

อิทธิพลของคลื่น กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง และกิจกรรมของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง  
บริเวณหาดหน้าทอน อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี



นายวุฒิ ศรีคำภา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INFLUENCE OF WAVE, LONGSHORE CURRENT AND HUMAN ACTIVITIES ON  
SHORELINE CHANGE AT HAAD NATHON, AMPHOE KO SAMUI,  
CHANGWAT SURAT THANI



Mr. Wutthi Srikhampa

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science

Department of Marine Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

อิทธิพลของคลื่น กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง และกิจกรรม  
ของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณหาด  
หน้าทอน อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

โดย

นายวุฒมิ ศรีคำภา

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

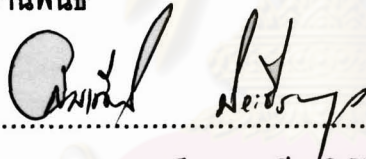
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ ไชจิศุภกร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต



.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. สุตจัน หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



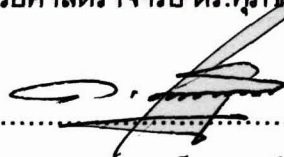
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีระธิติวรกุล)



.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ ไชจิศุภกร)



.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ตั้งใจตรง)



.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พยอมน รัตนมณี)

วุฑฒิ ศรีคำภา : อิทธิพลของคลื่น กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง และกิจกรรมของมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณหาดหน้าทอน อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (INFLUENCE OF WAVE, LONGSHORE CURRENT AND HUMAN ACTIVITIES ON SHORELINE CHANGE AT HAAD NATHON, AMPHOE KO SAMUI, CHANGWAT SURAT THANI)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ปราโมทย์ โคจิตุภกร, 58 หน้า.

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งของหาดหน้าทอนเกิดจากอิทธิพลของคลื่น กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง และกิจกรรมของมนุษย์ งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหาดหน้าทอนในรอบ 10 ปีโดยใช้ข้อมูลสำรวจภาคสนามและข้อมูลทุติยภูมิ

การคำนวณคลื่นจากข้อมูลลมที่สถานีอุตุนิยมวิทยาเกาะสมุยพบว่าคลื่นบริเวณหาดหน้าทอนเป็นคลื่นขนาดเล็กที่มีความสูงคลื่นนัยสำคัญไม่เกิน 0.3 เมตร อย่างไรก็ตามสภาพคลื่นลมจัดสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อมีลมพายุจากทิศตะวันตกพัดเข้ามาในพื้นที่ การตรวจวัดคลื่น 2 ครั้งในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ได้คลื่นขนาดเล็กซึ่งสอดคล้องกับคลื่นทำนายจากลม

การเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งจากอิทธิพลของกระแสน้ำและคลื่นทำนายพบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งนั้นจะมีมากในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยทิศทางในการเคลื่อนตัวนั้นจะพบว่ามียังจากใต้ขึ้นเหนือและเหนือลงใต้ ปริมาณการเคลื่อนตัวสุทธิไปทางทิศเหนือแต่ปริมาณการเคลื่อนที่ไม่มาก

กิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเช่นกันโดยตลอดช่วงแนวชายฝั่ง 2 ก.ม. มีการถมทะเลแล้วสร้างกำแพงกันคลื่น (Seawall) เกือบตลอดแนว ทำให้สูญเสียพื้นที่หน้าหาดช่วงน้ำขึ้น มีเพียงบริเวณชายหาดหน้าวัดแจ้งที่ยังไม่มีโครงสร้างชายฝั่งทำให้พื้นที่ถูกกัดเซาะเมื่อมีคลื่นรุนแรงจากทิศตะวันตกเคลื่อนเข้ามา จึงควรมีมาตรการที่เหมาะสมในการลดการกัดเซาะชายหาดหน้าวัดแจ้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....

สาขาวิชา..... วิทยาศาสตร์ทางทะเล.....

ปีการศึกษา..... 2552.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

# #4972492923 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEYWORDS : SHORELINE CHANGES / HAAD NATHON KO SAMUI.

Wutthi Srikhampa: INFLUENCE OF WAVE, LONGSHORE CURRENT AND HUMAN ACTIVITIES ON SHORELINE CHANGE AT HAAD NATHON, AMPHOE KO SAMUI, CHANGWAT SURAT THANI THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PRAMOT SOJISUPORN, Ph.D., 58 pp.

Shoreline change at Haad Nathon is caused by wave, longshore current and human activities. This study deals with the shoreline change at Haad Nathon in the last 10 years through the use of field sampling data and available information about the study site.

Time-series of significant waves for Haad Nathon were computed from wind data at Ko Samui meteorological stations. The results showed that the magnitude of the significant wave was rather small, being less than 0.3 m. However, high wind wave condition can occur when the area is under a severe storm coming from the west.

The longshore transport computed from current and wave simulations showed that high suspended sediment transport occurred during the southwest monsoon season. The sediment moved both to the north and to the south, but the net transport was northwards. However, the amount of longshore transport was rather small.

Human activities caused shoreline change along Haad Nathon too. Along 2-km stretch of the beach there were land reclaim and sea wall constructions. Thus high-tide beach front was lost due to the sea wall. The beach of Wat Jang is the only natural beach that exposed to the sea at all time. Erosion occurs to the beach under severe storm coming from the west. Thus, appropriated measures must be implemented in order to stop the beach erosion at Wat Jang area.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Marine Science .....

Student's Signature Wutthi Srikhampa

Field of Study : Marine Science .....

Advisor's Signature Pramot Sojisuporn

Academic Year : 2009 .....



## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ ไชจิศุภกร ที่คอยให้คำแนะนำ เอาใจใส่ ให้กำลังใจทั้งเรื่องเรียนและเรื่องการทำวิจัย รวมทั้งการแนะนำเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีระธิติวรกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ พยอม รัตนมณี สำหรับคำแนะนำต่างๆในการวิจัย และร่วมเป็นประธานและกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ พี่ๆน้องๆในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เจ้าหน้าที่ในเรือสำรวจภาคสนามที่ได้มีส่วนช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ เอาใจใส่และห่วงใยสุขภาพ ตลอดเวลา ตลอดจนให้กำลังใจและกำลังทรัพย์เรื่อยมา จนจบการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดจากธรรมชาติ.....	4
2.2 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดจากมนุษย์.....	9
2.3 การสำรวจเอกสาร.....	11
2.4 ลักษณะกายภาพของพื้นที่ศึกษา.....	13
3. วิธีการศึกษา.....	18
3.1 การออกภาคสนามเก็บข้อมูล.....	18
3.2 การคำนวณคลื่นนัยสำคัญจากข้อมูลลม.....	20
3.3 การคำนวณการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง.....	21
3.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง.....	26
4. ผลการศึกษา.....	27
4.1 ลักษณะทางอุทุนิยมวิทยา.....	27
4.2 ระดับน้ำ.....	35
4.1 คลื่น.....	37
4.4 การเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง.....	48
4.5 ลักษณะของโครงสร้างชายฝั่งในพื้นที่ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์.....	50

4.6 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง.....	51
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	53
ข้อเสนอแนะ.....	54
รายการอ้างอิง.....	55
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	58



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการแจกแจงความถี่ตามทิศทางต่างๆ ในรอบปีโดยใช้ข้อมูลลมที่สถานีตรวจ อากาศเกาะสมุย ระหว่างปี พ.ศ. 2524-2543.....	17
2	รายการน้ำแบบนอนฮาร์โมนิคของสถานีเกาะสมุย (หน่วยเป็นเมตร) .....	36
3	สรุปผลจากการตรวจวัดคลื่น.....	38
4	อัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยในแต่ละทิศ.....	48
5	ปริมาณตะกอนรวม (gross transport) ปริมาณตะกอนสุทธิ (net transport) และทิศทางปริมาณตะกอนสุทธิ (net direction) เป็นรายปีและตามฤดูกาล สำหรับน้ำลึก 1 เมตร หน่วยของตะกอนเป็นกิโลกรัมต่อเมตร.....	49


  
 ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ชายหาดหน้าทอน อ.เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี.....	3
2	การแตกตัวของคลื่น.....	5
3	ปรากฏการณ์หักเหของคลื่น.....	5
4	กระแสน้ำในแนวขนานกับชายฝั่ง.....	6
5	กระแสน้ำในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง.....	6
6	ผลของน้ำขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง.....	7
7	ผลของน้ำลงต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง.....	7
8	การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเนื่องจากคลื่นพายุ.....	8
9	การกัดเซาะและการเคลื่อนที่ของตะกอนเนื่องจากสิ่งก่อสร้างที่ยื่นลงในทะเล .....	10
10	เครื่องดักตะกอนสำหรับหาอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยจากแต่ละ ทิศทาง.....	19
11	แผนที่แสดง จุดวางเครื่องดักตะกอน 2 จุด และจุดตรวจวัดคลื่น 1 จุด.....	19
12	ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีเกาะสมุย.....	28
13	ปริมาณน้ำฝนแยกเป็นรายเดือน.....	28
14	อุณหภูมิเฉลี่ย ในรอบ 30 ปี.....	29
15	ลม รายปีในช่วง พ.ศ. 2524-2550 ที่สถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุย.....	29
16	ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981- 2007.....	39

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ชายฝั่งทะเลของประเทศไทย นับเป็นแหล่งทรัพยากรประมงที่สำคัญ พื้นที่ชายฝั่งทะเลมีระบบนิเวศที่หลากหลาย นั่นคือ ระบบนิเวศหาดทราย ระบบนิเวศหาดหิน ระบบนิเวศหาดโคลน ระบบนิเวศปากแม่น้ำหรือระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศหญ้าทะเล เป็นต้น ชายฝั่งทะเลเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หาอาหาร และเลี้ยงตัวอ่อนของสัตว์น้ำหลายชนิด รวมถึงเป็นแหล่งทำมาหากินของมนุษย์ เช่น ด้านการอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม และการท่องเที่ยว นอกจากนี้พื้นที่ชายฝั่งบางแห่งเป็นพื้นที่อนุรักษ์

ในปัจจุบันสภาพพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลประสบปัญหาการกัดเซาะตลอดแนวชายฝั่ง ทั้งด้านอ่าวไทย และทะเลอันดามัน โดยมีความรุนแรงและสาเหตุแตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ความรุนแรงของคลื่น และปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างโครงสร้างบริเวณชายฝั่งที่ทำให้เกิดการกัดเซาะและการเคลื่อนที่ของทราย และตะกอนตามธรรมชาติ รวมถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณชายฝั่งทะเลผิดประเภท เป็นต้น จึงเป็นเหตุทำให้เกิดการเสียมดูลักษณ์ของการเคลื่อนที่ และมีการทดแทนของตะกอนตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งอย่างต่อเนื่อง ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งทะเลมีอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ เช่น คลื่น กระแสน้ำ และปริมาณตะกอนตามแนวชายฝั่ง เป็นต้น ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะมีอิทธิพลร่วมกันในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่ง นั่นคือ ทำให้มีการกัดเซาะ และการทับถมขึ้น และตัวแปรดังกล่าวผันแปรตามฤดูกาล

บริเวณหาดหน้าทอน ของเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญของเกาะสมุย เพราะหาดหน้าทอนเป็นท่าเทียบเรือหลักของเกาะสมุย และเป็นสถานที่ตั้งของชุมชนและหน่วยงานราชการ รวมถึงร้านค้าต่างๆ ซึ่งมีการทำกิจกรรมบริเวณชายฝั่งค่อนข้างมาก เมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา ได้มีการถมทะเลบางส่วน เพื่อก่อสร้างถนนเลียบริมหาด ลานจอดรถ และทำศาลาพักผ่อนบริเวณหน้าหาด ต่อมามีการสร้างท่าเทียบเรือโดยสารและเรือบรรทุกสินค้าเพิ่มเติมจากเดิม ส่งผลให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งบริเวณหาดหน้าทอนเป็นอย่างมาก เช่น พื้นที่ชายฝั่งบริเวณวัดแจ้ง เกิดการกัดเซาะและพังทลายของชายฝั่งมากขึ้น ซึ่งจากกระแสคลื่นที่กระทบฝั่ง ทำให้พื้นที่ชายฝั่งลดน้อยลง โดยปัญหาดังกล่าวได้รับผลกระทบจากการสร้างกำแพงกันคลื่นบริเวณสถานีตำรวจน้ำเกาะสมุย ทำให้คลื่นมีพลังงานม้วนกลับ โดยเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ปะทะกับชายฝั่งที่มีการสร้างกำแพงกันคลื่น ทำให้พื้นที่หรือชายฝั่งใกล้เคียงเกิดการกัดเซาะและมีการรุกคืบของน้ำทะเลเข้ามามากขึ้น

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ชายฝั่งบริเวณหาดหน้าทอน ต้องศึกษาจากคลื่น กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง และกิจกรรมของมนุษย์ โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มา ประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวชายฝั่งจากกิจกรรมของมนุษย์ และโปรแกรมคำนวณปริมาณ การเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่งมาประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวชายฝั่งจาก อิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการประเมินการ เคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเล เพื่อสามารถบอกปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของ ตะกอน รวมถึงบริเวณที่มีการทับถมของตะกอน ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพยากรณ์แนวโน้มการ เปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่ง เพื่อให้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง และการพัฒนา พื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากคลื่น กระแสน้ำตามแนว ชายฝั่ง และกิจกรรมของมนุษย์ ในบริเวณหาดหน้าทอน อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

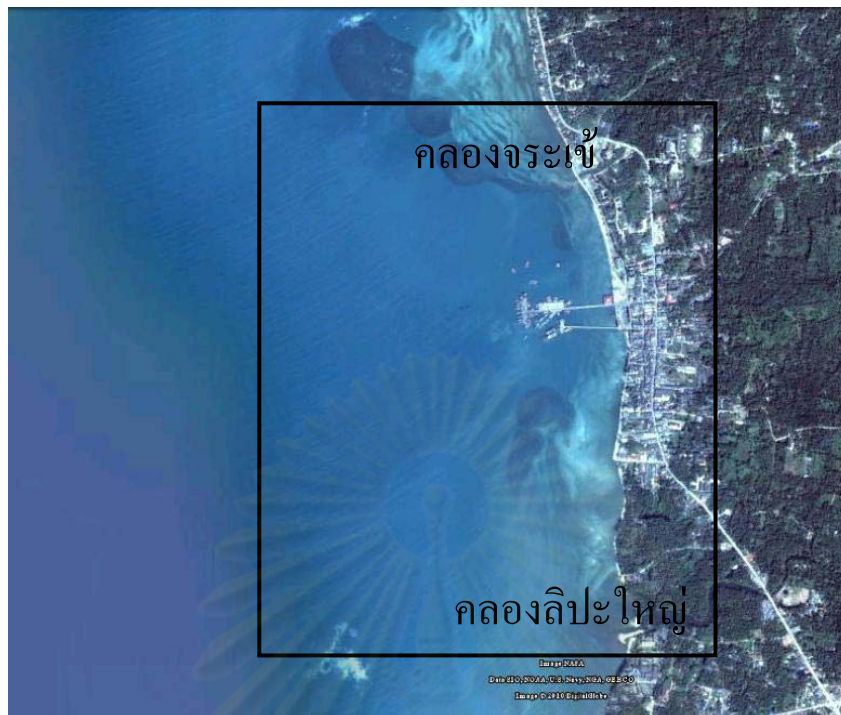
1. พื้นที่ศึกษาคือชายหาดหน้าทอนเริ่มตั้งแต่ปากคลองลิปะใหญ่ถึงปากคลองจระเข้ ระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร ตามภาพที่ 1

2. รวบรวมและตรวจสอบข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง อันได้แก่ ข้อมูลสภาพทางอุทุนิยมวิทยาทางทะเล ธรณีวิทยาทางทะเล สมุทรศาสตร์ อุทกศาสตร์ เช่น ข้อมูล ลม ข้อมูลคลื่น ข้อมูลกระแสน้ำ ข้อมูลระดับน้ำ และอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา

3. สสำรวจทางอุทุนิยมวิทยา - สมุทรศาสตร์ ในพื้นที่ศึกษา

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลในบริเวณหาดหน้าทอน อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี อันเนื่องมาจากขบวนการทางธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์



ภาพที่ 1 ชายหาดหน้าทอน อ.เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี  
(ดัดแปลงจาก google earth)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาเหตุและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลมีหลายประการ เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนและบ่อยครั้งที่มากระทำร่วมกัน สามารถจำแนกสาเหตุในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งออกเป็น 2 สาเหตุหลัก ได้แก่ สาเหตุจากธรรมชาติและสาเหตุจากมนุษย์ ส่งผลให้เกิดรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเป็น 3 ลักษณะ คือ ชายฝั่งคงสภาพ ชายฝั่งที่มีการสะสมตัว และชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพในแต่ละพื้นที่

#### 2.1 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดจากธรรมชาติ

กระบวนการตามธรรมชาติ เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะทางธรณีวิทยาของชายฝั่ง และสมุทรศาสตร์ ได้แก่ ลม คลื่น กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง และภาวะน้ำขึ้น-น้ำลง โดยปัจจัยเหล่านี้จะมีอิทธิพลร่วมกันต่อกระบวนการเคลื่อนย้ายตะกอนชายฝั่งและมวลทรายชายฝั่งทะเลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทั้งการงอกและการกัดเซาะโดยปัจจัยตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะชายฝั่ง มีดังนี้

##### 2.1.1 ลม

ลมทะเลเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ชายฝั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน กล่าวคือ เมื่อลมทะเลกำลังแรงพัดเข้าปะทะกับชายฝั่ง ซึ่งจะทำให้ทรายบนชายฝั่งถูกพัดไปกองรวมกันยังบริเวณหลังชายฝั่งเกิดเป็นเนินทรายขึ้น นอกจากนั้นคลื่นในทะเลโดยมากก่อตัวขึ้นจากอิทธิพลของลม (wind generated wave) ขนาดของคลื่นที่ก่อตัวจากลมนี้ขึ้นอยู่กับระยะทางที่ลมพัดผ่าน (fetch length) โดยถ้าระยะทางมากขนาดความสูงของคลื่นจะมากตามไปด้วย

##### 2.1.2 คลื่น

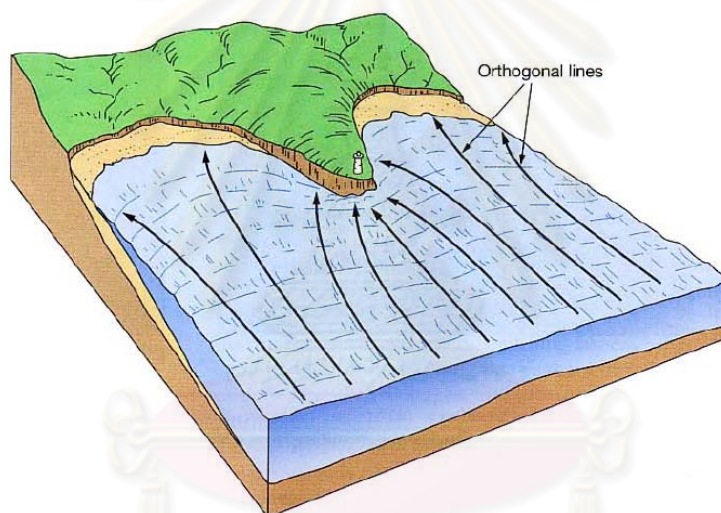
เมื่อคลื่นเคลื่อนตัวจากน้ำลึกเข้าสู่น้ำตื้นเกิดปรากฏการณ์ ดังนี้ ที่บริเวณชายฝั่งพลังงานของคลื่นจะเกิดการแตกตัวของคลื่น (wave breaking) (Nick Miners, 2007) ดังภาพที่ 2 ทำให้ตะกอนบริเวณท้องน้ำเกิดการเคลื่อนไหวและถูกพัดพาไปยังบริเวณอื่นโดยกระแสน้ำ บริเวณชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นแหลม คลื่นเกิดการหักเห (wave refraction) มารวมกัน (convergen) บริเวณนั้นจึงมีคลื่นสูงและแรงมากกว่าปกติ แต่บริเวณที่เป็นอ่าวเว้าเข้าไปในชายฝั่งคลื่นจะหักเหออกจากกัน พลังงานของคลื่นกระจายตัวออก (divergen) ทำให้ความแรงของคลื่นบริเวณนั้นน้อยกว่าปกติ ดังภาพที่ 3 และเมื่อคลื่นเคลื่อนตัวปะทะกับชายฝั่งหรือโครงสร้างบริเวณชายฝั่ง ทำให้พลังงานของคลื่นส่วนหนึ่งเกิดการสะท้อนกลับ (wave reflection) หากคลื่นเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างระหว่าง



ชายฝั่งและโครงสร้างที่ขวางทิศทางเคลื่อนที่ของคลื่น พลังงานงานของคลื่นจะลดลงหรือกระจายออก ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่าการกระจายตัวของคลื่น (wave diffraction)



ภาพที่ 2 การแตกตัวของคลื่น (wave breaking)  
(ที่มา: Nick, 2007)

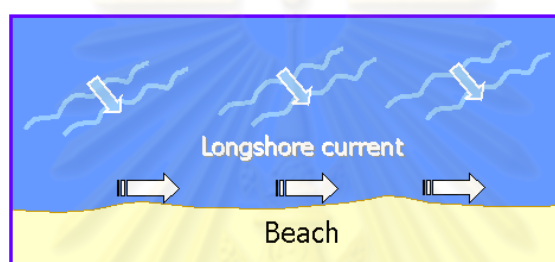


ภาพที่ 3 ปรากฏการณ์การหักเหของคลื่น (wave refraction)  
(ที่มา: Thurman and Trujillo, 2001)

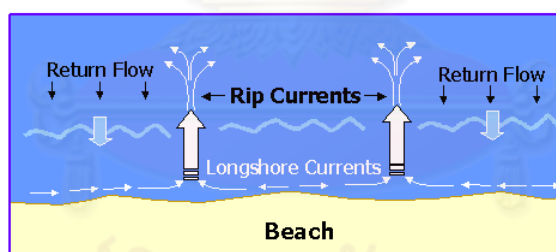
### 2.1.3 กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง

คลื่นที่เคลื่อนเข้ามาแตกตัวในทิศทำมุมกับแนวชายฝั่ง ทำให้เกิดกระแสน้ำขึ้น 2 ชนิด คือ กระแสน้ำในแนวขนานกับชายฝั่ง (longshore current) ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนที่ตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) ดังภาพที่ 4 และกระแสน้ำในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง (rip current) ซึ่งทำให้เกิดการขนส่งของตะกอนในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง (onshore - offshore transport) ดังภาพที่ 5 การเคลื่อนที่ของตะกอนทั้งสองทิศทางนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างมาก แต่การเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากมีอิทธิพลมากกว่าสำหรับการเปลี่ยนแปลงระยะสั้น คือ เกิดการ

เคลื่อนที่ของตะกอนทรายเข้าออกชายฝั่งมากกว่าการเคลื่อนที่ในแนวขนานชายฝั่ง ส่วนการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่ง มีอิทธิพลมากกว่าสำหรับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์, 2529) โดยบริเวณที่มีการขนส่งตะกอนออกไปมากกว่าตะกอนที่ถูกพัดเข้ามา ชายฝั่งในบริเวณนั้นจะเกิดการกัดเซาะ ในทางตรงกันข้ามถ้าบริเวณใดมีตะกอนที่พัดเข้ามา มากกว่าที่ขนส่งออกไป บริเวณนั้นจะเกิดการทับถมตัวของชายฝั่งขึ้น และหากบริเวณใดการขนส่งของตะกอนมีความสมดุล ชายฝั่งบริเวณนั้นจะเกิดการคงสภาพหรือไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในบริเวณชายฝั่ง ซึ่งปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณชายฝั่งขึ้นอยู่กับความสูงและคาบเวลาของคลื่น ทิศทางของคลื่นที่กระทบชายฝั่ง ความลึกท้องน้ำบริเวณชายฝั่ง รวมทั้งขนาดและชนิดของตะกอน



ภาพที่ 4 กระแสน้ำในแนวขนานกับชายฝั่ง  
(ที่มา: Pickett, 2005)

