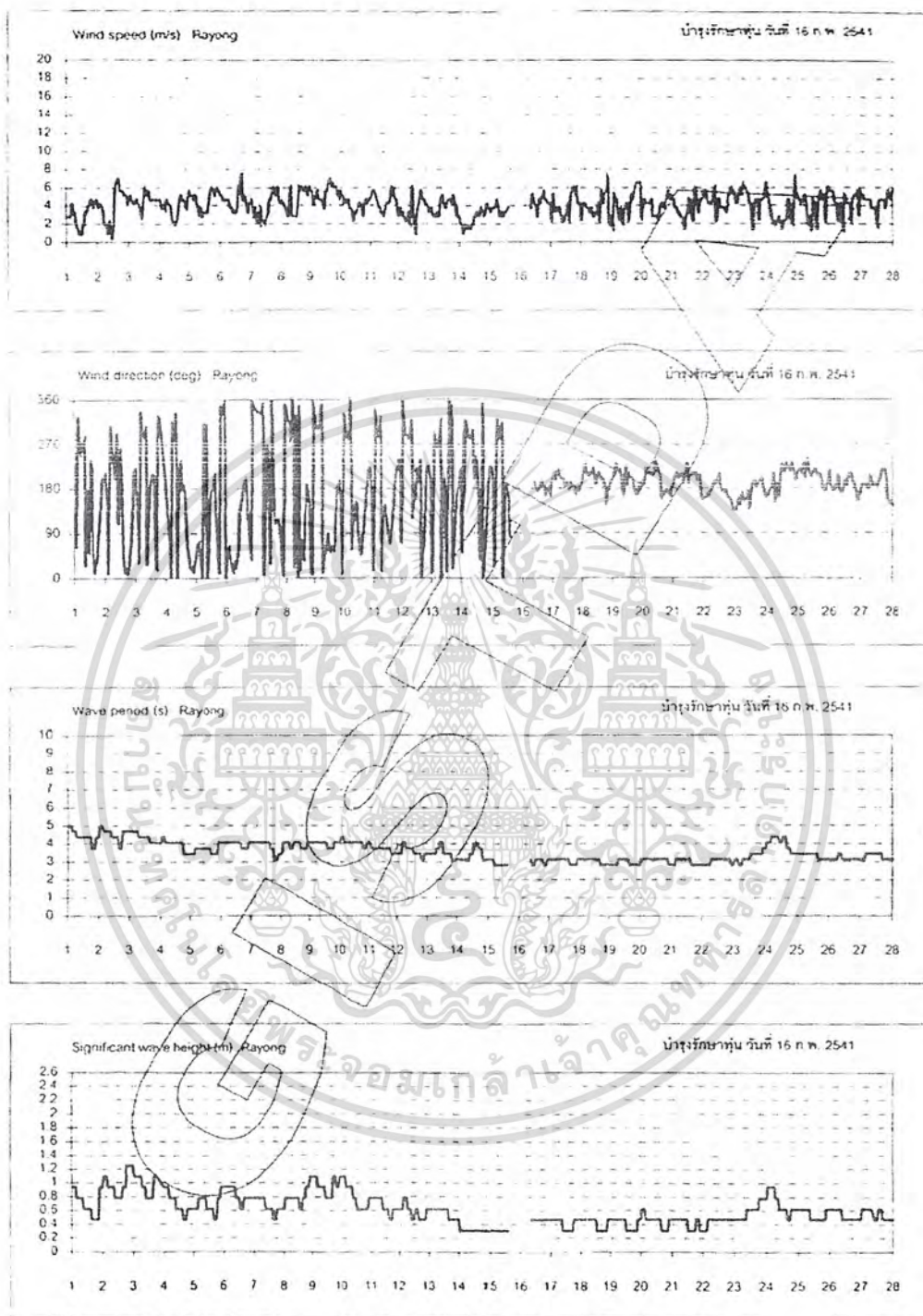


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH - 17 m		INSTRUMENT : SEAWATCH BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD		FIGURE
	Development Agency (Public Organization)		1998.01.01-1998.01.31 LT		1

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2541

ผ.ก.13 ข้อมูลปี 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

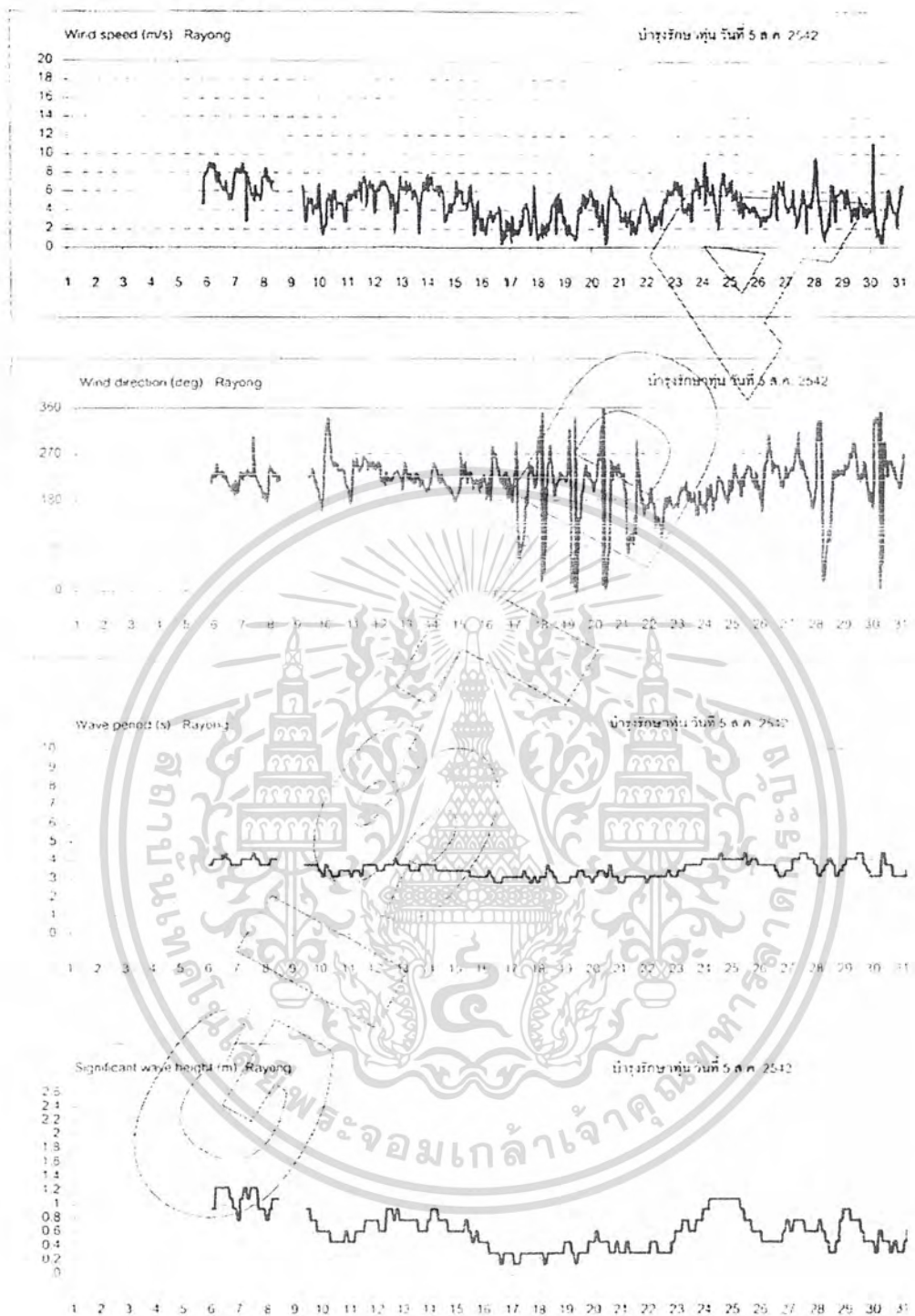



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : SEAWATCH BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
			1998.02.01-1998.02.28 LT	1