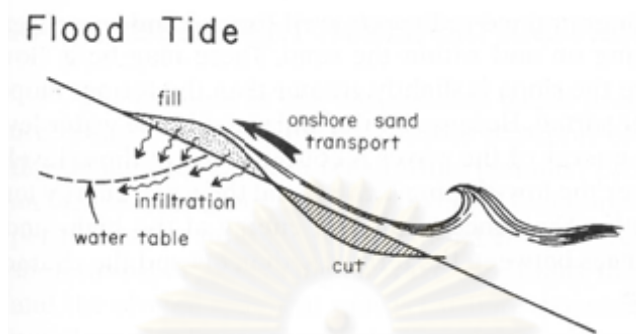


ภาพที่ 5 กระแสน้ำในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง  
(ที่มา: Pickett, 2005)

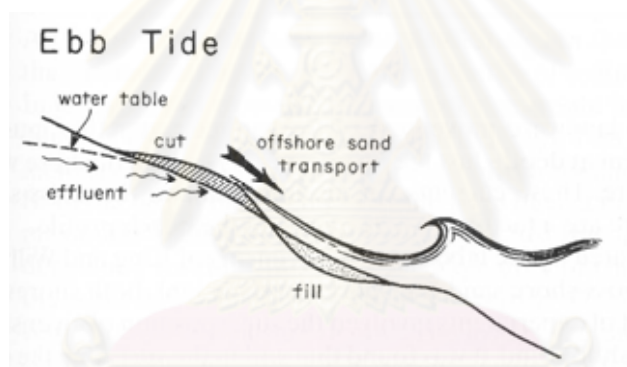
#### 2.1.4 ภาวะน้ำขึ้น-น้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลงเป็นปัจจัยหนึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เนื่องจากผลกระทบจากแรงที่ก่อให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลงมีผลต่อการเกิดคลื่นทั้งในทะเลและมหาสมุทร ซึ่งจะมีคาบเวลาตามองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณนั้น โดยในช่วงเวลาน้ำขึ้นนั้นจะทำให้ชายฝั่งเกิดการสะสมของทรายอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของน้ำจากผิวดินเข้าไปในดินระหว่างช่องว่างเม็ดดินด้วยแรงดึงดูดของโลก (Infiltration) ในขณะที่ช่วงน้ำลงจะทำให้ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะมากกว่าในช่วงน้ำ

ขึ้น เพราะขณะน้ำลงจะทำให้มีการดึงเอาตะกอนออกไปนอกชายฝั่งด้วย (Effluent) แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นในบริเวณชายฝั่งอันได้แก่คลื่นและระดับน้ำ (เมธาวิ นวลละออง, 2544) ดังภาพที่ 6 และ 7



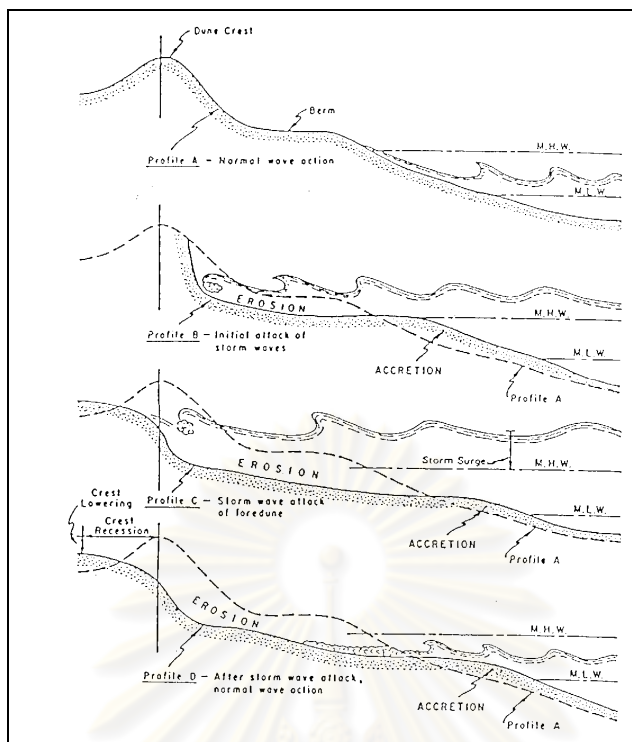
ภาพที่ 6 ผลของน้ำขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง  
(ที่มา: Komar, 1998)



ภาพที่ 7 ผลของน้ำลงต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง  
(ที่มา: Komar, 1998)

### 2.1.5 พิบัติภัยทางธรรมชาติ

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเนื่องจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น พายุและสึนามิ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลาอันสั้น แต่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง เพราะในขณะที่เกิดเหตุการณ์พิเศษเหล่านี้คลื่นทะเลมีความสูงและรุนแรงกว่าปกติ โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งที่คลื่นจากพายุหรือสึนามิเคลื่อนตัวมากระทำกับชายฝั่งโดยตรง และหากเหตุการณ์พิเศษจากพายุและสึนามิเกิดขึ้นในช่วงฤดูมรสุม แรงกระทำของคลื่นแม้เพียงเล็กน้อยก็สามารถพัดพาตะกอนให้เคลื่อนตัวไปได้ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเนื่องจากคลื่นพายุทำให้เนินทรายถูกกัดเซาะหายไปและเนินทรายถอยร่นเข้าไปในแผ่นดิน (ที่มา: CERC, 1984)

### 2.1.6 การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล มีสาเหตุมาจากปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการคือ การขยายตัวของน้ำในมหาสมุทรและการละลายของน้ำแข็งทั้งจากธารน้ำแข็ง (glacier) และก้อนน้ำแข็ง (ice caps) (สิน สิ้นสกุล และคณะ, 2545) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และอาศัยระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลง เมื่อระดับน้ำทะเลสูงขึ้นมีผลให้แนวชายฝั่งถอยร่นเข้าไปในแผ่นดิน จากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำ

### 2.1.7 แผ่นดินทรุด

การทรุดตัวของพื้นที่เป็นปัจจัยทางธรณีวิทยาในรูปแบบหนึ่งที่ทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง โดยการทรุดตัวเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ธรณีแปรสัณฐานใหม่ (geotectonic) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเปลือกโลกที่เกิดขึ้นในยุคปัจจุบัน ทำให้พื้นผิวโลกในบริเวณนั้นเปลี่ยนรูปไปจากเดิม โดยอาจจะยกตัวสูงขึ้นหรือทรุดตัวต่ำลง ถ้าเกิดอยู่ในพื้นที่ชายฝั่งก็จะทำให้เกิดพังทลายและการกัดเซาะของชายฝั่ง การอัดตัวของตะกอน (compaction) เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระดับชายฝั่งลดต่ำลง ทั้งนี้เป็นเพราะตะกอนที่ถูกพัดพามากับแม่น้ำไปเพิ่มความ

กตตันทำให้เกิดการกัดตัวของตะกอนเดิม โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลและในบริเวณชายฝั่งข้างเคียง (สิน สิ้นสกุล และคณะ, 2545)

## 2.2 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดจากมนุษย์

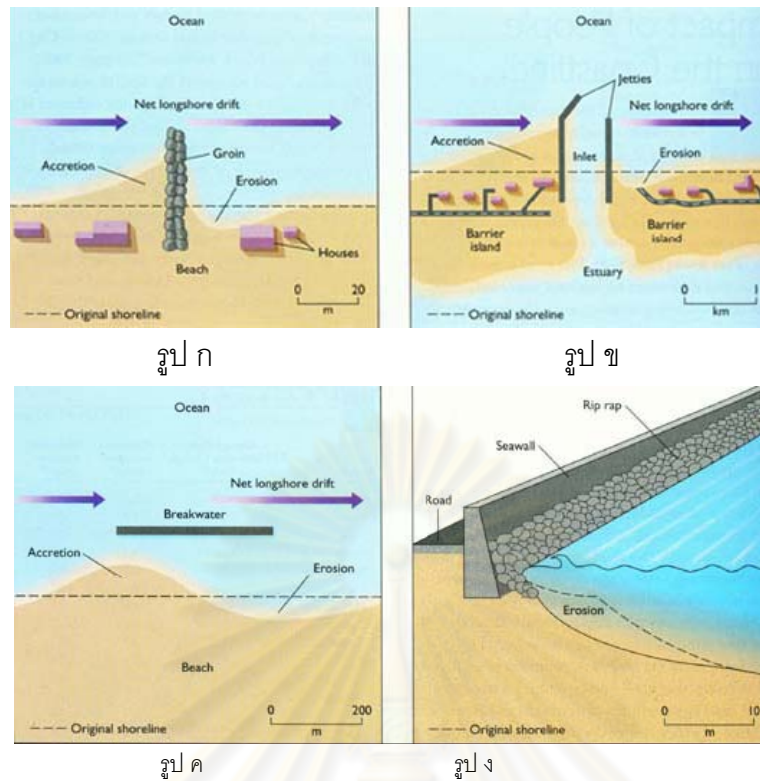
จากการมุ่งเน้นพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมโดยใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นฐานการผลิต และในขณะเดียวกันให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติน้อยเกินไป ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติรวมทั้งสิ่งแวดล้อมในทะเลชายฝั่ง และพื้นที่ต่อเนื่องถูกทำลายและเกิดความเสื่อมโทรม ซึ่งเป็นการเร่งให้กระบวนการกัดเซาะชายฝั่งเกิดความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งมีดังนี้

### 2.2.1 การขีดขวางการเคลื่อนตัวของตะกอนในบริเวณชายฝั่ง

บริเวณชายฝั่งทางด้านอ่าวไทยมีแม่น้ำสายใหญ่หลายสายที่ไหลลงสู่อ่าวไทย เช่น แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน เป็นต้น ซึ่งตะกอนที่ถูกพัดพามากับแม่น้ำมีความสำคัญต่อการทับถมตัวในบริเวณชายฝั่ง แต่ปัจจุบันแม่น้ำเหล่านี้หลายสายมีการสร้างเขื่อนในบริเวณต้นน้ำส่งผลให้ตะกอนที่จะสะสมตัวในบริเวณชายฝั่งลดปริมาณลง การขุดลอกคลองและการสูบน้ำทรายจากแม่น้ำไปใช้ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อการลดลงของตะกอนจากแม่น้ำ นอกจากนี้การก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างยื่นลงทะเล เช่น เขื่อนกันทรายและคลื่น (jetty) กำแพงกันคลื่น (seawall) รอดักทราย (groin) เขื่อนกันคลื่น (breakwater) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้แก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง แต่ขณะเดียวกันโครงสร้างเหล่านี้เองก็เป็นสาเหตุให้ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะได้เช่นกัน การกระทำของมนุษย์ในรูปแบบของกิจกรรมต่าง ๆ เช่นนี้ ทำให้เสียสมดุลของกระบวนการชายฝั่งตามธรรมชาติ (ภาพที่ 9 ก-ง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูป ก

รูป ข

รูป ค

รูป ง

ภาพที่ 9 การกัดเซาะและการเคลื่อนที่ของตะกอนเนื่องจากสิ่งก่อสร้างที่ยื่นลงในทะเล

(ก) Groin (ข) Jetties (ค) Breakwater (ง) Seawall (ที่มา: Wright and Short, 1983)

## 2.2.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณชายฝั่ง

การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งโดยขาดการวางแผนและควบคุมดูแลที่เหมาะสม ทำให้กิจกรรมมนุษย์ในหลากหลายรูปแบบทั้งทางด้านการประมง การเกษตร การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ชายฝั่ง การพัฒนาเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ท่าเรือ นิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น เป็นตัวเร่งที่ทำให้ชายฝั่งเสียหายและเกิดการพัฒนาเปลี่ยนแปลงในลักษณะกัดเซาะมากขึ้น รวมทั้งการบุกรุกและทำลายป่าชายเลนอันเป็นปราการที่ใช้ป้องกันชายฝั่ง ล้วนเป็นสาเหตุให้ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะได้ง่ายเช่นกัน

## 2.2.3 การเกิดแผ่นดินทรุดเนื่องจากการสูบน้ำบาดาล

การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินไปทำให้ชายฝั่งเกิดการทรุดตัว ชายฝั่งบริเวณอ่าวไทยตอนบนโดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่สมุทรปราการ กรุงเทพฯ จนถึงสมุทรสาคร ซึ่งเป็นเขตที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่นและยังเป็นย่านนิคมอุตสาหกรรมอีกด้วย เป็นเหตุให้มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ปริมาณมากส่งผลให้ชายฝั่งบริเวณนี้เกิดการทรุดตัวขึ้น (สิน สินสกุลและคณะ, 2545) ดังนั้นเมื่อระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นในขณะที่แผ่นดินทรุดตัวลงชายฝั่งจึงเกิดการถอยร่น



## 2.2.4 การพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและชายฝั่ง

การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลและชายฝั่งส่งผลให้การใช้ประโยชน์ที่ดินเน้นไปที่ การรองรับกิจกรรมการท่องเที่ยว เช่น การสร้างโรงแรม สถานตากอากาศใกล้ชายฝั่งทะเล การขยายตัวของร้านค้าเพื่อการพาณิชย์ การใช้ประโยชน์ที่ดินไม่สอดคล้องกับพื้นที่ และรुकล้ำอันตรายเข้าไปใกล้ชายฝั่ง รวมถึงเส้นทางคมนาคมเพื่อเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆทำให้ส่งผลกระทบต่ออันตรายด้วยชายฝั่ง (sand dune) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ป้องกันชายฝั่งทะเล

## 2.2.5 การถมทะเล

การถมทะเล (Land Reclamation) นั้นผลดีส่วนหนึ่งคือทำให้พื้นที่ที่ครั้งหนึ่งเคยเป็นผืนน้ำ และไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ให้กลายเป็นที่ดินที่สามารถใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่นการอยู่อาศัย การประกอบเกษตรกรรม อุตสาหกรรม หรือพาณิชย์กรรม การป้องกันพิบัติภัยจากธรรมชาติ และเพื่อการฟื้นฟูสภาพแวดล้อม แต่ก็ส่งผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณใกล้เคียงเช่นกัน ดังเช่น ประเทศสิงคโปร์เคยทำการถมทะเลบริเวณช่องแคบ Tebrau ซึ่งมีความกว้างเพียง 1 ไมล์ทะเล โดยสิงคโปร์ได้ถมทะเลออกไปภายในอาณาเขตของตน 300 เมตร ทำให้ช่องแคบ Tebrau แคบลงอันเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือไปยังท่าเรือของประเทศมาเลเซีย และยังมีผลกระทบต่อทิศทางการไหลของน้ำที่กั้นระหว่างชายฝั่งประเทศมาเลเซียด้วย (ฝ่ายพัฒนากฎหมาย, 2549)

## 2.3 การสำรวจเอกสาร

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยมีคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่ง (longshore current) เป็นตัวแปรสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลง โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น (short term) และการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว (long term) การเปลี่ยนแปลงระยะสั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดูมรสุมซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพคลื่น กล่าวคือ คลื่นที่มีความสูงมากหรือคลื่นพายุ (storm wave) คลื่นประเภทนี้มีพลังงานสูงมีโอกาสที่ปะทะชายฝั่งและกัดเซาะสูงกว่าคลื่นที่มีขนาดเล็กกว่า (ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์, 2529) ได้ศึกษาองค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง พบว่าการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมีแนวโน้มได้รับอิทธิพลจากคลื่นในทะเลจีนใต้เป็นส่วนใหญ่ หรือกล่าวได้ว่าสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณแม่น้ำตากใบเกิดจากอิทธิพลของคลื่น กรมเจ้าท่า (2539) ได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาและออกแบบเพื่อแก้ปัญหการกัดเซาะชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์และโปรแกรมการวิเคราะห์ดาวเทียมเพื่อแปลงข้อมูลจาก

แผนที่ภูมิประเทศ (เป็นตัวแทนข้อมูลปี (2510-2516) และข้อมูลดาวเทียม SPOT (เป็นตัวแทนข้อมูลชายฝั่งปัจจุบัน พ.ศ. 2536-2538) ให้อยู่ในระบบพิกัดเดียวกันแล้วจึงนำมาซ้อนทับกัน เพื่อคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ผลการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่แล้วในบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะการกัดเซาะโดยมีคลื่นเป็นปัจจัยสำคัญ สำหรับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวนั้นขึ้นอยู่กับความไม่สมดุลของอัตราการกัดเซาะและทับถมของตะกอนในแต่ละปี ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์การหดหายและยื่นของแผ่นดินนอกจากคลื่นแล้วการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลการเคลื่อนที่ของตะกอนประกอบด้วย การเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง (onshore-offshore transport) และการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) การเคลื่อนที่ของตะกอนทรายทั้งสองทิศทางนี้เกิดจากกระแสน้ำชายฝั่งซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากคลื่นเคลื่อนตัวเข้าทำมุมกับแนวชายฝั่ง

วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมีด้วยกันหลายวิธี แบบจำลองคณิตศาสตร์ก็เป็นวิธีหนึ่งที่มีการประยุกต์ใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ในงานวิศวกรรมทางชายฝั่ง พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธนสวัสดิ์ (2529) ศึกษาพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งจากสมการต่าง ๆ เช่น กระบวนการกำเนิดคลื่น ทฤษฎีคลื่น การทำนายคลื่น อิทธิพลของเขตนํ้าตื้น อิทธิพลของโครงสร้างต่อคลื่น เช่น เขื่อน สิ่งก่อสร้างในทะเล ฯลฯ ส่งผลต่อกระบวนการชายฝั่ง เพราะมีการสะท้อน การสลายพลังงาน การโถมของคลื่นต่อแนวก่อสร้าง กระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้สามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ และนำไปพัฒนาต่อเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ทำนายกระบวนการที่เกิดขึ้น แต่ยังไม่ครอบคลุมและมีความละเอียดถูกต้องที่จำกัด ซึ่งขึ้นอยู่กับรายละเอียดข้อมูลที่ใส่เข้าไปและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ส่วนเมธาวิมลละออง (2544) ได้ทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมดาวเทียมแลนด์แซททีเอม 3 ภาพ วิธี Image difference ปรากฏว่าชายฝั่งทางด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรมฯ เกิดการงอกมากกว่าชายฝั่งทางด้านตะวันออก และชายฝั่งทางด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรมฯ เกิดการกัดเซาะมากกว่าชายฝั่งทางด้านตะวันตก ปราโมทย์ ไชยศิริ (2548) ศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งทะเล บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้แบบจำลองคลื่นของ Nielson, A.F และ C.A. Admantidis (2000) มาคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอนพื้นที่อ่าวทะเลบริเวณปากร่องน้ำจังหวัดสงขลาโดยปรับแก้กับผลการวัดการเคลื่อนที่ของตะกอนโดยเทคนิคไอโซโทปพบว่าการเคลื่อนที่ของตะกอนพื้นที่อ่าวทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดนครศรีธรรมราช เกิดจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำรวมกัน

สำหรับการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในต่างประเทศ Wiegel (1964) ได้ทำการทดลองใน wave basin ซึ่งพบว่าความลาดชันชายฝั่ง (fore-shore slope) ขึ้นอยู่กับขนาดเม็ดทรายและความชันคลื่นในน้ำลึก และพบว่า การเปลี่ยนแปลงความลาดชันชายฝั่งขึ้นอยู่กับความชันคลื่น โดยการกัดเซาะจะเกิดขึ้นเมื่อคลื่นมีความชันมากกว่า 0.03 และเกิดการทับถมเมื่อความชันน้อยกว่า 0.025 Dal Cin (1976) ได้ศึกษาวิเคราะห์การกระจายของเม็ดทรายเพื่อหาความสัมพันธ์กับสภาพการทับถมและกัดเซาะชายฝั่ง พบว่าชายฝั่งที่มีการทับถมมักจะเป็นชายฝั่งที่มีเม็ดทรายละเอียดมาก ส่วนชายฝั่งที่เกิดการกัดเซาะมักจะเป็นชายฝั่งที่ประกอบด้วยเม็ดทรายที่มีขนาดปานกลาง การสร้างโครงสร้างชายฝั่งทะเลเช่น เขื่อนกันทรายและคลื่น (jetty) พบว่าการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับทฤษฎี คือบริเวณด้านหน้าของ jetty จะเกิดการทับถมของตะกอนทราย สำหรับบริเวณท้าย (downdrift) จะเกิดการกัดเซาะชายฝั่ง El-Reay et al (1999) ได้ศึกษาการกัดเซาะของแนวชายฝั่งจากข้อมูลภาพถ่ายเทียมแลนด์สแตท 5 ที่เอ็ม และสปอท ที่บริเวณทะเลสาบเทอร์คอส (Terkos Lake) ในประเทศตุรกี ร่วมกับการพิจารณาข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ในช่วงเวลายาว แล้ววิเคราะห์ภาพด้วยการจัดกลุ่มของข้อมูลภาพและการซ้อนภาพของบริเวณเดียวกันในช่วงเวลาที่ต่างกันทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงตามแนวชายฝั่งเนื่องจากการกัดเซาะได้อย่างชัดเจนซึ่งการซ้อนภาพเพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงอย่างถูกต้องจำเป็นต้องกำหนดระบบพิกัดอย่างแม่นยำและวิเคราะห์ตามความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่นๆ ด้วย นอกจากนี้ พายุเป็นตัวการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายหาด ดังการศึกษาของ David (2005) พบว่าการกัดเซาะชายหาดเนื่องจากพายุเฮอริเคนที่เกิดในปี 2004 ในเมือง Volusia รัฐฟลอริดาโดยใช้ข้อมูลแลนด์สแตท 5 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะพบว่าพายุเฮอริเคน Charley, Frances, Ivan and Jeanne ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่งฟลอริดา การเปรียบเทียบลักษณะของชายหาด หลังจากได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อน

## 2.4 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

### 2.4.1 สภาพภูมิประเทศ

ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล (2550) ได้อธิบายลักษณะภูมิประเทศเกาะสมุยและจำแนกตามสภาพพื้นที่ ดังนี้

#### 1) หาดทรายและสันทราย (beach and beach ridges)

ส่วนใหญ่พบเป็นแนวยาวไปตามริมฝั่งทะเล เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของคลื่นหรือกระแสน้ำพัดพาเอาทรายไปกองทับถมไว้ตามริมฝั่งหรือขึ้นไปกองทับถมไว้บริเวณเหนือหาด ทำให้เกิดเป็น สันทรายและแผ่กว้างอาจจะเป็นสันเดียวหรือหลายๆสันขนานกันไป มักจะพบตั้งแต่

ชายฝั่งทะเลหรือ ลึกเข้าไปจากฝั่งทะเลใช้ปลูกลมะพร้าวและปลูกอาคาร ที่พัก ในพื้นที่เกาะสมุย พื้นที่ที่เป็นหาดทรายและสันทราย มีเนื้อที่ประมาณ 18.4 ตารางกิโลเมตร (11,496 ไร่) หรือ ประมาณร้อยละ 7.9 ของพื้นที่เกาะ

#### 2) ที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง (tidal flat)

พบตามบริเวณที่เป็นส่วนปลายของลำคลอง ลำธาร ซึ่งระบายน้ำลงสู่ทะเล เป็นบริเวณที่มี ลักษณะเป็นที่ลุ่มต่ำ น้ำทะเลท่วมถึง พืชพรรณที่เจริญเติบโต ส่วนใหญ่เป็นพวกโกงกาง แสม เกาะสมุย พบมีเนื้อที่ประมาณ 0.4 ตารางกิโลเมตร (246 ไร่) หรือประมาณร้อยละ 0.2 ของพื้นที่ เกาะทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณบ้านนาเว และบ้านท้องโดนด

#### 3) ที่ลุ่มต่ำมาก (depression)

เป็นบริเวณพื้นที่ที่เป็นที่ลุ่มต่ำ สภาพพื้นที่เป็นแอ่งยาวอยู่ระหว่างสันทราย หรือด้านหลัง ของ หาดทราย มีน้ำขังอยู่ตลอดปีหรือเกือบตลอดปี พืชพรรณที่ขึ้นเป็นพวกเสม็ดและหญ้าเป็น ส่วนใหญ่ ในพื้นที่เกาะสมุยพบมีเนื้อที่ประมาณ 0.5 ตารางกิโลเมตร (312 ไร่) หรือประมาณร้อยละ 0.2 ของพื้นที่เกาะ

#### 4) ที่ราบต่ำ

เป็นบริเวณพื้นที่ที่มีภูมิประเทศเป็นที่ต่ำราบเรียบหรือเกือบราบเรียบมีความลาดชันไม่เกิน 1.8 เปอร์เซ็นต์ บริเวณเหล่านี้เคยเป็นพื้นที่ที่น้ำทะเลท่วมถึงมาก่อนแต่ได้ถูกตะกอนลำน้ำพัดพา มาทับถมที่หลังจึงไม่พบร่องรอยของอิทธิพลน้ำทะเล บริเวณเหล่านี้โดยปกติจะมีน้ำขังในฤดูฝน นาน 4-5 เดือน การใช้ที่ดินส่วนใหญ่ทำนา

#### 5) ที่ลุ่มต่ำระหว่างเนิน

เป็นบริเวณพื้นที่ที่มีภูมิประเทศเป็นที่ต่ำราบเรียบเป็นแนวยาวแคบๆ ระหว่างเนินมีทางน้ำ ไหลผ่าน พื้นที่ที่เป็นที่ลุ่มมีน้ำขังตลอดปี ส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ทำอะไร มีบางส่วนใช้ทำนา ในเกาะสมุยมี เนื้อที่ 0.4 ตารางกิโลเมตร (250 ไร่)

#### 6) ที่ดอน (upland)

เป็นบริเวณพื้นที่สูงซึ่งรวมสภาพภูมิประเทศต่างๆ ดังต่อไปนี้

6.1 บริเวณหุบเขาที่มีการทับถม (valley fill) เกิดจากลำน้ำพัดพาตะกอนมาทับถมบริเวณ สอง ข้างลำน้ำ ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นหุบเขาหรือหุบระหว่างเนิน เมื่อน้ำลดตะกอนก็จะตกค้างอยู่ บริเวณสองข้างขนานไปกับลำน้ำ บริเวณพื้นที่เหล่านี้ส่วนใหญ่ใช้ปลูกผลไม้ มะพร้าว ในเกาะสมุย มีเนื้อที่ ประมาณ 5 ตารางกิโลเมตร (3,125 ไร่)

6.2 บริเวณพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากหินแกรนิตและอื่นๆ (dispersing shadow of granite and others) บริเวณพื้นที่ดังกล่าวนี้ประกอบด้วยพื้นที่ที่เป็นที่ลาดเชิงเขา (foot hill slope) และ เนิน เขาที่ถูกกัดกร่อน (eroded hill) มีความลาดชัน 8-20 เปอร์เซ็นต์ บางแห่งจะพบพวกหินโผล่

(rock out crop) แต่มีปริมาณไม่มากและอาณาเขตไม่กว้างขวางพอที่จะแบ่งเป็นพื้นที่หินโผล่ (rubble land) พื้นที่ที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดต่อจากที่ลาดเชิงเขา (adjacent to foot hill slope) บริเวณพื้นที่ ที่มีลักษณะต่างๆ ทั้งหมดนี้ได้รับอิทธิพลจากหินแกรนิตเป็นส่วนใหญ่ มีบ้างเล็กน้อยที่เป็นที่ลาดเชิงเขาซึ่งได้รับอิทธิพลจากหินทราย หินควอร์ตไซต์

วัตถุต้นกำเนิดของบริเวณพื้นที่เหล่านี้ มีทั้งวัตถุตกค้าง (residual material) และวัตถุเคลื่อนย้าย (transported material) ของพวกหินแกรนิตเป็นส่วนใหญ่และหินชนิดอื่นบ้างเล็กน้อย บริเวณ สภาพภูมิประเทศดังกล่าว อยู่ถัดจากที่ราบต่ำขึ้นไปถึงบริเวณที่เป็นภูเขา พื้นที่เหล่านี้ใช้ปลูกมะพร้าว เกือบทั้งหมด และมีบางส่วนใช้ปลูกผลไม้ พบในเกาะสมุยมีเนื้อที่ประมาณ 71.3 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่เกาะ

#### 7) เขาและภูเขา (hill and mountains)

เขา (hill) เป็นลักษณะภูมิประเทศที่มีความลาดชันมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับสูงชัน จากบริเวณรอบๆ ประมาณตั้งแต่ 150-600 เมตร ส่วนภูเขา (mountains) เป็นลักษณะภูมิประเทศ ที่มีความลาดชันมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับสูงตั้งแต่ 600 เมตร ขึ้นไปภูมิประเทศที่เป็น เขาและภูเขามีอาณาเขตตั้งแต่ใจกลางเกาะแผ่อาณาเขตปกคลุม มีเนื้อที่ประมาณร้อยละ 61 ของ พื้นที่เกาะ ในเกาะสมุยมีพื้นที่ที่เป็นเขาและภูเขาดังนี้

- เขาเตย อยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ติดต่อกับบ้านมะขาม ตำบลอ่างทองและบ้านบางปอ ตำบลแม่น้ำ สูง 464 เมตร
- เขาฟูโน อยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณหลังที่ว่าการอำเภอเกาะสมุย ตำบลอ่างทอง สูงประมาณ 300 เมตร
- เขาตื้น อยู่ทางด้านทิศเหนือ ติดต่อกับบ้านทุ่งเขต บ้านแม่น้ำ ตำบลแม่น้ำ สูง 500 เมตร
- เขาใหญ่ มีอาณาเขตตั้งแต่ใจกลางเกาะ แผ่ขยายออกไปทางทิศตะวันตก บริเวณตำบล ลิปะน้อย ทางด้านทิศตะวันออก บริเวณตำบลบ่อผุด ทางด้านทิศเหนือ ตำบลแม่น้ำ ทาง ด้านทิศใต้ตำบลหน้าเมือง ยอดสูงสุดอยู่บริเวณใจกลางเกาะสูง 635 เมตร
- เขาพลู อยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณบ้านหัวถนน บ้านละไม ตำบลมะเร็ด พื้นที่เขาต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมามีอาณาเขตติดต่อกันเป็นเทือก ครอบคลุมพื้นที่ ส่วนใหญ่ มีเนื้อที่ประมาณ 52 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เกาะ นอกจากนั้นยังมีเขาอื่นที่ อยู่โดดๆ ไม่ติดต่อกันเป็นเทือก ดังนี้
- เขาต่าง อยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณแหลมไม้แก่น ตำบลบ่อผุด สูง 172 เมตร



- เขาหัวจุก อยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณบ้านเขวง ตำบลบ่อผุด สูง 90 เมตร
- เขาตองนก อยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณบ้านบางรัก ตำบลบ่อผุดสูง 218 เมตร
- เขาชัยใช้ อยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณบ้านชัยใช้ ตำบลตลิ่งงาม สูง 201 เมตร
- เขาขวาง อยู่ทางด้านทิศใต้ บริเวณบ้านเขาขวาง ตำบลหน้าเมือง และบ้านชัยใช้ ตำบล ตลิ่งงาม สูง 410 เมตร
- เขาแร่ อยู่ทางทิศใต้ บริเวณบ้านนาตรอก ตำบลหน้าเมือง สูง 135 เมตร

#### 2.4.2 ลักษณะของคลื่นในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจเอกสารพบว่า พยอม รัตนมณี (2548) ได้ศึกษาข้อมูลคลื่นบริเวณหาดหน้าทอนจาก 2 หน่วยงานคือข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยาเกาะสมุย และข้อมูลการตรวจวัดลมโดยหุ่นสมุทรศาสตร์ที่นครศรีธรรมราช มาวิเคราะห์หาขนาดความสูงและคาบเวลาของคลื่นโดยใช้วิธี JONSWAP Spectrum ร่วมกับความยาวเฟทซ์ (Fetch Length) ดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 แสดงการแจกแจงความถี่ตามทิศทางต่างๆ ในรอบปีโดยใช้ข้อมูลลมที่สถานีตรวจ  
อากาศเกาะสมุย ระหว่างปี พ.ศ. 2524-2543

จำนวนข้อมูล	=	7,305	ข้อมูล
ทิศทางการพัดจากทะเลสู่พื้นดิน	=	33,885	ชั่วโมง
ทิศทางการพัดจากพื้นดินลงสู่ทะเล	=	3,091	ชั่วโมง
คลื่นลมสงบ	=	20,241	ชั่วโมง
รวม	=	57,217	ชั่วโมง

ทิศทาง	Ranges of Significant Wave Height (m)									Total (Hours)	Percentage
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	Others		
N	6041	739	35	4	2	0	0	0	0	6821	11.92
NNE	495	382	89	0	0	0	0	0	0	966	1.69
NE	706	194	0	0	0	0	0	0	0	900	1.57
ENE	1296	1	0	0	0	0	0	0	0	1297	2.27
E	5633	8	0	0	0	0	0	0	0	5641	9.86
ESE	3930	191	21	1	0	0	0	0	0	4123	7.21
SE	1278	277	0	0	0	0	0	0	0	1555	2.72
SSE	476	65	0	0	0	0	0	0	0	541	0.95
S	709	148	0	0	0	0	0	0	0	857	1.50
SSW	310	172	0	0	0	0	0	0	0	482	0.84
SW	899	1010	5	0	0	0	0	0	0	1914	3.35
WSW	1220	1552	10	0	0	0	0	0	0	2782	4.86
W	2654	2568	244	1	0	0	0	0	0	5467	9.55
WNW	238	160	26	0	0	0	0	0	0	424	0.74
NW	38	29	3	0	0	0	0	0	0	70	0.12
NNW	25	17	3	0	0	0	0	0	0	45	0.08
Clam Data (Hours)	20241	0	0	0	0	0	0	0	0	54126	94.60
Missing Data (Hours)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3091	5.40
Total (Hours)	46189	7513	416	6	2	0	0	0	0	57217	100.00
Percentage	80.73	13.13	0.73	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

จากตารางสถิติคลื่นพบว่าคลื่นประมาณ 80% คลื่นมีความสูงต่ำกว่า 0.5 เมตร ซึ่งเปอร์เซ็นต์ที่จะพัดไปทางทิศเหนือพบมากที่สุดถึง 11.92 % โดยคลื่นที่มีขนาดความใหญ่เปอร์เซ็นต์ที่จะพัดผ่านไปทางเหนือมากที่สุดเพราะบริเวณพื้นที่หาดหน้าทอนนั้นได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มากกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

### บทที่ 3 วิธีการศึกษา

ในการศึกษาในครั้งนี้จะมีการศึกษาทั้งข้อมูลปฐมภูมิ คือข้อมูลที่ได้จากการออกภาคสนามและข้อมูลที่ทุติยภูมิ เพื่ออธิบายสาเหตุในการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

#### 3.1. การออกภาคสนามเก็บข้อมูล

การออกภาคสนามเก็บข้อมูลจะออกเก็บข้อมูล 2 ครั้ง โดยเลือกเก็บข้อมูลในช่วงที่เป็น ฤดูมรสุมหลักของประเทศไทย คือ ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast monsoon) ในวันที่ 12-18 มิถุนายน 2551 และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest monsoon) ในวันที่ 1-6 พฤศจิกายน 2551 โดยออกเก็บข้อมูลคลื่นจากการติดตั้งเครื่องตรวจวัดระดับน้ำมาตรวจวัดคลื่น โดยตั้งความถี่ในการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 วินาที ซึ่งจะทำให้ตรวจวัดลูกคลื่นที่มีคาบเวลาตั้งแต่ 2 วินาทีขึ้นไป ในการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นจะใช้วิธีการแบบข้อมูลเป็นช่วงๆ โดยมาทำการคำนวณหาค่าคลื่นสูงน้ำสำคัญ ( $H_s$  หรือ  $H_{1/3}$ ) คลื่นสูงสุด 10 เปอร์เซนต์แรก ( $H_{1/10}$ ) คลื่นสูงสุดที่พอจะตรวจวัดได้ ( $H_{max}$ ) คาบคลื่น ( $T_2$ ) คาบคลื่นเมื่อคลื่นพัฒนาเต็มที่แล้ว ( $T_{max}$ )

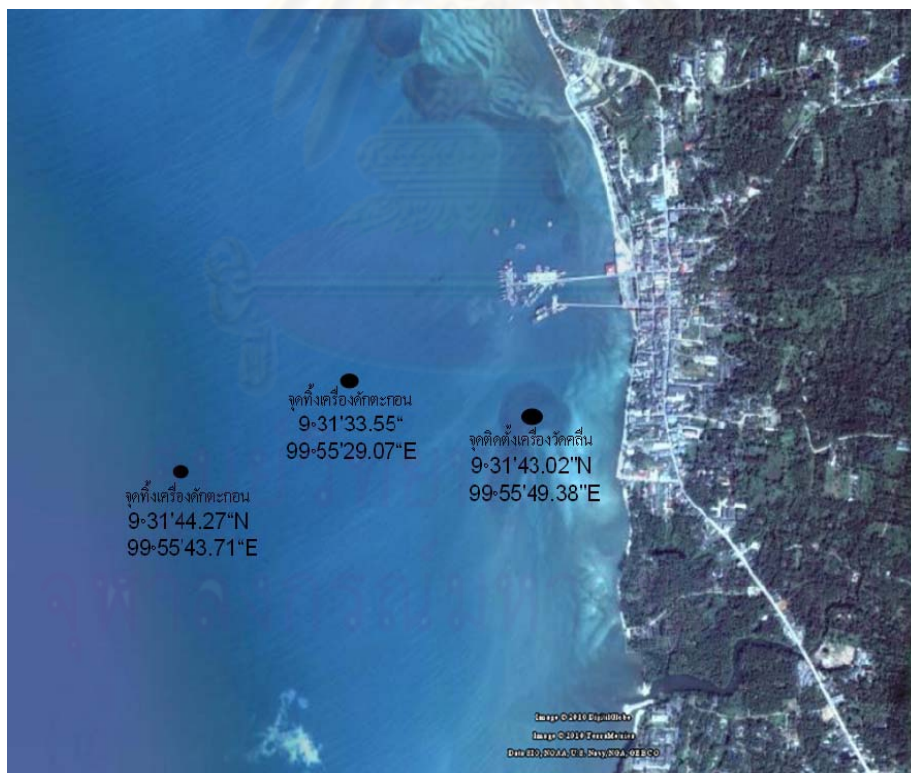
นอกจากนั้นยังมีการวัดการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยโดยใช้เครื่องดักตะกอนที่ปรับปรุงมาจากเครื่องมือที่ใช้ในงานของกรมเจ้าท่า ดังภาพที่ 10 ประกอบไปด้วยโครงสร้างเหล็กทำจากท่อพีวีซีติดเป็นท่อนเชื่อมต่อกันด้วยข้อต่อพีวีซีและนอต ซึ่งท่อพีวีซีแต่ละท่อนยาวประมาณ 30 เซนติเมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว (2.54 เซนติเมตร) ด้านบนของกระบอกลำสำหรับรับตะกอนแขวนลอยที่ตกมาจากชั้นน้ำด้านบนซึ่งเป็นการวัดอัตราการตกตะกอน (sedimentation rate)

สำหรับกระบอกลำที่ตั้งในชั้นล่างใช้สำหรับวัดอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยจากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตกตามลำดับโดยเจาะรูวงกลมไว้ด้านข้างแล้วจัดเรียงให้กระบอกลำแต่ละอันหันออกรับตะกอนแขวนลอยจากทิศทางต่างๆ กัน 4 ทิศทางด้วยกัน ทำให้ได้อัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยจากทิศต่างๆ ที่ระดับประมาณ 0.3 เมตรจากท้องน้ำ

ทำการวางเครื่องดักตะกอนไว้ 2 จุดด้วยกัน ดังภาพที่ 11 โดยจุดแรกห่างจากฝั่งประมาณ 1 กิโลเมตรที่ความลึกน้ำประมาณ 5 เมตร และจุดที่ 2 ห่างจากฝั่งประมาณ 1.8 กิโลเมตรที่ความลึกน้ำประมาณ 7 เมตร วางเครื่องดักตะกอนไว้รวม 5 วันในครั้งที่ 1 (12-16 มิถุนายน 2551) และ (1-5 พฤศจิกายน 2551) จึงทำการเก็บเครื่องดักตะกอนขึ้นมา เก็บตะกอนและน้ำในกระบอกลำตะกอนลงถุงพลาสติกเพื่อนำไปหาน้ำหนักแห้งโดยวิธี Pipett Method ในห้องปฏิบัติการต่อไป



ภาพที่ 10 เครื่องดักตะกอนสำหรับหาอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยจากแต่ละทิศทาง



ภาพที่ 11 แผนที่แสดง จุดวางเครื่องดักตะกอน 2 จุด และจุดตรวจวัดคลื่น 1 จุด

### 3.2 การคำนวณคลื่นนัยสำคัญจากข้อมูลลม

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งต้องใช้ข้อมูลความสูงและคาบคลื่นเป็นระยะยาวหลายปีซึ่งในประเทศไทยไม่มีการตรวจวัดกันได้เพียงพอ จึงต้องคำนวณคลื่นจากข้อมูลลมในพื้นที่ ในที่นี้จะใช้ข้อมูลลมที่สถานีเกาะสมุย ใช้ข้อมูลลมระหว่างปี พ.ศ. 2524-2549 (ค.ศ. 1981-2006) ข้อมูลลมจากสถานีตรวจวัดเป็นข้อมูลราย 3 ชั่วโมงต้องนำมาแปลงให้เป็นความเร็วลมรายชั่วโมง เพื่อให้ได้คลื่นเป็นรายชั่วโมง ในที่นี้จะเป็นการประมาณค่าแบบเชิงเส้นเฉพาะความเร็วเท่านั้น ส่วนทิศทางจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่

ข้อมูลลมจากกรมอุตุนิยมวิทยา มีหน่วยวัดเป็น "นอต" จึงต้องเปลี่ยนหน่วยจากนอตเป็นหน่วยเมตรต่อวินาที ดังสมการ (1) นอกจากนี้ยังต้องเปลี่ยนความเร็วลม ณ ระดับความสูงใด ๆ ให้เป็นความเร็วลม ณ ความสูง 10 เมตรระดับน้ำทะเลปานกลางดังสมการ (2)

$$V(m/s) = 0.514 \times \text{knot} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$U(10) = U(z) \left( \frac{10}{z} \right)^{\frac{1}{7}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ปกติข้อมูลลมเป็นข้อมูลที่มีการตรวจวัดจากสถานีบนแผ่นดินซึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ามีความเร็วต่ำกว่าความเร็วลมในทะเล จึงต้องมีการคำนวณที่ผิวหน้าน้ำทะเลจากลมที่สถานีด้วย ดังสมการ (3) (Nielsen and Adamantidis, 2000)

$$\frac{U_w}{U_L} = -0.317797 \ln(U_L) + 1.88576 \quad \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ  $U_w$  = ความเร็วลมเหนือผิวน้ำทะเล

$U_L$  = ความเร็วลมเหนือแผ่นดิน

เมื่อได้รับข้อมูลลมแล้วต่อไปจะเป็นการคำนวณคลื่นจากลม การศึกษาคลื่นจะเป็นการวิเคราะห์หาความสูงคลื่นนัยสำคัญ ( $H_s$  หรือ  $H_{1/3}$ ) และคาบคลื่น ( $T_p$ ) การหาความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นจะคำนวณจากสมการ (4) และ (5) ตามลำดับ (Nielsen and Adamantidis, 2000)

$$H_s = 5.112 \times 10^{-4} U_A F^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$T_p = 6.238 \times 10^{-2} U_A^{\frac{1}{3}} F^{\frac{1}{3}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

เมื่อ  $U_A$  = wind stress factor

$$= 0.71 \times U_w^{1.23}$$

$g$  = 9.81 m/s



### 3.3 การคำนวณเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง

การเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งเกิดจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำรวมกันซึ่งเมื่อตะกอนเคลื่อนที่แล้วอาจแบ่งการเคลื่อนที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เคลื่อนที่บริเวณพื้นท้องน้ำ (bed-load หรือ surface creep) และส่วนที่แขวนลอยในน้ำ (suspended load) กระแสน้ำภายใต้เงื่อนไขที่ว่ากระแสน้ำไหลแบบ steady uniform flow (ความเร็วไม่ขึ้นกับเวลาและระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไป) เราอาจเขียนสมการของความเสียดทานที่พื้น ( $\tau_{b,c}$ ) ได้ดังสมการ (6)

$$\tau_{b,c} = \frac{\rho g u^2}{C^2} = \frac{\rho u^2 f_c}{8} \dots\dots\dots (6)$$

เมื่อ  $u$  = ความเร็วเฉลี่ยตามความลึก

$$C = \text{ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน Chezy } (C^2 = \frac{8g}{f_c})$$

$f_c$  = ตัวคูณความเสียดทาน สำหรับการไหลแบบปั่นป่วนที่พื้นขรุขระ (rough turbulent flow)

$$= 0.24 \ln^{-2} \left( \frac{12h}{k_{s,c}} \right) \text{ สำหรับ } C = 18 \ln \left( \frac{12h}{k_{s,c}} \right)$$

$h$  = ความลึกน้ำ

$k_{s,c}$  = ความขรุขระที่พื้น (effective bed roughness)

$k_{s,c}$  ภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ความขรุขระเนื่องจากตะกอน ( $k'_{s,c}$ ) ความขรุขระเนื่องรูปร่างของตะกอน ( $k''_{s,c}$ ) อันเป็นผลมาจากลักษณะของท้องน้ำ ซึ่งแปรผันไปตามความลึกและความเร็วกระแสน้ำ และคุณสมบัติของตะกอนและน้ำ ดังนั้น  $k_{s,c}$  สามารถหาได้จากสมการ (7)

$$k_{s,c} = k'_{s,c} + k''_{s,c} \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{เมื่อ } k'_{s,c} = 3d_{90}$$

$$k''_{s,c} = 3 \times \text{ripple height} + 0.6 \times \text{dune height}$$

โดยปกติขนาดความยาวของ ripple ของทรายมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.5 เมตร และแอมพลิจูดถึงขนาด 30 มิลลิเมตร สำหรับบริเวณที่ค่า Reynolds numbers มีค่าต่ำ ขนาดของ ripple จะเป็นฟังก์ชันของขนาดของตะกอนซึ่งมีขนาดประมาณ 1,000 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางตะกอน (600 ถึง 2,000 เท่า) และความเอียงของ ripple ประมาณ 0.15 (0.06 ถึง 0.20) (Nielsen, 2000) ดังนั้นสำหรับทรายที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร ความยาวของ ripple อาจมีค่าตั้ง 0.2 ถึง 0.6 เมตร และมีความสูงจนถึงประมาณ 40 มิลลิเมตร

ขนาดของสันทรายใต้น้ำมีค่าความสูง 0.3 เมตร และกว้างถึง 6 เมตร (สำหรับแม่น้ำสายเล็ก) จนถึงขนาดความสูงประมาณ 12 เมตรและความยาวประมาณ 100 เมตร (สำหรับแม่น้ำสายใหญ่) (Nielsen, 2000)

ความเสียหายที่พื้นเนื่องจากการพัดพาของโคลน ( $\tau_{b,w}$ ) ได้ตั้งสมการ (8)

$$\tau_{b,w} = \frac{\rho U_\delta^2 f_w}{4} \dots\dots\dots (8)$$

เมื่อ  $\rho$  = ความหนาแน่นน้ำ

$U_\delta$  = ค่าสูงสุดของ orbital velocity ที่บริเวณผิวพื้นท้องน้ำ

$f_w$  = ตัวคูณความเสียหาย สำหรับการไหลแบบปั่นป่วนที่พื้นขรุขระ (rough turbulent flow)

$$= \exp \left[ -6 + 5.2 \left( \frac{A_\delta}{k_{s,w}} \right)^{-0.19} \right] \text{ และ } f_{w,max} = 0.3$$

สำหรับการไหลแบบปั่นป่วนที่พื้นเรียบ (smooth turbulent flow)  $f_w$  มีสมการ (9)

$$f_w = 0.09 \left( \frac{U_\delta A_\delta}{\nu} \right)^{-0.2} \dots\dots\dots (9)$$

เมื่อ  $A_\delta$  = ค่าสูงสุดของ wave orbital ที่บริเวณผิวพื้นท้องน้ำ

$k_{s,w}$  = ค่าความขรุขระที่พื้นผิว (effective bed roughness) อันเนื่องจากการพัดพาของโคลน