สถานีคอมพิวเตอร์สารสนเทศฯ ประจำปี 2541

ผ.ก.14 ข้อมูลปี 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

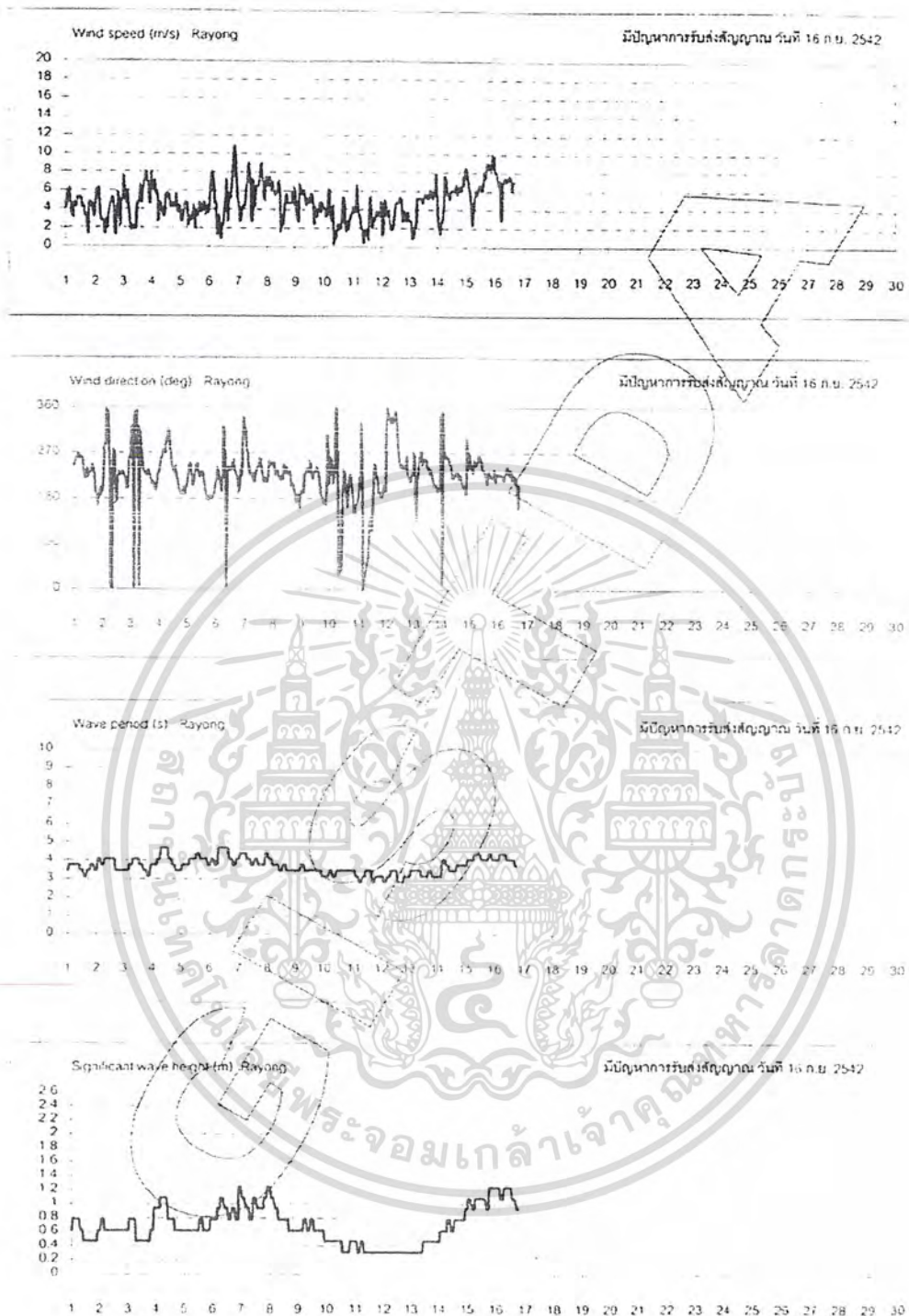


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m		INSTRUMENT : SEAWATCH BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD		FIGURE
	Development Agency (Public Organization)		1999.08.01-1999.08.31 LT		1

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2542

ผ.ก.15 ข้อมูลปี 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

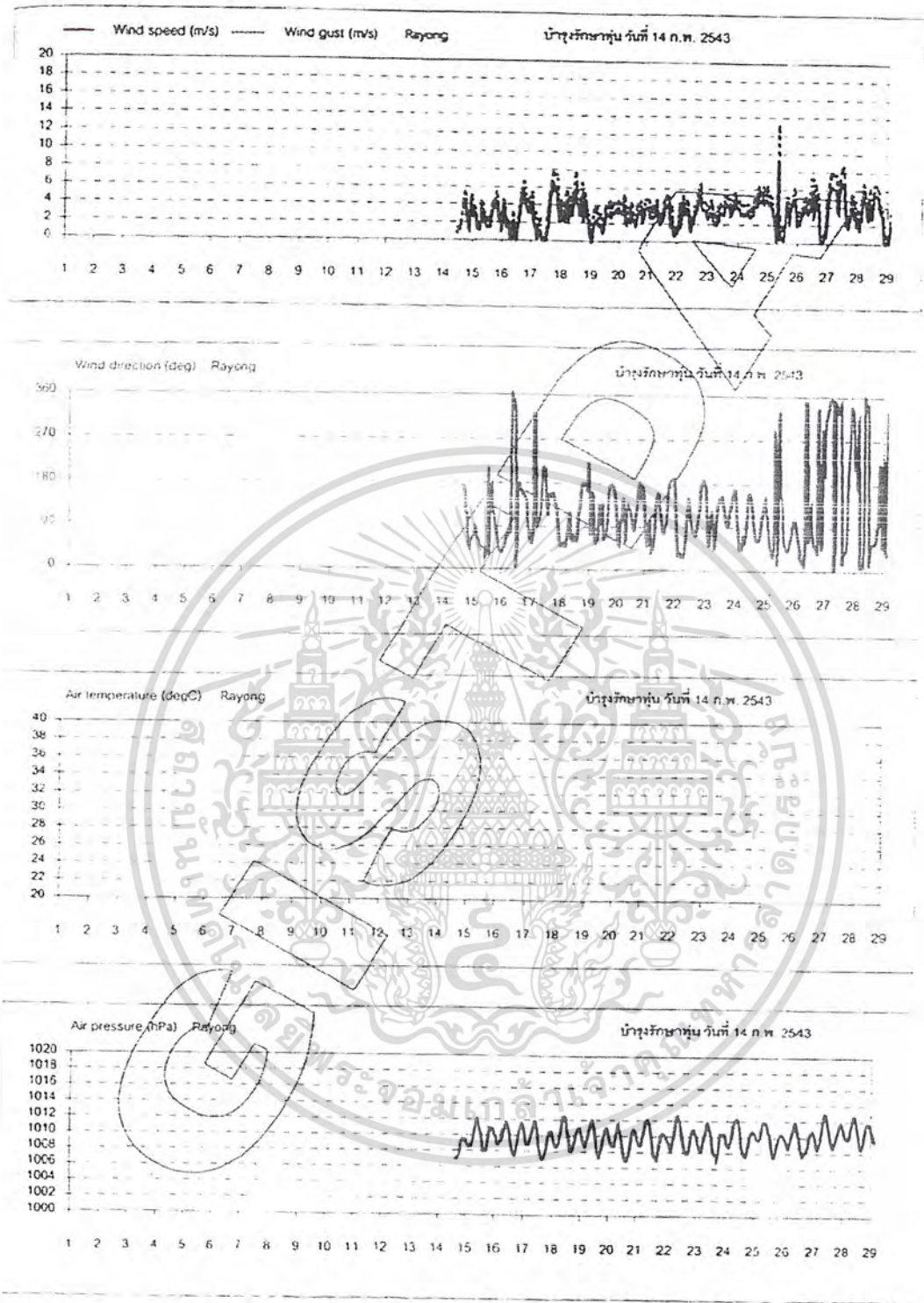


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : SEAWATCH BUCY
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		FIGURE
	OBSERVATION PERIOD 1999.09.01-1999.09.30 LT		1

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2542

ผ.ก.16 ข้อมูลปี 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

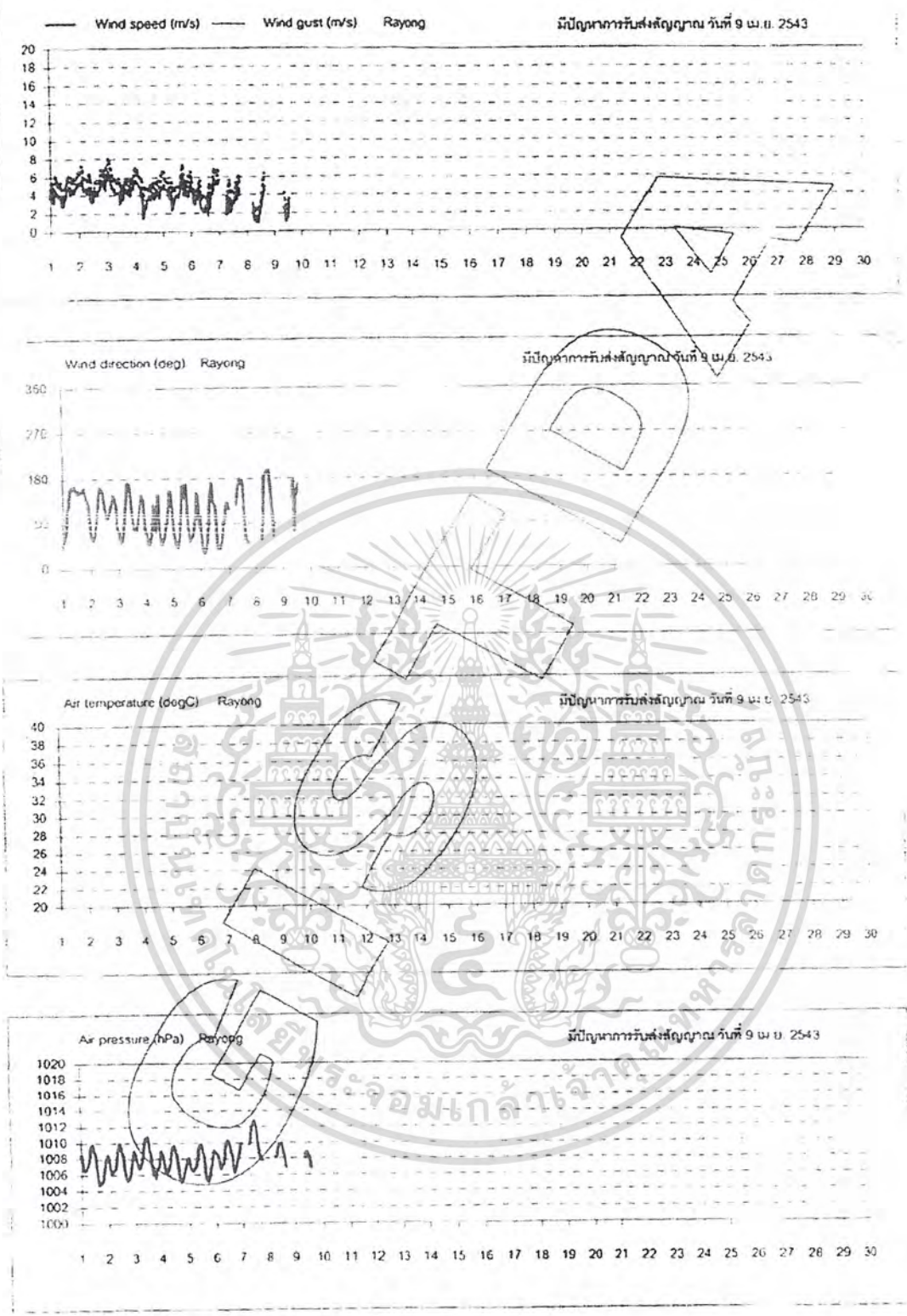


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m		INSTRUMENT : BLUE BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD		FIGURE
	Development Agency (Public Organization)		2000.02.01-2000.02.29 LT		1

บันทึกผลตรวจสภาพสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2543

ผ.ก.17 ข้อมูลปี 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

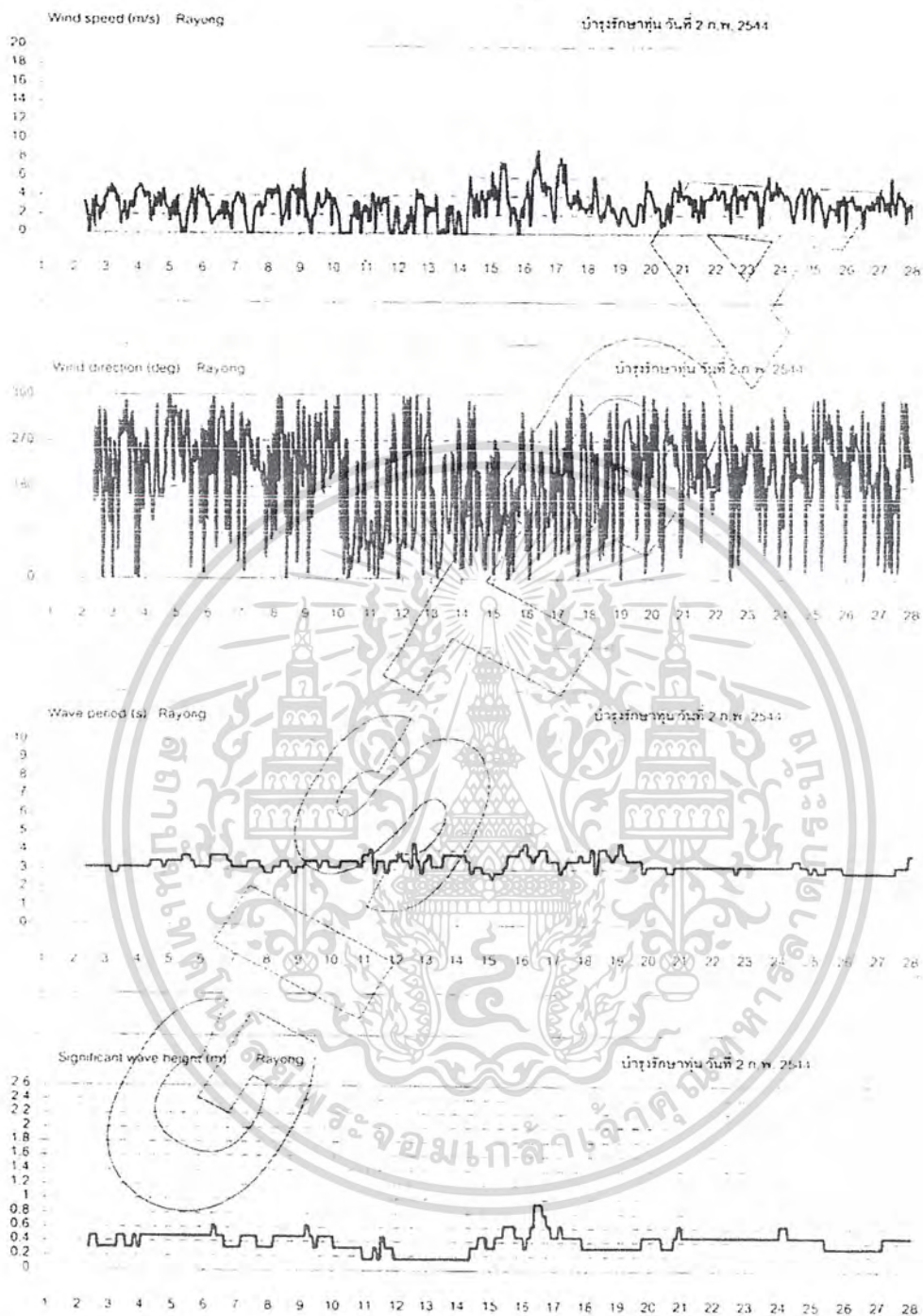



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : BLUE BUOY
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD
	Development Agency (Public Organization)		2000.04.01-2000.04.30 LT
			FIGURE
			1

ศรให้ดมคท่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2543

ผ.ก.18 ข้อมูลปี 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

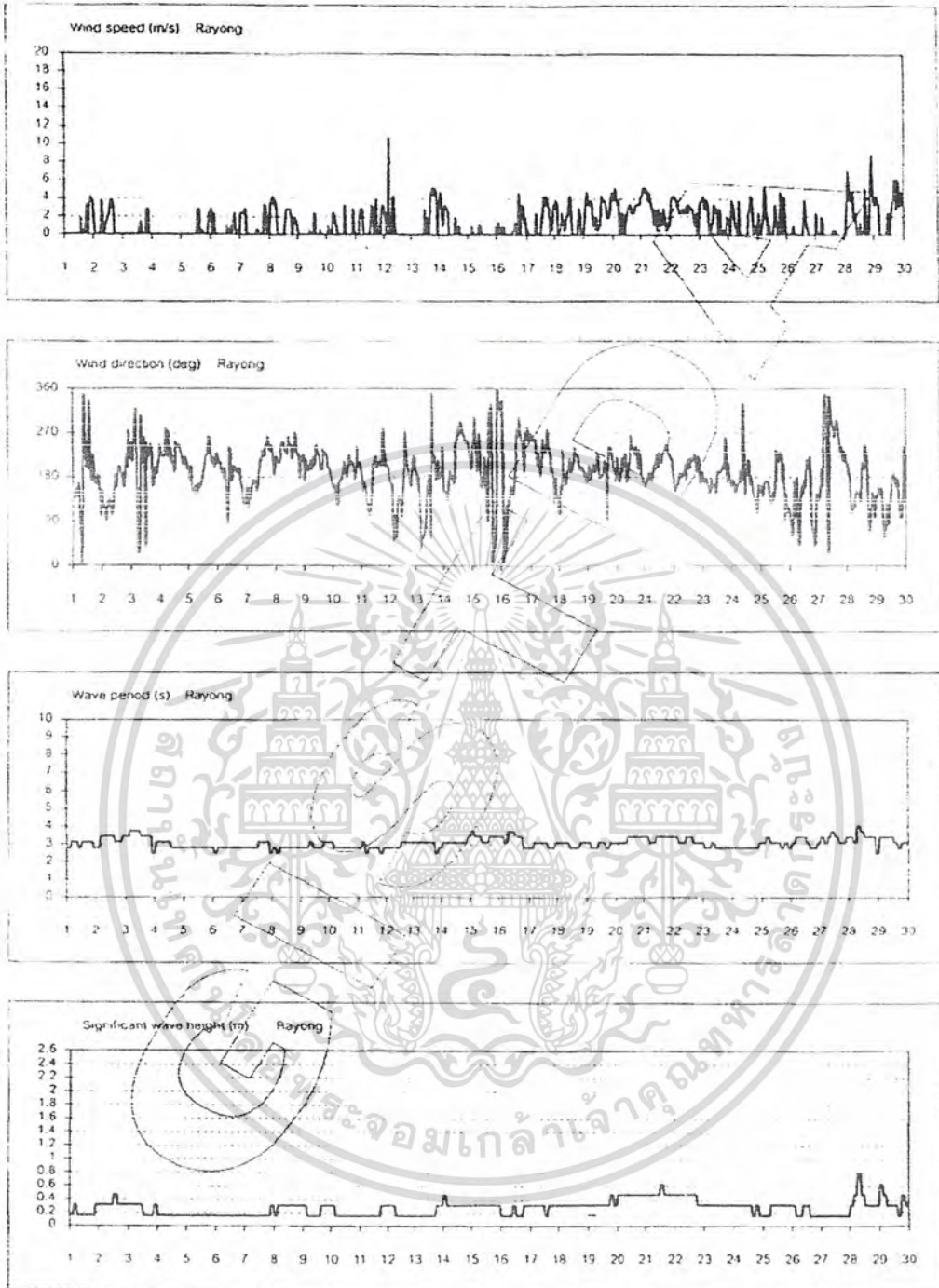


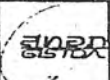
LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : SEAWATCH BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
			2001.02.01- 2001.02.28 LT	1

ไปข้อมูลทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2544

ผ.ก.19 ข้อมูลปี 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

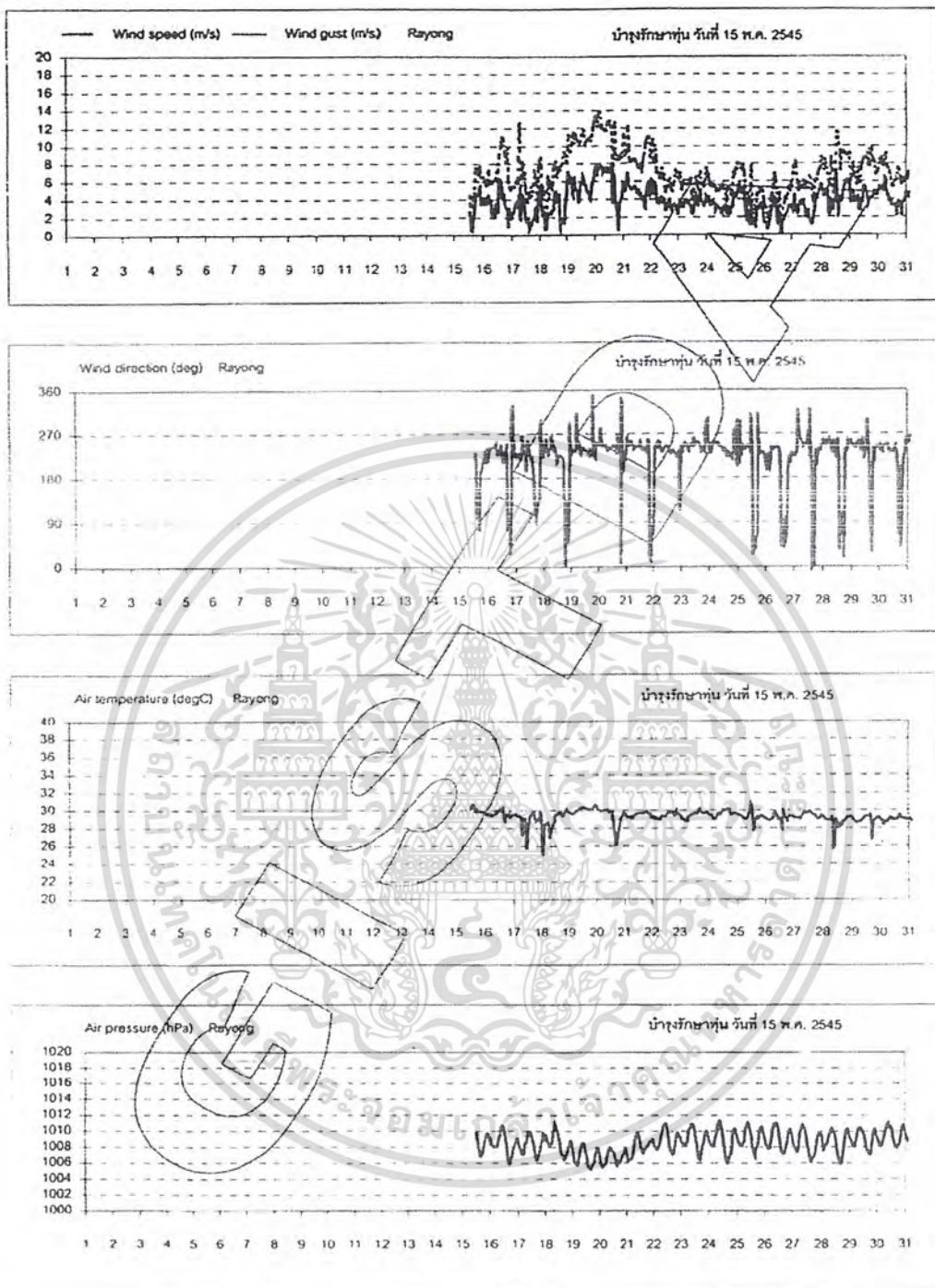



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : SEAWATCH BUOY
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		FIGURE
	OBSERVATION PERIOD 2001.04.01-2001.04.30 LT		1

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2544

ผ.ก.20 ข้อมูลปี 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

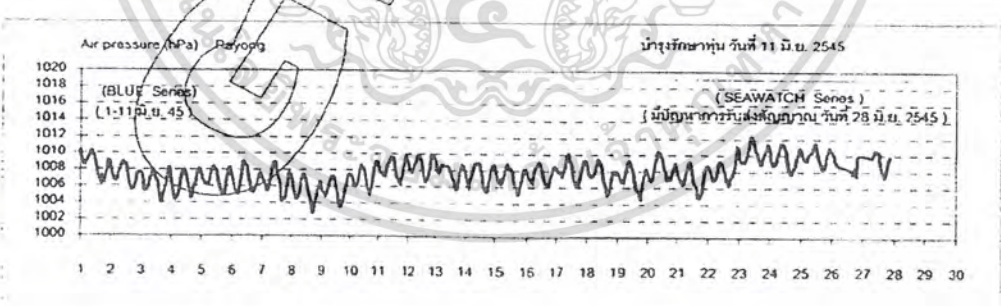
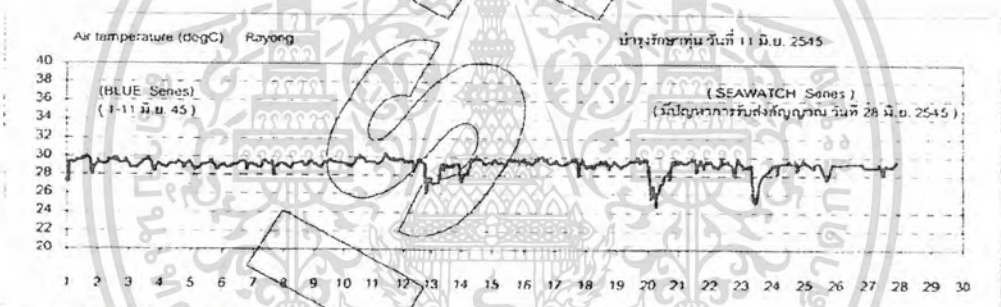
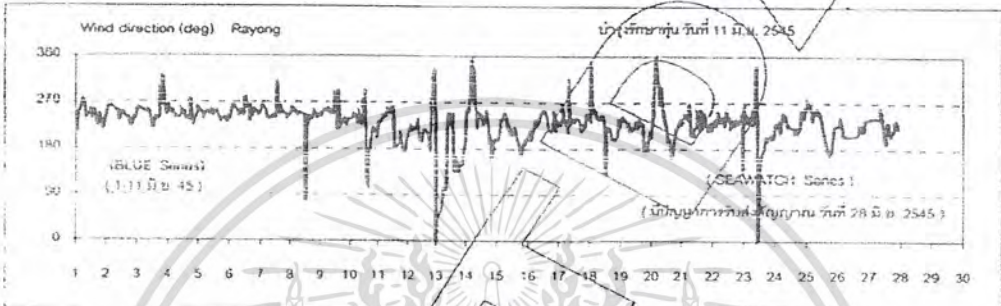
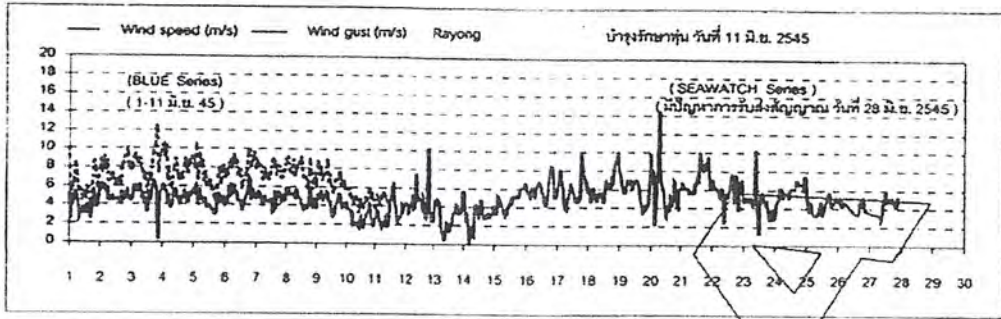



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : BLUE BUOY
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD
			2002.05.01-2002.05.31 LT
			FIGURE 1