ภายใต้สมมติฐานที่ว่าโคลนที่สูงจะส่งผลต่อกระบวนการเคลื่อนตัวของตะกอน ดังนั้นความสูงโคลนนี้สำคัญ ( $H_s$ ) และคาบ ( $T_p$ ) เป็นตัวแปรที่นำมาใช้ในการคำนวณการเคลื่อนตัวของตะกอนเนื่องจากโคลน  $k_{s,c}$  ภายใต้อิทธิพลของโคลนแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ความขรุขระเนื่องจากตะกอน ( $k'_{s,c}$ ) ความขรุขระเนื่องรูปร่างของตะกอน ( $k''_{s,c}$ ) อันเป็นผลมาจากลักษณะของท้องน้ำ ซึ่งแปรผันไปตามความลึกและความเร็วกระแสน้ำ และคุณสมบัติของตะกอนและน้ำ ดังนั้น  $k_{s,w}$  สามารถหาได้จากสมการ (10)

$$k_{s,w} = k'_{s,w} + k''_{s,w} \dots\dots\dots (10)$$

เมื่อ  $k'_{s,w} = 3d_{90}$

$k''_{s,w} = 3 \times \text{ripple height}$

Nielsen (2000) กล่าวถึง ค่าความสูงของ ripple ( $\Delta r$ ) ในความเป็นจริงจะขึ้นกับค่า  $\psi$  สำหรับ  $\psi < 12$  ,  $\Delta r$  จะมีค่าดังสมการ (11)

$$\Delta r = (0.275 - 0.022\psi^{0.5}) A_\delta \dots\dots\dots (11)$$

สำหรับ  $\psi > 12$  ,  $\Delta r$  จะมีค่าดังสมการ (12)



$$\Delta r = 21\psi^{-1.85} A_\delta \dots\dots\dots(12)$$

เมื่อ  $\psi$  = sediment mobility parameter

$$= \frac{U_\delta^2}{(S-1)gd_{50}}$$

$$S = \frac{\rho_s}{\rho_w}$$

การเคลื่อนตัวของตะกอนเนื่องจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำเป็นเรื่องที่มีความสลับซับซ้อน จากการศึกษาโดยวิธีวิเคราะห์และจากห้องปฏิบัติการ ทำให้เข้าใจว่าการทำให้น้ำไหลแรงขึ้นเนื่องจากการกระทำของคลื่นสามารถอธิบายได้จาก apparent roughness ( $k_a$ ) ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า physical roughness ( $k_s$ ) คลื่นจะทำให้ค่า bed-shear stress มากขึ้นซึ่งส่งผลต่ออัตราการไหล Nielsen (2000) กล่าวถึงค่าวิเคราะห์ดังกล่าวออกเป็นสมการ (13) และ (14)

$$\frac{k_{a,c}}{k_{s,c}} = e^{\left(\frac{\gamma \bar{U}_\delta}{\bar{v}_r}\right)} \dots\dots\dots (13)$$

$$\frac{k_{a,c}}{k_{s,c}}(\max) = 10 \text{ สำหรับ } \frac{\bar{U}_\delta}{\bar{v}_r} = 3 \dots\dots\dots (14)$$

เมื่อ  $\bar{U}_\delta$  = ความเร็วสูงสุดของเวกเตอร์ความเร็วคลื่นใกล้ท้องน้ำ

$\bar{v}_r$  = เวกเตอร์ความเร็วเฉลี่ยตามความลึก

$\gamma$  = มีค่าตั้งแต่ 0.75 สำหรับคลื่นสวน ถึง 1.1 สำหรับคลื่นตาม

กระแสน้ำที่สัมพันธ์กับ shear stress ( $\tau_{b,c}$ ) หาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ Chezy ซึ่งขึ้นกับ  $k_{a,c}$  มากกว่า  $k_{s,c}$  (สมการที่ 7) ค่า time-averaged bed-shear stress สำหรับการรวมกันของคลื่นและกระแสน้ำสามารถหาได้จากการรวมกันของเวกเตอร์ shear stress เนื่องจากกระแสน้ำและคลื่น ดังสมการ (15)

$$\bar{\tau}_{b,cw} = \bar{\tau}_{b,c} + \bar{\tau}_{b,w} \dots\dots\dots (15)$$

สำหรับลักษณะของตะกอนและค่า critical shear stress สำหรับการเคลื่อนตัวนั้น ตะกอนจะเริ่มเคลื่อนที่เมื่อค่า shear stress ถึงจุด ๆ หนึ่ง ซึ่งเริ่มต้นจากการที่ตะกอนบนผิวพื้นเริ่มขยับ ถัดจากนั้นก็เริ่มเกิดการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะที่เรียกว่า bed load และ suspended load ค่า shear stress ที่สัมพันธ์สำหรับการเคลื่อนที่ของตะกอนจะขึ้นกับ ลักษณะของตะกอนซึ่งเกี่ยวพันกับความขรุขระของลักษณะพื้นที่ท้องทะเล สำหรับทรายสามารถพิจารณาได้จากขนาดของอนุภาค การจัดเรียงตัว และ fall velocity ของตะกอน

ความสัมพันธ์ระหว่าง fall velocity และ ขนาดของทราย ถูกพัฒนาโดย Nielsen (2000) ดังสมการต่อไปนี้

$$w_s = \frac{10\nu \left( \frac{\sqrt{1 + 0.01(s-1)gd^3}}{\nu^2} - 1 \right)}{d^*} \dots\dots\dots (16)$$

$$\nu = [1.14 - 0.031(T_e - 15) + 0.00068(T_e - 15)^2] \times 10^{-6} \dots\dots\dots (17)$$

- เมื่อ  $w_s$  = fall velocity สำหรับตะกอนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง  $d^*$
- $\nu$  = kinetic viscosity สำหรับน้ำ
- $T_e$  = อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )
- $d^*$  = ขนาดของตะกอนที่สัมพันธ์กับ fall velocity

สำหรับจุดวิกฤตที่ทำให้ตะกอนทรายเคลื่อนที่ภายใต้อิทธิพลของ steady flow จะพิจารณาจาก Shields criteria (Nielsen, 2000) สำหรับทรายบริเวณเอสทูรี ( $d_{50} = 0.2 \text{ mm}$ ) สำหรับกระแสน้ำที่วัดเหนือพื้นท้องทะเล 1 เมตร ความแรงที่จะทำให้ตะกอนทรายเกิดการเคลื่อนตัวได้ (ไม่มีอิทธิพลจากคลื่น) คือค่าประมาณ 0.2 เมตรต่อวินาที

สำหรับจุดวิกฤตที่ทำให้ตะกอนทรายเคลื่อนที่ภายใต้อิทธิพลของคลื่น Nielsen (2000) กล่าวว่าในการสำหรับพื้นที่เรียบ Shields curve สามารถนำมาใช้เป็นตัววิเคราะห์จุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ของตะกอนอันเนื่องจากอิทธิพลของคลื่น

สำหรับอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนทรายสุทธิภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำและคลื่น สามารถแบ่งออกเป็น การเคลื่อนตัวของตะกอนเนื่องจากกระแสน้ำและเนื่องจากคลื่น กลไกการเคลื่อนตัวของมวลทรายคือการฟุ้งของตะกอนเนื่องจากคลื่นที่กวนหน้าดินและโดยขนส่งไปโดยกระแสน้ำ อัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนเนื่องจาก current-related bed-load สามารถคำนวณได้จากสมการ (18)

$$q_{b,c} = \frac{0.25u'_{*,c} d_{50} T^{1.5}}{D_*^{0.3}} \dots\dots\dots (18)$$

- เมื่อ  $q_{b,c}$  = the time-averaged bed-load transport
- $u'_{*,c}$  = the grain-related bed-shear velocity
- $d_{50}$  = the median particle diameter of bed material
- $T$  = the dimensionless bed-shear stress parameter เนื่องจากกระแสน้ำและคลื่น  
= สัดส่วนของ excess bed shear stress ต่อ critical bed shear stress สำหรับการเคลื่อนที่
- $D_*$  = the dimensionless particle size parameter

$$= \sqrt[3]{\frac{(s-1)}{\nu^2} d_{50}}$$

ค่าการเคลื่อนของตะกอนเนื่องจาก current-related suspended load คำนวณได้จากการอินทิเกรตตลอดความลึกน้ำคูณด้วยความเร็วและความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยดังสมการ (19)

$$q_{s,c} = \int_a^h v_R c dz \quad \dots\dots\dots (19)$$

- เมื่อ  $q_{s,c}$  = the time-averaged suspended load transport
- $v_R$  = ความเร็วที่ความสูง  $z$  เหนือพื้นท้องน้ำ (ในทิศทางของเวกเตอร์กระแส)
- $c$  = ความเข้มข้นของตะกอนที่ความสูง  $z$  เหนือพื้นท้องน้ำ
- $a$  = จุดอ้างอิง
- $h$  = ความลึกน้ำ

อัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนเนื่องจากคลื่นในทิศทางของ shear stress ที่มีค่ามากที่สุด เขียนได้ดังสมการ (20)

$$q'_w = \alpha \hat{U}_{\delta,max} \delta_{w,max} (c_{a,max} - c_a) - \alpha \hat{U}_{\delta,min} \delta_{w,min} (c_a - c_{a,min}) \quad \dots\dots\dots (20)$$

- เมื่อ  $q'_w$  = the time-averaged bed concentration
- $c_{a,max}$  = the maximum bed concentration
- $c_{a,min}$  = the minimum bed concentration

$\hat{U}_{\delta,max}$  ,  $\hat{U}_{\delta,min}$  = the maximum and minimum peak orbital velocities near bed

according to Stoke's theory

$\delta_{w,max}$  ,  $\delta_{w,min}$  = the wave boundary layer thickness based on  $\hat{U}_{\delta,max}$  and  $\hat{U}_{\delta,min}$   
 $\alpha = 0.3$

ค่าอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนเฉลี่ยตามเวลาสุทธิ ( $q'_t$ ) เนื่องจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำคำนวณได้โดยการหาผลรวมของเวกเตอร์ดังสมการ (21)

$$q'_t = \sqrt{q_c'^2 + q_w'^2 + 2|q_c'| |q_w'| \cos \phi} \quad \dots\dots\dots (21)$$

- เมื่อ  $q'_c$  = the total current-related transport rate

$$= q'_{b,c} + q'_{s,c}$$

$q'_{b,c}$  = the current-related bed-load transport rate

$q'_{s,c}$  = the current-related suspended load transport rate

$q'_w$  = the net wave-related sediment transport rate ในทิศทางของ shear stress  
ที่มีค่ามากที่สุด

$\phi$  = มุมระหว่างทิศของกระแสน้ำและทิศของการเคลื่อนที่คลื่น

### 3.4 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ GENESIS ซึ่งศึกษาโดย พยอม รัตนมณี นำมาประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการออกสำรวจภาคสนาม และข้อมูลคลื่นและการเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่ง ตั้งฉากกับชายฝั่ง รวมทั้งกิจกรรมมนุษย์

สำหรับการคำนวณอัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนขนานชายฝั่งของแบบจำลอง GENESIS ได้ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$Q = (H_b^2 C_{gb}) \left( K_1 \sin 2\alpha_b - K_2 \cos \alpha_b \frac{\partial H_b}{\partial y} \right) \quad (5)$$

โดยที่

$H_b$  = ความสูงคลื่น ณ ตำแหน่งคลื่นหัวแตก

$C_{gb}$  = ความสูงกลุ่มคลื่น ณ ตำแหน่งคลื่นหัวแตก

$\alpha_b$  = มุมหักเหคลื่น ณ ตำแหน่งคลื่นหัวแตก

$Q$  = อัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนขนานชายฝั่ง

$y$  = ระยะทางตามแนวขนานชายฝั่ง

$K_1, K_2$  = สัมประสิทธิ์การพัดพาตะกอน

## บทที่ 4 ผลการศึกษา

### 4.1 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา

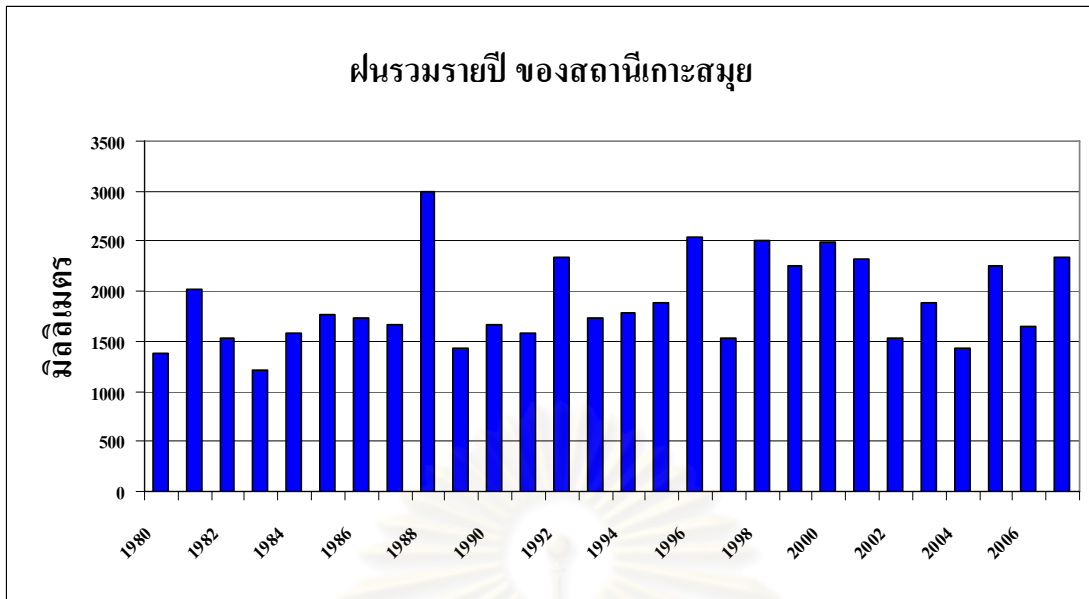
สภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญต่อกิจกรรมของมนุษย์ในการศึกษาคั้งนี้ จะรวบรวมข้อมูลภูมิอากาศและอุตุนิยมวิทยา (ลม อุณหภูมิ ปริมาณฝน เป็นต้น) จากสถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุยซึ่งอยู่ในความดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศของเกาะสมุย

เนื่องจากพื้นที่เกาะสมุยมีลักษณะเป็นเกาะกลางทะเลบางส่วนของเกาะมีลักษณะเป็นแหลมยื่นออกไปในทะเล ซึ่งจะได้รับมรสุมทั้งสองด้าน ทั้งมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกาะสมุยและพื้นที่ใกล้เคียงมีฝนตกเกือบตลอดปี จากสถิติของสถานีอุตุนิยมวิทยาบนเกาะสมุยในช่วงตั้งปี พ.ศ.2523-2550 (ค.ศ.1980-2007) พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,895.25 มิลลิเมตร/ปี ดังภาพที่ 12 และฝนตกเฉลี่ย 156.68 วัน/ปี เท่านั้น เดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยมากที่สุดในรอบปีคือเดือนพฤศจิกายน มีฝนตก 471.78 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 13 ส่วนเดือนตุลาคมเดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดในรอบปี คือมีวันที่ฝนตก 18.97 วัน ส่วนที่เดือนที่มีวันฝนตกน้อยที่สุดในรอบปี คือมีฝนตก 5.43 วัน คือเดือนกุมภาพันธ์

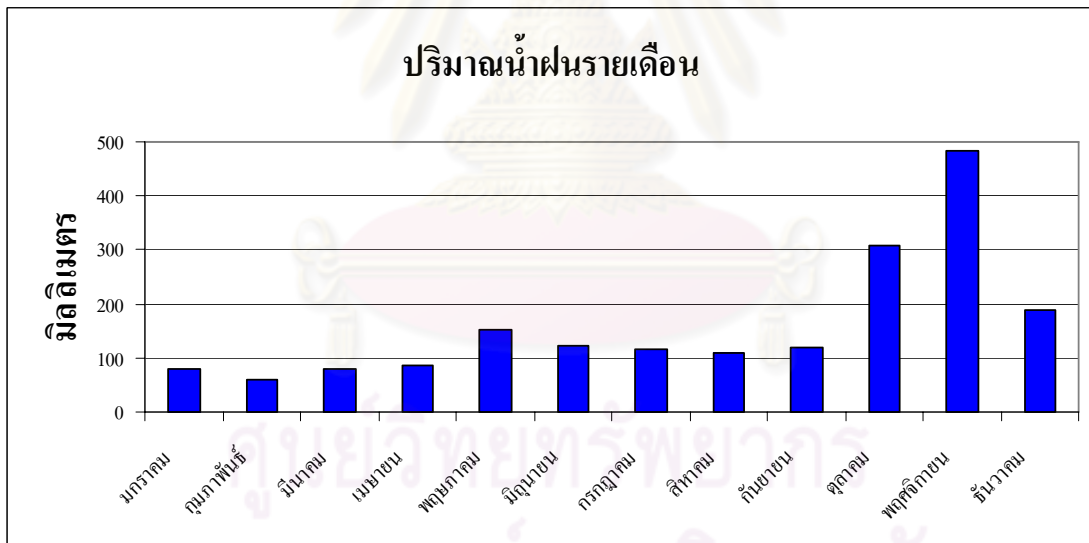
จากตัวเลขดังกล่าวสามารถจัดลักษณะภูมิอากาศของบริเวณเกาะสมุยเป็นภูมิอากาศแบบ ฝนมรสุมเขตร้อน (Tropical-monsoon climate) กล่าวคือจะมีฝนตกสม่ำเสมอเกือบทั้งปีและจะมีฝนตกชุก ในช่วงปลายปี ตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงเดือนมกราคมและมีการกระจายของน้ำฝนค่อนข้างสม่ำเสมอ แม้ว่าในเดือนเมษายนจะมีฝนตกน้อย แต่ก็ไม่ถึงกับแล้งตลอดทั้งเดือนเหมือนกับภาคอื่นๆ ดังนั้นจึง ถือได้ว่าเกาะสมุยจำเป็นต้องระวังในการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน เพราะมีฝนตกน้อย

นอกจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนแล้ว ยังได้ทำการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523-2550 เช่นเดียวกัน จากการวิเคราะห์อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีของสถานีเกาะสมุย ในรอบ 30 ปีที่ผ่านมานั้น ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.77-28.17 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 14