สรุปข้อมูลทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2545

ผ.ก.21 ข้อมูลปี 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

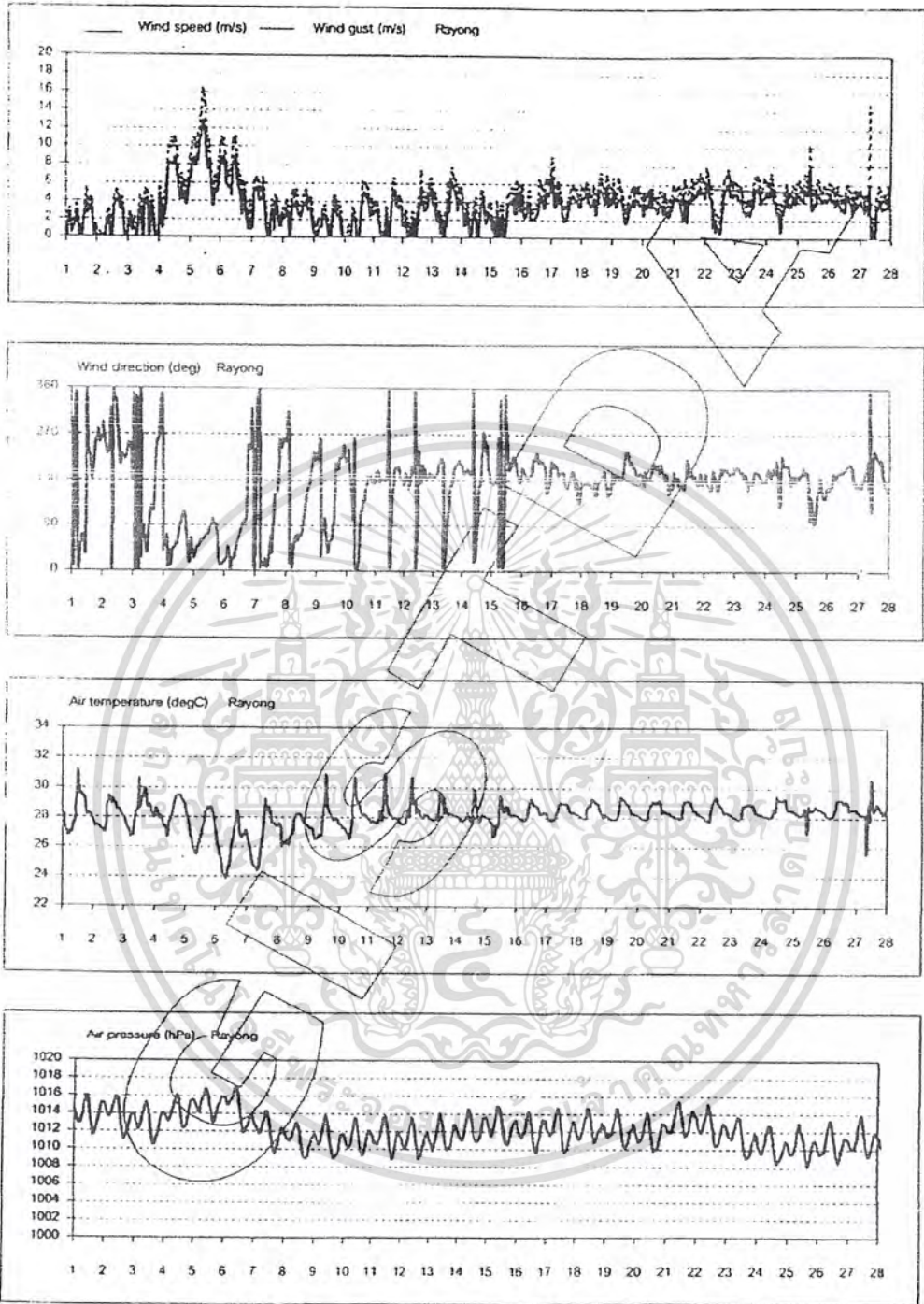



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : BLUE BUOY
	OBSERVATION PERIOD		FIGURE
	2002.06.01-2002.06.30 LT		1

สรุปข้อมูลทัศนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2545

ผ.ก.22 ข้อมูลปี 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : GREEN BUOY
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		FIGURE
	OBSERVATION PERIOD 2003.02.01-2003.02.28 LT		1

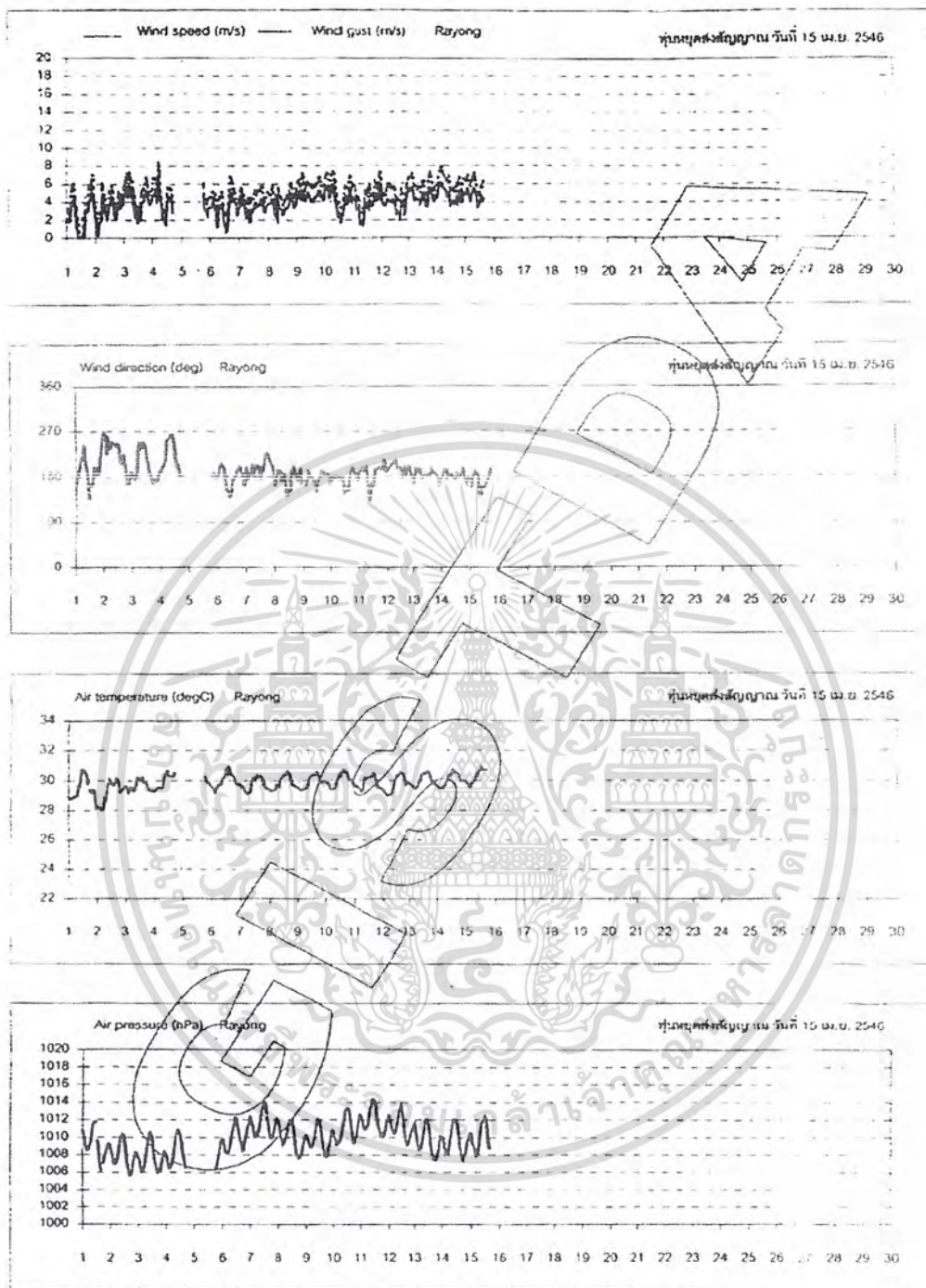
สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2546


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ก.23 ข้อมูลปี 2546



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

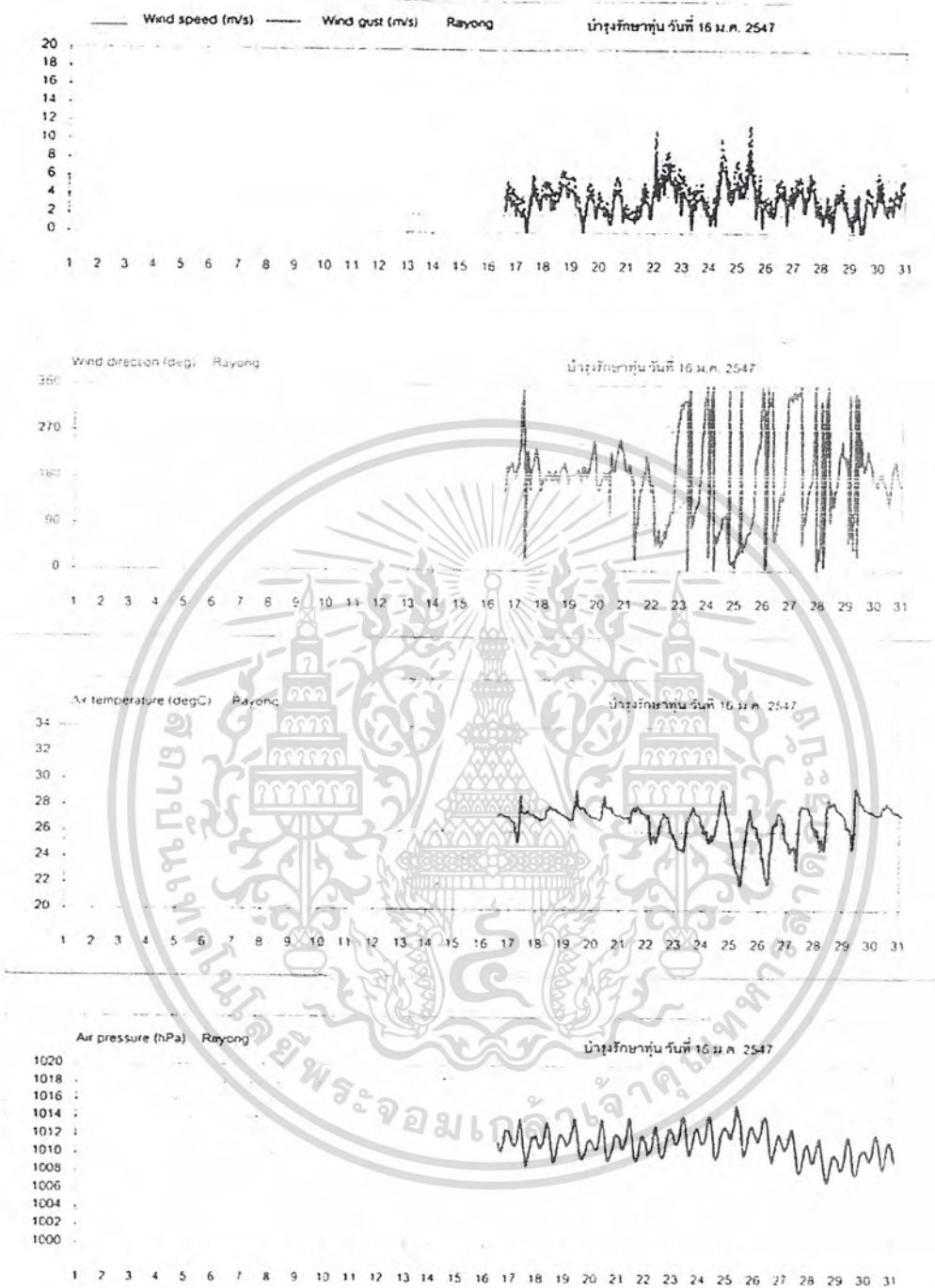


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : GREEN BUOY
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD
			2003.04.01-2003.04.30 LT
			FIGURE
			1

สรุปข้อมูลทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2546

ผ.ก.24 ข้อมูลปี 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

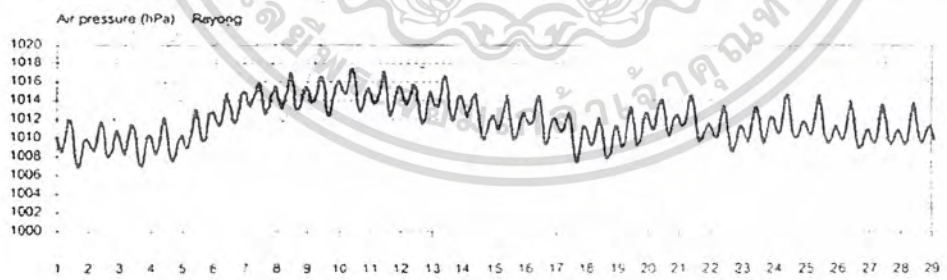
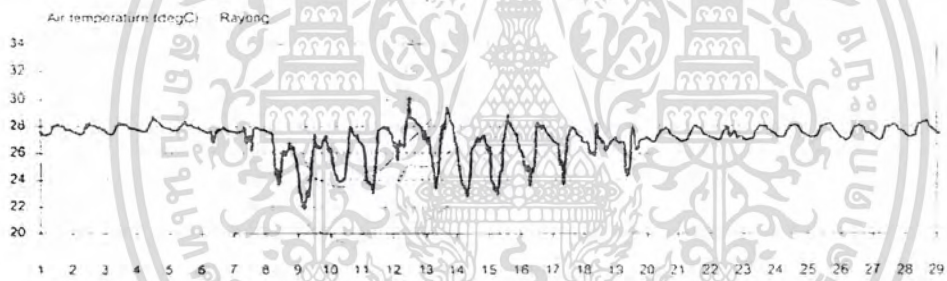
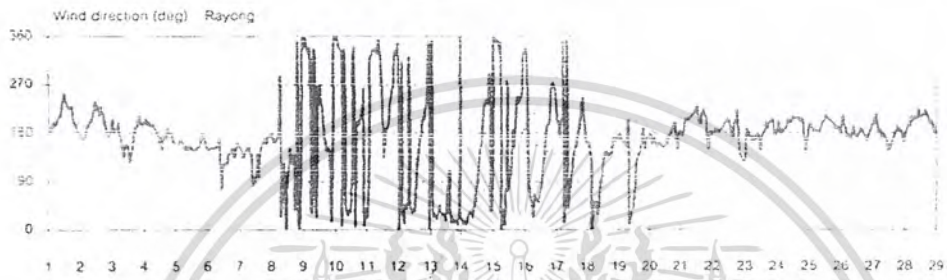
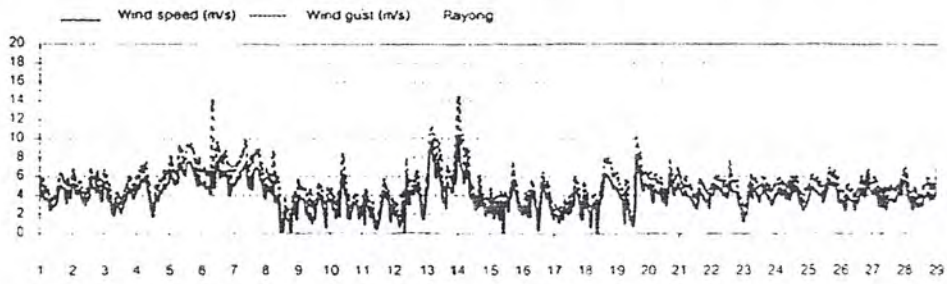



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : GREEN BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
	Development Agency (Public Organization)		2004.01.01-2004.01.31 LT	1

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2547

ผ.ก.25 ข้อมูลปี 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

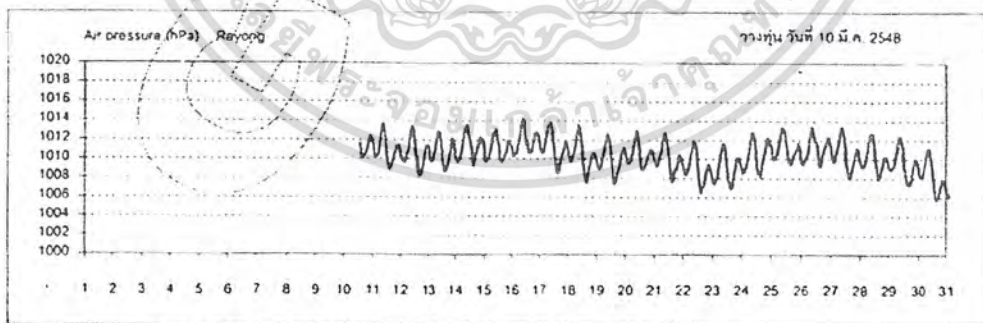
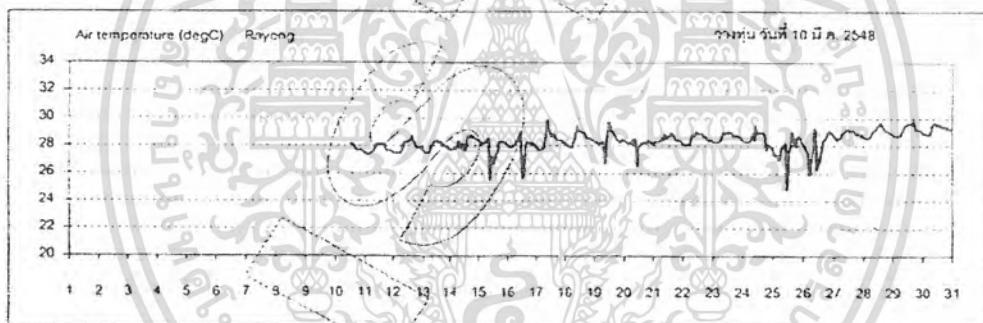
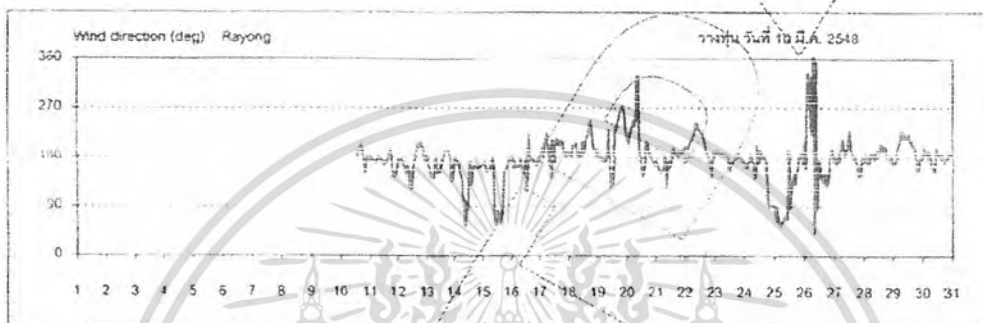
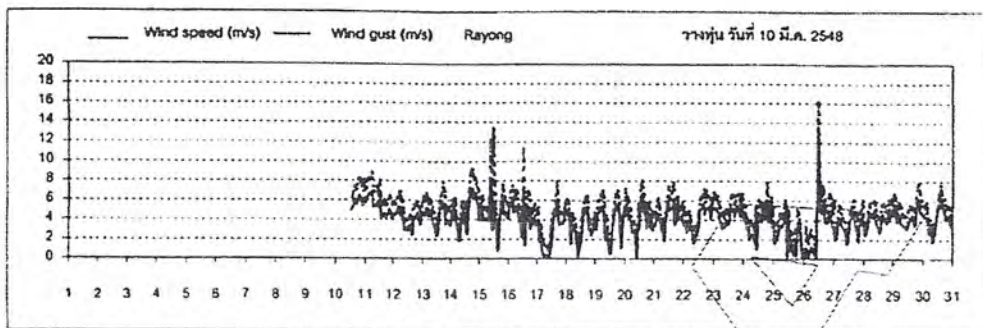