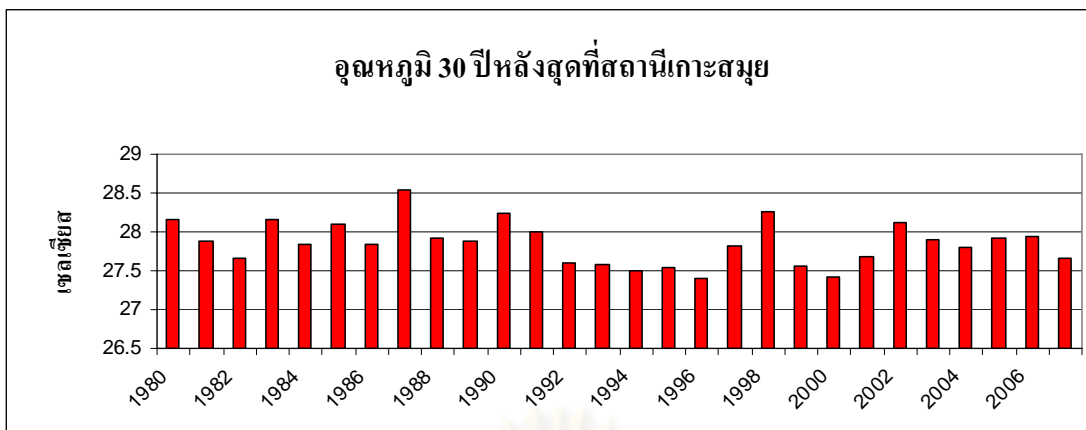




ภาพที่ 12 ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีเกาะสมุย

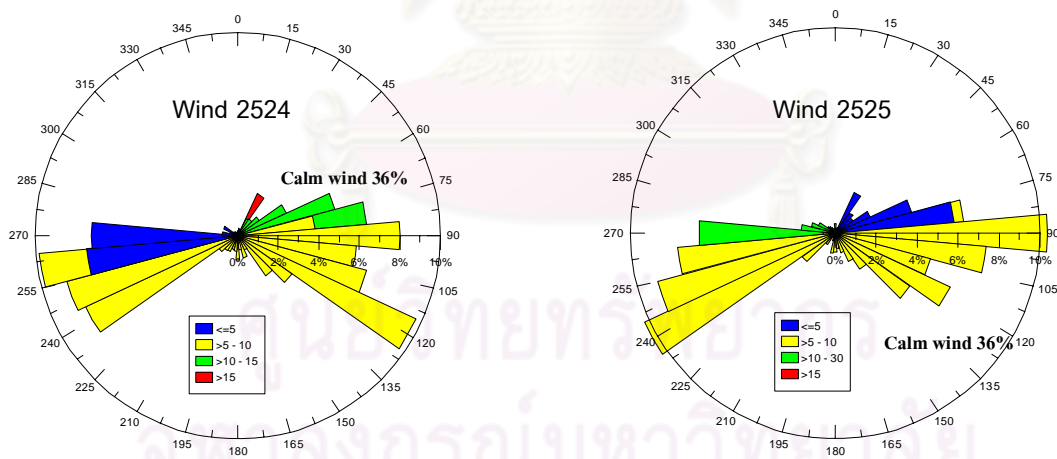


ภาพที่ 13 ปริมาณน้ำฝนแยกเป็นรายเดือน

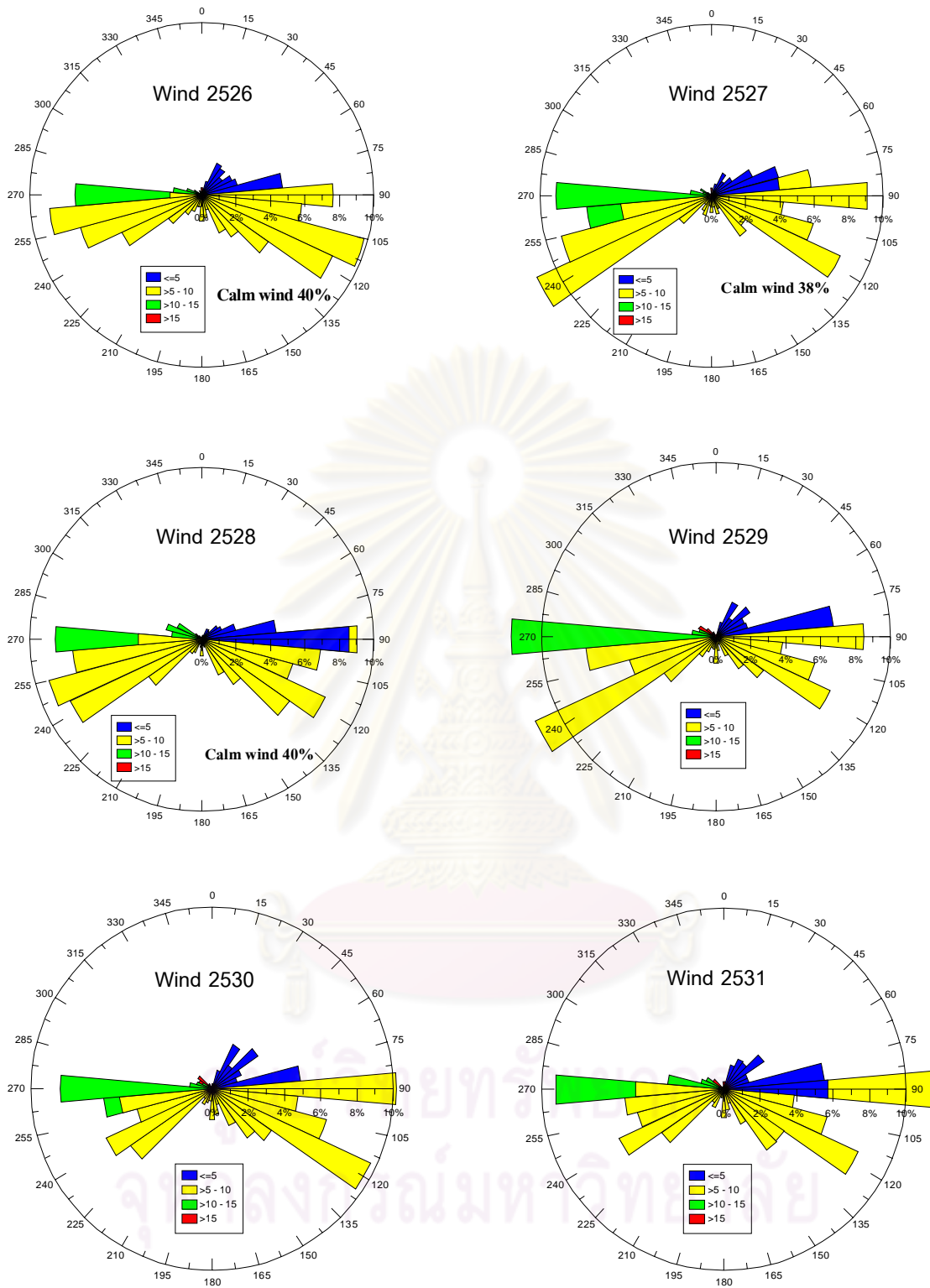


ภาพที่ 14 อุณหภูมิเฉลี่ยในรอบ 30 ปี

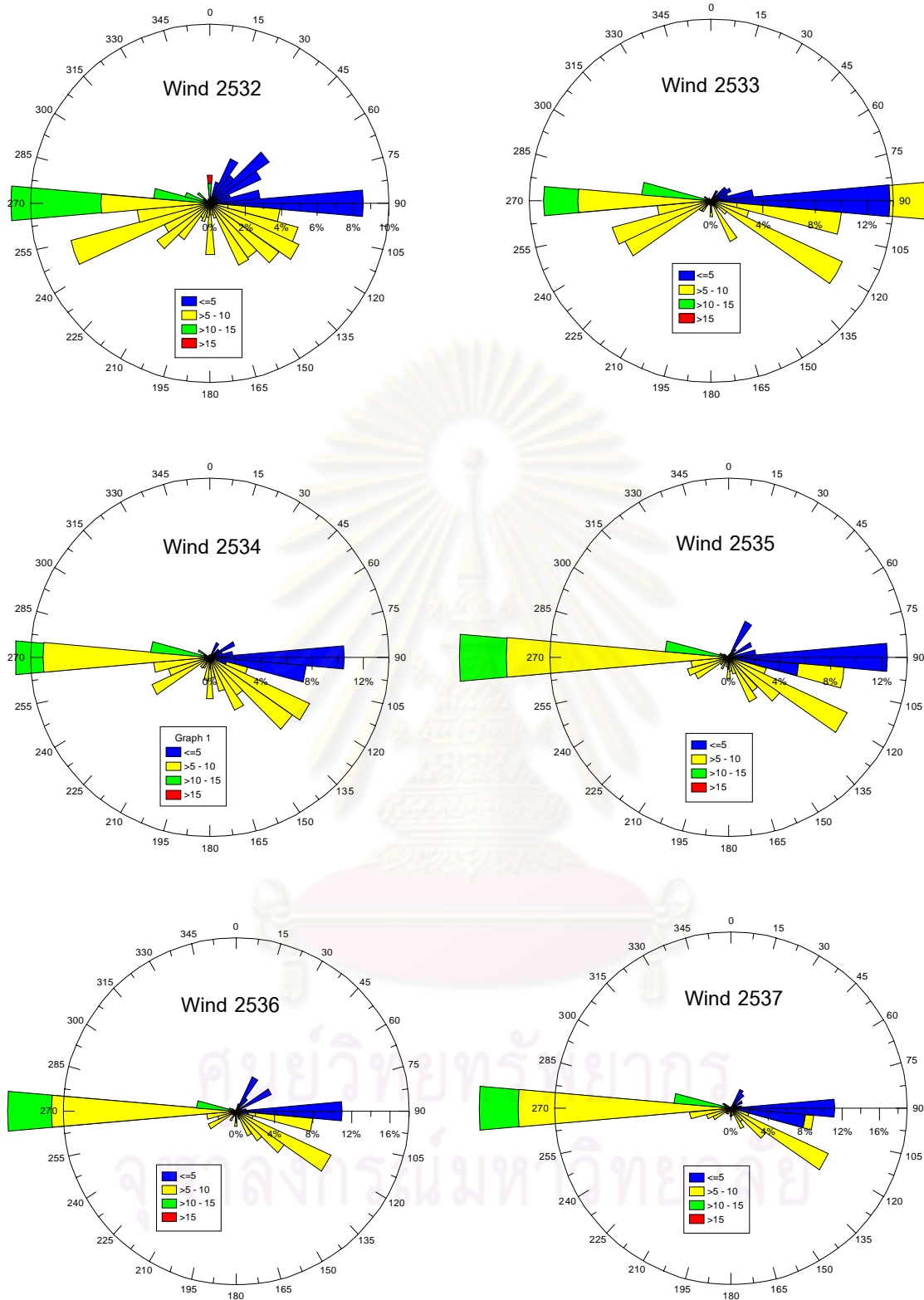
ในการวิเคราะห์ข้อมูลลมรายปีที่เกาะสมุยอย่างละเอียดในช่วงปี พ.ศ. 2524-2550 (ภาพที่ 15) จะเห็นว่ารูปแบบของลมที่พัดจะมีอยู่ 2 ลักษณะหลัก คือ ลมในแนวทิศตะวันออกไปจนถึงตะวันออกเฉียงใต้และลมในแนวทิศตะวันตกไปจนถึงตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีความเร็วลมไม่รุนแรงส่วนใหญ่ไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที มีลมพัดรุนแรงอยู่เล็กน้อย และลมสงบกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยความเร็วลมในแนวทิศตะวันตกจะมีความเร็วและความถี่มากกว่าลมทางทิศตะวันออก และมีลมรุนแรงถึง 10-15 เมตรต่อวินาที



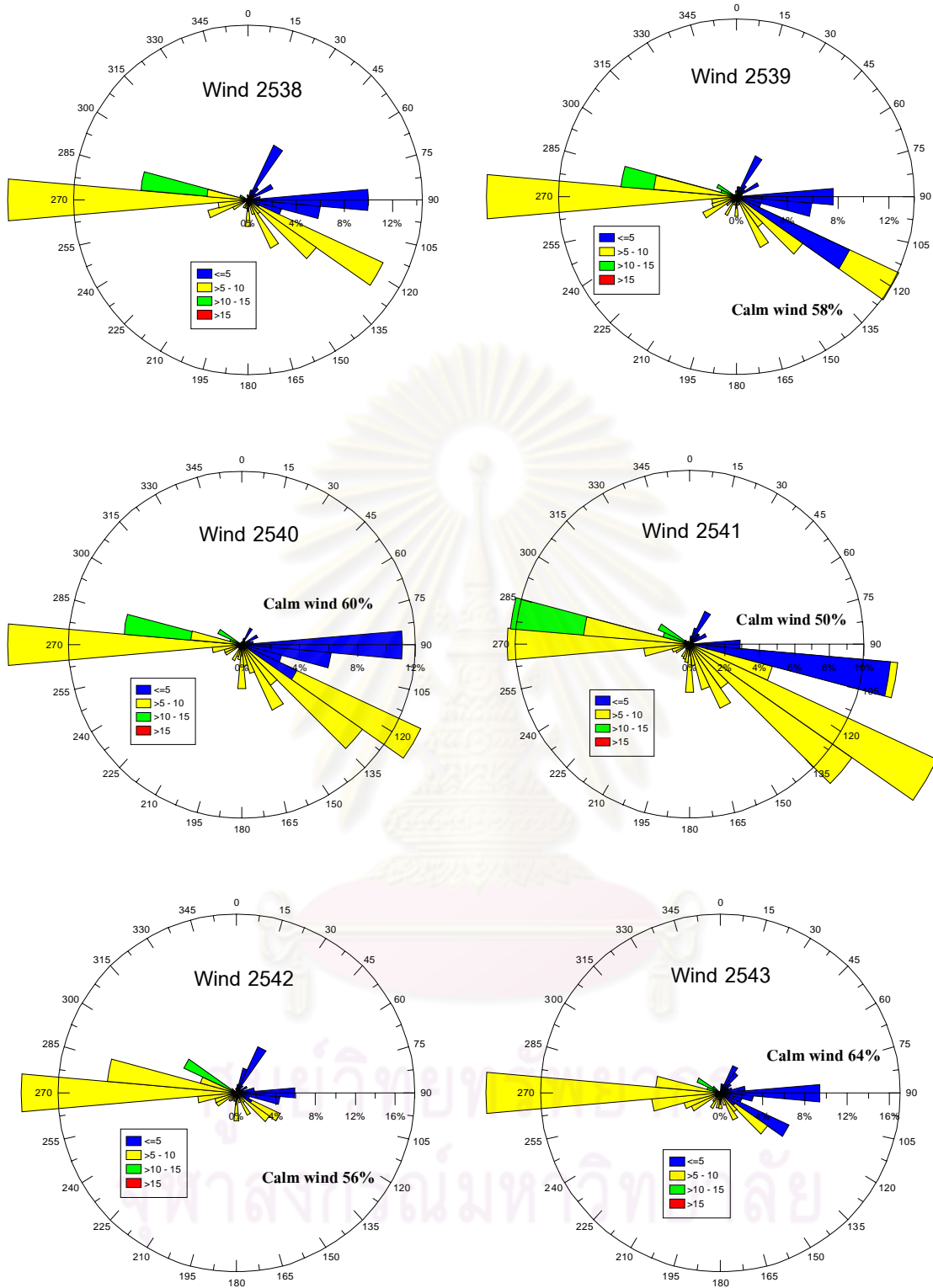
ภาพที่ 15 ผังลม รายปีในช่วง พ.ศ. 2524-2550 ที่สถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุย



ภาพที่ 15 (ต่อ) ผังลม รายปีในช่วง พ.ศ. 2524-2550 ที่สถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุย

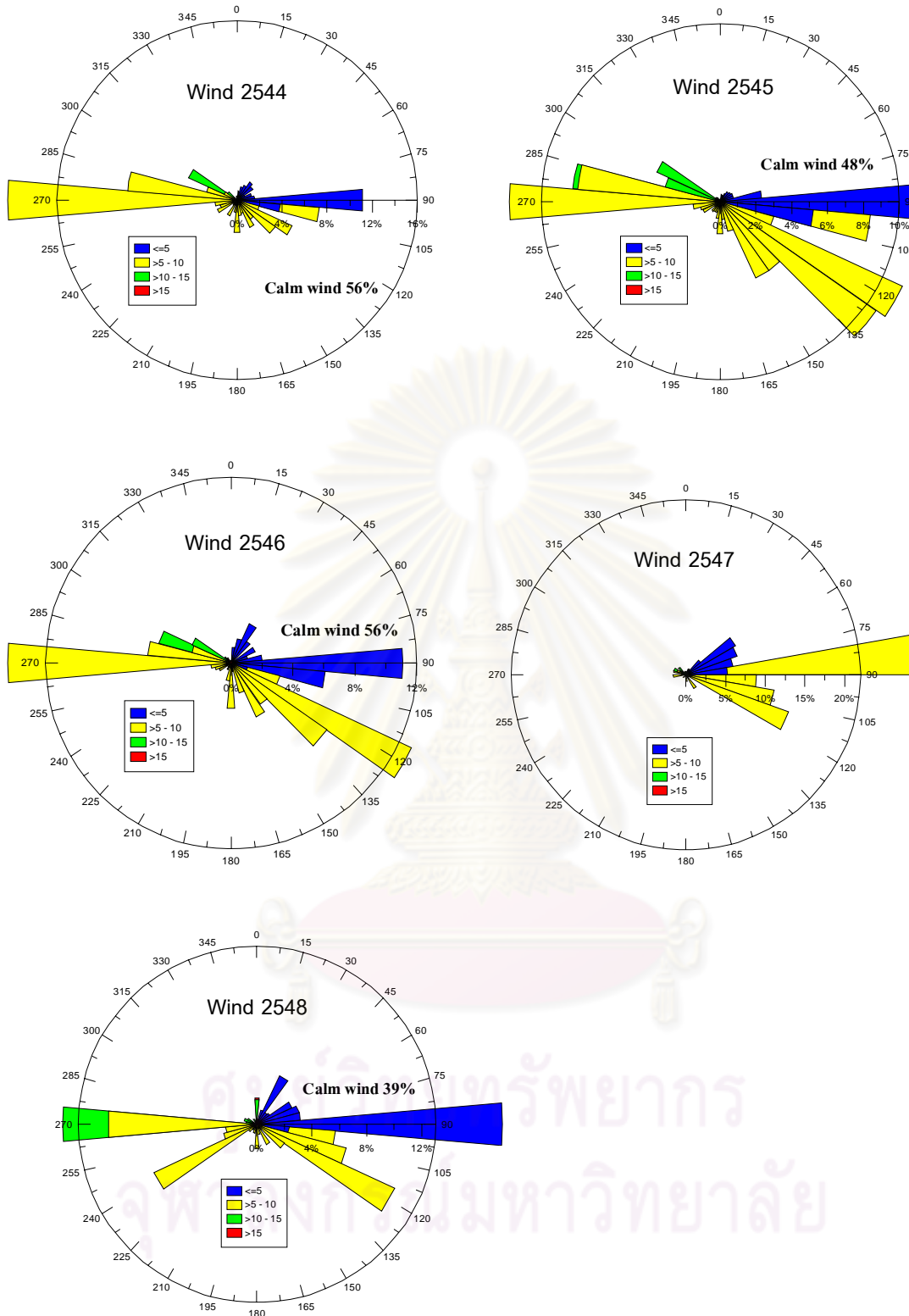


ภาพที่ 15 (ต่อ) ผังลม รายปีในช่วง พ.ศ. 2524-2550 ที่สถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุย

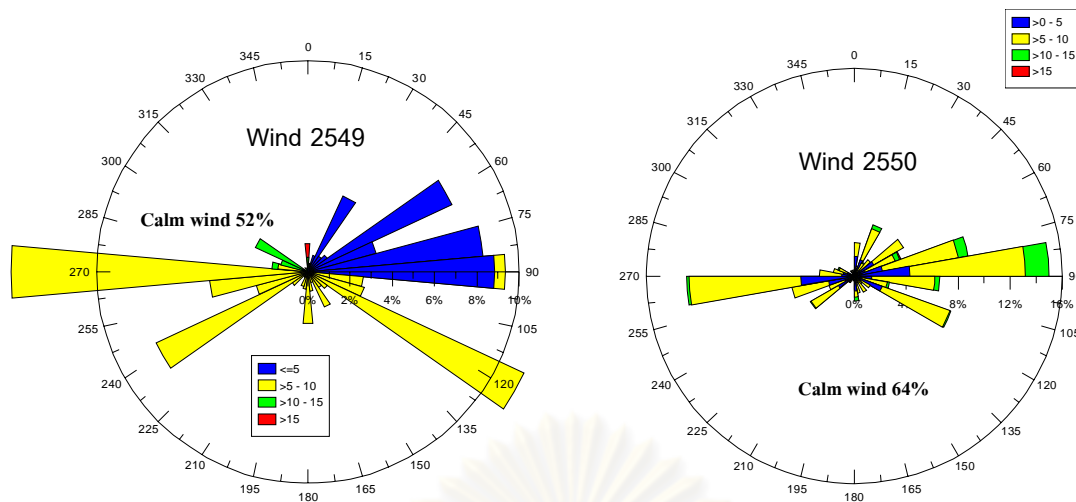


ภาพที่ 15 (ต่อ) ผังลม รายปีในช่วง พ.ศ. 2524-2550 ที่สถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุย





ภาพที่ 15 (ต่อ) ผังลม รายปีในช่วง พ.ศ. 2524-2550 ที่สถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุย



ภาพที่ 15 (ต่อ) ผังลม รายปีในช่วง พ.ศ. 2524-2550 ที่สถานีตรวจวัดอากาศบนเกาะสมุย

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอันเนื่องมาจากสาเหตุทางอุตุนิยมวิทยานั้นมีหลายสาเหตุแต่สาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลอันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก การเปลี่ยนทิศทางของคลื่นและเหตุการณ์ทางธรรมชาติที่รุนแรงเพิ่มขึ้นทั้งขนาดและความถี่ต่าง ๆ เช่น พายุหมุนเขตร้อนที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลผังลมจากสถานีอุตุนิยมวิทยาเกาะสมุยนั้นก็พบว่า ลักษณะของลมที่พัดบริเวณเกาะสมุยนั้นมี 2 ลักษณะ คือ ลมตะวันออกไปจนถึงตะวันออกเฉียงใต้ และลมตะวันตกไปจนถึงตะวันตกเฉียงเหนือ โดยลมตะวันออกนั้นมีความถี่ของการพัดผ่านมากกว่าลมตะวันตก แต่ขนาดของลมด้านตะวันออกที่ได้จากข้อมูลนั้นจะมีขนาดความรุนแรงน้อยกว่าลมด้านตะวันตก เพราะว่าบริเวณหาดหน้าทอนนั้นตั้งอยู่ในบริเวณที่อับลมจากลมด้านตะวันออก ซึ่งกล่าวได้ว่าลักษณะของลมด้านตะวันตกเป็นแบบลมกรรโชก ซึ่งเป็นเพราะอิทธิพลของพายุจรที่พัดผ่านเข้ามาเป็นครั้งคราว ขึ้นอยู่กับความถี่ของพายุและเส้นทางของพายุจร ซึ่งจะทำให้ลักษณะของชายฝั่งบริเวณหาดหน้าทอนเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจากสาเหตุทางอุตุนิยมวิทยา

#### 4.2 ระดับน้ำ

ระดับน้ำขึ้นน้ำลงบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในระหว่างวัน ช่วยบอกได้ว่า กระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงจะเร็วช้าเพียงใด และช่วยในการศึกษาแนวโน้มการสูงขึ้นของระดับน้ำทะเลในพื้นที่ ในพื้นที่ศึกษานี้อาศัยข้อมูลจากสถานีตรวจวัดระดับน้ำของกรมเจ้าท่าที่ สถานีเกาะสมุย เป็นข้อมูลระหว่างปี 2549-2552 ตำแหน่งที่ตั้งอยู่ที่ละติจูด  $09^{\circ} 32' 09.958''$  เหนือ ลองติจูด  $99^{\circ} 56' 01.794''$  ตะวันออก ผลการวิเคราะห์แบบนอนฮาร์โมนิคแสดงไว้ในตารางที่ 2

น้ำขึ้นสูงสุดที่เคยวัดได้ +1.8 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ระดับน้ำต่ำสุดที่เคยวัดได้ -0.96 เมตรใต้ระดับน้ำทะเลปานกลาง เฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่ +0.64 - +0.70 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล เฉลี่ยน้ำลงเต็มที่ -0.21 เมตรใต้ระดับน้ำทะเล เฉลี่ยระดับน้ำทะเลของสถานีอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางของประเทศไทย 0.25 เมตร เฉลี่ยเรนจ์น้ำ 0.79 เมตร แสดงว่าความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลในแต่ละวันไม่มากนัก

ตาราง 2 รายการน้ำแบบนอนฮาร์โมนิกของสถานีเกาะสมุย(หน่วยเป็นเมตร)

สถานี เกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี							
Non-Harmonic Tidal Quantity							
Lat.09° 32 ' 09.958 " N. Long.99° 56 ' 01.794 " E							
TIDAL DATA	ปี ค.ศ.					เฉลี่ย จาก ศูนย์บรรทัด น้ำ	เฉลี่ย จาก MSL.
	2006	2007	2008	2009			
น้ำขึ้นสูงสุด (Highest H.W.)	4.3	4.14	4.20	4.30		4.30	1.80
เฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่ยอดสูง (M.H.H.W.)	3.48	3.42	3.46	3.36		3.43	0.93
เฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่หน้าน้ำเกิด(M.H.W.S)	3.43	3.46	3.48	3.41		3.45	0.95
เฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่ (M.H.W.)	3.42	3.37	3.41	3.31		3.38	0.88
เฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่หน้าน้ำตาย (M.H.W.N.)	3.24	3.25	3.30	3.22		3.25	0.75
เฉลี่ยน้ำขึ้นเต็มที่ยอดต่ำ (M.L.H.W.)	2.94	2.90	2.94	2.85		2.91	0.41
เฉลี่ยระดับน้ำทะเล (Loc.M.S.L.)	2.8	2.73	2.78	2.70		2.75	0.25
ระดับน้ำปานกลาง (M.T.L.)	2.88	2.81	2.86	2.78		2.83	0.33
เฉลี่ยน้ำลงเต็มที่ยอดสูง (M.H.L.W.)	2.47	2.50	2.63	2.42		2.51	0.00
เฉลี่ยน้ำลงเต็มที่หน้าน้ำตาย (M.L.W.N.)	2.57	2.33	2.32	2.24		2.37	-0.14
เฉลี่ยน้ำลงเต็มที่ (M.L.W.)	2.34	2.25	2.32	2.24		2.29	-0.21
เฉลี่ยน้ำลงเต็มที่หน้าน้ำเกิด (M.L.W.S.)	2.3	2.22	2.29	2.19		2.25	-0.52
เฉลี่ยน้ำลงเต็มที่ยอดต่ำ (M.L.L.W.)	2.31	2.22	2.30	2.22		2.26	-0.24
น้ำลงต่ำสุด (Lowest L.W. )	1.76	1.62	1.54	1.68		1.54	-0.96
เฉลี่ยเรนจ์น้ำ (Mn.)	1.08	1.12	1.09	1.07		1.09	0.79
All the high were above zero of staff which is 2.50 M. below M.S.L.							