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : GREEN BUOY
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD
			2004.02.01-2004.02.29 LT
			FIGURE 1

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2547

ผ.ก.26 ข้อมูลปี 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

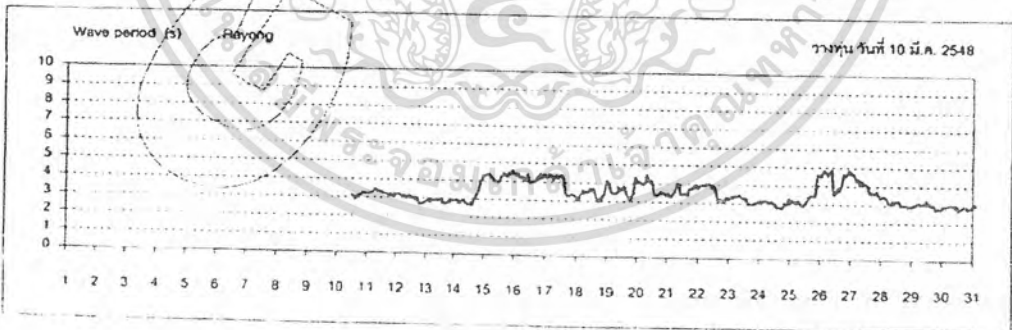
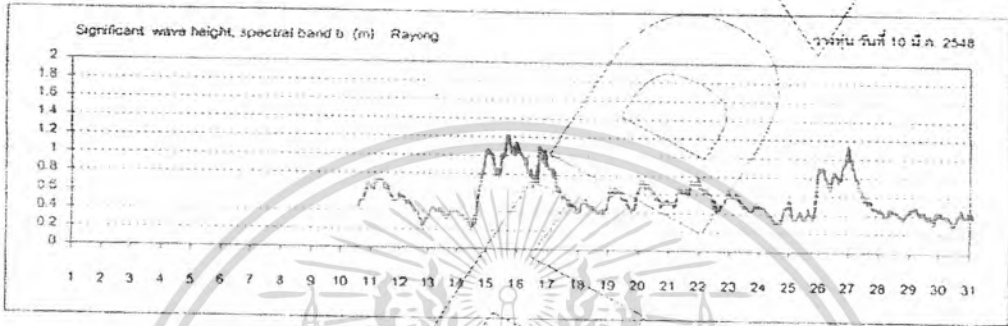
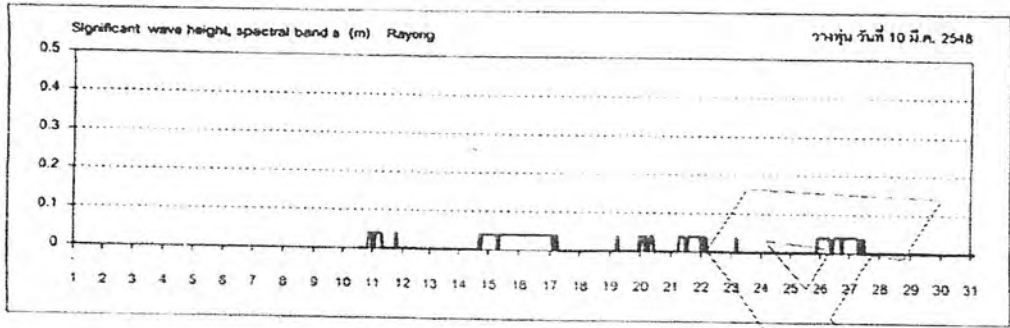


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : GREEN BUOY
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD
			2005.03.01-2005.03.31 LT
			FIGURE 1

สรุปข้อมูลท่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2548

ผ.ก.27 ข้อมูลปี 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

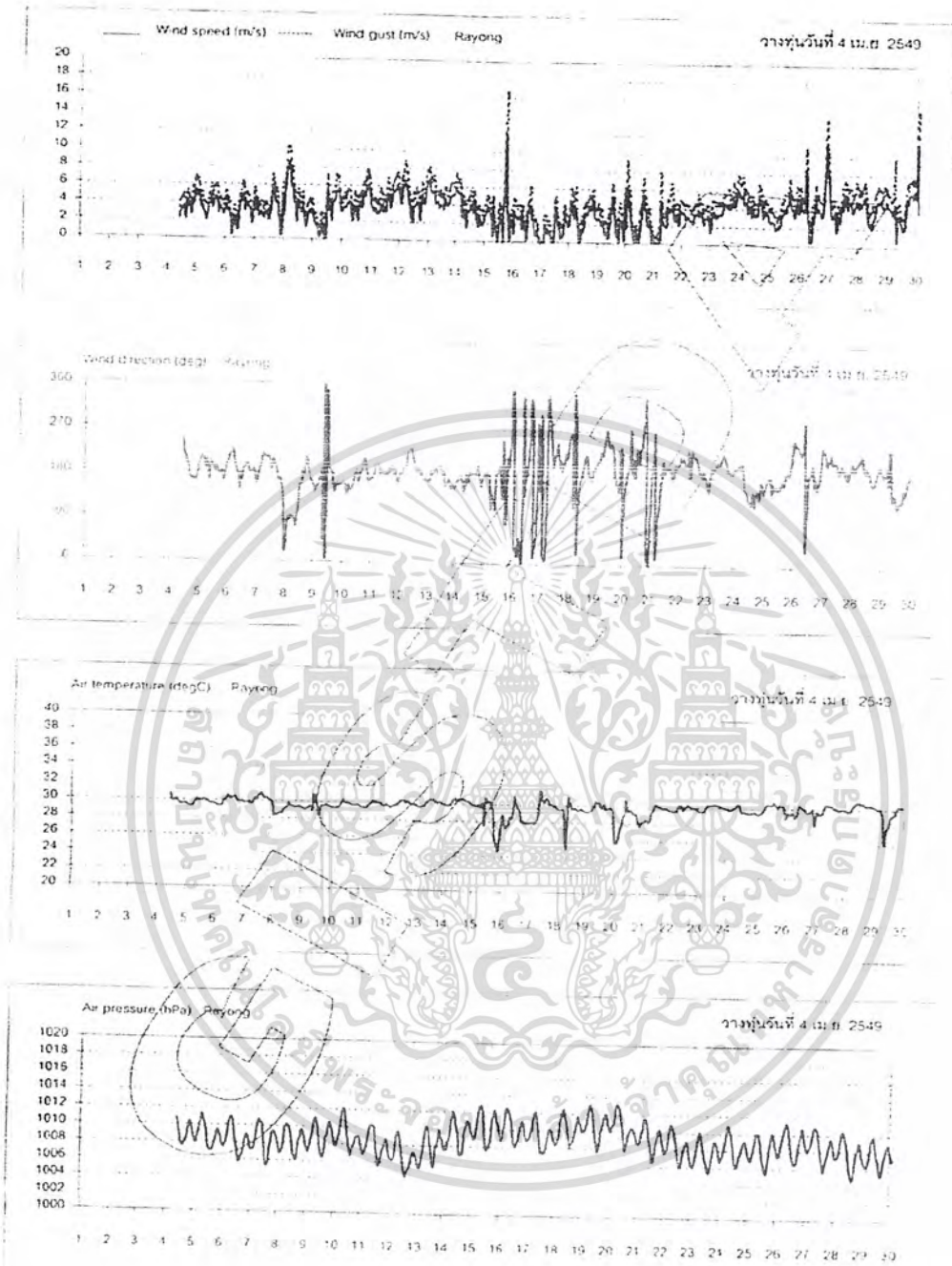



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 17 m	INSTRUMENT : GREEN BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
			2005.03.01-2005.03.31 LT	4

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2548

ผ.ก.28 ข้อมูลปี 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

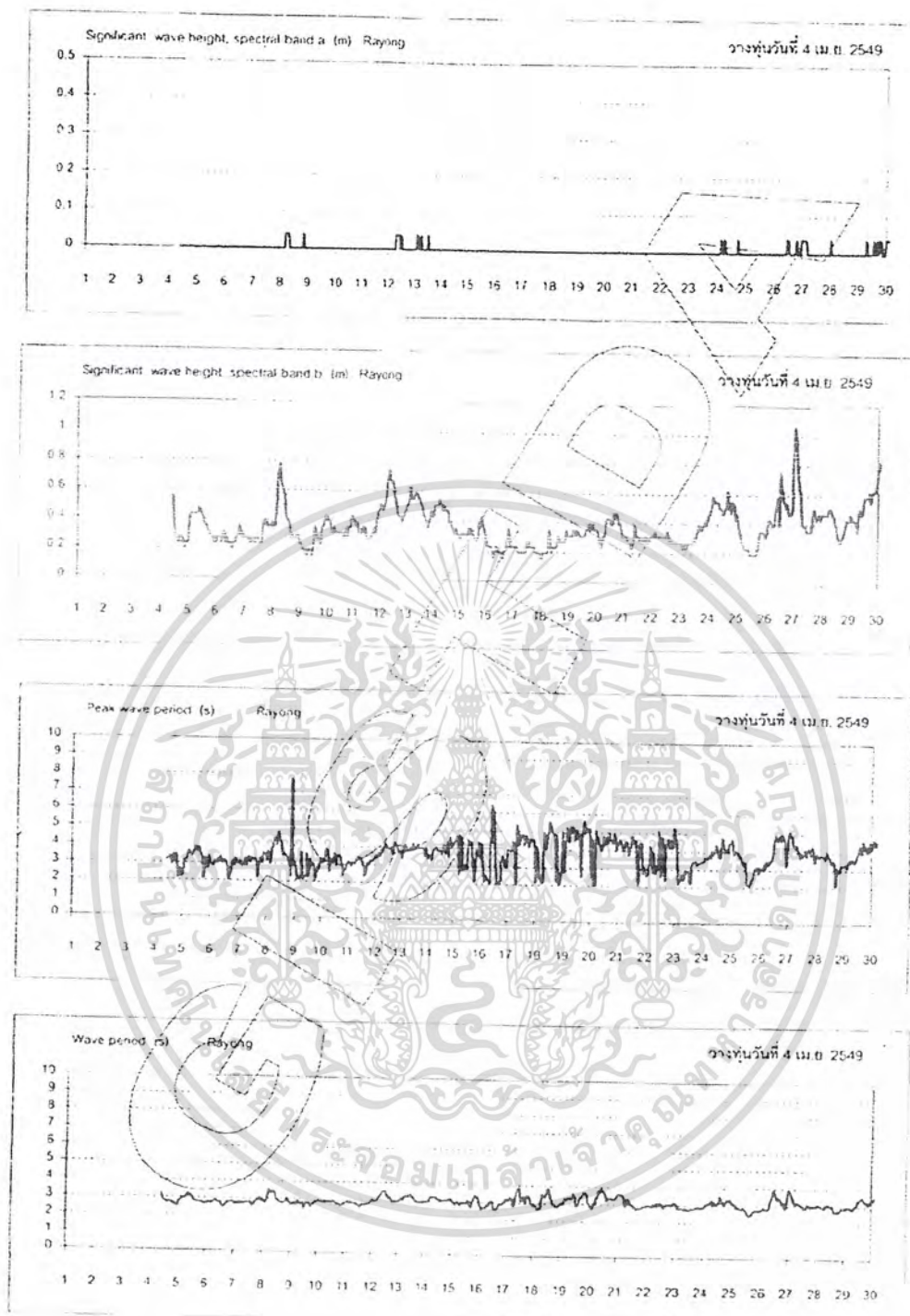


LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 22 m		INSTRUMENT : GREEN BUOY	
 Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)	OBSERVATION PERIOD			FIGURE	
	2006.04.01-2005.04.30 LT			1	

สรุปข้อมูลทุนสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2549

ผ.ก.29 ข้อมูลปี 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LOCATION : RAYONG		WATER DEPTH : 22 m	INSTRUMENT : GREEN BUOY	
	Geo-informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization)		OBSERVATION PERIOD	FIGURE
			2006.04.01-2006.04.30 LT	4

สรุปข้อมูลทุ่นสำรวจสมุทรศาสตร์ ประจำปี 2549

ผ.ก.30 ข้อมูลปี 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ค่าน้ำลงต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับระดับทะเลปานกลาง

(Comparison of Lowest Low Water to Mean Sea Level)

ชื่อสถานี (Name Of Tidal Station)	ระดับน้ำลงต่ำที่สุด (เมตร ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง) Lowest Low Water (Meters below Mean Sea Level)
1. ดันดอนเจ้าพระยา (สมุทรปราการ) Bangkok Bai (Samut Prakan)	2.46
2. ป้อมพระจุลจอมเกล้า (สมุทรปราการ) Phra Chulachonkiao Fort (Samut Prakan)	1.84
3. ท่าเรือกรุงเทพ (กรุงเทพมหานคร) Bangkok Harbour (Bangkok Metropolitan)	1.72
4. กองบัญชาการเรือเสด็จเรือ กรุงเทพมหานคร Navy Headquarters (Bangkok Metropolitan)	1.36
5. ปากน้ำบางปะกง (ระยอง) Pak Nam Bang Pakong (Rayong)	1.67
6. เกาะสีชัง (ชลบุรี) Ko Si Chang (Chon Buri)	2.48
7. อ่าอสัตหีบ (ชลบุรี) Ao Sattahip (Chon Buri)	2.19
8. ปากน้ำระยอง (ระยอง) Pak Nam Rayong (Rayong)	1.52
9. แหลมสิงห์ (จันทบุรี) Laem Sing (Chanthaburi)	1.38
10. แหลมงอบ (ตราด) Laem Ngou (Trat)	1.73
11. ปากน้ำท่าจีน (สมุทรสาคร) Pak Nam Tha Chin (Samut Sakhon)	1.32
12. ปากน้ำแม่กลอง (สมุทรสงคราม) Pak Nam Mae Klong (Samut Songkhram)	2.14
13. หัวหิน (ประจวบคีรีขันธ์) Hua Hin (Prachuap Khiri Khan)	1.81
14. เกาะหลัก (ประจวบคีรีขันธ์) Ko Lak (Prachuap Khiri Khan)	1.69
15. เกาะมัดโพธิ์ (ชุมพร) Ko Mattaphon (Chumphon)	1.67
16. เกาะปราบ (สุราษฎร์ธานี) Ko Praph (Surat Thani)	1.43
17. เกาะสมุย (สุราษฎร์ธานี) Ko Samui (Surat Thani)	1.45
18. ปากน้ำปากพ่อง (นครศรีธรรมราช) Pak Nam Pak Phanong (Nakhon Si Thammarat)	0.70
19. สงขลา (สงขลา) Songkhla (Songkhla)	1.18
20. ปากน้ำปัตตานี (ปัตตานี) Pak Nam Pattani (Pattani)	0.78
21. ปากน้ำบางนรา (นราธิวาส) Pak Nam Bang Nara (Narathiwat)	0.78
22. ปากน้ำระนอง (ระนอง) Pak Nam Ranong (Ranong)	2.36
23. คุระบุรี (พังงา) Khura Buri (Phangnga)	2.34
24. อ่าวทับละมุ (พังงา) Ao Thap Lamu (Phangnga)	2.04
25. เกาะตะพานน้อย (ภูเก็ต) Ko Thaphao Noi (Phuket)	2.29
26. ปากน้ำกระบี่ (กระบี่) Pak Nam Krabi (Krabi)	2.40
27. ปากน้ำตรัง (ตรัง) Pak Nam Trang (Trang)	2.18
28. เกาะตะรุเตา (สตูล) Ko Tarutao (Satun)	1.69

หมายเหตุ การหาความสูงน้ำเมื่อคิดจากระดับทะเลปานกลาง ให้นำค่า "ระดับน้ำลงต่ำที่สุด" ไปหักออกจากตัวเลขในมาตรฐาน
 Remark Height of water above Mean Sea Level equals height from Tide Table minus Lowest Low Water.

ผ.ข. 1 แสดงค่าน้ำลงต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปากน้ำระยอง (ระยอง)

Pak Nam Rayong (Rayong)

ละติจูด (Lat) 12° 39' 30" N.(N)

ลองจิจูด (Long) 101° 16' 28" E.(E)

มกราคม ๒๕๕๔

January 2011

วันที่ DATE	HOURS																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	HEIGHTS OF WATER IN METERS																								
1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9
2	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18	0.9	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
19	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
21	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
22	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
23	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
24	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
26	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
28	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
30	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
31	0.8	0.9	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

สูงของน้ำที่นายเป็นเมตรเหนือระดับน้ำลงต่ำที่สุด

HEIGHTS OF WATER PREDICTED IN METERS ABOVE THE LOWEST LOW WATER

คำนวณโดย กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

ผ.ข. 2 ตารางแสดงค่าระดับน้ำขึ้นน้ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับราชการงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ.ญ. 3 ตารางความสูงคลื่นในมตละเดือนของปี พ.ศ. 2536 - 2549

	ปี	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
ความสูงเขื่อน		2.153	2.153	2.153	2.153	2.153	2.153	2.153	2.153	2.153	2.153	2.153	2.153
Significant wave height (m)	2536	0.8	1.2	1.2	0.8	0.8	1.9	2	1.6	1.9	0.6	1	1
Significant wave height (m)	2537	1	1	1.2	0.8	1.2	0.1		1.6	1.5	0.9	0.8	0.8
Significant wave height (m)	2538	0.9	1.1	0.6	0.6	1	2	2.2	2.4	1.8	1	0.8	0.7
Significant wave height (m)	2539	2.3	0.95			1.1	1.85	1.85		1.4			0.75
Significant wave height (m)	2540	1.2	0.6	1.2	0.8	1.2	1.7	1.9	2.2	1.1	1.2	3	0.99
Significant wave height (m)	2541	1.6	1.2	1.2	1.1	1.6	1.6	1.4	1.4	1.1	0.8	1.4	1
Significant wave height (m)	2542				1.8	1.4	2		1.2	1.2	1.3		
Significant wave height (m)	2543	1.1	1.1	1	0.7	2	1.7						
Significant wave height (m)	2544		1	1.2	0.8	1.8				0.7	1	0.6	
Significant wave height (m)	2545					2	1.7	1.6	2.2	3.2	0.6		0.8
Significant wave height (m)	2546	1.1	1.4	1.2	0.7	1.9	1.8	2.4	2.3				
Significant wave height (m)	2547	1	1.2	1.4	0.9	1.6	2	1.4	1.4	1.1	1	0.6	
Significant wave height (m)	2548			1.2	0.9	2.5	1.7	1.7	2.3	1.5	0.7	1	2.5
Significant wave height (m)	2549				1.1	2.1	1.7	1.9		1.5	1.4	0.7	1