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.3 คลื่น

ความสูงคลื่นนัยสำคัญที่ได้จากการออกภาคสนามในวันที่ 17-18 มิถุนายน พ.ศ.2550 ซึ่งเป็นตัวแทนของคลื่นในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และวันที่ 5-6 พฤศจิกายน พ.ศ.2550 ซึ่งเป็นตัวแทนของคลื่นในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นั้นพบว่าบริเวณหาดหน้าทอนนั้นมีขนาดความสูงคลื่นนัยสำคัญในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มากกว่าในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยคลื่นในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้นจะมีความสูงประมาณ 10-14 เซนติเมตร ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น คลื่นจะมีความสูงประมาณ 9 - 11 เซนติเมตร เพราะบริเวณที่ตั้งของหาดหน้าทอนนั้นได้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มากกว่าลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แต่เนื่องจากว่ารยะพัดผ่านทะเลของบริเวณหาดหน้าทอนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้นไม่ยาวมากนัก จึงทำให้คลื่นไม่สามารถพัฒนาได้เต็มที่ ดังตารางที่ 3



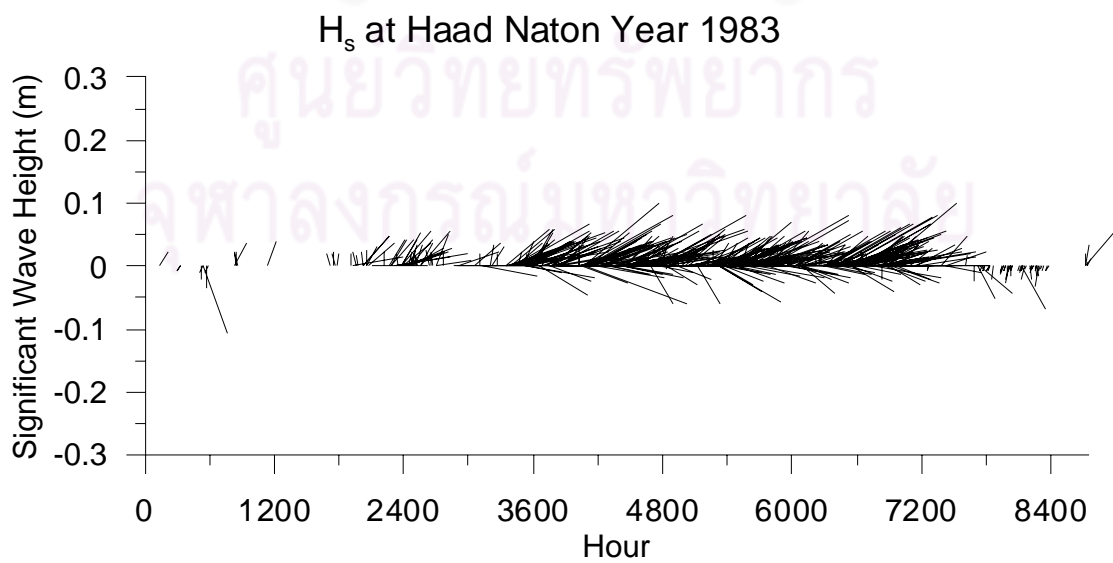
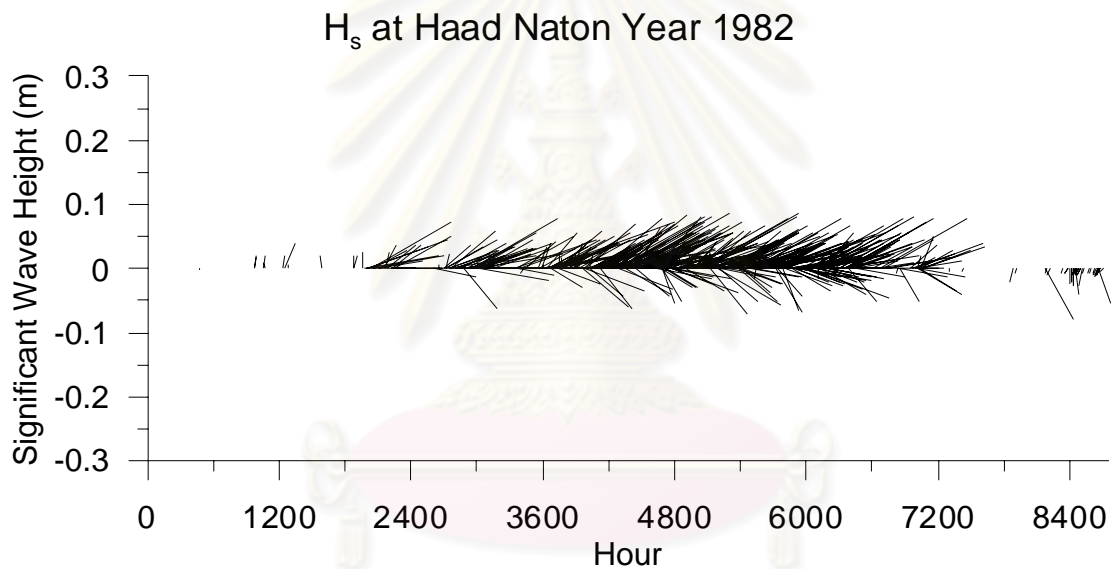
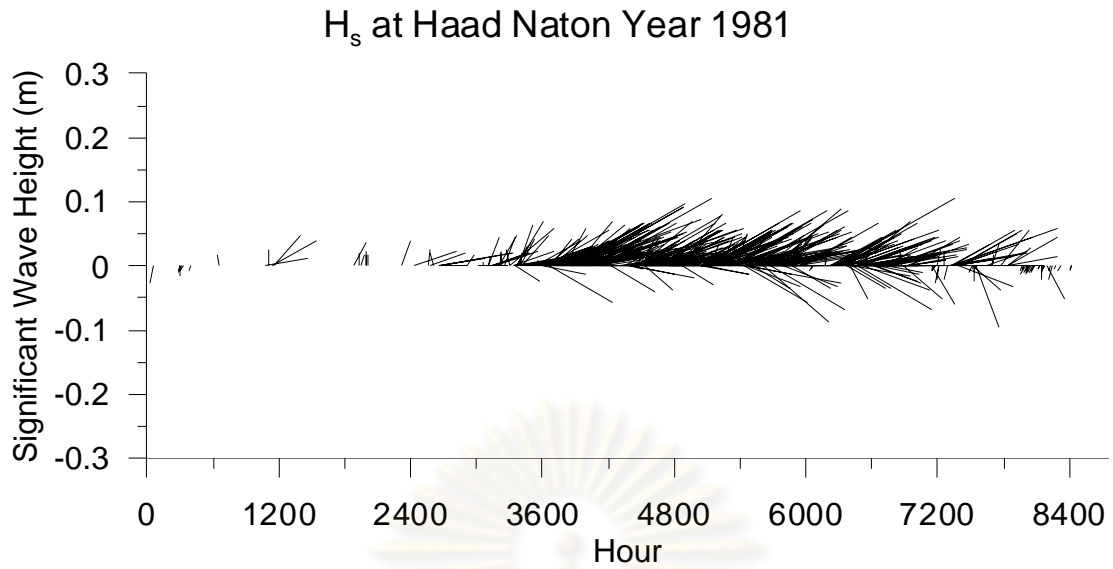
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 3 สรุปผลจากการตรวจวัดคลื่น (หน่วยเป็นเมตร)

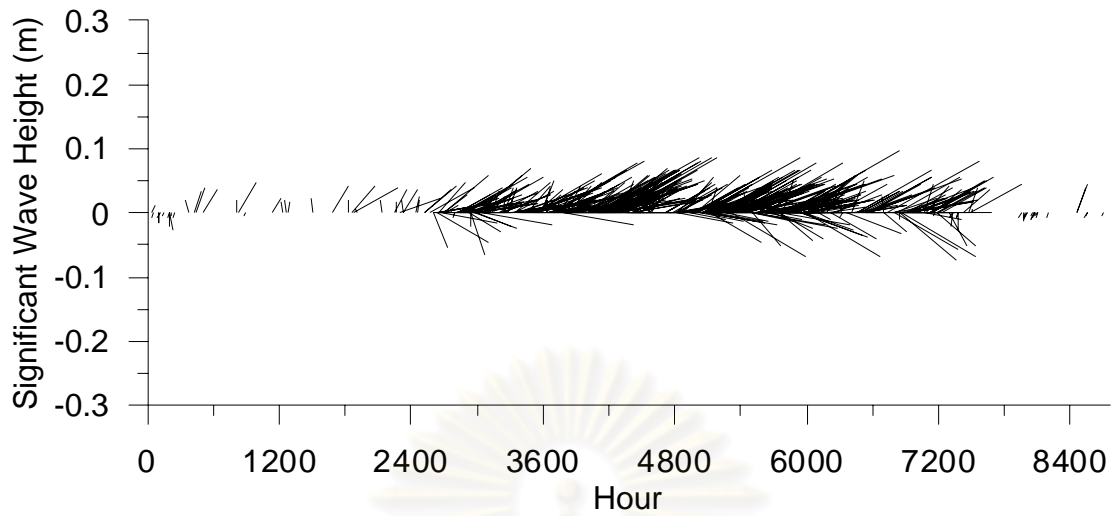
วันที่	เวลา	$H_{1/3}$ (m)	$H_{1/10}$ (m)	$H_{max}$ (m)	$T_z$ (s)	$T_{max}$ (s)
17/06/2008	09:00	0.141	0.158	0.173	2.988	2.084
	10:00	0.138	0.152	0.175	2.695	2.024
	11:00	0.140	0.156	0.172	2.99	2.125
	12:00	0.142	0.161	0.182	2.995	2.051
	13:00	0.140	0.159	0.181	3.166	1.992
	14:00	0.139	0.159	0.176	3.172	1.992
18/06/2008	09:00	0.139	0.153	0.165	2.988	2.084
	10:00	0.141	0.157	0.172	2.695	2.024
	11:00	0.141	0.156	0.168	2.99	2.125
	12:00	0.140	0.158	0.165	2.995	2.051
	13:00	0.140	0.157	0.169	3.166	1.992
	14:00	0.141	0.159	0.167	3.172	1.992
5/11/2008	12:00	0.106	0.135	0.152	2.988	2.084
	13:00	0.098	0.123	0.143	2.695	2.024
	14:00	0.113	0.142	0.178	2.99	2.125
	15:00	0.101	0.128	0.149	2.995	2.051
	16:00	0.093	0.117	0.137	3.166	1.992
	17:00	0.093	0.118	0.128	3.172	1.992
6/11/2008	12:00	0.099	0.121	0.126	2.988	2.084
	13:00	0.106	0.134	0.142	2.695	2.024
	14:00	0.102	0.130	0.140	2.99	2.125
	15:00	0.115	0.149	0.182	2.995	2.051
	16:00	0.108	0.137	0.148	3.166	1.992
	17:00	0.102	0.130	0.139	3.172	1.992

ภาพที่ 16 แสดงความสูงคลื่นนัยสำคัญและทิศทางที่คำนวณจากข้อมูลลมรายชั่วโมง ปกติความสูงคลื่นนัยสำคัญมีค่าไม่เกิน 0.4 เมตรตลอดทั้งปี โดยขนาดความสูงคลื่นสูงสุดที่ได้คือ 30 เซนติเมตร ในปีค.ศ.1994 ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ถือว่าชายฝั่งหาดหน้าทอนเป็น บริเวณที่ปลอดภัยคลื่นรุนแรง คลื่นสูงมากจะเกิดขึ้นเมื่อมีลมมรสุมพัดแรง ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้น ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไปจนถึงช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 2 หรือในกรณีที่มีพายุจรมา

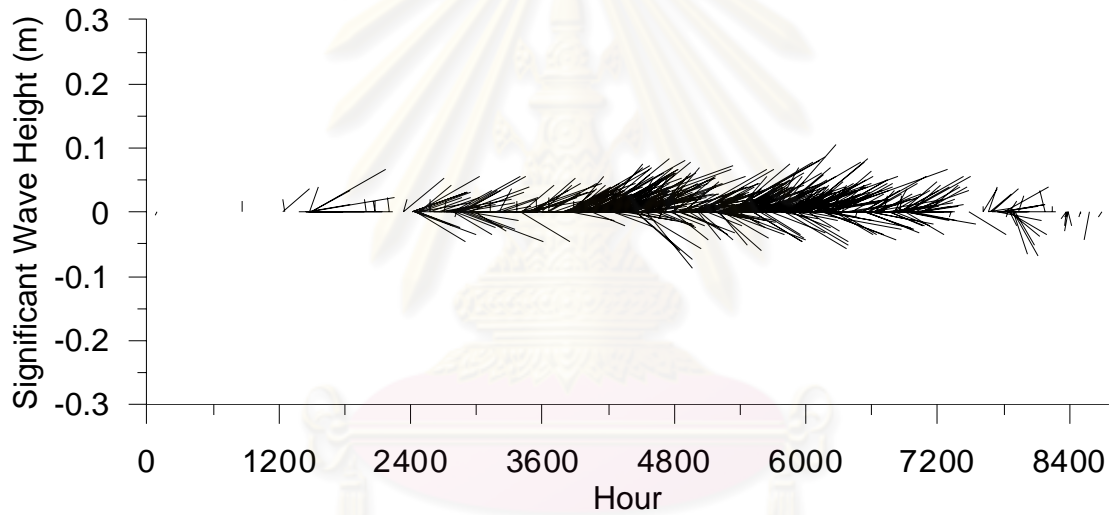


ภาพที่ 16 ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007

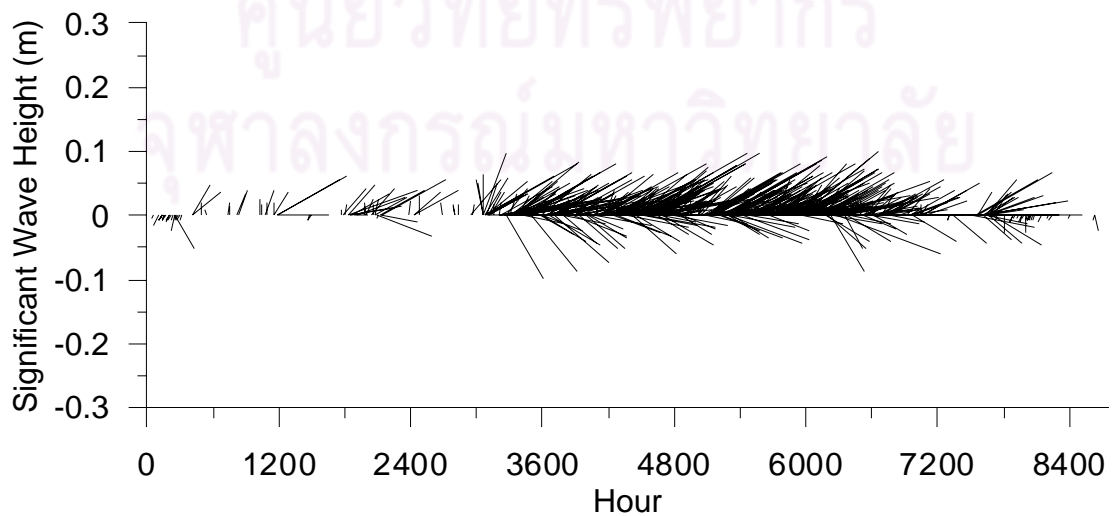
$H_s$  at Haad Naton Year 1984



$H_s$  at Haad Naton Year 1985

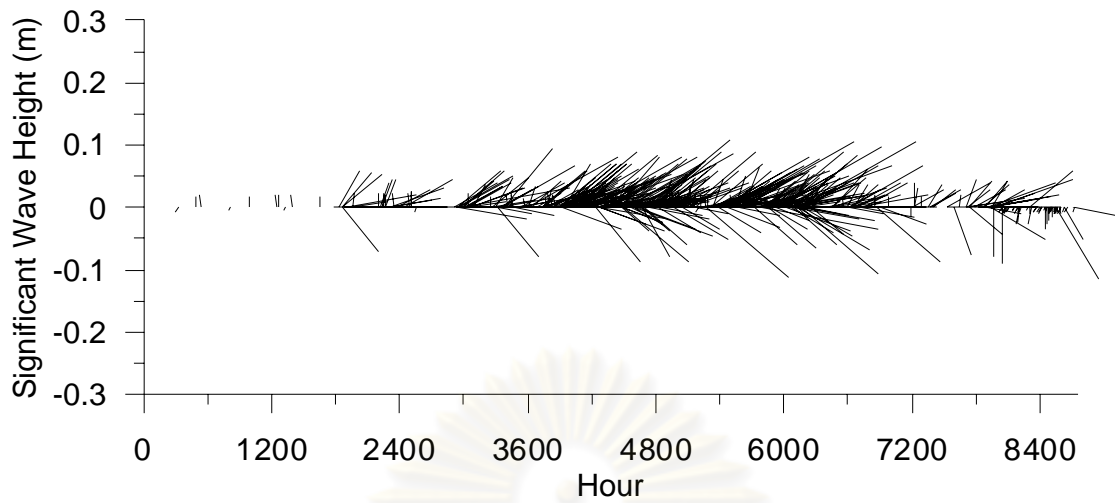


$H_s$  at Haad Naton Year 1986

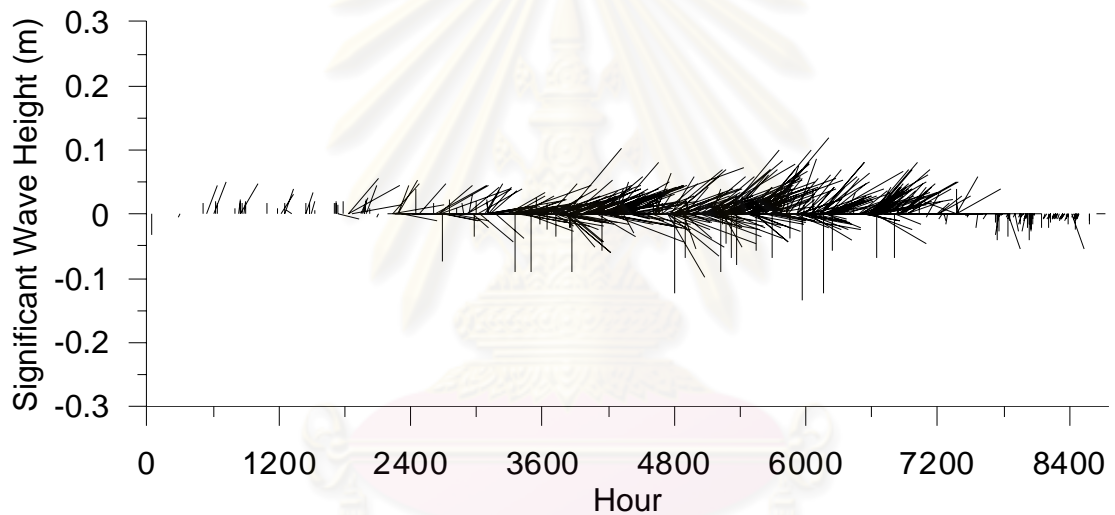


ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007

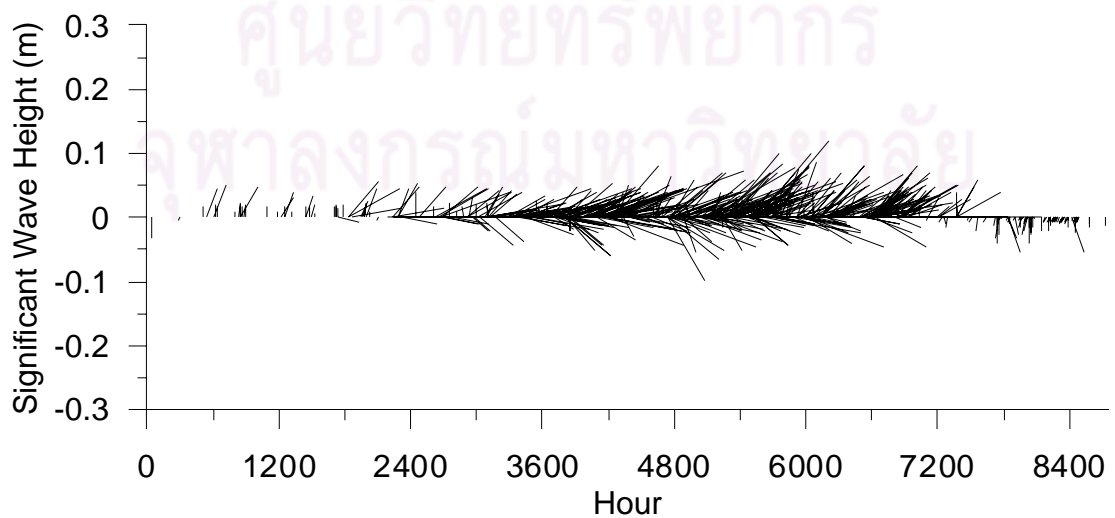
$H_s$  at Haad Naton Year 1987



$H_s$  at Haad Naton Year 1988

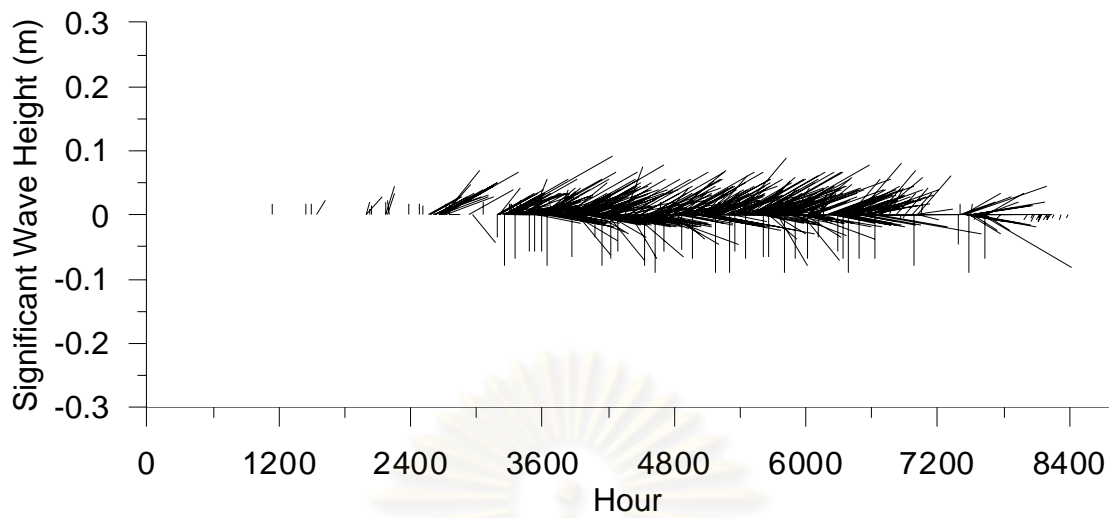


$H_s$  at Haad Naton Year 1989

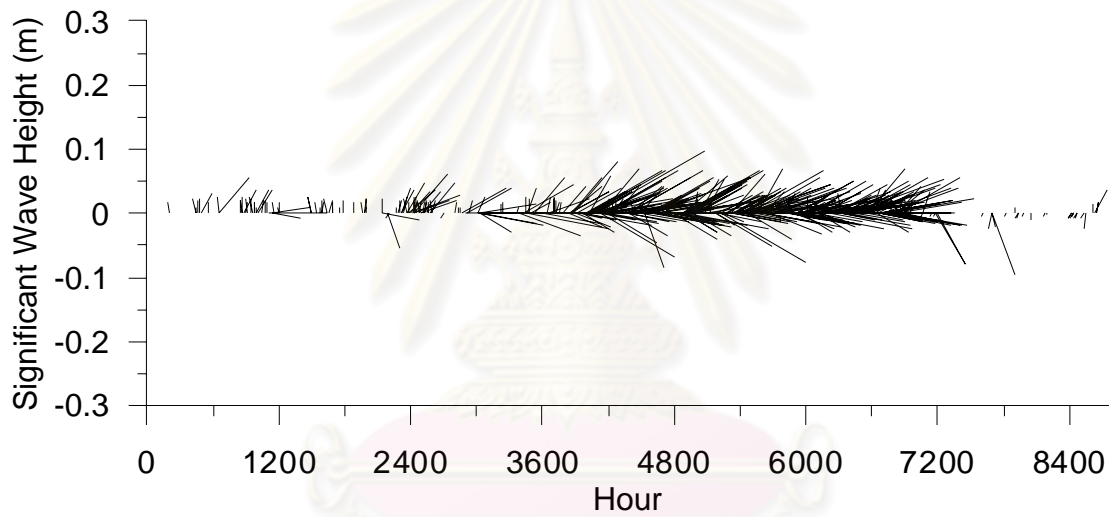


ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007

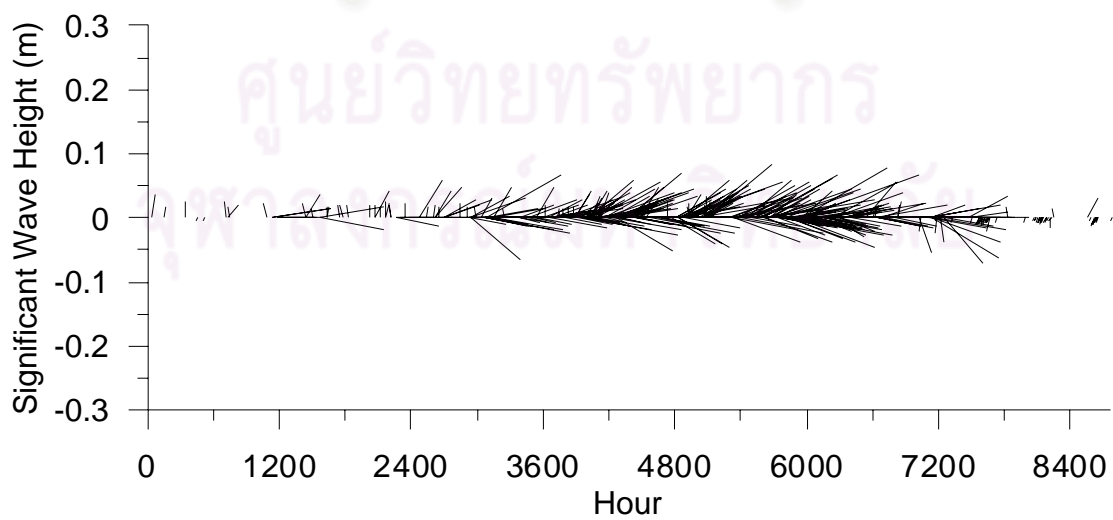
$H_s$  at Haad Naton Year 1990



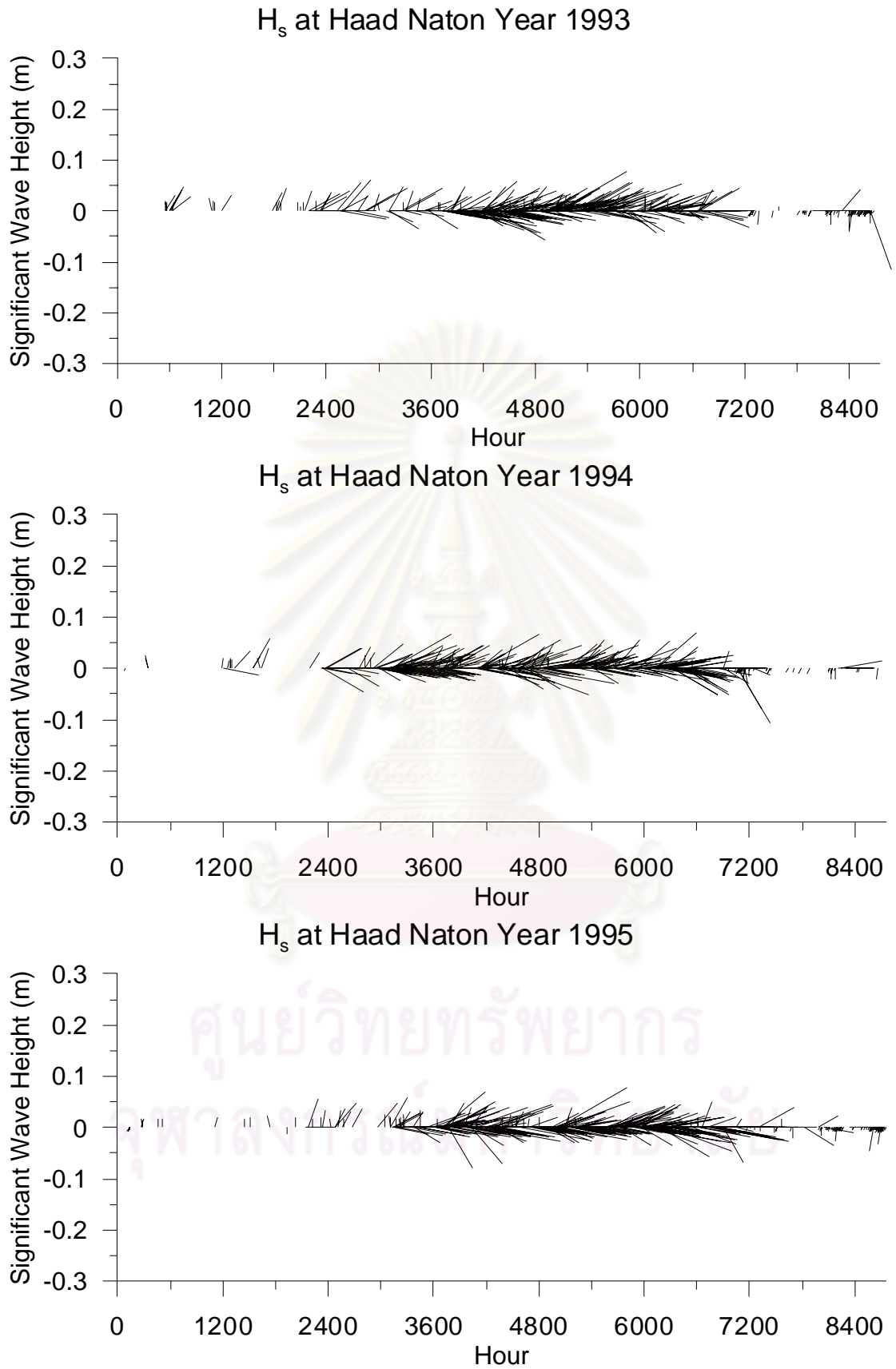
$H_s$  at Haad Naton Year 1991



$H_s$  at Haad Naton Year 1992

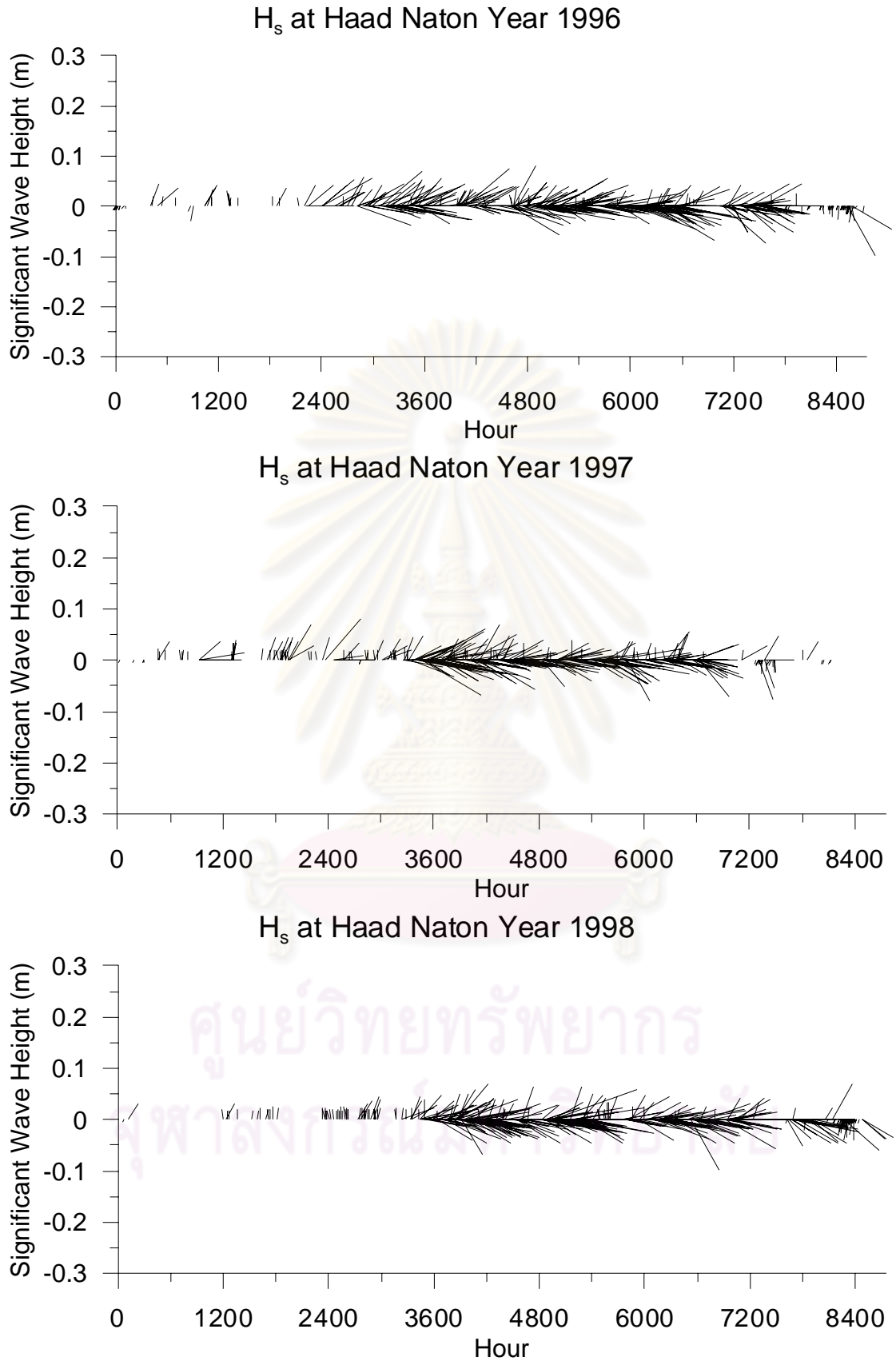


ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007



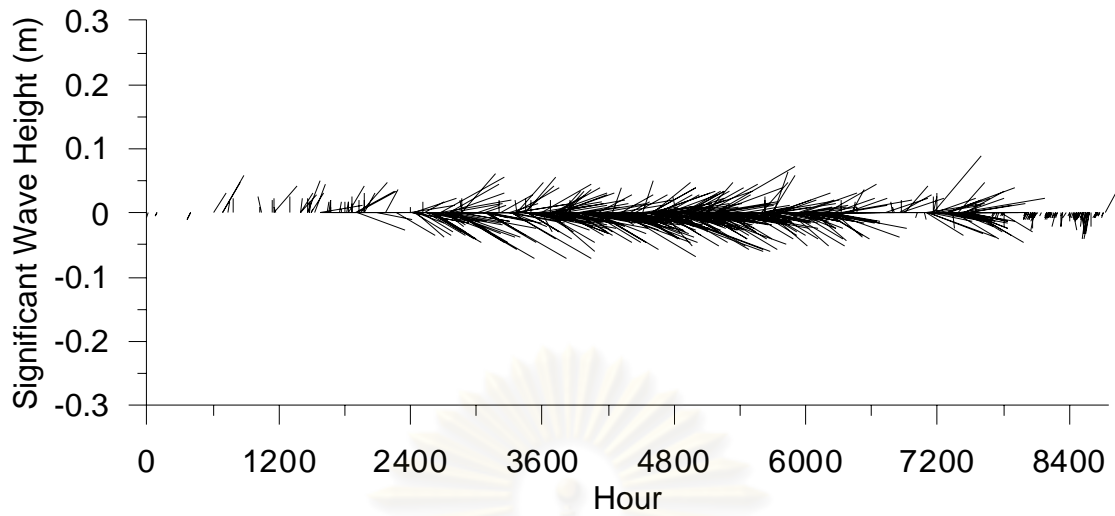
ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007



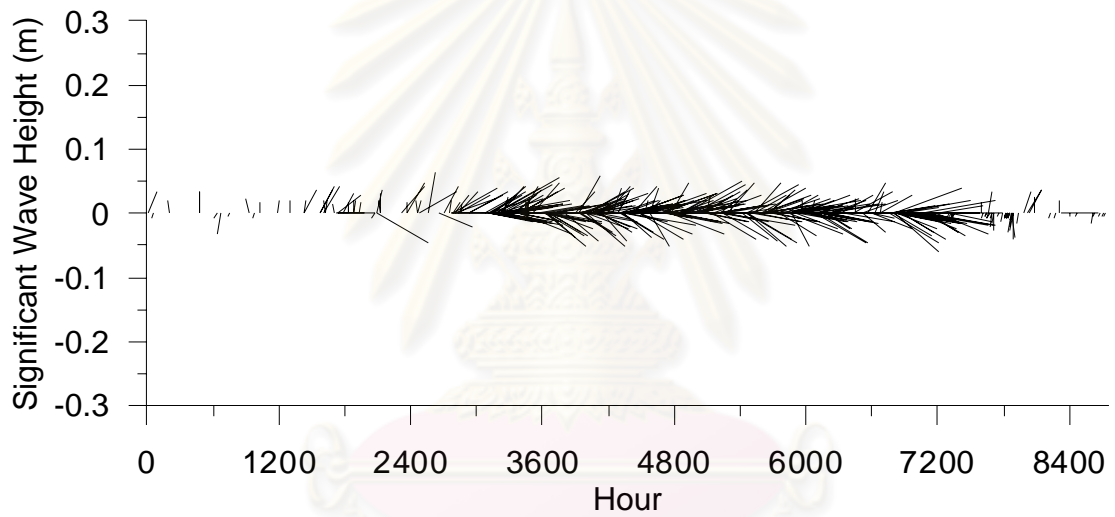


ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007

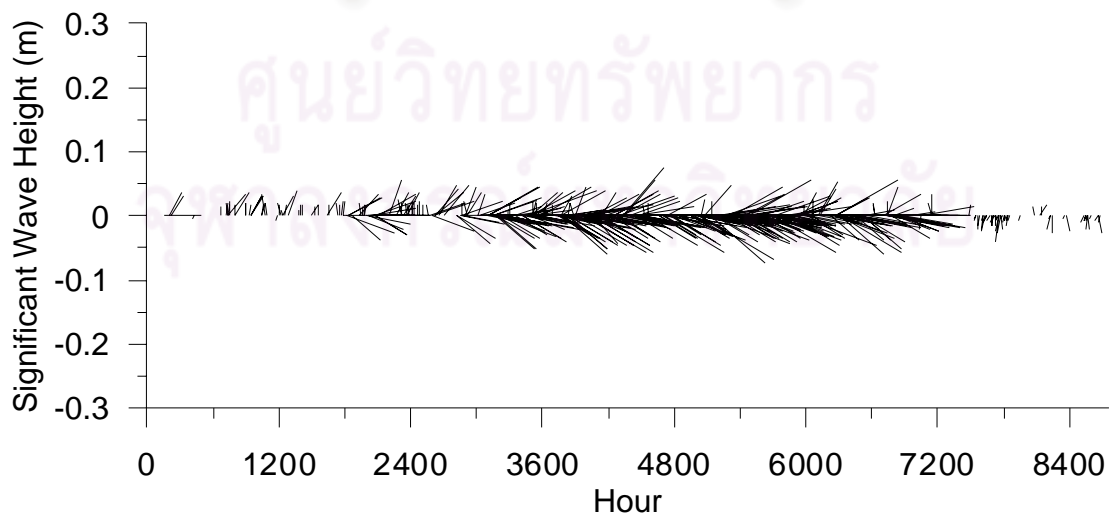
$H_s$  at Haad Naton Year 1999



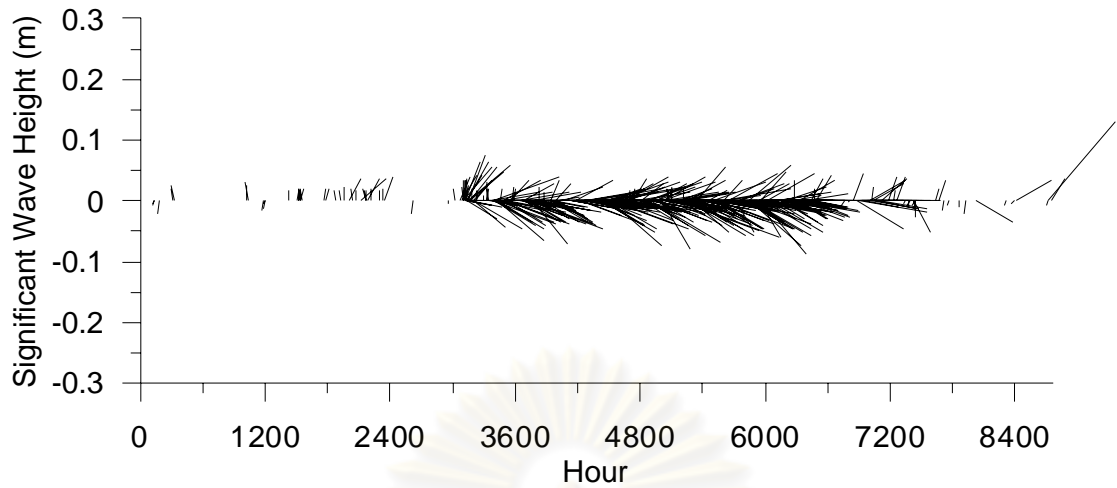
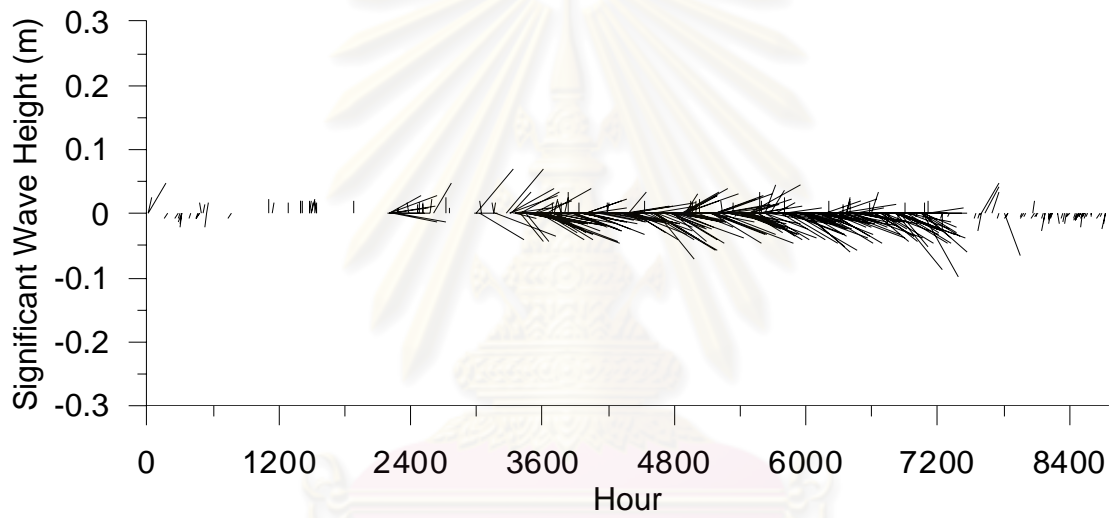
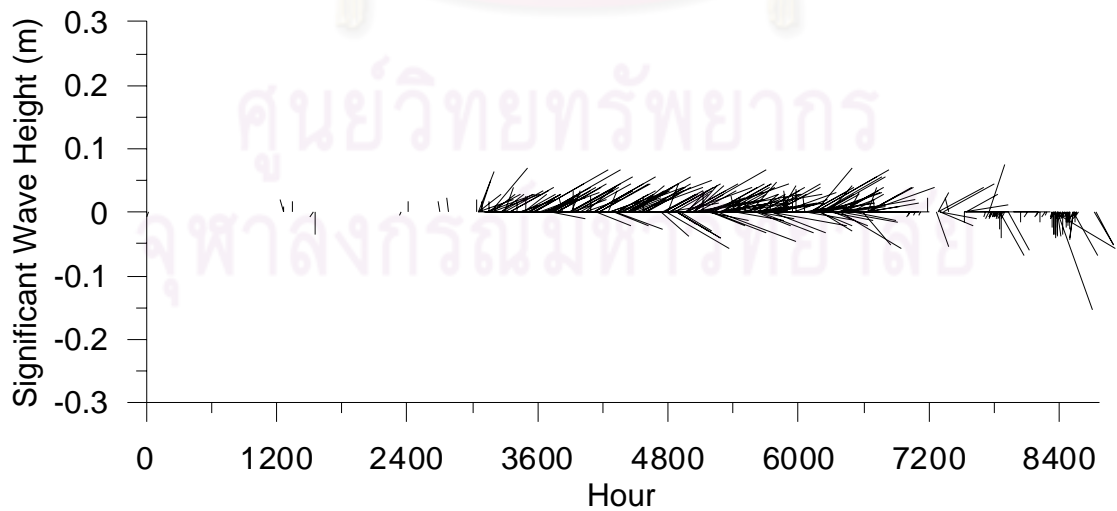
$H_s$  at Haad Naton Year 2000



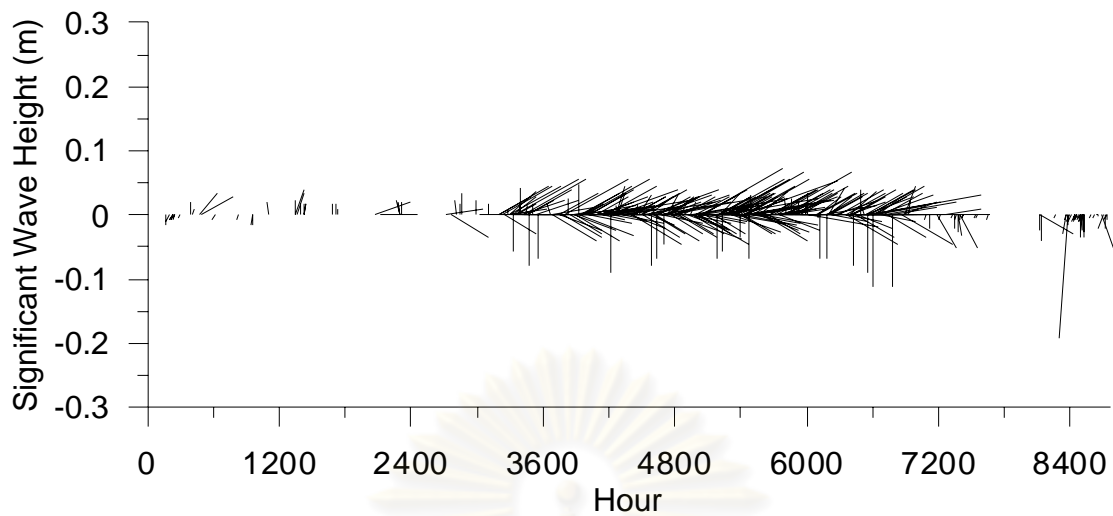
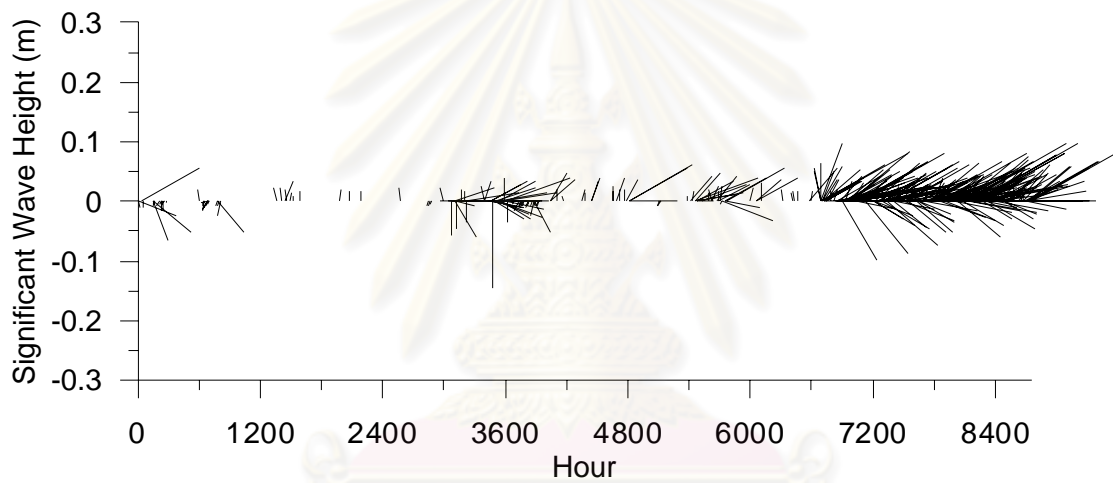
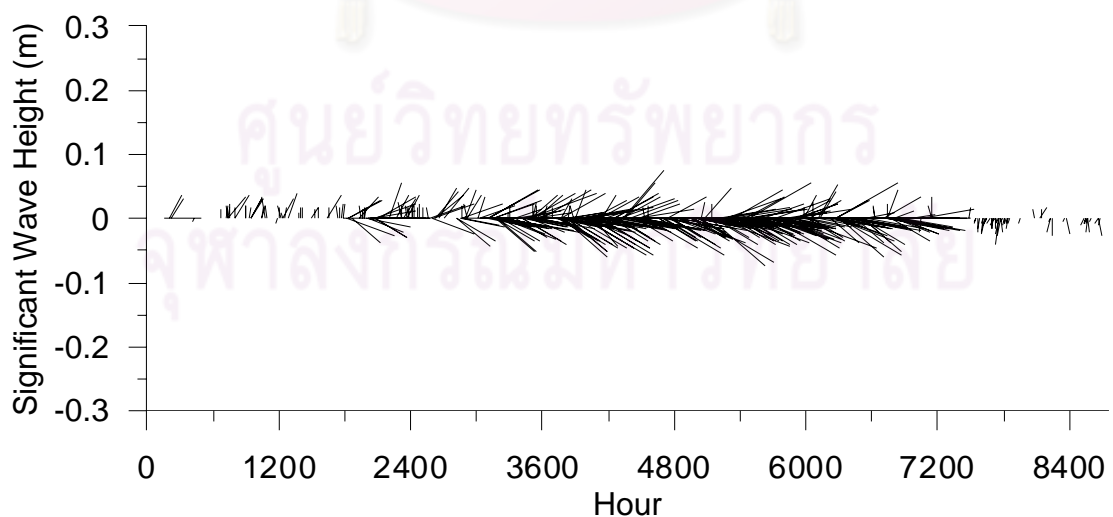
$H_s$  at Haad Naton Year 2001



ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007

$H_s$  at Haad Naton Year 2002 $H_s$  at Haad Naton Year 2003 $H_s$  at Haad Naton Year 2005

ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007

$H_s$  at Haad Naton Year 2006 $H_s$  at Haad Naton Year 2007 $H_s$  at Haad Naton Year 2008

ภาพที่ 16 (ต่อ) ความสูงคลื่นนัยสำคัญคำนวณจากข้อมูลลมรายชั่วโมง ระหว่างปี ค.ศ.1981-2007

ผลที่ได้จากการคำนวณข้อมูลคลื่นด้วยโปรแกรมที่เก็บได้จากภาคสนามพบว่า ข้อมูลคลื่นมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย โดยข้อมูลที่ได้จากการคำนวณในช่วงวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2550 ในเวลา 09.00 น. นั้น ขนาดความสูงคลื่นนัยสำคัญมีความสูง 12 เซนติเมตร ซึ่งค่าที่ได้จากการออกภาคสนามมีความสูงคลื่นนัยสำคัญ 14 เซนติเมตร ดังนั้นโปรแกรมคำนวณคลื่นที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ให้ผลน่าเชื่อถือที่จะนำไปใช้ในการคำนวณความสูงของคลื่นต่อไป

#### 4.4 การเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง

ข้อมูลน้ำหนักแห้งที่ได้จากเครื่องดักตะกอนในตารางที่ 4 พบว่าในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้น ปริมาณตะกอนนั้นมีการเคลื่อนตัวจากทางทิศใต้ไปทางทิศเหนือและทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก โดยขนาดตะกอนที่มีการเคลื่อนตัวจะเป็นทรายแป้งเสียเป็นส่วนใหญ่ ทิศทางปริมาณตะกอนสุทธิจะมีทิศทางไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ ในขณะที่ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนมีลักษณะคล้ายฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เช่นกัน กล่าวคือ ทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนมีทิศในจากใต้ไปทางทิศเหนือและทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก จากข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า การเคลื่อนตัวของตะกอนบริเวณหาดหน้าทอนนั้นกระแสน้ำมีผลมากกว่าคลื่น เพราะพบว่าในบริเวณที่ใกล้ฝั่งนั้นจะมีการเคลื่อนตัวของตะกอนได้มากกว่าในบริเวณใกล้ฝั่ง

ตารางที่ 4 อัตราการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยในแต่ละทิศ (กรัม/เมตร/วัน)

จุด 1 (ใกล้ฝั่ง) มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	รวม
ตะกอนแขวนลอย ทิศเหนือ	0.016	12.8	2.665	15.481
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันออก	0.153	22.55	7.35	30.053
ตะกอนแขวนลอย ทิศใต้	0.039	15.55	4.45	20.039
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันตก	0.189	30.05	8.25	38.489
จุด 2 (ใกล้ฝั่ง) มรสุมตะวันตกเฉียงใต้	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	รวม
ตะกอนแขวนลอย ทิศเหนือ	0.026	19.745	4.9	24.671
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันออก	0.055	24.45	7.4	31.905
ตะกอนแขวนลอย ทิศใต้	0.033	24.2	6.6	30.833
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันตก	0.068	30.45	9.75	40.268
จุด 1 (ใกล้ฝั่ง) มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	รวม
ตะกอนแขวนลอย ทิศเหนือ	1.628	13.605	2.665	17.898
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันออก	0.778	29.765	13.36	43.9031
ตะกอนแขวนลอย ทิศใต้	0.031	22.36	9.94	32.3306
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันตก	0.519	37.135	9.88	47.5342

จุด 2 (ไกลฝั่ง) มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	รวม
ตะกอนแขวนลอย ทิศเหนือ	0.016	20.405	9.295	29.7156
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันออก	0.013	25.625	43.03	68.6678
ตะกอนแขวนลอย ทิศใต้	0.082	24.94	11.82	36.8417
ตะกอนแขวนลอย ทิศตะวันตก	0.014	20.24	9.1	29.3544

ในส่วนของการเคลื่อนตัวของตะกอนจากการโปรแกรมการคำนวณ พบว่าการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งนั้นจะมีมากในช่วง ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยทิศทางในการเคลื่อนตัวนั้นจะพบว่า มีทั้งจากใต้ขึ้นเหนือและเหนือลงใต้ แต่ทิศทางที่พบได้มากที่สุดคือจากใต้ขึ้นเหนือ การเคลื่อนตัวของตะกอนจะมีค่อนข้างน้อยในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 1 (มี.ค.-เม.ย.) ซึ่งจะสัมพันธ์กับขนาดของความสูงคลื่นนัยสำคัญในช่วงเวลาดังกล่าวด้วย และปริมาณการเคลื่อนตัวของตะกอนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้นั้นสูงกว่าในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือค่อนข้างมาก ดังตารางที่ 5 ทำให้แนวชายหาดทางด้านทิศใต้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องมาจากปริมาณตะกอนขาดความสมดุลตามฤดูกาล ซึ่งสอดคล้องกับเครื่องดักตะกอนที่พบว่าตะกอนแขวนลอยนั้นมาจากทางด้านทิศใต้ มากกว่ามาจากทางทิศเหนือ ซึ่งในอนาคตหากยังไม่มีการดำเนินการใดๆ พื้นที่ชายหาดทางด้านทิศใต้ก็将会เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเพิ่มมากขึ้น จนกว่าบริเวณชายหาดจะเกิดเสถียรภาพ

ตารางที่ 5 ปริมาณตะกอนรวม (gross transport) ปริมาณตะกอนสุทธิ (net transport) และทิศทางปริมาณตะกอนสุทธิ (net direction) เป็นรายปีและตามฤดูกาลสำหรับน้ำลึก 1 เมตร หน่วยของตะกอนเป็นกิโลกรัมต่อเมตร

ปี	ฤดูกาล	ปริมาณรวม (kg/m)	ปริมาณสุทธิ (kg/m)	ทิศทางสุทธิ (°)
2000	รวมทั้งปี	5319.78	3913.73	0
	พย. - กพ.	45.88	31.97	0
	มี.ค. - เม.ย.	22.89	5.48	0
	พค. - กย.	2254.94	1095.32	0
	ต.ค.	2996.06	2780.96	0
2001	รวมทั้งปี	14909.43	11080.37	0
	พย. - กพ.	45.48	32.71	0
	มี.ค. - เม.ย.	29.27	11.45	0
	พค. - กย.	13693.91	9964.82	0
	ต.ค.	1140.76	1071.40	0
2002	รวมทั้งปี	44498.31	39364.29	0
	พย. - กพ.	20282.29	20269.15	0
	มี.ค. - เม.ย.	4.05	2.14	0
	พค. - กย.	21263.10	16182.34	0
	ต.ค.	2948.87	2910.66	0



ปี	ฤดูกาล	ปริมาณรวม(kg/m)	ปริมาณสุทธิ (kg/m)	ทิศทางสุทธิ (°)
2003	รวมทั้งปี	11178.85	5166.80	90
	พย. - กพ.	53.23	42.00	0
	มีค. - เมย.	5.16	0.88	180
	พค. - กย.	10948.22	5029.42	180
	ตค.	172.23	94.50	0
2004	รวมทั้งปี	1618.37	1499.30	90
	พย. - กพ.	1602.77	1488.56	0
	มีค. - เมย.	3.25	1.92	180
	พค. - กย.	10.73	7.90	180
	ตค.	1.62	0.92	180
2005	รวมทั้งปี	20624.12	10701.74	90
	พย. - กพ.	1695.88	1680.35	0
	มีค. - เมย.	1.57	0.63	180
	พค. - กย.	18877.85	8977.43	0
	ตค.	48.83	43.32	180
2006	รวมทั้งปี	31892.49	22993.75	90
	พย. - กพ.	82.96	16.8319	180
	มีค. - เมย.	7.29	4.54	0
	พค. - กย.	10595.95	1813.68	0
	ตค.	21206.29	21158.70	0
2007	รวมทั้งปี	210825.80	200538.30	0
	พย. - กพ.	166914.50	160565.00	0
	มีค. - เมย.	6.00	3.78	0
	พค. - กย.	2906.917	2709.25	0
	ตค.	40998.41	37260.31	0
2008	รวมทั้งปี	7798.12	6438.49	90
	พย. - กพ.	229.69	194.32	0
	มีค. - เมย.	2.09	0.92	180
	พค. - กย.	7156.45	5910.13	0
	ตค.	409.89	333.12	0
2009	รวมทั้งปี	14535.47	11144.56	90
	พย. - กพ.	927.20	863.79	0
	มีค. - เมย.	613.05	56.50	180
	พค. - กย.	12605.59	10083.33	0
	ตค.	389.63	140.94	0

#### 4.5 ลักษณะของโครงสร้างชายฝั่งในพื้นที่ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

ชายหาดหน้าทอนจากบริเวณปากคลองจระเข้ไปจนถึงปากคลองลิปะใหญ่มีความยาวประมาณ 2 กิโลเมตร โดยเกือบทั้ง 2 กิโลเมตรมีลักษณะของโครงสร้างชายฝั่งแบบ กำแพงกันคลื่น (Seawall) อันเนื่องมาจากเมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมาได้มีการถมทะเลบางส่วนบริเวณหาดหน้าทอนสร้างเป็นที่จอดรถ และทำศาลาพักผ่อน ซึ่งในปัจจุบันได้มีการใช้พื้นที่ดังกล่าวเป็นที่เล่นกีฬา ออกกำลังกายของคนในชุมชนด้วย ตั้งแต่มีการสร้างท่าเทียบเรือโดยสารและเรือบรรทุกสินค้าเพิ่มเติมจากเดิมที่มีเพียงท่าเทียบเรือโดยสารเพียงอย่างเดียว และสร้างถนนเลียบริมหาดเพิ่มเติมเพื่อ

รองรับการเจริญเติบโตของเกาะอีกด้วย จะมีเพียงบริเวณชายหาดหน้าวัดแจ้งที่ยังไม่มีลักษณะของโครงสร้างชายฝั่งแบบ กำแพงกันคลื่น (Seawall) ซึ่งพื้นที่หาดหน้าวัดแจ้งในปัจจุบันก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าผลจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งจากกิจกรรมของมนุษย์นั้นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายหาดหน้าทอนไปอย่างมากเพราะโครงสร้างกำแพงกันคลื่นทำให้บริเวณชายหาดหน้าทอนในเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุดนั้นพื้นที่ชายหาดได้หายไปเกือบหมดแล้ว เนื่องมาจากโครงสร้างกำแพงกันคลื่น และยังทำให้พื้นที่ใกล้เคียงบริเวณที่มีโครงสร้างกำแพงกันคลื่นอย่างชายหาดหน้าวัดแจ้งเกิดการกัดเซาะชายฝั่งอีกด้วย

#### 4.6 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

ข้อมูลคลื่นที่ได้ศึกษาจากทั้งการออกภาคสนามและโปรแกรมการคำนวณคลื่นพบว่าบริเวณหาดหน้าทอนนั้น จะได้รับคลื่นลูกใหญ่ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง แต่เนื่องจากบริเวณหาดหน้าทอนนั้น มีระยะพัดผ่านลมในทะเลไม่มากนัก ทำให้ไม่ได้คลื่นที่พัฒนาเต็มที่ คลื่นที่ได้จึงไม่มีขนาดใหญ่มากนัก ในบางเวลาอาจจะมีพายุจรพัดผ่านมาทำให้คลื่นมีขนาดใหญ่ แต่ก็ก็เป็นเพียงช่วงเวลาสั้นๆ ทำให้อิทธิพลของคลื่นต่อการเปลี่ยนแปลงชายหาดหน้าทอนนั้นมีไม่มากนัก

ข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ได้ทั้งจากการติดตั้งเครื่องดักตะกอนและได้จากการคำนวณพบว่าข้อมูลสอดคล้องกัน คือปริมาณตะกอนแขวนลอยมีการเคลื่อนตัวจากทางทิศใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือในปริมาณมาก โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยจะเคลื่อนตัวจากทางทิศใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือปริมาณมากในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในขณะที่เดียวกันในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นั้น ปริมาณตะกอนแขวนลอยก็มีการเคลื่อนตัวจากทิศเหนือลงทางทิศใต้ แต่เนื่องจากพื้นที่หาดหน้าทอนได้รับฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มากกว่า จึงทำให้ปริมาณตะกอนที่เคลื่อนตัวจากใต้ขึ้นไปเหนือในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีปริมาณมากกว่าปริมาณตะกอนที่เคลื่อนตัวจากเหนือลงใต้ ทำให้ปริมาณตะกอนขาดความสมดุลในแต่ละฤดูกาล ซึ่งจากข้อมูลที่ได้ดังกล่าวนี้จะส่งผลให้บริเวณทางทิศใต้ของบริเวณหาดหน้าทอนจะเกิดการกัดเซาะมากกว่าทางด้านทิศเหนือ

ในส่วนข้อมูลที่ได้จาก แบบจำลอง GENESIS (พยอม,2548) ซึ่งวิเคราะห์จากผลของโครงสร้างชายฝั่งซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมจากมนุษย์นั้นก็สอดคล้องกับข้อมูลการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยว่า พื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณหาดหน้าทอนนั้นคือบริเวณที่ห่างจากท่าเทียบเรือไปทางทิศใต้ประมาณ 200 เมตร จะเกิดพื้นที่กัดเซาะยาวประมาณ 625 เมตร กว้างประมาณ 25 เมตร คิดเป็นพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะประมาณ 8.2 ไร่

ซึ่งสอดคล้องกับการออกสำรวจภาคสนามที่พบว่า พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งนั้นก็  
คือ บริเวณชายหาดด้านหน้าวัดแจ้ง ที่เป็นหาดทรายเพียงแห่งเดียวที่เหลืออยู่บริเวณหาดหน้าทอน  
ที่ปราศจากโครงสร้างชายฝั่งกำแพงกันคลื่น อันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการศึกษา

จากข้อมูลลมที่ได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยาเกาะสมุยนั้นพบว่า รูปแบบของลมที่พัดมีอยู่ 2 ลักษณะหลัก คือ ลมในแนวทิศตะวันออกไปจนถึงตะวันออกเฉียงใต้และลมในแนวทิศตะวันตกไปจนถึงตะวันตกเฉียงเหนือ โดยมีความเร็วลมไม่รุนแรงส่วนใหญ่ไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที มีลมพัดรุนแรงอยู่เล็กน้อย และลมสงบกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยความเร็วลมในแนวทิศตะวันตกจะมีความแรงของลมและความถี่มากกว่าลมในแนวทางทิศตะวันออก และมีลมรุนแรงถึง 10-15 เมตรต่อวินาที

ข้อมูลคลื่นที่ได้จากโปรแกรมคำนวณโดยนำเอาข้อมูลลมที่ได้จากสถานีกรมอุตุนิยมวิทยาเกาะสมุยนั้น พบว่า คลื่นมีความสูงคลื่นนัยสำคัญ ไม่มากนัก โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 10 – 20 เซนติเมตร และได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มากกว่าฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้ เพราะที่ตั้งของหาดหน้าทอนนั้นกำบังลมในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่ได้รับอิทธิพลมากกว่านั้น เนื่องจากระยะพัดของลมในทะเลนั้นมีช่วงระยะทางไม่เกิน 100 กิโลเมตร ทำให้คลื่นไม่สามารถพัฒนาจนเต็มที่

การเคลื่อนตัวของตะกอนตามแนวชายฝั่ง จากที่ได้ในโปรแกรมการคำนวณพบว่า การเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งนั้นจะมีมากในช่วง ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยทิศทางการเคลื่อนตัวนั้นจะพบว่า มีทั้งจากใต้ขึ้นเหนือและเหนือลงใต้ แต่จะพบว่าปริมาณตะกอนจากทางทิศใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือ จะมีปริมาณมากกว่าทางทิศเหนือลงทิศใต้ ทำให้บริเวณชายฝั่งทางตอนเหนือของหาดหน้าทอนมีการทับถมของชายฝั่ง ส่วนชายฝั่งทางทิศใต้ของหาดหน้าทอนนั้นมีการกัดเซาะชายฝั่ง การเคลื่อนตัวของตะกอนจะมีค่อนข้างน้อยในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมครั้งที่ 1 (มี.ค.-เม.ย.) ซึ่งปริมาณและทิศทางการเคลื่อนตัวของตะกอนนั้นจะสัมพันธ์กับขนาดของความสูงคลื่นนัยสำคัญในช่วงเวลาดังกล่าวด้วย

กิจกรรมของมนุษย์ จากการออกภาคสนามพบว่า ตลอดช่วงแนวชายฝั่ง 2 ก.ม. มีโครงสร้างชายฝั่งกำแพงกันคลื่น (Seawall) เกือบตลอดแนว ซึ่งโครงสร้างชายฝั่งกำแพงกันคลื่นนั้นก็มีผลทำให้พื้นที่หน้ากำแพงกันคลื่นนั้นชายหาดด้านหน้ากำแพงกันคลื่นหายไป มีเพียงบริเวณชายหาดหน้าวัดแจ้งที่ยังไม่มีโครงสร้างชายฝั่ง ซึ่งในพื้นที่ปัจจุบันก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งไปมากเช่นกัน อันเนื่องมาจากโครงสร้างผนังกันคลื่นในบริเวณใกล้เคียง

การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณหาดหน้าทอนนั้นจากแบบจำลอง GENESIS ประกอบกับ ข้อมูลคลื่น ลม การเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง และกิจกรรมของมนุษย์พบว่า สาเหตุที่แนว

ชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์มากที่สุด เพราะหลังจากมีโครงสร้างชายฝั่งแบบกำแพงกันคลื่น (Seawall) พบว่าบริเวณชายหาดหน้าทอนมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก กล่าวคือ พื้นที่ที่พบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมากที่สุดคือพื้นที่ที่ไม่ได้มีการสร้างโครงสร้างชายฝั่งอย่างกำแพงกันคลื่น เพราะกำแพงกันคลื่นที่ยื่นออกมาทำให้กระบวนการชายฝั่งนั้นมีรูปแบบที่ผิดออกไปจากเดิม ทำให้บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง และนอกจากนั้นแล้วพื้นที่หน้ากำแพงกันคลื่น นั้นในช่วงเวลาที่น้ำขึ้นสูงสุดจะพบว่าไม่มีพื้นที่หน้าหาดเหลืออยู่เพราะ โครงสร้างชายฝั่งแบบกำแพงกันคลื่นนั้น จะป้องกันพื้นที่ด้านหลังกำแพงกันคลื่น ส่วนบริเวณด้านหน้านั้นจะมีผลทำให้เกิดการกัดเซาะ เพราะกำแพงกันคลื่นนั้น จะมีส่วนช่วยให้ช่วยเพิ่มพลังงานของคลื่นที่สาดซัดเข้ามา ทำให้คลื่นที่สาดซัดเข้ามาเกิดการกัดเซาะบริเวณฐานรากของกำแพงกันคลื่น (scouring)

ในขณะที่คลื่นที่เกิดจากพายุจร ซึ่งมีขนาดใหญ่ก็สามารถทำให้พื้นที่ชายฝั่งหน้าทอนเปลี่ยนแปลงเช่นกัน แต่คลื่นที่เกิดจากพายุจรนั้น เวลาในการเกิดอาจจะไม่นานมากนัก ทำให้การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งจากพายุจรไม่ได้มีอิทธิพลหลักเท่ากิจกรรมของมนุษย์

### **ข้อเสนอแนะ**

เนื่องจากพื้นที่บริเวณชายหาดหน้าทอนนั้น เกือบทั้งบริเวณชายหาดมีโครงสร้างชายฝั่งแบบกำแพงกันคลื่น ยกเว้นบริเวณด้านหน้าชายหาดวัดแจ้ง ซึ่งทำให้บริเวณชายหาดวัดแจ้งเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเพราะโครงสร้างกำแพงกันคลื่นนั้นมีผลทำให้กระบวนการตามแนวชายฝั่งในพื้นที่บริเวณหาดหน้าทอนนั้นเปลี่ยนแปลงไป

จึงมีข้อเสนอให้มีการเติมทราย ปลูกป่าชายหาดและปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งแทนการสร้างกำแพงกันคลื่นบริเวณชายหาดด้านหน้าวัดแจ้ง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการตัดขาดชายหาดได้ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีหาดทรายที่เหลืออยู่เพียงแห่งเดียวของหาดหน้าทอน อีกทั้งยังสามารถพัฒนาชายหาดให้สะอาดแล้วใช้พื้นที่ชายหาดเป็นแหล่งนันทนาการ ต่างๆได้ เพราะพื้นที่ดังกล่าวอยู่ในทิศตะวันตก สามารถพัฒนาเป็นแหล่งชมพระอาทิตย์ตกของเกาะสมุยได้เช่นเดียวกัน แต่ในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวนั้น พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นธรณีสงฆ์ของวัดแจ้งจึงจำเป็นต้องได้รับความเห็นชอบจากทางวัดและกิจกรรมนั้นต้องไม่ขัดแย้งกับการใช้งานของพระสงฆ์ด้วย

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์. องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล. การศึกษาธรณีวิทยาชายฝั่งและธรณีวิทยาแหล่งวัสดุ. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาฟื้นฟูชายหาดและปรับปรุงภูมิทัศน์เพื่อกิจกรรมชุมชนการท่องเที่ยวหาดหน้าทอน เกาะสมุย: จังหวัดสุราษฎร์ธานี, หน้า 4-15. สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550 (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- ปราโมทย์ โสจิศุกร. การเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งทะเล บริเวณลุ่มแม่น้ำปากพอง จังหวัดนครศรีธรรมราช. โลหะ วัสดุ และแร่ 15 (มิถุนายน 2548): 72-82.
- พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธณสวัสดิ์. วิศวกรรมชายฝั่งทะเล. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- พยอม รัตนมณี. การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง. ใน รายงานการศึกษาความเหมาะสมฉบับสมบูรณ์ การศึกษาด้านวิศวกรรมการออกแบบและประมาณราคาเบื้องต้น, หน้า 20-30. ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.
- พัฒนากฎหมาย, ฝ่าย. ถมทะเล (Land Reclamation). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา, 2549. (จัดสำเนา)
- เมธาวี นวลละออง. การใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อศึกษาผลของการถมทะเลบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดต่อการกระจายตัวของตะกอนแขวนลอยและการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- สิน สินสกุล, สุวัฒน์ ดิยะไพรัช, นรินทร์ ชัยมณี และ บรรเจิด อร่ามประยูร. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย. กรุงเทพมหานคร: กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 2545.
- สิน สินสกุล. การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณปากน้ำเจ้าพระยา (กรุงเทพฯ-สมุทรปราการ). ใน การประชุมเสนอผลงานทางวิชาการ กองธรณีวิทยา ประจำปี 2543. หน้า 54-62. กรุงเทพมหานคร: กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 2544.



### ภาษาอังกฤษ

- Coastal Engineering Research Center. Shore Protection Manual Vol1. 4<sup>th</sup> edition.  
Washington D.C, U.S: Government Printing office, Department of the Army, US,  
1984.
- Dal, C.M. The Encyclopedia of Beaches and Coastal Environment. Encyclopedia of Earth Sciences Sries. Vol xv. 1976.
- David S.V. The Impact of 2004 Hurricane Season on Beach Erosion in Volusia County, Florida. Department of Physics Bethune-Cookman College, Daytona Beach,  
2005.
- Division of Nearshore Research. Coastal Erosion: Coastal Processes and Shoreline Erosion. [Online]. 2007. Available from:  
<http://lighthouse.tamucc.edu/Waves/CoastalErosio> [2009 January]
- El-Raey, M, ; Sharaf El-Din, S.H. ; Khafagy, A ;and Abo Zed, A.I. Remotesensing of the beach erosion\accretion patterns along Damitta-Port Said shoreline, Egypt.  
International Journal of REMOTE SENSING 20, (1999):11087-1106
- Komar, P. D. Beach Process and Sedimentation. Second Ed. New Jersey: Prentice Hall,  
1998.
- Nick Miners photography. UK. Beach: Breaking wave. [Online]. 2007. Available from:  
<http://nickminers.co.uk/pictures/index.php?gallery=beach> [2009, Nov 23].
- Nielsen, A. F. and Adamantidis, C. A. Wave Modelling. Technical Report 99/64: Isotope tracer demonstration at the Port of Songkhla, Thailand. The University of New South Wales: Water Research Laboratory, Sydney, Australia, 2000a.
- Nielsen, A. F. and Adamantidis, C. A. Sediment Transport Modelling. Technical Report 99/65: Isotope tracer demonstration at the Port of Songkhla, Thailand. The University of New South Wales, Water Research Laboratory, Sydney, Australia,  
2000b
- Pickett, E. Coastal Processes and Shoreline Erosion. [Online]. 2005. Available from:  
<http://lighthouse.tamucc.edu/Waves/CoastalErosion> [2010, March 9]
- Thurman, V.H. and Trujillo P.A. Essentials of Oceanography. 7th Edition. Prentice Hall,  
2001.

University of California, Santa Barbara. ADEPT collections: geography3b/p-s. [Online].

2007. Available from: <http://piru.alexandria.ucsb.edu/collections/> [2010, march]

Wiegel R.L. Oceanographical Engineering. Prentice-Hall: Inc. Englewood Cliffs. N.J., 1964.

Wright, L.D. and Short, A.D. Morphodynamics of Beaches and Surf Zones. Florida USA: CRC Press, 1983.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวุฒฒิ ศรีคำภา เกิดวันที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนทวีธาภิเศก และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจากภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย