

การทั้บถมตะกอนบริเวณเขื่อนค้กตะกอนสงขลา



นายพงศ์พันธ์ นินเนินนนท์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบั้ฉฉิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

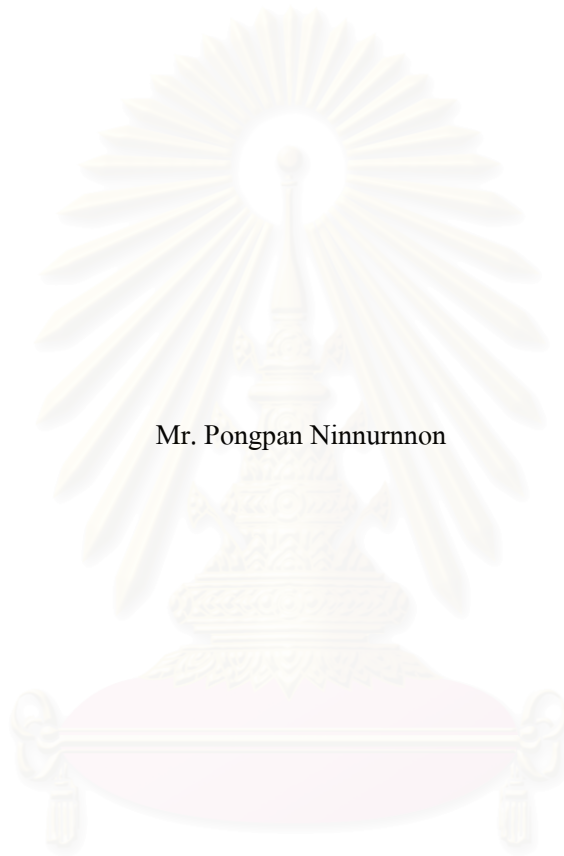
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5573-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SEDIMENT ACCRETION AROUND SONGKHLA JETTY



Mr. Pongpan Ninnurnnon

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering in Water Resources Engineering

Department of Water Resources Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5573-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนตักตะกอนสงขลา

โดย

นายพงศ์พันธ์ นินเนินนันท


สาขาวิชา

วิศวกรรมแหล่งน้ำ


อาจารย์ที่ปรึกษา


รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณชนกุลวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญาโท


  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณชนกุลวงศ์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทระ)

พงศ์พันธ์ นินนินนันท : การทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนคักตะกอนสงขลา. (SEDIMENT ACCRETION AROUND SONGKHLA JETTY) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุจริต  
คุณชนกวงศ์ , 199 หน้า. ISBN 974-17-5573-2

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนคักตะกอนสงขลา ระหว่าง พ.ศ.2514-2543 จากข้อมูลแผนที่ร่องน้ำเดินเรือสงขลา อาศัยข้อมูลคลื่นจากทวนวัดสตูลในการประมาณขนาดและทิศทางคลื่นที่กระทำต่อพื้นที่ศึกษา โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลคลื่นทวนวัดสงขลา การศึกษาครั้งนี้ยังได้จำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยแบบจำลอง GENESIS เพื่อความเข้าใจในกลไกการทับถม

คลื่นที่กระทำบริเวณชายฝั่งสงขลาในช่วง พ.ศ.2534-2544 มีความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.5-1.1 ม. คาบคลื่นนัยสำคัญ 4-5 วินาที ทิศทางหลักคือ ทิศทาง E กับ ESE ซึ่งเป็นไปตามทิศทางของลม ยกเว้นในเดือนที่มีพายุจรจากทิศ SE

การทับถมตะกอนหน้าเขื่อนคักตะกอนวัดจากแผนที่ร่องน้ำ ระยะทาง 3 กม. ของพื้นที่ศึกษา ในช่วง พ.ศ.2514-2543 แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง ระยะ 1,800 ม. จากเขื่อนคักตะกอนชายฝั่งออกเป็นระยะ 200 ม.จากแนวชายฝั่งเดิม และส่วนที่สองจากระยะ 1,800-3,000 ม. ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยทับถมเพียง 30-40 ม. อิทธิพลของเขื่อนคักตะกอนส่งผลต่อชายฝั่งถึงระดับ -3.0 ม. (ร.ท.ก.) การทับถมที่เกิดขึ้นส่วนมากเกิดในช่วง 18 ปีแรก ระหว่าง พ.ศ. 2514-2532 หลังจากนั้นเกิดทั้งกัดเซาะและทับถมสลับกันไป โดยชายฝั่งเปลี่ยนแปลงประมาณ 40-60 ม. ในแต่ละช่วงเวลา

ปริมาณตะกอนทับถมเฉลี่ยที่ชายฝั่ง ในช่วง พ.ศ. 2514-2532 มีอัตราการทับถม 87,700 ลบ.ม.ต่อปี และจากช่วง พ.ศ. 2532-2543 อัตราการทับถมลดลงเหลือ 21,892 ลบ.ม.ต่อปี ส่วนการเปลี่ยนแปลงของตะกอนท้องน้ำ ระหว่าง พ.ศ. 2514-2543 จากชายฝั่งถึงระดับ -7.0 ม. (ร.ท.ก.) ในพื้นที่ 3.5x3.0 ตร.ม. มีค่าระหว่าง 200,000-1,100,000 ลบ.ม.ต่อปี โดยปริมาณตะกอนทับถมชายฝั่งคิดเป็น 5-20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการเปลี่ยนแปลงตะกอนท้องน้ำ

ผลการจำลองจากแบบจำลอง GENESIS พบว่า การเคลื่อนที่ของตะกอนสุทธิมีทิศทางจากใต้ขึ้นเหนือ โดยมีอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนประมาณ 100,000-130,000 ลบ.ม.ต่อปี และแบบจำลองมีข้อจำกัดในการจำลองรูปแบบการทับถมของตะกอนหน้าเขื่อนคักตะกอนสงขลา

ภาควิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ..... ลายมือชื่อนิสิต..... พงศ์พันธ์ นินนินนันท  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... Richard IC  
ปีการศึกษา.....2546.....



## 4370397021 : MAJOR WATER RESOURCES ENGINEERING

KEY WORD: SHORELINE CHANGE / SEA BED CHANGE / SONGKHLA JETTY / SIMULATION

PONGPAN NINNURNNON : SEDIMENT ACCRETION AROUND SONGKHLA  
JETTY. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. SUCHARIT

KOONTHANAKULVONG, 199 pp. ISBN: 974-17-5573-2

The objective of this study is to investigate sediment accretion in Songkhla Jetty during the year 1971-2000 from Songkhla channel bathymetry map by using the Satun station data to evaluate wave height and direction effected to the study area and compared with wave data at Songkhla buoy. The study also simulated shoreline change by GENESIS program to understand the accretion mechanism.

Wave affected to Songkhla shoreline during the year 1991-2001 has a significant wave height of 0.5-1.1 m. and significant wave period of 4-5 second and the main wave directions are E- and ESE-direction which conform with wind direction except in the months with monsoon from SE direction

From bathymetry map, sediment accretion in the 3 km. in front of Jetty can be grouped in to 2 zone, i.e., the first zone (Jetty to 1800 m.) had 200 m. accreted while the second zone (1800-3000 m.) had 30-40 m. accreted. The affect of Jetty caused shoreline change down to -3.0 m. M.S.L level. The accretion occurred mainly during first 18 years (1971-1989) and after that both sedimentation and erosion occurred year by year with the range of 40-60 m.

The average sediment accretion on shoreline during the year 1971-1989 was  $87,700 \text{ m}^3$  annually and reduced to  $21,892 \text{ m}^3$  annually during 1989-2000. The total bed sediment change during 1971-2000 in the study area of  $3.5 \times 3.0 \text{ km}^2$  and from shoreline to the depth of -7.00 m. MSL. was in the range of 200,000-1,100,00  $\text{m}^3$  annually and the sediment accretion at shoreline was 5-20 percent of the total bed sediment change.

The GENESIS simulation results showed that the net sediment movement was in the north direction with the order of 100,000-130,000  $\text{m}^3$  annually and the model has the limitation to simulate shoreline shape before Songkhla Jetty.

Department .....Water Resources Engineering... Student's signature.. *PONGPAN*.....

Field of study ...Water Resources Engineering... Advisor's signature.. *Sucharit K*.....

Academic year ...2003.....

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าได้รับคำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จากบุคคลและหน่วยงานต่างๆ ดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร.สุจิต คุนธนกุลวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิดในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณ รศ. ดร.ชัยพันธุ์ รักวิจัย รศ. ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล และ ผศ. ดร.เสรี จันทรโยธา ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาของท่านในการให้คำชี้แนะ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการต่างๆแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ที่อนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ได้แก่ กรมเจ้าท่า สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ และ บริษัท ยูโนแคล ประเทศไทย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานดังกล่าวที่ให้ความร่วมมืออย่างดี ขอขอบคุณ Prof. Dr. Deguchi Ichiro แห่ง Osaka University ที่ได้คำแนะนำในการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และขอขอบคุณ น.ส. สมปรารถนา ฤทธิ์พริ้ง เพื่อนนิสิตที่แบ่งปันข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ และบุคลากรของภาคทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือการติดต่อประสานงานในเรื่องต่างๆ อำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการทำวิทยานิพนธ์บางส่วน

ท้ายสุดนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และคนในครอบครัวของข้าพเจ้า เป็นอย่างยิ่งที่ให้โอกาส และเป็นกำลังใจที่ดีต่อข้าพเจ้ามาโดยตลอด ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ชาวแหล่งน้ำทุกท่าน ที่ช่วยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญรูป .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	2
1.3 ขอบข่ายการศึกษา .....	2
1.4 การดำเนินการศึกษา .....	4
1.5 การศึกษาที่ผ่านมา.....	6
บทที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา	
2.1 สภาพภูมิประเทศ .....	12
2.2 สภาพภูมิอากาศ .....	12
2.3 สภาพอุทกศาสตร์ .....	20
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
3.1 กลศาสตร์ของคลื่น .....	27
3.2 การเคลื่อนที่ของคลื่น .....	29
3.3 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง .....	34
3.4 ประเภทของแบบจำลองชายฝั่ง.....	35
3.5 ทฤษฎีที่ใช้ในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง .....	36
บทที่ 4 การจัดการข้อมูล	
4.1 การสำรวจภาคสนาม .....	41
4.2 ข้อมูลคลื่นและลม .....	41

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละชุดข้อมูล .....	68
4.4 แผนที่ร่อนน้ำเดินเรือบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา .....	70
4.5 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง .....	74
<b>บทที่ 5 ผลการศึกษา</b>	
5.1 ขนาดและทิศทางคลื่นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสงขลา .....	79
5.2 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา .....	83
5.3 การเปลี่ยนแปลงความชันของชายฝั่ง .....	88
5.4 ปริมาณการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา .....	91
5.5 ปริมาณตะกอนทับถมหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา .....	96
5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง .....	97
5.7 ตะกอนจากทะเลสาบสงขลา.....	99
5.8 ผลการจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง .....	101
<b>บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	
6.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	105
6.2 สภาพอุตุณิยวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา.....	105
6.3 ลักษณะคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา .....	106
6.4 การทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอนสงขลา .....	107
6.5 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง .....	107
6.6 ข้อเสนอแนะ .....	108
<b>รายการอ้างอิง</b> .....	110
<b>ภาคผนวก ก. การสำรวจภาคสนาม</b> .....	114
<b>ภาคผนวก ข. รูปเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคลื่นและลม</b> .....	126
<b>ภาคผนวก ค. การทำนายคลื่นจากข้อมูลลม</b> .....	162
<b>ภาคผนวก ง. ตัวอย่างเพิ่มข้อมูลแบบจำลอง GENESIS</b> .....	171
<b>ภาคผนวก จ. รูปเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับท้องน้ำชายฝั่ง</b> .....	179

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฉ. แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องถิ่นชายฝั่ง.....	187
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	199



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1-1	แหล่งข้อมูลบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา..... 4
ตาราง 2-1	สถิติอุทุนิยมในคาบ30 ปี (พ.ศ. 2508-2538) อ.เมือง จ.สงขลา..... 15
ตาราง 2-2	พายุหมุนที่พัดผ่านจังหวัดสงขลาและพื้นที่ข้างเคียงระหว่าง พ.ศ. 2514-2543..... 20
ตาราง 2-3	ขนาดตะกอนจากรายงาน Songkhla Interim..... 21
ตาราง 2-4	ขนาดตะกอนจากรายงาน The Master Plan Study for The Coastal Channels and Ports Development in The Kingdom of Thailand..... 21
ตาราง 2-5	ระดับน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณท่าเรือสงขลา..... 25
ตาราง 2-6	ความเร็วกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง..... 26
ตาราง 2-7	ความเร็วกระแสน้ำบริเวณปากทางเข้าทะเลสาบสงขลา..... 26
ตาราง 3-1	คุณสมบัติเบื้องต้นของคลื่น..... 28
ตาราง 4-1	ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นนัยสำคัญ ทุ่นสงขลา..... 45
ตาราง 4-2	ตัวอย่างข้อมูลสำรวจทางสมุทรศาสตร์ทุ่นสตูล..... 47
ตาราง 4-3	เดือนที่มีข้อมูลของทุ่นสตูล..... 48
ตาราง 4-4	เปอร์เซ็นต์ความเร็วลมทุ่นสตูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544..... 48
ตาราง 4-5	เปอร์เซ็นต์ทิศทางลมทุ่นสตูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544..... 49
ตาราง 4-6	เปอร์เซ็นต์ความสูงคลื่นนัยสำคัญทุ่นสตูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544..... 56
ตาราง 4-7	เปอร์เซ็นต์ทิศทางคลื่นทุ่นสตูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544..... 57
ตาราง 4-8	สรุปความสูงคลื่นนัยสำคัญทุ่นสตูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544..... 58
ตาราง 4-9	เปอร์เซ็นต์คาบคลื่นนัยสำคัญทุ่นสตูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544..... 59
ตาราง 4-10	สรุปคาบคลื่นนัยสำคัญทุ่นสตูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544..... 60
ตาราง 4-11	เปอร์เซ็นต์ความเร็วลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2524-2532..... 62
ตาราง 4-12	เปอร์เซ็นต์ทิศทางลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2524-2532..... 63
ตาราง 4-13	เปอร์เซ็นต์ความเร็วลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2533-2544..... 64
ตาราง 4-14	เปอร์เซ็นต์ทิศทางลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2533-2544..... 65
ตาราง 4-15	เปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่เป็นศูนย์..... 67
ตาราง 4-16	ช่วงเวลาการสำรวจทำแผนที่ท้องน้ำชายฝั่ง..... 70
ตาราง 5-1	เปอร์เซ็นต์ทิศทางคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลาจากข้อมูลทุ่นสตูล ระหว่าง พ.ศ. 2534-2543..... 80

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตาราง 5-2	เปอร์เซ็นต์ความสูงคลื่นนัยสำคัญบริเวณชายฝั่งสงขลา ในทิศทางที่พิจารณา..... 81
ตาราง 5-3	การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งหน้าเขื่อนคักตะกอนสงขลาในแต่ละช่วงปี..... 87
ตาราง 5-4	การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งหน้าเขื่อนคักตะกอนสงขลา เทียบกับ พ.ศ. 2514..... 87
ตาราง 5-5	ปริมาณการเปลี่ยนแปลงตะกอนที่องน้ำชายฝั่งสงขลา ..... 90
ตาราง 5-6	การเปลี่ยนแปลงที่องน้ำชายฝั่งระหว่าง พ.ศ. 2514-2543..... 91
ตาราง 5-7	ปริมาณการทับถมตะกอนหน้าเขื่อนคักตะกอน..... 96
ตาราง 5-8	เปรียบเทียบปริมาณการเปลี่ยนแปลงของตะกอนที่องน้ำกับปริมาณตะกอน ทับถมหน้าเขื่อนคักตะกอนสงขลา..... 97
ตาราง 5-9	เปอร์เซ็นต์การเกิดคลื่น ระหว่าง พ.ศ.2536-2539..... 98
ตาราง 5-10	เปอร์เซ็นต์การเกิดคลื่น ระหว่าง พ.ศ.2539-2543..... 98



## สารบัญรูป

	หน้า	
รูป 1-1	เขื่อนดักตะกอนท่าเรือน้ำลึกสงขลา.....	3
รูป 1-2	ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	5
รูป 2-1	เขื่อนดักตะกอนท่าเรือน้ำลึกสงขลา.....	13
รูป 2-2	ทิศทางและช่วงเวลาของลมมรสุมและลมพายุจรที่มีผลต่อพื้นที่.....	14
รูป 2-3	สภาพอากาศจังหวัดสงขลา.....	16
รูป 2-4	ผังลมสงขลาคาบ 10 ปี (พ.ศ.2524-2533) สถานีตรวจอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.....	18
รูป 2-5	ทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน.....	19
รูป 2-6	ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างตะกอน.....	22
รูป 2-7	ชั้นดินบริเวณร่องน้ำสงขลา.....	23
รูป 2-8	ชั้นดินบริเวณท่าเรือสงขลา.....	24
รูป 2-9	ตำแหน่งจุดสำรวจความเร็วกระแสน้ำ.....	26
รูป 3-1	องค์ประกอบต่างๆของคลื่น.....	27
รูป 3-2	การหักเหของคลื่น.....	30
รูป 3-3	การกระจายตัวของคลื่น.....	31
รูป 3-4	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเมื่อคลื่นทำมุม 60°.....	32
รูป 3-5	การสะท้อนของคลื่น.....	32
รูป 3-6	รูปแบบการแตกตัวของคลื่น.....	33
รูป 3-7	การเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง.....	34
รูป 3-8	ขอบเขตของแบบจำลองประเภทต่างๆ.....	36
รูป 3-9	การคำนวณการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยใช้ทฤษฎี One- Line.....	40
รูป 4-1	ตำแหน่งสถานีวัดข้อมูลของพื้นที่ศึกษา.....	42
รูป 4-2	กราฟข้อมูลสำรวจคลื่นลมทุนสงขลา เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2537.....	44
รูป 4-3	ผังลมทุนสตูล ระหว่าง พ.ศ. 2534-2544.....	52
รูป 4-4	ผังคลื่นทุนสตูล ระหว่าง พ.ศ. 2534-2544.....	55
รูป 4-5	ผังลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2533-2544.....	66
รูป 4-6	แผนที่ร่องน้ำชายฝั่งบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา พ.ศ. 2539.....	71
รูป 4-7	ท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา พ.ศ.2539.....	72
รูป 4-8	การหาพื้นที่หน้าตัดของแต่ละหน้าตัด.....	74



## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูป 4-9 การจำลองชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา.....	75
รูป 4-10 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ K1 และ K2 ช่วงเวลา พ.ศ. 2536-2539.....	77
รูป 4-11 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ. 2536-2539.....	78
รูป 4-12 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ. 2539-2543.....	78
รูป 5-1 ทิศทางคลื่นที่มีอิทธิพลต่อชายฝั่งสงขลา.....	80
รูป 5-2 ฝั่งคลื่น จ.สงขลา จากข้อมูลทุ่นสตูล.....	82
รูป 5-3 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ +0.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	84
รูป 5-4 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -1.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	84
รูป 5-5 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -2.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	84
รูป 5-6 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -3.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	85
รูป 5-7 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -4.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	85
รูป 5-8 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -5.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	85
รูป 5-9 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -6.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	86
รูป 5-10 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -7.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ.2514.....	86
รูป 5-11 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งของแต่ละพื้นที่.....	89
รูป 5-12 รูปตัดชายฝั่งระยะ +500.00 ม. จากเขื่อนดักตะกอน.....	89
รูป 5-13 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ. 2514-2532.....	92
รูป 5-14 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ. 2532-2533.....	92
รูป 5-15 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ. 2533-2536.....	93
รูป 5-16 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ. 2536-2539.....	93
รูป 5-17 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ. 2539-2543.....	94
รูป 5-18 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ. 2514-2543.....	94
รูป 5-19 ทะเลสาบสงขลา.....	100

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูป 5-20 ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนจากแบบจำลอง.....	101
รูป 5-21 ผลการจำลองชายฝั่งระหว่าง พ.ศ. 2514-2543.....	103



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทย หลายแห่งประสบปัญหาการกัดเซาะ และทับถมอย่างมาก มูลเหตุของปัญหามีหลายประการด้วยกัน ทั้งโดยธรรมชาติและจากการเปลี่ยนแปลงธรรมชาติโดยการกระทำของมนุษย์ ปัญหาดังกล่าวได้ทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากมีการใช้พื้นที่เพื่อประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ และมีการพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล เช่น มีการสร้างท่าเรือ การก่อสร้างนิคมอุตสาหกรรมติดชายฝั่ง และโครงสร้างป้องกันชายฝั่ง (coastal structure) สิ่งก่อสร้างเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่ง ทั้งการกัดเซาะและทับถม ในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ทำให้ทราบสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่ง และเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งกับลักษณะของคลื่นเมื่อคลื่นเข้าหาชายฝั่ง ตลอดจนมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนงาน ป้องกันชายฝั่งและการเลือกวิธีการปรับปรุงรักษาร่องน้ำ เช่น การสร้างเขื่อนดักตะกอน ตำแหน่งและขนาดของเขื่อนกันคลื่น เป็นต้น ในปัจจุบันแบบจำลองคณิตศาสตร์มีแนวโน้มให้ความถูกต้อง ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ซึ่งแต่ละแบบจำลองจะต้องทำการเปรียบเทียบและสอบเทียบ เพื่อให้ผลการจำลองมีความถูกต้องสอดคล้องกับลักษณะที่เกิดขึ้นจริงในสภาพธรรมชาติมากที่สุด

ท่าเรือน้ำลึกสงขลาเป็นท่าเรือที่สำคัญแห่งหนึ่งบริเวณภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งได้พัฒนามาเป็นเวลากว่า 25 ปี มีการก่อสร้างโครงสร้างเพื่อป้องกันรักษาร่องน้ำ และอำนวยความสะดวกในการเดินเรือ ส่งผลผลกระทบต่อชายฝั่งในบริเวณนั้นเป็นอย่างมาก เช่นการทับถมของตะกอนทรายบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอน (jetty) ด้านใต้ การกัดเซาะของชายฝั่งในบริเวณด้านเหนือของโครงการ การตื้นเขินของร่องน้ำเดินเรือ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้ มุ่งเน้นที่จะศึกษาการทับถมตะกอนบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอน ที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดู และประจำปี ในบริเวณเขื่อนดักตะกอน ของท่าเรือน้ำลึกสงขลา เพื่อให้เข้าใจกลไกการเคลื่อนตัวและการทับถมของตะกอนในบริเวณดังกล่าว ผลการศึกษาครั้งนี้คาดว่า จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษากการทับถมตะกอน ตลอดจนการดำเนินการพัฒนาท่าเรือในอนาคตต่อไป

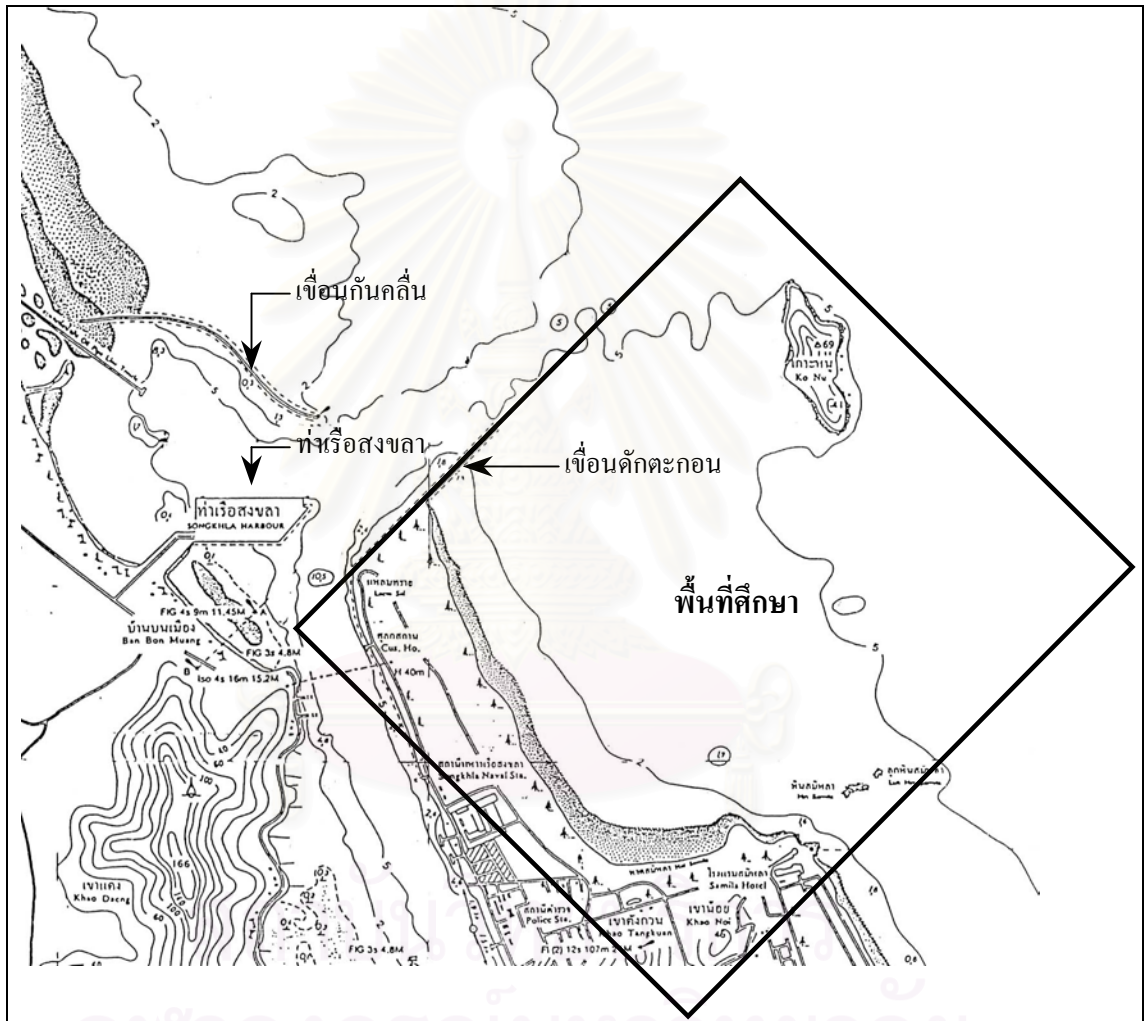
## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาลักษณะของคลื่นในบริเวณท่าเรื่อน้ำลึกสงขลา
2. ศึกษาการทับถมของตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอน
3. จำลองการทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอน
4. วิเคราะห์การทับถมของตะกอนและผลการจำลอง
5. สรุปผลการศึกษาด้านการทับถมตะกอน

## 1.3 ขอบข่ายการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่ศึกษาลักษณะของคลื่นบริเวณพื้นที่ศึกษา และการทับถมตะกอน จากนั้นทำการจำลองหาการทับถม การเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งบริเวณเขื่อนดักตะกอนของท่าเรื่อน้ำลึกสงขลา โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงกำหนดขอบข่ายการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ขอบเขตพื้นที่การศึกษาได้กำหนดพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณเขื่อนดักตะกอน ของท่าเรื่อน้ำลึกจังหวัดสงขลา ดังแสดงในรูป 1-1 มีความยาวชายฝั่งประมาณ 3 กิโลเมตร
2. วิเคราะห์ทางสถิติของลักษณะลมและคลื่นที่ผ่านมาในอดีตจากข้อมูล 3 แหล่ง คือ ข้อมูลสมุทรศาสตร์ทუნสงขลา ข้อมูลสมุทรศาสตร์ทูนสตูล ข้อมูลลม จ. สงขลา
3. ศึกษาการทับถมของตะกอนชายฝั่งบริเวณเขื่อนดักตะกอน จากแผนที่ร่องน้ำสงขลา ของกรมเจ้าท่า
4. จำลองการทับถมของตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอนของท่าเรื่อน้ำลึกสงขลา ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ (GENESIS) โดยอาศัยข้อมูลทางสถิติของคลื่นในข้อ (2) เพื่อดูสภาพการทับถมและกัดเซาะจากคลื่น
5. วิเคราะห์ผลการจำลองกับผลที่ได้จากข้อ (3) เทียบกับข้อมูลคลื่น เพื่อหาความสัมพันธ์



ที่มา : กรมเจ้าท่า

รูป 1-1 เขื่อนดักตะกอน ท่าเรือน้ำลึกสงขลา

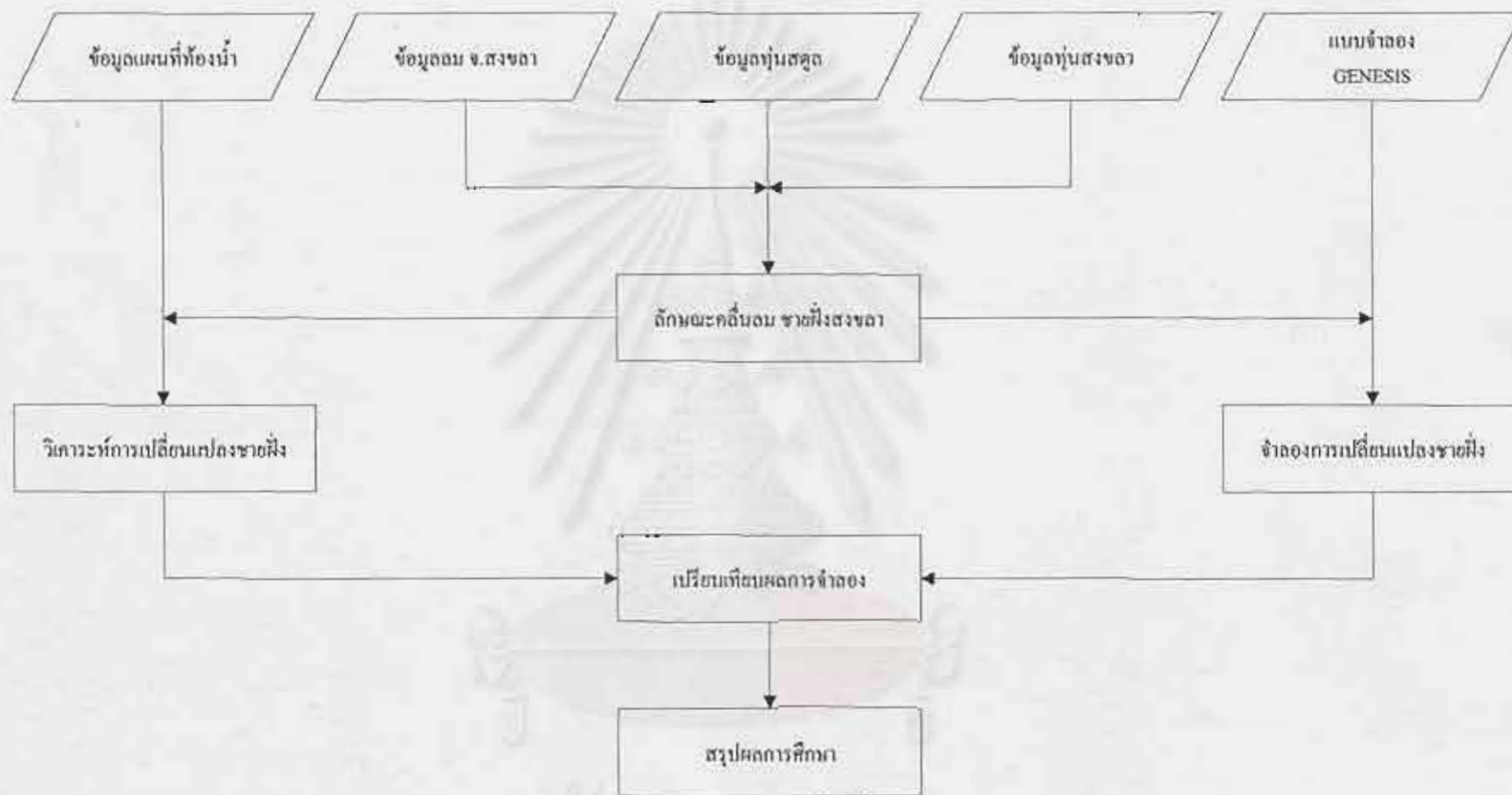
## 1.4 การดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนและแผนการดำเนินงานศึกษาวิทยานิพนธ์ดังรูป 1-2 ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลขั้นต้น ได้แก่ ข้อมูลลม แผนที่ร่องน้ำ แผนที่เดินเรือ ทบสวน รายงานการศึกษาที่ผ่านมา และเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง
2. เก็บและรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ได้แก่ ข้อมูลคลื่น ประกอบด้วยความสูง ทิศทาง และคาบเวลา ข้อมูลลม คือความเร็วและทิศทาง ลักษณะตะกอน และลักษณะสภาพภูมิประเทศ ณ บริเวณพื้นที่ศึกษา ดังตาราง 1-1
3. ทำอัตราการทำถมตะกอนหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา จากแผนที่ร่องน้ำเดินเรือของกรมเจ้าท่า
4. รวบรวมข้อมูลคลื่น และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่น ลม บริเวณพื้นที่ศึกษา
5. ศึกษาแบบจำลองคณิตศาสตร์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง (GENESIS)
6. จำลองการทำถม และการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง บริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอนด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์
7. วิเคราะห์ผลการจำลองที่ได้กับการเปลี่ยนแปลงจากข้อมูลแผนที่
8. สรุปความสัมพันธ์ที่ได้
9. จัดทำวิทยานิพนธ์

ตาราง 1-1 แหล่งข้อมูลบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา

แหล่งข้อมูล	ชนิด	ปี พ.ศ.	มาตราส่วน	หมายเหตุ
1. กรมเจ้าท่า	แผนที่ร่องน้ำ	2514 , 2532 , 2533 , 2536 , 2539 , 2543	1:10,000	
2. พุนสงขลา (สทอภ.)	ข้อมูลลม คลื่น	2536 , 2537 , 2542	-	ราย 3 ชั่วโมง
3. พุนสตูล (บ. ยูโนแคล จำกัด)	ข้อมูลลม คลื่น	2534 – 2544	-	ราย 20 นาที
4. กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลลม	2524-2544	-	ราย 3 ชม.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 1-2 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา



## 1.5 การศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในอดีตถึงปัจจุบัน มีผู้ให้ความสนใจศึกษามากมาย ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในต่างประเทศหรือในประเทศ ซึ่งรูปแบบลักษณะของการศึกษาสามารถจัดเป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้

1. การศึกษาที่มุ่งเน้นหาสาเหตุและปัญหาของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เพื่อที่สามารถหาแนวทางป้องกันและแก้ไขได้อย่างถูกต้อง
2. การศึกษาที่มุ่งเน้นพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปัญหา ทั้งการศึกษาทดลองจากแบบจำลองทางกายภาพ จากการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือเทคนิคอื่นๆ

ผลการศึกษาดังกล่าวได้รวบรวมแสดงโดยสังเขปดังต่อไปนี้

### 1.5.1 การศึกษาในประเทศ

กรมเจ้าท่า (2524) ได้ศึกษาออกแบบก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกสงขลา โดยใช้แบบจำลองทางกายภาพศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอน ได้เสนอให้ต่อเติมเขื่อนดักตะกอนออกไปอีก 300 ม. และสร้างเขื่อนกันคลื่นด้านเหนือเพื่อป้องกันคลื่นบริเวณท่าเรือ ลักษณะคลื่นลมทำนายนจากข้อมูลลมของกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วง พ.ศ. 2494-2518 มีทิศทางหลัก คือ ทิศ E มีการเคลื่อนที่ตะกอนสุทธิ 59000 ลบ.ม.ต่อปี

ชัยพันธุ์ รักรวิชัย และสุจริต คุณชนกุลวงศ์ (2528) ได้สำรวจสภาพชายฝั่งปากพนัง ปากกระจะ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 24 - 25 ตุลาคม 2528 ได้ข้อสรุปว่า แนวชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยของจังหวัดนครศรีธรรมราช ถูกกัดเซาะอย่างต่อเนื่องในช่วง 10 - 20 ปีที่ผ่านมา โดยอัตราการถดถอยของชายฝั่งประมาณ 8 เมตร/ปี และคาดว่า การกัดเซาะและถดถอยของแนวชายฝั่งเกิดขึ้นตลอดแนวชายฝั่งด้านอ่าวไทยของภาคใต้ตอนกลางและตอนล่าง และมีความสัมพันธ์กันตลอดแนว โดยมีอัตราการกัดเซาะและถดถอยประมาณ 15 - 30 เมตร/ปี ตามความรุนแรงของสภาพคลื่นที่เกิดขึ้น

เอกวิทย์ เต้ (2529) ได้ศึกษาลักษณะคลื่นกระแสน้ำ และตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง บริเวณระหว่างปากแม่น้ำโกลกถึงเขาดันหยง ยาวประมาณ 40 กม.โดยอาศัยสถิติข้อมูลคลื่นที่วัดในทะเลจีนใต้จากเรือสังเกตการณ์ของสำนักงานอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย



ในระหว่างปี 2492 - 2525 และแผนที่อุทกศาสตร์ซึ่งสำรวจโดยกรมอุทกศาสตร์แห่งราชนาวิไทย ระหว่างปี 2503 - 2506 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณการหักเหของคลื่น จะได้รูปแบบการเคลื่อนที่ของคลื่นเข้าสู่ฝั่ง ซึ่งทำให้สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การหักเหของคลื่น ลักษณะต่าง ๆ ของคลื่นบริเวณคลื่นแตกตัว พลังงานคลื่น การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนชายฝั่ง ได้ พบว่าชายฝั่งมีแนวโน้มการกัดเซาะสูญเสียประมาณ 4.763 ล้านลูกบาศก์เมตร / ปี หรือ 125 ลูกบาศก์เมตร / ปี / เมตร ของชายฝั่ง ซึ่งพอเป็นข้อสรุปว่าชายฝั่งตลอดแนวนี้นี้จะถูกกัดเซาะทำให้ชายฝั่งถดถอยอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์ (2529) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลในรายละเอียด ตลอดจนการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบอันเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงโดยการเลือกพื้นที่ ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างปากแม่น้ำโกลกถึงเขาดันหยง ความยาวชายฝั่งประมาณ 35 กม. พบว่ามีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ย 0.10-10 ม./ปี บริเวณ 3-4 กม. จากปากแม่น้ำ และมีการทับถมเฉลี่ย 0.1-4 ม./ปี บริเวณบ้านปลูตาเจ๊ะมูดถึงเขาดันหยง และพบว่ามีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งจากปากแม่น้ำโกลกระหว่าง ก.ย. 2526 - ต.ค. 2527 ความยาวชายฝั่งประมาณ 8 กม. ถูกกัดเซาะประมาณ 40-50 ม. สาเหตุหรือองค์ประกอบหลักในการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งพื้นที่ศึกษา 35 กม. คือ คลื่น การเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนชายฝั่ง และเหตุการณ์พิเศษในทะเลจันใต้ การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณพื้นที่ที่ศึกษาตลอดจนชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่างเป็นการเปลี่ยนแปลงตามขบวนการชายฝั่งทะเล (coastal process) และมีแนวโน้มจะเกิดต่อไปในอนาคตจนกระทั่งถึงจุดสมดุลของการเปลี่ยนแปลงคือการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ลักษณะของอ่าวสมดุลย์

สกล ห่อวโนทยาน (2531) ได้ศึกษาวิจัยการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำโกลกและเขาดันหยงยาวประมาณ 35 กม. โดยวิธีการสร้างเขื่อนกันคลื่นเป็นช่วง ๆ (detached breakwater) เพื่อทำหน้าที่เป็นหัวหาด (headland) ที่มั่นคงให้กับชายฝั่ง ได้กำหนดเขื่อนกันคลื่นที่พบว่าเกิดการกัดเซาะโดยมีความยาวเขื่อน 50 ม. ระยะทางจากฝั่งถึงเขื่อนประมาณ 50 ม. ระยะช่องว่างระหว่างเขื่อน 200 ม. ระยะเว้าจากชายฝั่งจากแนวหัวหาดเกิดขึ้นประมาณ 45 ม. สำหรับชายฝั่งปากแม่น้ำกำหนดให้ระยะช่องว่างระหว่างเขื่อนลดลงเหลือ 50 ม. เพื่อป้องกันแรงปะทะของกระแสน้ำจากแม่น้ำโกลก ระยะเว้าของชายฝั่งบริเวณนี้ประมาณ 25 ม. และพบว่าจะมีการก่อรูปของตะกอนด้านหลังเขื่อนเป็นพื้นทรายพื้นน้ำ (tombolo) ขึ้นออกจากชายฝั่งชิดด้านหลังเขื่อนตลอดแนวชายฝั่ง

โชคพิพัฒน์ เลิศพวงศ์อารยะ (2532) ได้ศึกษาอิทธิพลของคลื่นและการแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำ โดยอาศัยการทดลองทางชลศาสตร์บริเวณปากแม่น้ำโกลก จากผลการ

ศึกษา พบว่า ความสูงของคลื่น ความลาดชันของชายฝั่ง และกระแสน้ำจากแม่น้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปากแม่น้ำ

สุพจน์ จารุลักษณะ (2534) ได้ทำการศึกษาลักษณะของคลื่นและการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ในบริเวณเขื่อนกันทรายจังหวัดสงขลา และได้ใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาระหว่าง พ.ศ.2524-2530 จำนวน 7 ปี มาพยากรณ์คลื่น โดยใช้ 3 วิธีได้แก่วิธี SMB , PM และ JONSWAP ปรากฏว่าวิธี JONSWAP ให้ผลที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด คือ 0.46 ม. ลักษณะคลื่นบริเวณสงขลาจากการทำนายด้วยวิธี JONSWAP ได้ว่า คลื่นมีความสูงประมาณ 1-1.50 ม.เกิดขึ้นประมาณ 22 % และขนาด 0.5-1.50 ม. เกิดขึ้น 10 % ทิศทางการเคลื่อนที่ส่วนมากเกิดในทิศทาง E 18 % และ ทิศทาง ENE 12 % มีช่วงเวลาคคลื่นลมสงบประมาณ 52 % การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากแบบจำลอง N-Line พบว่ามีตะกอนเคลื่อนที่ตามแนวชายฝั่งทิศขึ้นเหนือประมาณ 128,280 ลบ.ม.ต่อปี การเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่ง 42,223 ลบ.ม.ต่อปี

สุธรรม วิสุทธิเมธีกร (2539) ได้ศึกษาเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการประมาณอัตราการตกตะกอนในร่องน้ำกรุงเทพฯ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า สภาพการไหลสุทธิของกระแสน้ำจากแม่น้ำจะไหลออกจากปากแม่น้ำโดยทิศทางการไหลมีแนวโน้มไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ การไหลในร่องน้ำจะมีขนาดมากบริเวณปากแม่น้ำและลดลงไปในแนวร่องน้ำจนถึงบริเวณทางโค้งของร่องน้ำ (กม.5-6) สภาพคลื่นโดยเฉลี่ยในแนวร่องน้ำมีขนาดเล็ก คลื่นจะพัดผ่านร่องน้ำและแตกตัวใกล้ชายฝั่ง การฟุ้งกระจายของตะกอนฟุ้งกระจายมากบริเวณปากแม่น้ำและแพร่มาถึงบริเวณทางโค้งของร่องน้ำ จากนั้นความเข้มข้นจะลดลงอย่างมากตามแนวถึงขอบเขตนอกชายฝั่ง พารามิเตอร์ในการคำนวณอัตราการตกตะกอนในการศึกษาครั้งนี้คือ ค่าคงที่การแพร่เท่ากับ 0.15 และค่าความเร็วในการตกตะกอนเท่ากับ 5.0 เซนติเมตรต่อวินาที

พรสิทธิ์ สิทธิวันชัย (2540) ได้ศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำ ต่อการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำโกลกโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบกับแบบจำลองชลศาสตร์ปากแม่น้ำโกลก ของกรมชลประทาน ปี พ.ศ.2532 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาแตกตัวที่ชายฝั่ง ความสูงคลื่นแตกตัว ขึ้นอยู่กับความชันคลื่นน้ำลึก ความลาดชันชายฝั่งและชนิดของการแตกตัว คลื่นที่พัดเข้าสู่ชายฝั่งลาดชันน้อยเกิดการแตกตัวเร็วกว่าความลึกตามทฤษฎีคลื่นน้ำลึก กระแสน้ำปากแม่น้ำได้รับอิทธิพลจากอัตราการไหลและคลื่นบริเวณปากแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำโกลกเป็นผลมาจากคลื่นโดยตรง

กรมเจ้าท่า (2542) ได้ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม และสำรวจ ออกแบบ เพื่อขยายการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกสงขลา-ภูเก็ต โดยทำนายคลื่นจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาสงขลา ด้วยวิธี JONSWAP พบว่าคลื่นส่วนใหญ่มีทิศทาง E กับ ESE ความสูงคลื่นส่วนใหญ่มีขนาด 0-0.5 ม.และ 0.5-1.0 ม. เกิดขึ้นเท่ากันประมาณ ขนาดละ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อแก้ปัญหาการตกตะกอนในร่องน้ำเดินเรือ ได้เสนอให้ต่อความยาวของเขื่อนกันคลื่นด้านเหนือเพิ่มอีก 450 ม. แต่ให้วางตัวขนานกับเขื่อนดักตะกอนด้านใต้ และสร้างรบบังคับกระแสน้ำบริเวณปากทะเลสาบสงขลา เพื่อให้กระแสน้ำสามารถพัดพาตะกอนออกไป

อนุรักษ ศรีอริยวัฒน์ (2544) ได้ศึกษาหารูปร่างของชายฝั่งสมดุลงที่เกิดขึ้นหลังเขื่อนกันคลื่นแยก โดยใช้แบบจำลอง GENESIS ของ US. Army Corps of Engineer โดยให้ชายฝั่งทะเลเริ่มต้นเป็นเส้นตรง ซึ่งมีเขื่อนกันคลื่นแยกป้องกันตลอดชายฝั่ง และคลื่นกระทำแนวเฉียง ผลการทดสอบแบบจำลองพบว่า ช่วงการคำนวณมีผลต่อการจำลอง โดยการคำนวณที่ละเอียดให้การทับถมหลังเขื่อนกันคลื่นแยกมากกว่า ระยะห่างของเขื่อนกันคลื่นแยกกับชายฝั่งที่เปลี่ยนไปไม่ส่งผลต่อการจำลอง และพบว่าแบบจำลองมีข้อควรระวังค่อนข้างมาก โดยเฉพาะบริเวณของเขตของพื้นที่ศึกษา อีกทั้งยังมีข้อจำกัดในเรื่องการเกิด Tombolo

กรมเจ้าท่า (2544) ได้ศึกษาแผนแม่บทในการพัฒนาท่าเรือบริเวณภาคใต้ตอนล่าง โดยได้รับความร่วมมือจาก JICA ในส่วนของท่าเรือน้ำลึกสงขลา พบว่าในร่องน้ำท่าเรือมีอัตราการตกตะกอนมาก คือประมาณ 10,000-100,000  $m^3$  ต่อปี และจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ความสูงคลื่น 1 ม. คาบคลื่น 8 วินาที ได้ว่าบริเวณท่าเรือ และร่องน้ำเดินเรือคลื่นจะสงบ เนื่องจากถูกบังด้วยเกาะต่างๆที่อยู่นอกชายฝั่ง ส่วนการกัดเซาะพบบริเวณด้านเหนือของเขื่อนกันคลื่น เมื่อคลื่นมาทาง NE+30 เป็นเวลา 10 ชม. เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอน 3.0 ลบ.ม. และ เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอน 1.9 ลบ.ม. เมื่อคลื่นมาทาง NE-30 เป็นเวลา 10 ชม.เช่นเดียวกัน

สมปรารถนา (2545) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งปากพนังรวมทั้งชายฝั่งใกล้เคียงจากภาพถ่ายทางอากาศ พบว่าชายฝั่งปากพนังมีการเปลี่ยนแปลงทั้งกัดเซาะและทับถมตลอดแนว ส่วนมากเกิดการทับถม โดยทับถมมากที่สุดในช่วงปี 2538-2542 และเกิดการกัดเซาะมากที่สุดในช่วงปี 2518-2538 ซึ่งเป็นช่วงปีที่เกิดพายุและเหตุการณ์พิเศษบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมากกว่าช่วงปีอื่น บริเวณที่ถูกกัดเซาะอย่างรุนแรงคือชายฝั่งบริเวณบ้านน้ำทรัพย์-น้ำทรัพย์ มีอัตราการกัดเซาะสูงสุด 7.45 เมตร/ปี ในช่วงปี 2538-2542 ซึ่งเกิดหลังจากการสร้างคันกันทรายที่ปากคลองระบายน้ำบ่อคนทีในปี 2527 สำหรับบริเวณชายฝั่งสงขลา เกิดการทับถมหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลาในด้านใต้ และ

เกิดการกัดเซาะอย่างมากในด้านเหนือของท่าเรือน้ำลึก บริเวณธรรมสถานหาดทรายแก้วห่างจากท่าเรือประมาณ 2 กิโลเมตร

### 1.5.2 การศึกษาในต่างประเทศ

Sawaragi T., et al. (1984) ศึกษาทดลองการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ กระแสน้ำ และการเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำ ในบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งมีทั้งคลื่นและกระแสน้ำในเวลาเดียวกัน โดยทำการทดลองแบบจำลองทางกายภาพและทางคณิตศาสตร์เปรียบเทียบกัน การศึกษารั้งนี้พบว่าคลื่นทำให้ระดับน้ำบริเวณปากแม่น้ำมีระดับเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกรณีไม่มีคลื่น และผลการคำนวณด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ผลใกล้เคียงกับแบบจำลองทางกายภาพ

Birkemeier W. A. (1985) ได้ทำการศึกษาความลึกของท้องน้ำชายฝั่งที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง (Close-out Depth) จากการเก็บข้อมูลของ Coastal Engineering Research Center (CERC) บริเวณมหาสมุทร Atlantic ใน Northeastern North Carolina ได้ว่าความลึกของท้องน้ำชายฝั่งที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับความสูงคลื่น คือ  $d_c = 1.57H_c$

Jong - Sup L , et at. (1986) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการแตกตัวของคลื่นบริเวณปากแม่น้ำ โดยใช้ทฤษฎีของ non - linear dispersive wave และในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงของคลื่น ได้พิจารณาผลจาก shoaling wave - current interaction และ wave breaking ผลการคำนวณเมื่อเทียบกับผลการทดลอง พบว่าแบบจำลองให้ค่าใกล้เคียงกับค่าทดลอง และในการหาค่า wave - induced current โดยคำนวณจากค่า excess momentum flux จะได้ค่าใกล้เคียงกว่า radiation stress ที่คำนวณจากทฤษฎี small amplitude wave

Hanson H. , Kraus N. C. (1991) ได้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง GENESIS โดยจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณ Lorain , Ohio เมื่อทำการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลองแล้ว ได้ผลการจำลองที่ดี จากนั้นจึงทำการจำลองการปรับปรุงโครงสร้างเพื่อรักษาชายฝั่งต่อไป

Sawaragi T, et al. (1991) ได้ทำการศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คำนวณหาลักษณะการตกตะกอนในทางน้ำเดินเรือที่มีสาเหตุมาจากการพัดพาของคลื่นและกระแสน้ำ กระบวนการตั้งเงินของทางน้ำถูกอธิบายในลักษณะ 2 มิติ ของคลื่นและกระแสน้ำกระทำในบริเวณทางน้ำในทิศทางจริง ในแบบจำลองใช้สมการ two dimensional advection - diffusion เพื่อประมาณค่า settling flux ของ nonequilibrium suspended sediment และในการคำนวณใช้วิธี 6 Point

Method และ Split Operator Approach พบว่า ขบวนการตื่นเงินของทางน้ำสามารถคำนวณโดยแบบจำลองนี้ได้

Gravens M. B. (1995) ทำการวิเคราะห์ถึงผลความละเอียดของข้อมูลคลื่นต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ด้วยแบบจำลอง GENESIS โดยข้อมูลคลื่นนำเข้าจากแบบจำลอง RCPWAVE จะมีความละเอียดของกริดต่างกัน และจากแบบจำลองใน GENESIS พบว่าเมื่อชายฝั่งมีลักษณะเป็นเส้นตรง การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งไม่แตกต่างกับมากนัก และเมื่อชายฝั่งมีลักษณะโค้งไม่สม่ำเสมอ ข้อมูลคลื่นที่พิจารณาถึงผลของสภาพท้องน้ำจะให้ผลการจำลองที่ดีกว่า

Larson M. , Hanson H. and Kraus N. C. (1997) ได้เสนอการวิเคราะห์สมการทางคณิตศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงบริเวณโครงสร้างโดยใช้หลักการของแบบจำลอง One – Line ซึ่งประกอบไปด้วย เชือกกันคลื่น เชือกตักตะกอน กำแพงกันคลื่น และรอดักทราย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 2

### สภาพของพื้นที่ศึกษา

ในบทนี้ได้กล่าวถึงลักษณะทางกายภาพโดยทั่วๆของพื้นที่ศึกษา โดยประกอบไปด้วย สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และ สภาพทางอุทกศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแปรต่างๆที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชายฝั่ง ดังนี้

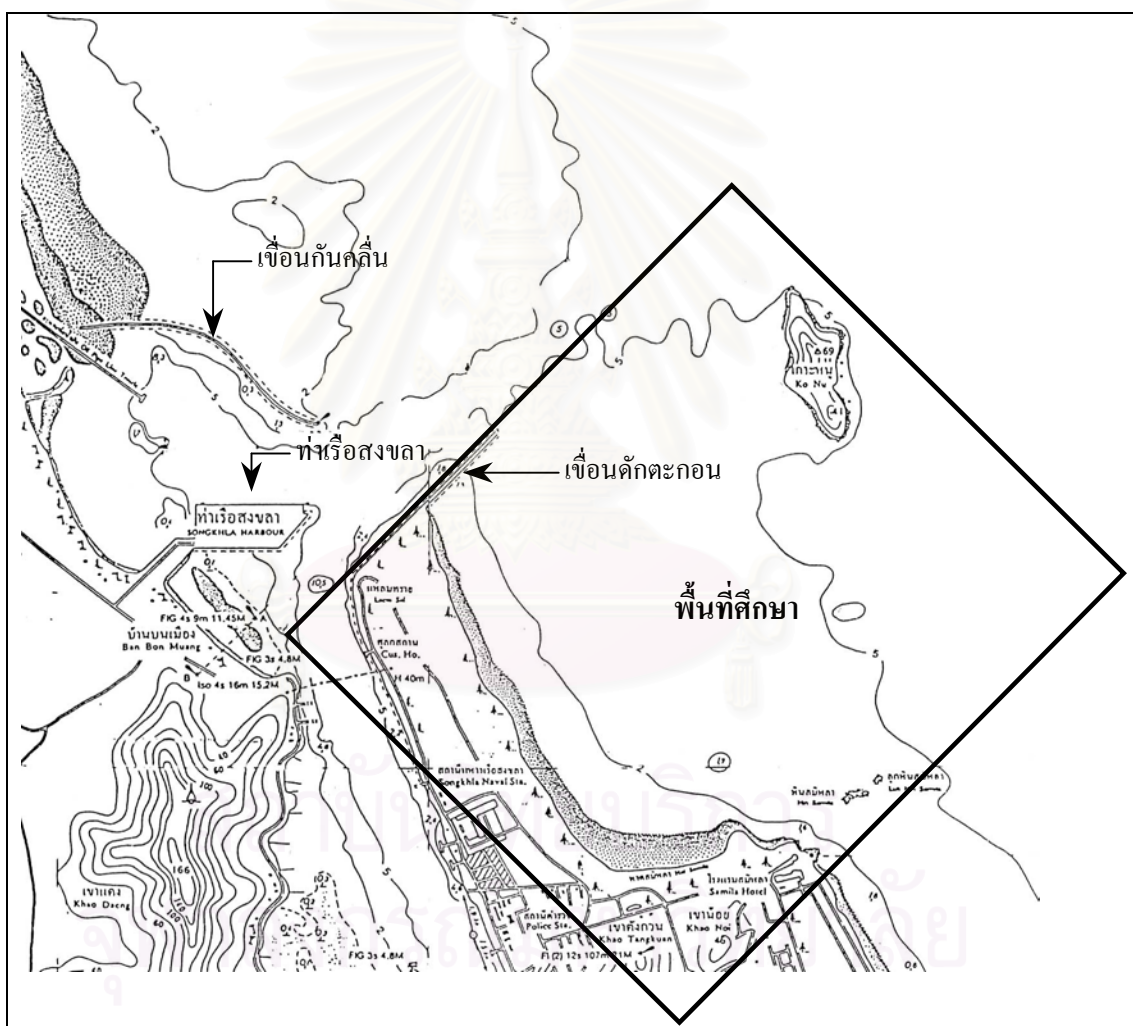
#### 2.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ศึกษาอยู่ทางด้านใต้ของท่าเรือน้ำลึกสงขลา ปากทางเข้าทะเลสาบสงขลา ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของภาคใต้ตอนล่าง ดังแสดงในรูป 2-1 อยู่ในเขต อ. เมือง จ. สงขลา ระหว่างเส้นรุ้งที่  $07^{\circ}40'$  เหนือ และ เส้นแวงที่  $100^{\circ}35'$  ตะวันออก เริ่มต้นจากบริเวณเขื่อนคัคตะคอน (jetty) ผ่านแหลมสมิหลา มีความยาวชายฝั่งประมาณ 3 กิโลเมตร และมีระยะห่างจากชายฝั่งประมาณ 3.5 กิโลเมตรคิดเป็นพื้นที่ 10.5 ตารางกิโลเมตร เขื่อนคัคตะคอนสร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2512 มีความยาวประมาณ 700 ม. โดยกรมเจ้าท่า เพื่อป้องกันการตกระลอกในร่องน้ำเดินเรือของทะเลสาบสงขลา ต่อมาในปี พ.ศ. 2530 มีการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกสงขลาขึ้น และได้ต่อเติมเขื่อนคัคตะคอนออกไปอีก 300 ม. เนื่องจากมีการทับถมของตะกอนทราย พร้อมทั้งเขื่อนกันคลื่นยาวประมาณ 1.2 กิโลเมตร ทางด้านเหนือ เพื่อป้องกันคลื่นบริเวณท่าเรือด้วย แนวการวางตัวของชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา มีลักษณะเป็นอ่าวโค้งจากเขื่อนคัคตะคอนจนถึงบริเวณแหลมสมิหลา เนื่องจากการทับถมของตะกอนทราย และลักษณะของแหลมสมิหลาเป็น โคดหินยื่นไปในทะเลทำหน้าที่เป็นหัวหาดได้อย่างดี เมื่อผ่านแหลมสมิหลาลงมาชายฝั่งจะวางตัวเป็นแนวเส้นตรงจนสุดพื้นที่ศึกษา และมีเกาะ 3 เกาะ คือ เกาะหนู เกาะแมว และเกาะขาม อยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 2.5 กิโลเมตร ทำหน้าที่คล้ายกับเขื่อนกันคลื่นในพื้นที่ศึกษาอีกด้วย

#### 2.2 สภาพภูมิอากาศ

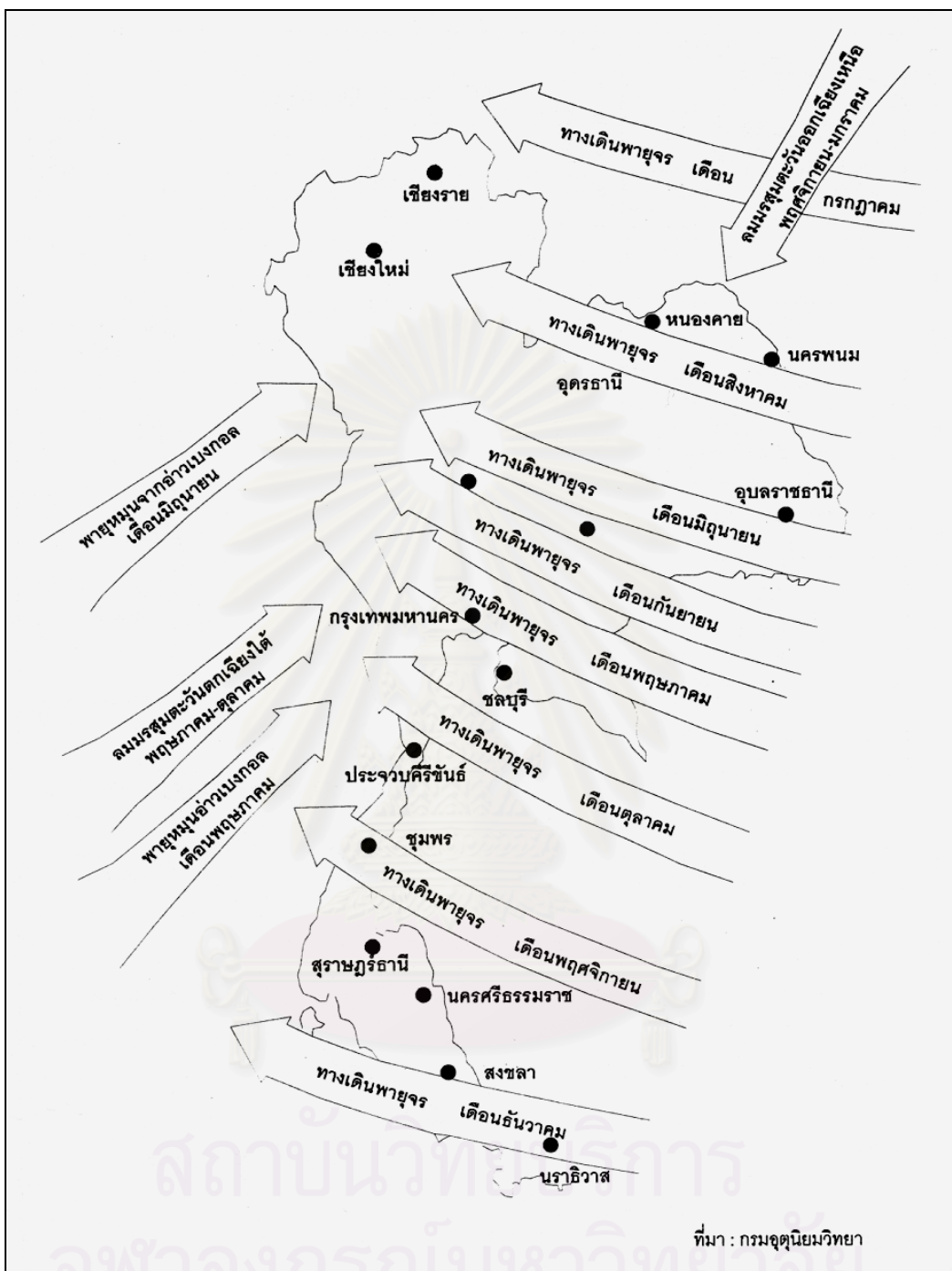
ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาจัดเป็นแบบมรสุมเมืองร้อน เนื่องจากพื้นที่อยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตร และเป็นคาบสมุทรที่ยื่นออกไปในทะเล สภาพอากาศโดยทั่วไปได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ในหนึ่งปีมีเพียง 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อนกับฤดูฝน มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงตลอดปี และมีความชื้นสูง ทำให้มีฝนตกชุกถึง 8 เดือนในหนึ่งปี โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดผ่านอ่าวไทยนำไอน้ำและความชุ่มชื้นเข้าสู่พื้นที่ระหว่าง

เดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ก่อให้เกิดฝนตกชุกในพื้นที่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดผ่านช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมไม่ก่อให้เกิดฝนตกในพื้นที่มากนัก เนื่องจากมีเทือกเขาสูงทางฝั่งตะวันตกวางตัวขวางทิศทางลมไว้ปริมาณฝนส่วนใหญ่จึงตกทางด้านฝั่งทะเลอันดามัน และในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ได้เกิดลมจากทางทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้พัดเข้าแทนที่ เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือถอยไปจากภาคใต้ ซึ่งเป็นลมเฉพาะของภาคใต้ (วรรณิ พุทธาวุฒิไกร, 2546: 19-35) นอกจากนี้พื้นที่ศึกษายังได้รับอิทธิพลจากพายุจรที่มีจุดกำเนิดจากทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิกพัดผ่านทำให้เกิดคลื่นลมแรง พายุฝนฟ้าคะนอง และฝนตกหนักอีกด้วย ทิศทางและช่วงเวลาของลมมรสุมและลมพายุจรที่มีผลต่อพื้นที่แสดงดังรูป 2-2



ที่มา : กรมเจ้าท่า

รูป 2-1 เขื่อนดักตะกอน ท่าเรือน้ำลึกสงขลา



รูป 2-2 ทิศทางและช่วงเวลาของลมมรสุมและลมพายุจรที่มีผลต่อพื้นที่

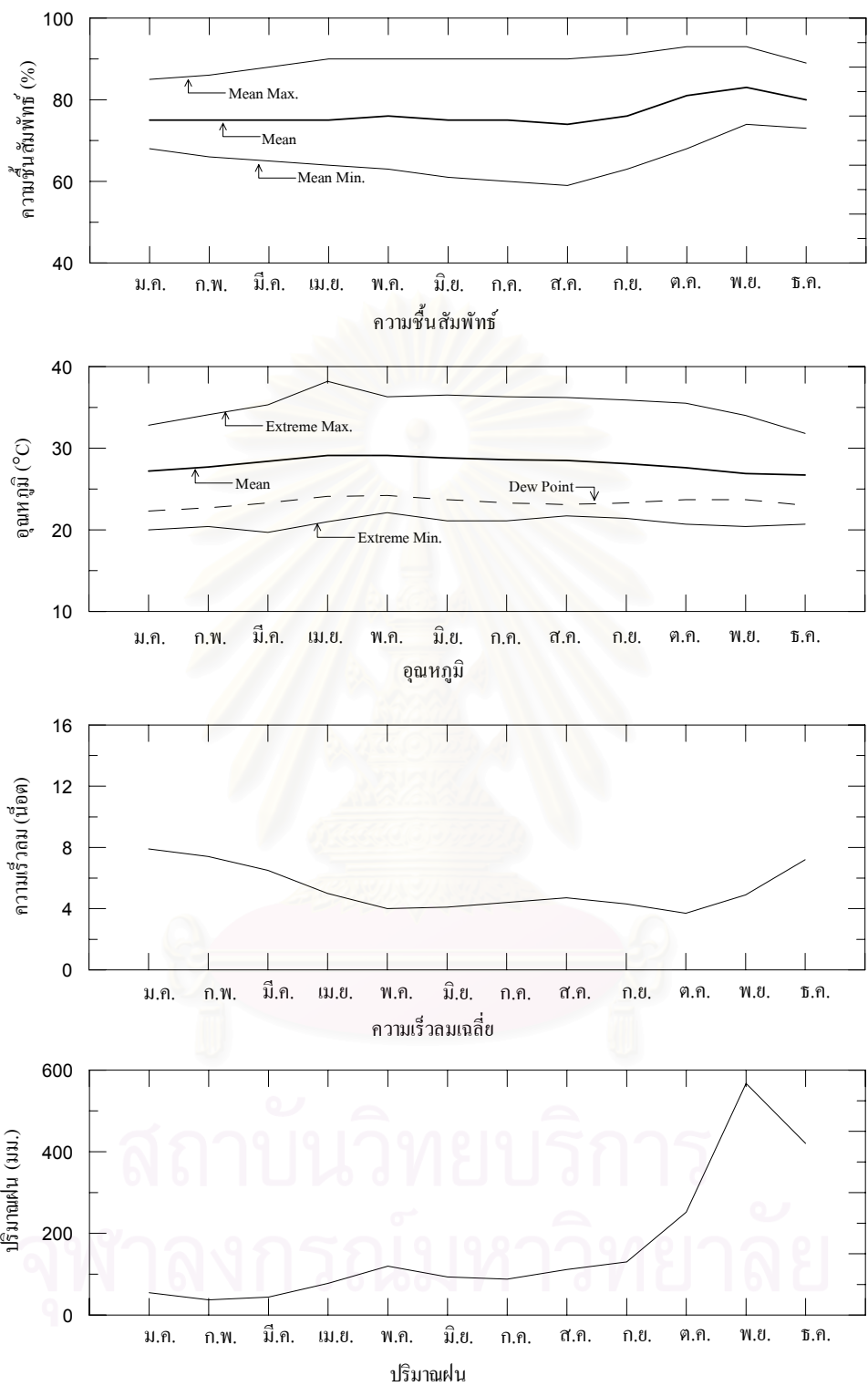
จากการรวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในช่วง 30 ปี (พ.ศ.2509 - 2538) ของสถานีอุตุนิยมวิทยาสงขลา ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ใกล้พื้นที่โครงการที่สุดดังตาราง 2-1 และรูป 2-3 พบว่าจังหวัดสงขลา มีลักษณะภูมิอากาศดังนี้



ตาราง 2-1 สถิติอุตุนิยมวิทยาในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2508-2538) อ.เมือง จ. สงขลา

Station SONGKHLA	Elevation of station above MSL 4 Meters												
Index station 48568	Height of barometer above MSL 5 Meters												
Latitude 07 12 N	Height of thermometer above ground 1.30 Meters												
Longitude 100 36 E	Height of wind vane above ground 18.00 Meters												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Pressure (Hectopascal)													
Mean	1011.63	1011.2	1010.32	1008.99	1008.32	1008.32	1008.43	1008.74	1009.29	1009.76	1010.25	1011.39	1009.72
Ext. max.	1017.69	1017.81	1018.11	1015.32	1015.08	1014.68	1013.91	1015.02	1016.15	1015.88	1016.7	1017.98	1018.11
Ext. min.	1004.93	1003.35	1002.66	1002.43	1002.62	1003.29	1002.63	1003.01	1002.99	1004.27	1003.58	1005.34	1002.43
Mean daily range	3.26	3.51	3.79	3.82	3.51	3.09	3.12	3.33	3.73	3.97	3.68	3.37	3.52
Temperature (Celsius)													
Mean	27.2	27.7	28.4	29.1	29.1	28.8	28.6	28.5	28.1	27.6	26.9	26.7	28.1
Mean max.	29.6	30.4	31.4	32.4	32.9	32.8	32.7	32.7	32.1	31.0	29.5	29.0	31.4
Mean min.	24.3	24.4	24.6	24.9	25.0	24.7	24.3	24.3	24.2	24.1	24.1	24.1	24.4
Ext. max.	32.8	34.1	35.3	38.2	36.3	36.5	36.3	36.2	35.9	35.5	34.0	31.8	38.2
Ext. min.	20.0	20.4	19.7	21.0	22.1	21.1	21.1	21.7	21.4	20.7	20.4	20.7	19.7
Relative Humidity (%)													
Mean	75	75	75	75	76	75	75	74	76	81	83	80	77
Mean max.	85	86	88	90	90	90	90	90	91	93	93	89	90
Mean min.	68	66	65	64	63	61	60	59	63	68	74	73	65
Ext. min.	47	32	36	43	39	38	37	34	39	40	48	53	32
Dew Point (Celsius)													
Mean	22.3	22.7	23.3	24.1	24.2	23.7	23.3	23.1	23.3	23.7	23.7	23.0	23.4
Evaporation (mm.)													
Mean-pan	156.7	162.9	188.7	177.0	158.6	140.7	145.2	151.1	140.0	127.6	102.8	119.9	1771.2
Cloudiness (0-10)													
Mean	6.3	5.9	6.0	6.5	7.6	7.8	7.9	8.0	8.0	8.2	8.3	7.7	7.4
Sunshine Duration (hr.)													
Mean	256.2	250.0	268.8	256.9	232.2	195.6	207.3	207.2	183.5	172.8	143.2	172.6	2546.3
Visibility (km.)													
0700 L.S.T.	8.4	8.1	8.0	8.5	9.8	9.3	8.8	9.1	9.5	8.9	8.2	8.2	8.7
Mean	10.1	10.3	10.2	10.6	11.5	11.1	10.6	10.8	11.2	10.5	9.8	9.4	10.5
Wind (Knots)													
Mean wind speed	7.9	7.4	6.5	5.0	4.0	4.1	4.4	4.7	4.3	3.7	4.9	7.2	-
Prevailing wind	E	E	E	E	W	W	W	W	W	W	NE,E	E	-
Max. wind speed	33	30	35	33	40	35	99	42	37	45	37	40	99
Rainfall (mm.)													
Mean	54.6	37.0	43.9	77.6	119.5	93.1	88.0	111.4	130.0	252.2	567.3	420.3	1994.9
Mean rainy day	8.9	3.8	5.5	7.6	12.7	12.5	12.3	13.5	14.4	20.3	22.4	19.7	153.6
Daily max	82.2	353.6	148.2	84.9	193.2	86.0	99.5	96.3	110.2	160.2	390.6	286.0	390.6
Number of days with													
Haze	2.1	2.8	4.0	4.7	1.4	2.6	4.8	3.6	0.6	1.0	0.4	2.2	30.2
Fog	0.1	0.1	0.3	0.8	0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	2.7
Hail	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Thunderstorm	0.3	0.6	2.3	7.9	15.6	12.1	10.5	9.9	11.4	13.7	8.5	2.9	95.7
Squall	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา



แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา

รูป 2-3 สภาพอากาศจังหวัดสงขลา

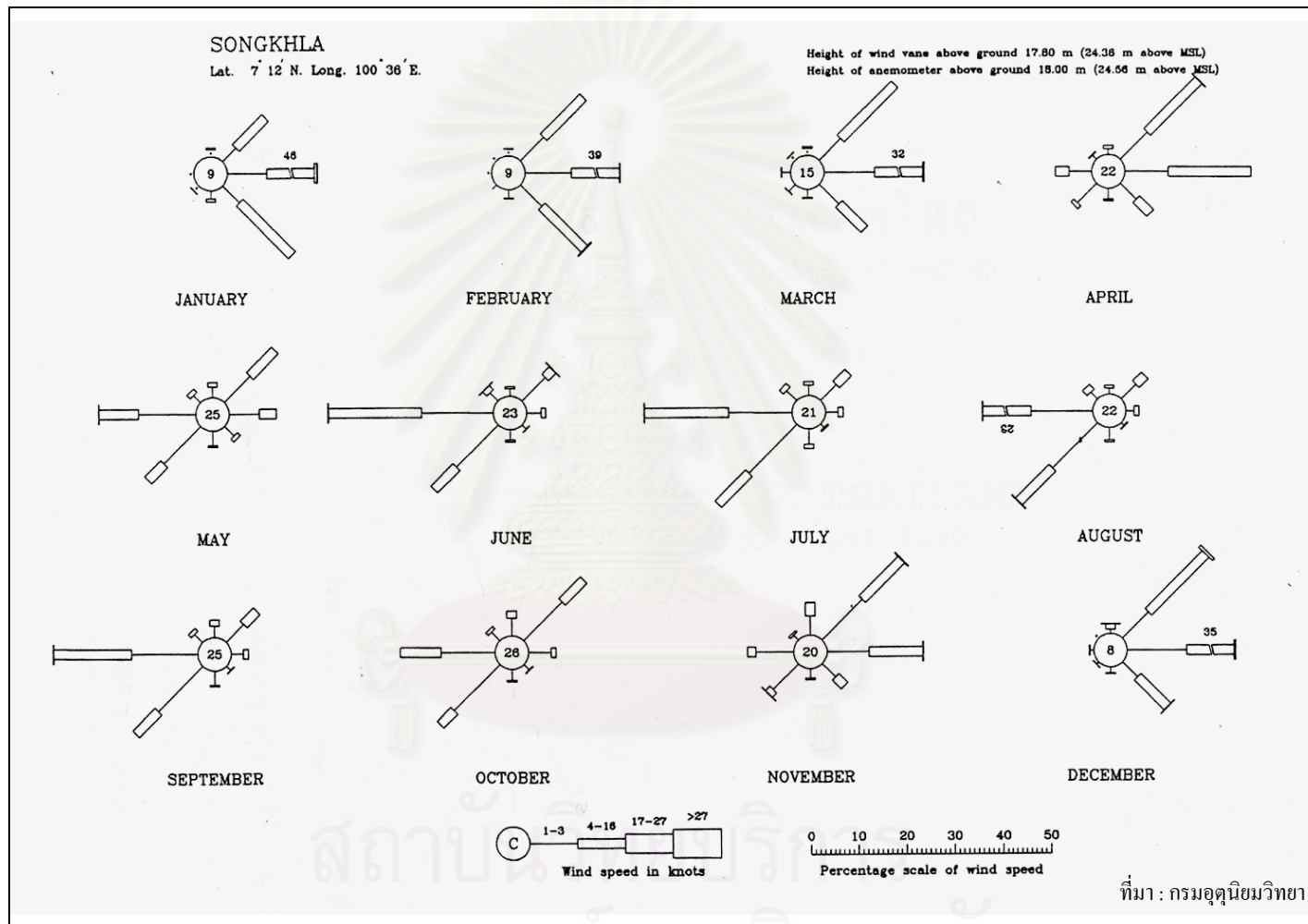
- **อุณหภูมิ** โดยทั่วไป อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันไม่มากนัก คือ อยู่ใน ช่วง 26.8-29.1 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี 31.4 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี 24.4 โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดเกิดขึ้นในเดือนธันวาคม และสูงสุดในเดือนเมษายน โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 28.0 องศาเซลเซียส และมีจุดน้ำค้างเฉลี่ย 23.4 องศาเซลเซียส

- **ความชื้นสัมพัทธ์** ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 77 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 75-77 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นในช่วงปลายปีระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม ที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้เกิดฝนตกชุกมากในช่วงนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุด 65 เปอร์เซ็นต์

- **อัตราการระเหย** อัตราการระเหยเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1771.2 มิลลิเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคม เท่ากับ 191.1 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายนเท่ากับ 103.0 มิลลิเมตร

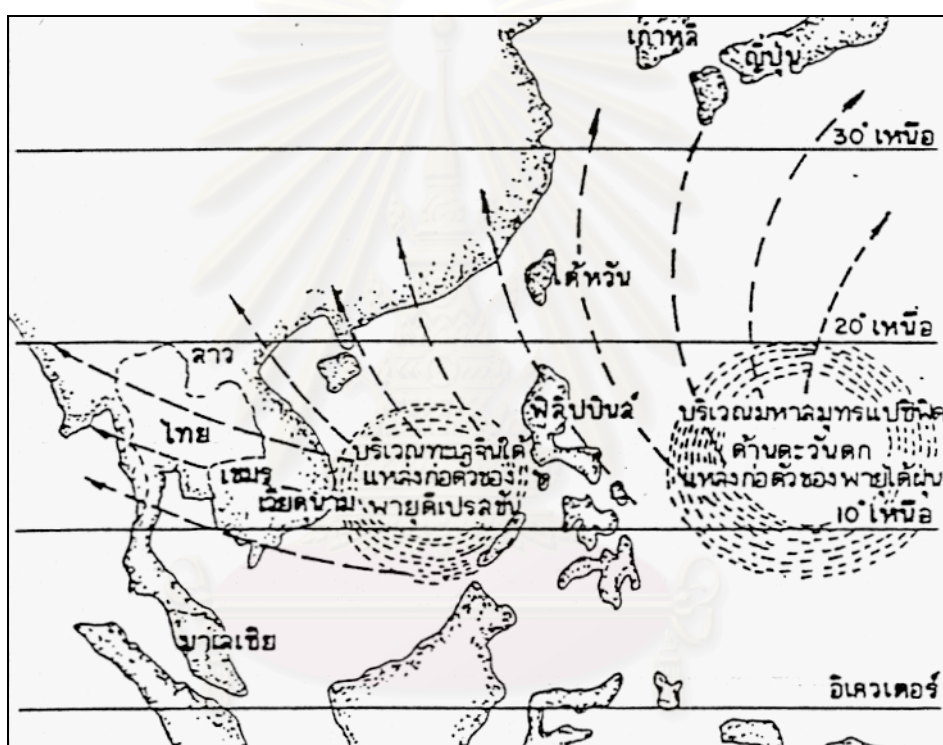
- **ปริมาณน้ำฝน** ฝนในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากพื้นที่มีภูมิอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน จึงมีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี โดยมีฤดูฝนถึง 8 เดือน ช่วงฤดูฝนมีฝนตกหนักระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 594.3 มิลลิเมตร ในเดือนพฤศจิกายน และในช่วงหน้าแล้งมีปริมาณฝนต่ำสุดเท่ากับ 19.6 มิลลิเมตร ในเดือนกุมภาพันธ์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 2018.5 มิลลิเมตร

- **ลักษณะลม** ลมที่พัดผ่านจังหวัดสงขลา โดยทั่วไป มีความเร็วลมเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4-8 น็อต (8-16 กม./ชม.) ความเร็วสูงสุดเฉลี่ย 30-45 น็อต (60-90 กม./ชม.) รูป 2-4 แสดงผังลมของจังหวัด สงขลา ระหว่างปี พ.ศ. 2524-2533 เห็นได้ว่าทิศทางลมหลัก (prevailing wind) มีสองทิศทาง คือ ลมที่พัดจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ กล่าวคือ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน ทิศทางลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ ลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเกิดขึ้นในเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกันยายน ส่วนในเดือนตุลาคมเป็นช่วงเปลี่ยนทิศทางการพัดจึงไม่มีทิศทางหลักที่ชัดเจน



รูป 2-4 ฝั่งลมสงขลา คาบ10 ปี (พ.ศ. 2524-2533) สถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา

- พายุหมุนเขตร้อน พายุหมุนเขตร้อนหรือพายุจรที่พัดผ่านบริเวณภาคใต้ตอนล่างฝั่งตะวันออกของประเทศ ส่วนใหญ่เป็นพายุดีเปรสชันที่มีกำลังอ่อน มีจุดกำเนิดจากบริเวณทะเลจีนใต้และมีส่วนน้อยที่เกิดในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิก โดยมีรูปแบบทิศทางการเคลื่อนที่ดังรูป 2-5 พายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนตัวเข้าสู่บริเวณภาคใต้ทุกครั้ง ได้ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษาเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจาก ภาคใต้ตอนล่างเป็นแหลมยื่นไปในทะเล มีลักษณะเป็นทะเลเปิด ไม่มีสิ่งกีดขวาง และกำลังพายุ ดังนั้น เมื่อพายุเคลื่อนตัวผ่านเข้ามามักก่อให้เกิดความเสียหายได้มากทั้งชีวิตและทรัพย์สิน มีฝนตกหนัก ลมกระโชกแรง และเกิดน้ำท่วมฉับพลัน กำลังของลมและคลื่นในทะเล จะมีความรุนแรง โดยส่วนมากจะเกิดขึ้นในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม



ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

รูป 2-5 ทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุหมุนเขตร้อน

จากสถิติพายุหมุนเขตร้อนที่พัดผ่านอ่าวไทยของประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495-2543 ในรอบ 47 ปี พบว่าจำนวนพายุที่เคลื่อนตัวเข้าสู่อ่าวไทยทั้งหมด 52 ลูก และมีพายุเคลื่อนเข้าสู่จังหวัดสงขลา โดยตรงทั้งสิ้น 10 ลูก โดยเกิดขึ้นในเดือน ตุลาคมถึงธันวาคม 9 ลูก และเดือนเมษายนอีกหนึ่งลูก สำหรับในช่วงเวลาที่ศึกษา คือ ระหว่าง พ.ศ. 2514-2543 มีพายุพัดผ่าน จ.สงขลา และบริเวณข้างเคียง ดังตาราง 2-2 ดังนี้

ตาราง 2-2 พายุหมุนที่พัดผ่านจังหวัดสงขลาและพื้นที่ข้างเคียง ระหว่าง พ.ศ.2514-2543

จังหวัด	ความถี่	เดือน	พ.ศ.
ประจวบคีรีขันธ์	3	ต.ค.	2516 2534 2539
	4	พ.ย.	2516(2) 2540 2541
	รวม	7	
ชุมพร	3	พ.ย.	2532 2539 2541
	1	ธ.ค.	2515
	รวม	4	
สุราษฎร์ธานี	3	พ.ย.	2520 2526 2535
	รวม	3	
นครศรีธรรมราช	4	พ.ย.	2520 2526 2535 2536
	1	ธ.ค.	2541
	รวม	5	
สงขลา	1	ต.ค.	2514
	2	ธ.ค.	2514 2536
	รวม	3	
พัทลุง	2	ธ.ค.	2517 2539
	2		
ยะลา	-		
ปัตตานี	-		
นราธิวาส	-		
รวม	24		

แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา

### 2.3 สภาพอุทกศาสตร์

- **ลักษณะตะกอนชายฝั่ง** ลักษณะของตะกอนชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา จากรายงานการศึกษาต่างๆบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้ผลเป็นดังต่อไปนี้

รายงาน Songkhla Interim (กรมเจ้าท่า, 1981) ได้เก็บตัวอย่างตะกอนทรายตามแนวชายหาด (done) และในทะเล บริเวณหาดสมิหลา เพื่อออกแบบก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกสงขลา จำนวน 5 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูป 2-6 ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของเม็ดทราย ดังนี้

ตาราง 2-3 ขนาดตะกอนจากรายงาน Songkhla Interim

ตำแหน่ง	ขนาดตะกอนทราย (มม.)	
	บนชายหาด	ในทะเล
S1	0.22	0.18
S2	0.22	0.15
S3	0.35	0.14
S4	0.38	0.11
S5	0.39	0.22

แหล่งข้อมูล : กรมเจ้าท่า, 1981

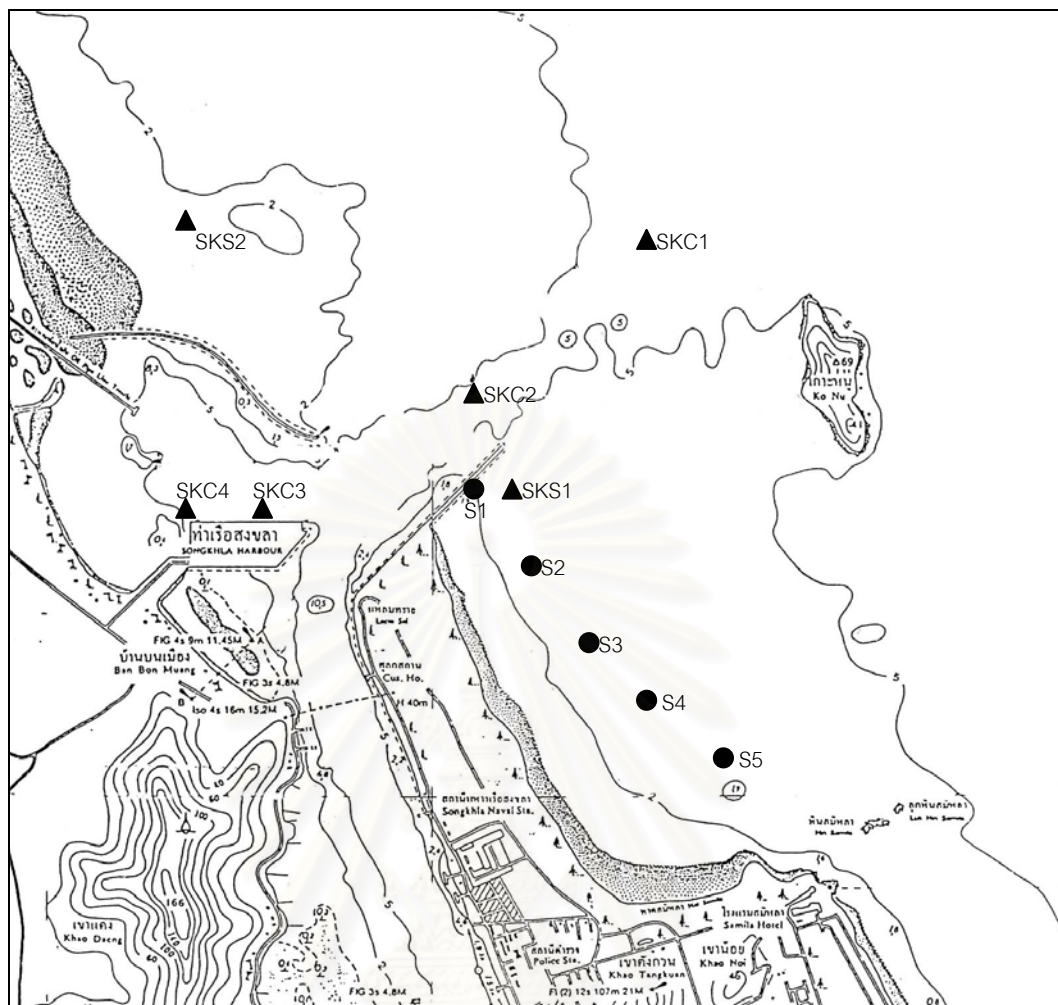
รายงาน The Master Plan Study for The Coastal Channels and Ports Development in The Kingdom of Thailand (กรมเจ้าท่า, 2001) เป็นการศึกษาด้านตะกอนเพื่อพัฒนาท่าเรือบริเวณภาคใต้ ตอนล่างฝั่งตะวันออก จากการเจาะสำรวจ และเก็บตัวอย่างตะกอนบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา ในร่องน้ำเดินเรือ และบริเวณชายฝั่งข้างเคียง โดยตำแหน่งแสดงในรูป 2-6 และผลการเจาะสำรวจ แสดงในรูป 2-7 และ 2-8 พบว่า ในบริเวณท่าเรือ ผลการเจาะสำรวจลึกประมาณ 4 ม. พบว่าตะกอน มีขนาดเล็กเป็น marine mud ตลอดชั้น มีขนาด  $D_{50}$  ประมาณ 0.0025 และในร่องน้ำเดินเรือตะกอน บริเวณผิวหน้ามีลักษณะเดียวกัน คือ marine mud และพบชั้น silty sand ที่ลึกลงในในหลุมเจาะ SKC2 ส่วนบริเวณชายฝั่ง ตะกอนมีขนาดใหญ่กว่า โดยมี  $D_{50}$  อยู่ที่ 0.12-0.16 มม.

ตาราง 2-4 ขนาดตะกอนจากรายงาน The Master Plan Study for The Coastal Channels and Ports Development in The Kingdom of Thailand

ตำแหน่ง	ขนาดตะกอนทราย (มม.)			ค่าความถ่วงจำเพาะ
	D16	D50	D84	
SKS1	0.090	0.113	0.260	2.67
SKS2	0.150	0.160	0.210	2.64
SKC1	-	-	0.015	2.46
SKC2	-	-	0.0026	2.31
SKC3	-	0.0015	0.0047	2.49
SKC4	-	0.0039	0.0092	2.49

แหล่งข้อมูล : กรมเจ้าท่า, 2001



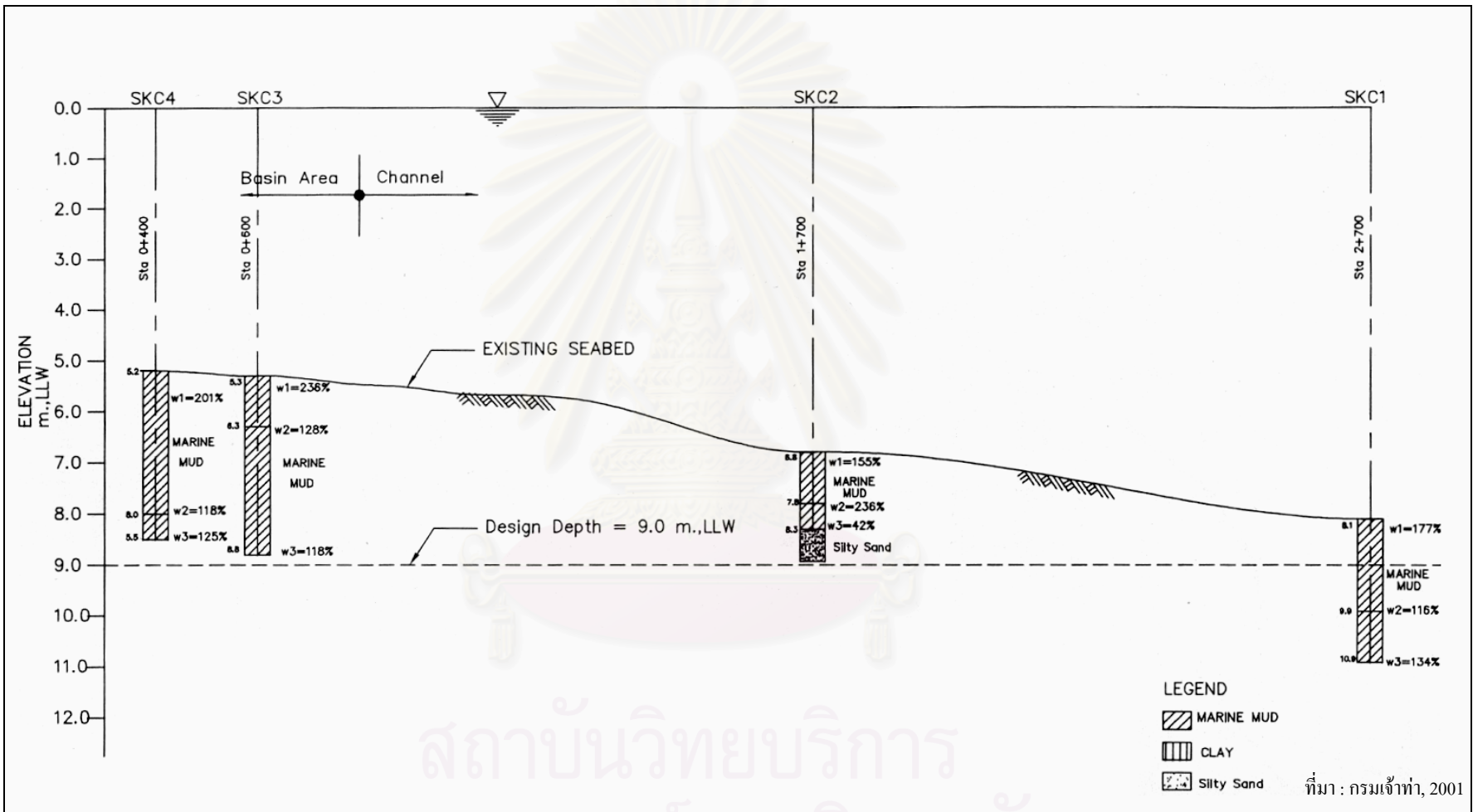


แหล่งข้อมูล : กรมเจ้าท่า

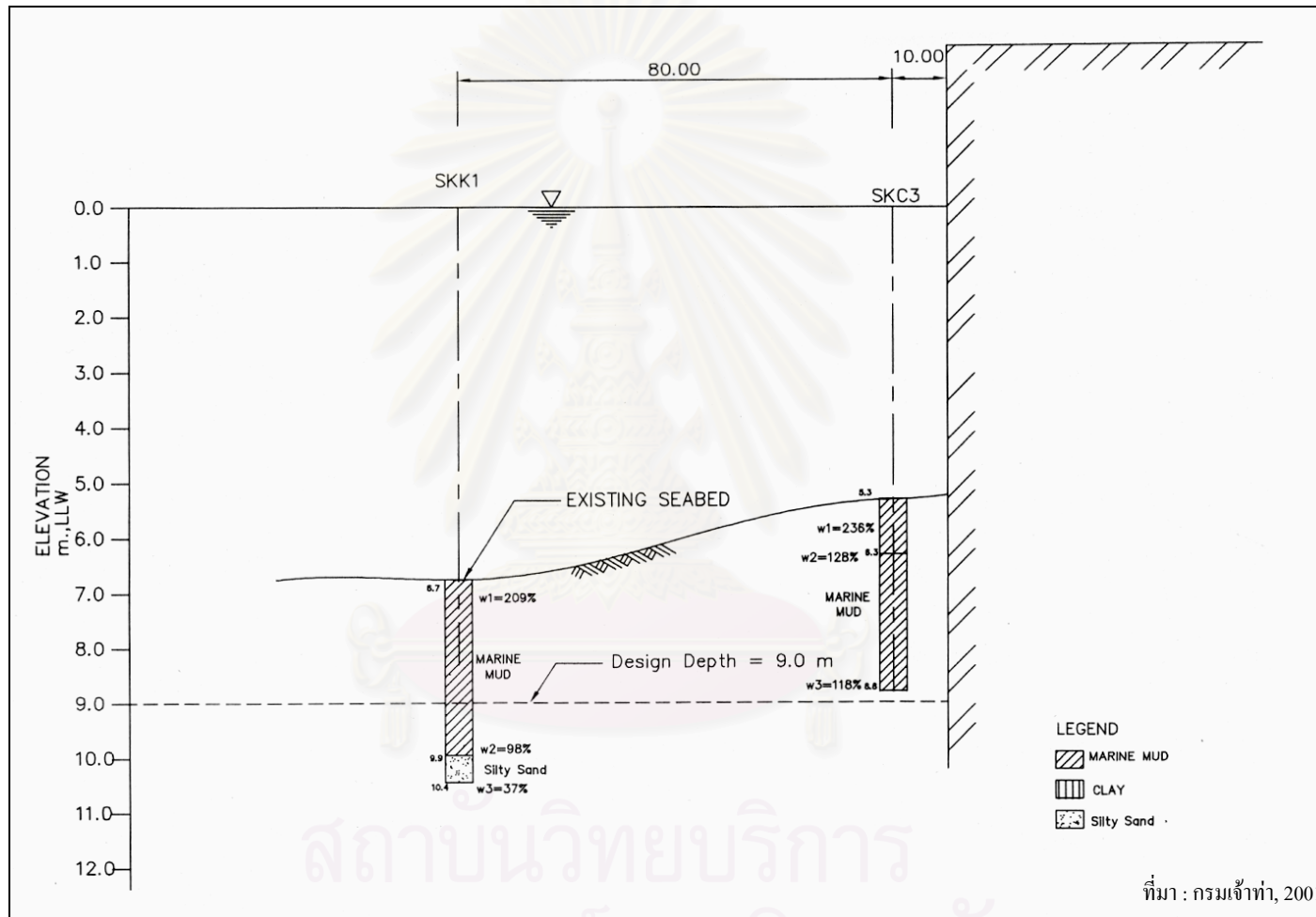
รูป 2-6 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างตะกอน

จากขนาดตะกอนของแหล่งข้อมูลต่างๆสรุปได้ว่า ตะกอนในท่าเรือและในร่องน้ำมีขนาดเล็กเป็น marine mud มีขนาด  $D_{50}$  เล็กกว่า 0.015 มม. ตะกอนบริเวณริมชายฝั่งมีขนาดใหญ่  $D_{50}$  ประมาณ 0.20-0.50 มม. ส่วนตะกอนในทะเลเล็กกว่าตะกอนริมชายฝั่ง มีขนาด  $D_{50}$  ประมาณ 0.11-0.20 มม.





รูป 2-7 ชั้นดินบริเวณร่องน้ำสงขลา



รูป 2-8 ชั้นดินบริเวณท่าเรือสงขลา

- **น้ำขึ้นน้ำลง** ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงจากรายงานโครงการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม และสำรวจออกแบบ เพื่อขยายการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกสงขลา-ภูเก็ต (กรมเจ้าท่า, 2542) ข้อมูลสถานีวัดน้ำของกรมเจ้าท่าที่บริเวณปากอ่าวทะเลสาบสงขลา พบว่ามีลักษณะเป็นแบบน้ำผสม (mixed diurnal) ระหว่าง semi-diurnal ผสมกับ diurnal ค่าความแตกต่างระหว่างระดับน้ำขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด (tidal range) ประมาณ 1.80 ม. โดยมีระดับน้ำสูงสุดอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 1.00 ม. ระดับน้ำลงต่ำสุดอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลเฉลี่ยประมาณ 0.82 ม. และระดับน้ำขึ้น-น้ำลงในช่วงน้ำเกิด และช่วงน้ำตาย มีค่าประมาณ 0.36 ม. และ 0.23 ม. ตามลำดับ ศูนย์บรรทัดน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลัก 2.50 ม. โดยระดับน้ำในช่วงต่างๆเป็นดังต่อไปนี้

ตาราง 2-5 ระดับน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณท่าเรือสงขลา

ระดับน้ำ			ม.รทก.
ระดับน้ำสูงสุด	Highest Astronomical Tide	(HAT)	+1.00
ระดับน้ำขึ้นในช่วงน้ำเกิด	Mean High Water Spring	(MHWS)	+0.17
ระดับน้ำขึ้นในช่วงน้ำตาย	Mean High Water Neaps	(MHWN)	+0.04
ระดับน้ำทะเลปานกลาง	Mean Sea Level	(MSL)	-0.03
ระดับน้ำลงในช่วงน้ำตาย	Mean Low Water Neaps	(MLWN)	-0.19
ระดับน้ำลงในช่วงน้ำเกิด	Mean Low Water Spring	(MLWS)	-0.19
ระดับน้ำต่ำสุด	Lowest Astronomical Tide	(LAT)	-0.82

ที่มา : กรมเจ้าท่า, 2542

- **กระแสน้ำ** จากข้อมูลการศึกษาลักษณะทางสมุทรศาสตร์และอุทกวิทยา ของกรมเจ้าท่า บริเวณร่องน้ำและชายฝั่งทะเลสงขลา ตำแหน่งแสดงในรูป 2-9 พบว่าความเร็วของกระแสน้ำเปลี่ยนแปลงตามการขึ้นลงของน้ำ ความเร็วกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 ม./วินาที ส่วนความเร็วกระแสน้ำบริเวณปากทางเข้าทะเลสาบสงขลา มีความเร็วอยู่ระหว่าง 0.6-1.6 ม./วินาที รายละเอียดการสำรวจแสดงดังต่อไปนี้

ตาราง 2.6 ความเร็วกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง

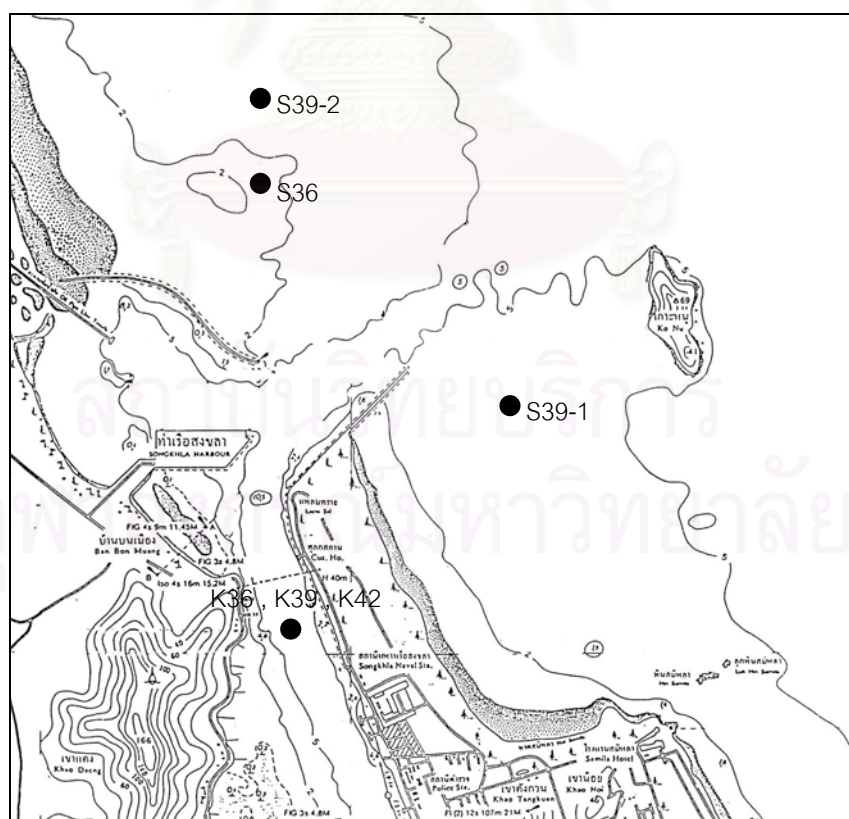
วันสำรวจ	สถานี	ความเร็วกระแสน้ำ (ม./วินาที)	
		น้ำเกิด	น้ำตาย
25 มิ.ย.-4 ต.ค. 2536	S36	0.10 – 0.50	0.15 - 0.51
10 ต.ค.-3 ก.ย. 2539	S39-1	0.15 – 0.50	0.11 - 0.45
	S39-2	0.35 – 0.30	0.12 - 0.15

ที่มา : กรมเจ้าท่า

ตาราง 2.7 ความเร็วกระแสน้ำบริเวณปากทางเข้าทะเลสาบสงขลา

วันสำรวจ	สถานี	ความเร็วกระแสน้ำ (ม./วินาที)	
		น้ำเกิด	น้ำตาย
25 มิ.ย. - 4 ต.ค. 2536	K36	0.80-1.36	0.75-1.30
10 ต.ค. - 3 ก.ย. 2539	K39	1.20-1.60	1.08-1.08
พ.ย. 2542 - ม.ค. 2543	K42	0.77-0.98	0.94-1.06

ที่มา : กรมเจ้าท่า



ที่มา : กรมเจ้าท่า

รูป 2-9 ตำแหน่งจุดสำรวจความเร็วกระแสน้ำ

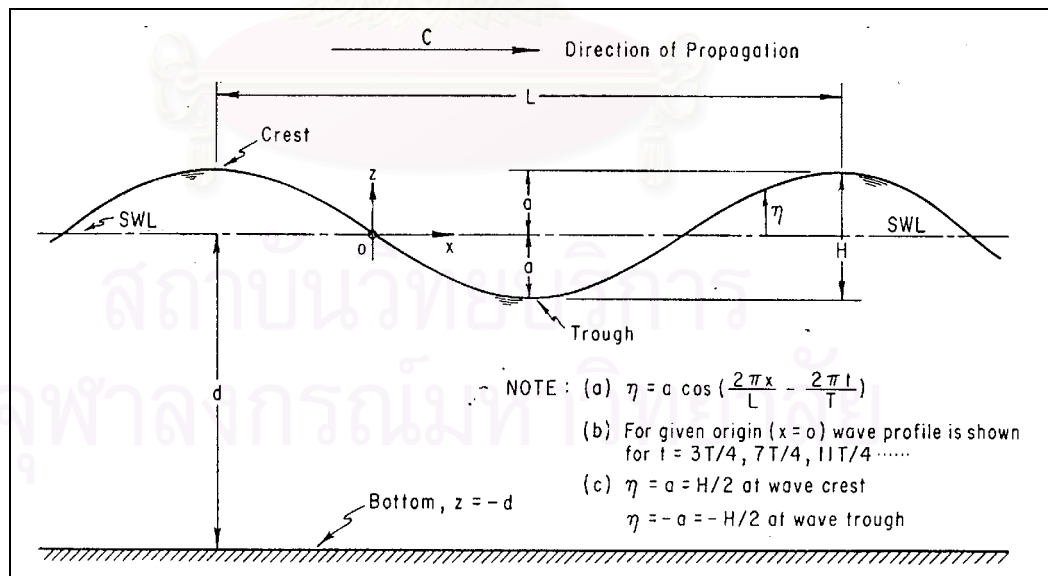
### บทที่ 3

#### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีต่างๆที่จำเป็นต่อการการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ได้แก่ กลศาสตร์ของคลื่น การเคลื่อนที่ของคลื่น ลักษณะการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ตลอดจนทฤษฎีที่ใช้ในแบบจำลองคณิตศาสตร์

#### 3.1 กลศาสตร์ของคลื่น

จากในอดีตถึงปัจจุบันได้มีการศึกษาและทดลองต่างๆเพื่ออธิบายถึงคุณลักษณะและคุณสมบัติต่างๆของคลื่นมากมายหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีคลื่นที่ง่ายและนิยมใช้กันมากที่สุด คือ ทฤษฎีคลื่นที่มีความสูงน้อย (small amplitude wave theory or linear wave theory) ที่คิดค้นโดย Airy, 1845 โดยอธิบายลักษณะคลื่นด้วย harmonic function เช่น sine และ cosine function เป็นทฤษฎีที่อธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นน้ำลึกได้ดี แต่มีข้อจำกัดมากขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าเขตน้ำตื้น และง่ายต่อการประยุกต์ใช้ องค์ประกอบของคลื่นตามรูป 3.1 และคุณสมบัติต่างๆของคลื่นโดยทฤษฎีคลื่นที่มีความสูงน้อยตามตาราง 3.1 ดังนี้



ที่มา : US.CERC., 1984

รูป 3.1 องค์ประกอบต่างๆของคลื่น

- สันคลื่น (wave crest) คือ จุดสูงสุดของคลื่น
- ท้องคลื่น (wave trough) คือ จุดต่ำสุดของคลื่น
- ความสูงคลื่น (wave height) , H คือ ระยะทางตั้งจากสันคลื่นถึงท้องคลื่น
- ช่วงกว้างคลื่น (wave amplitude) , a คือ ระยะขจัดของการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของอนุภาคน้ำ เท่ากับครึ่งหนึ่งของความสูงคลื่น
- ความยาวคลื่น (wave length) , L คือ ระยะทางราบระหว่างสันคลื่นสองลูก หรือท้องคลื่นสองลูก
- คาบคลื่น (wave period) , T คือ ช่วงเวลาที่คลื่นสองลูกเคลื่อนที่ผ่านจุดเดียวกัน โดยมีค่าคงที่เสมอไม่ว่าความยาวคลื่นจะเปลี่ยนไปอย่างไร มีหน่วยเป็นวินาที
- ความถี่คลื่น (wave frequency) , F คือ ส่วนกลับของคาบคลื่น หมายถึงจำนวนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใดๆ ใน 1 วินาที
- ความเร็วคลื่น (wave celerity or wave speed) , C คือ ความเร็วที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านของเหลว
- ความชันคลื่น (wave steepness) , H/L คือ อัตราส่วนระหว่างความสูงคลื่นต่อความยาวคลื่น ซึ่งความชันจะมีค่ามากขึ้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากเจตน้ำลึกสู่เขตน้ำตื้น
- เขตน้ำลึก เป็นช่วงที่ความลึกของชายฝั่งไม่มีผลต่อความเร็วคลื่น โดยความเร็วคลื่นขึ้นอยู่กับคาบคลื่นหรือความยาวคลื่นเท่านั้น
- เขตน้ำตื้น เป็นช่วงที่ความลึกของท้องทะเลส่งผลต่อความเร็วคลื่น โดยความเร็วคลื่นขึ้นอยู่กับความลึกชายฝั่งเท่านั้น
- เขตเปลี่ยนแปลง เป็นช่วงต่อระหว่างเขตน้ำลึกกับเขตน้ำตื้น โดยความเร็วคลื่นจะขึ้นอยู่กับทั้งความยาวคลื่น หรือคาบคลื่น และความลึกชายฝั่ง

ตาราง 3-1 คุณสมบัติเบื้องต้นของคลื่น

	เขตน้ำตื้น ( $h/L < 1/25$ )	เขตเปลี่ยนแปลง ( $1/25 < h/L < 1/2$ )	เขตน้ำลึก ( $h/L > 1/2$ )
ระดับผิวน้ำ, $\eta$	$\longrightarrow$	$\eta = \frac{1}{2} H \cos(kx - \sigma t) = \frac{1}{2} H \cos \theta$	$\longleftarrow$
ความยาวคลื่น, L	$L = T \sqrt{gh}$	$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)$	$L = \frac{gT^2}{2\pi}$
ความเร็วคลื่น, c	$c = \sqrt{gh}$	$c = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)$	$c = \frac{gT}{2\pi}$
Group velocity, $c_g$	$c_g = \sqrt{gh}$	$c_g = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{4\pi h / L}{\sinh(\pi h / L)} \right]$	$c_g = \frac{c}{2}$



### 3.2 การเคลื่อนที่ของคลื่น

ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่อยู่ในเขตนน้ำลึก คุณสมบัติต่างๆ ของคลื่น เช่น ความเร็วของคลื่น ความยาวและความสูงของคลื่นยังคงสภาพเดิม ไม่ขึ้นกับความลึกท้องชายฝั่ง ต่อมาเมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่งความลึกของท้องชายฝั่งที่ลดลงทำให้คุณสมบัติต่างๆ ดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป คือ ความยาวคลื่นจะลดลง ความสูงคลื่นจะเพิ่มมากขึ้น พลังงานคลื่นเริ่มลดลง รวมทั้งทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากการสูญเสียพลังงานจากความเสียดทานกับพื้นท้องชายฝั่ง กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของคลื่นที่เคลื่อนที่เข้าหาชายฝั่งมีดังต่อไปนี้

#### 3.2.1 คลื่นเข้าสู่น้ำตื้น (wave shoaling)

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่ง ความลึกของท้องชายฝั่งที่ลดลงส่งผลต่อคุณสมบัติของคลื่น โดยทำให้คลื่นมีความสูงเพิ่มมากขึ้นและมีความยาวลดลง ความสูงคลื่นที่เปลี่ยนแปลงไปสามารถหาได้จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน โดยพลังงานที่ส่งผ่านสองหน้าตัดเท่ากัน ได้ว่า

$$P_o = P_1 \quad (3-1)$$

$$E_o C_{g0} = E_1 C_{g1}$$

$$\frac{1}{8} \rho g H_o^2 C_{g0} = \frac{1}{8} \rho g H_1^2 C_{g1}$$

$$\frac{H_1}{H_o} = \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_{g1}}} = K_s \quad (3-2)$$

$$H_1 = \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_{g1}}} H_o = K_s H_o \quad (3-3)$$

เมื่อ  $E$  คือ พลังงานคลื่น (wave energy) =  $\frac{1}{8} \rho g H^2$

$C_g$  คือ ความเร็วกลุ่มคลื่น

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของน้ำทะเล

$g$  คือ แรงโน้มถ่วงของโลก

$H$  คือ ความสูงคลื่น

$K_s$  คือ สัมประสิทธิ์ความตื้นชายฝั่ง

#### 3.2.2 การหักเหของคลื่น (wave refraction)

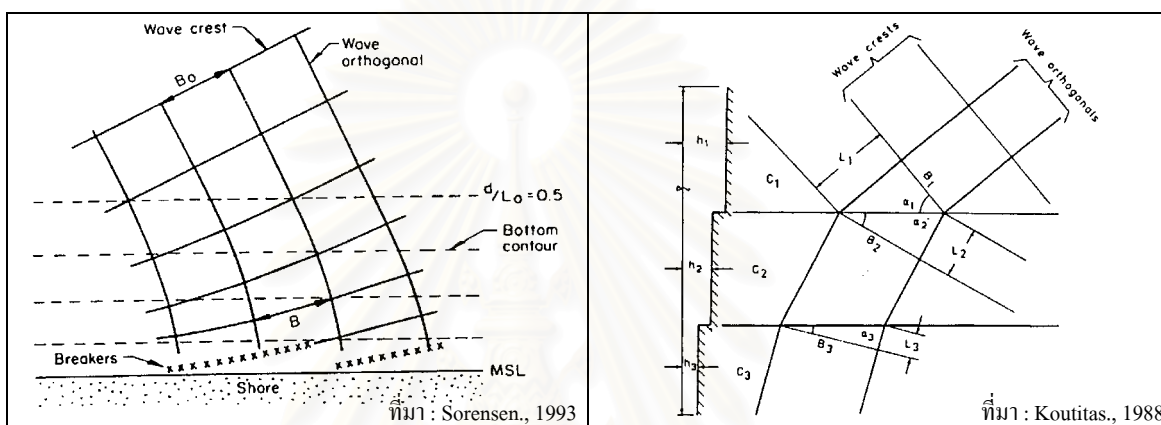
คลื่นที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ชายฝั่งโดยมีทิศทางทำมุมกับเส้นระดับท้องชายฝั่ง ความเร็วของคลื่นที่เคลื่อนตัวจะขึ้นอยู่กับความลึกท้องชายฝั่ง ณ ตำแหน่งต่างๆ ซึ่งมีความเร็วไม่เท่ากัน โดยแนวสัน

คลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งที่ลึกกว่าจะมีความเร็วคลื่นที่มากกว่าตำแหน่งที่มีความลึกชายฝั่งน้อยกว่า ทำให้แนวสันคลื่นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การหักเหของคลื่น โดยแนวการหักเหของคลื่นที่เกิดขึ้นมีลักษณะเหมือนกับการหักเหของแสงที่สามารถอธิบายได้ด้วยกฎของสเนลล์ ดังรูป 3.2 ดังนี้

$$\frac{\sin \alpha_1}{L_1} = \frac{\sin \alpha_2}{L_2} \tag{3-4}$$

หรือ

$$\frac{B_1}{\cos \alpha_1} = \frac{B_2}{\cos \alpha_2}$$



รูป 3.2 การหักเหของคลื่น

ทำการพิจารณาเส้นแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น (wave ray) ที่มีความกว้าง B เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่งแนวการเคลื่อนที่จะเปลี่ยนแปลงไปทำให้ความกว้าง B เปลี่ยนไป จากกฎการอนุรักษ์พลังงานได้ว่า

$$P_0 = P_1$$

$$\frac{1}{8} \rho g H_0^2 C_{g0} B_0 = \frac{1}{8} \rho g H_1^2 C_{g1} B_1$$

$$\frac{H_1}{H_0} = \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_{g1}}} \sqrt{\frac{B_0}{B_1}}$$

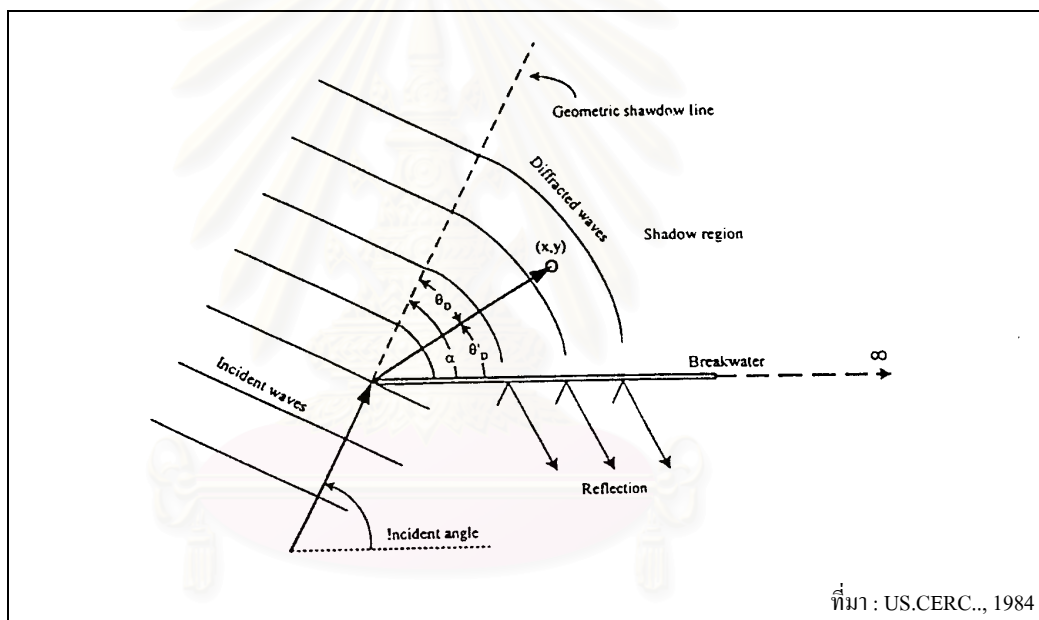
แทนสมการที่ ลงในสมการที่ จะได้

$$\frac{H_1}{H_0} = \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_{g1}}} \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} = K_s K_r \tag{3-5}$$

- เมื่อ  $K_s$  คือ สัมประสิทธิ์การหักเหของคลื่น (refraction coefficient)
- $\alpha$  คือ มุมการเคลื่อนที่ของคลื่น

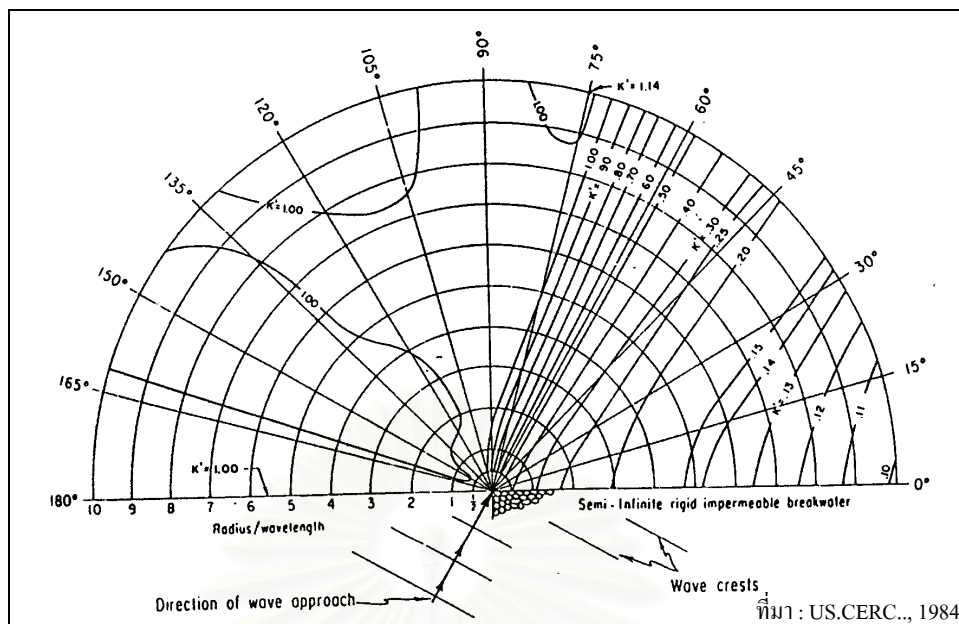
### 3.2.3 การกระจายของคลื่น (wave diffraction)

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบริเวณด้านหลังโครงสร้าง เนื่องจากโครงสร้างได้ขวางการเคลื่อนที่ของคลื่นทำให้เกิดบริเวณอับคลื่นขึ้น คลื่นส่วนที่ไม่ถูกขวางโดยโครงสร้าง จะกระจายตัวเข้าสู่บริเวณนี้ เพื่อรักษาสมดุล ทำให้ความสูงคลื่นลดลง และแนวการกระจายเป็นส่วนโค้งหลังโครงสร้าง ดังรูป 3.3 แสดงถึงสันคลื่นรูปวงกลมตรงปลายของโครงสร้าง ที่เรียกว่า จุดกระจาย (diffraction point) ซึ่งการหาความสูงคลื่นที่อยู่บริเวณอับคลื่นนั้นมีความสลับซับซ้อนในการคำนวณมาก ดังนั้นในการประยุกต์ใช้ จะอาศัยค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (diffraction coefficient,  $K_d$ ) ซึ่งได้จากการทดลอง ดังตัวอย่างในรูป 3.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ท่ามุม 60 องศา กับเขื่อนกันคลื่นแยก โดย US.CERC



รูป 3.3 การกระจายตัวของคลื่น

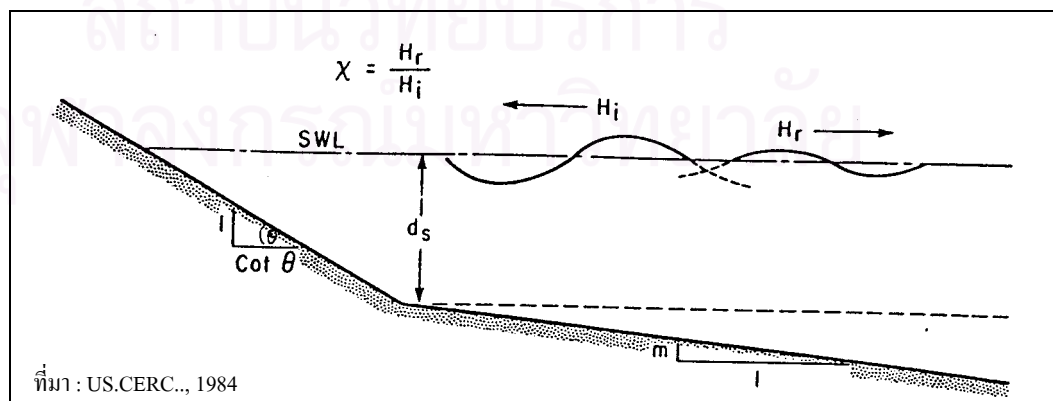
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายเมื่อคลื่นทำมุม 60°

### 3.2.4 การสะท้อนของคลื่น (wave reflection)

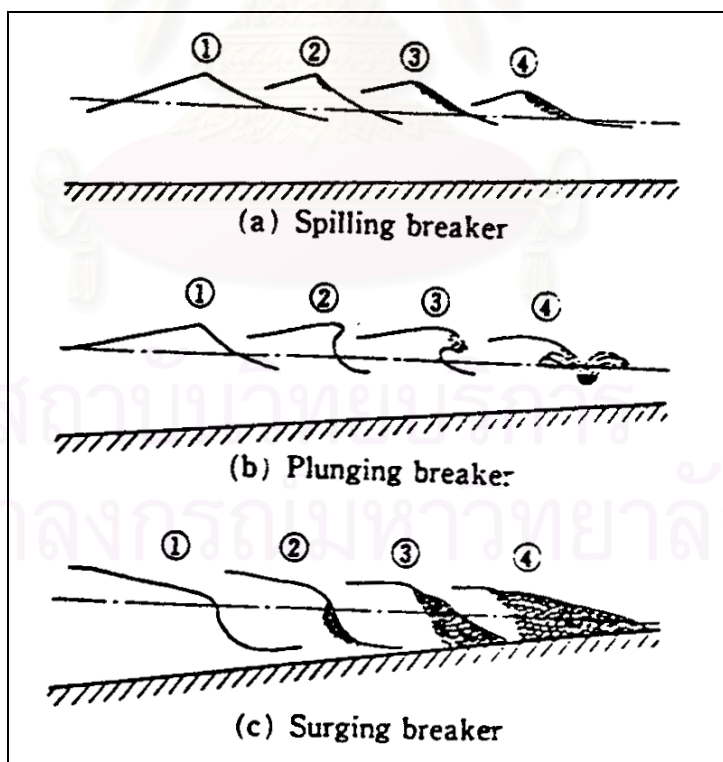
เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้ามากระทบกับโครงสร้าง จะเกิดการสะท้อนของพลังงาน และสลายพลังงานบางส่วน ส่งผลให้ความสูงคลื่นบริเวณหน้าโครงสร้างเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของโครงสร้าง และลักษณะของพื้นผิวโครงสร้าง ดังรูป 3.5 โดยความลาดที่น้อยกว่าจะสามารถลดการสะท้อนได้ดีกว่าความลาดที่ชัน ส่วนพื้นผิวที่เป็นรูปทรงแฉ เช่น หินทิ้ง จะสามารถสลายพลังงานได้ดี การปรับแก้ความสูงเนื่องจากการสะท้อนของคลื่นสามารถทำได้ โดยใช้สัมประสิทธิ์การสะท้อน (refraction coefficient,  $K_R$ ) โดยค่า  $K_R$  จะอยู่ระหว่าง 0-1 ตามความสามารถในการสะท้อนของพื้นผิวและความลาดของโครงสร้าง



รูป 3.5 การสะท้อนของคลื่น

### 3.2.5 การแตกตัวของคลื่น (wave breaking)

เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากชายฝั่งน้ำลึกเข้าสู่ชายทะเลที่ตื้นกว่า ผลของความลึกน้ำและการหักเหของคลื่น ทำให้ความเร็วคลื่นเปลี่ยนแปลงไป ความยาวคลื่นจะลดลง ความสูงคลื่นจะเพิ่มขึ้นและความชันคลื่นจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งคลื่นไม่สามารถคงรูปอยู่ได้ และความเร็วอนุภาคของน้ำบริเวณหน้าคลื่น มากกว่าความเร็วคลื่นจึงทำให้เกิดการแตกตัวของคลื่นขึ้น บริเวณที่คลื่นแตกตัว จะเกิดการปั่นป่วนของท้องน้ำมาก เกิดการสลายตัวของพลังงาน ลักษณะการแตกตัวของคลื่นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสูงของคลื่น คาบเวลาคลื่นและความลาดชันของท้องน้ำชายฝั่ง คลื่นแตกตัวสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด ตามความชันคลื่นน้ำลึกและความลาดชายฝั่ง ได้แก่ spilling , plunging , collapsing และ surging ดังแสดงในรูป 3.6 ในทางทฤษฎีการแตกตัวของคลื่นบริเวณน้ำลึก จะเริ่มแตกตัวเมื่อมีความชันคลื่น  $(H_0/L_0) = 0.142$  สำหรับการแตกตัวของคลื่นเนื่องจากความลึกท้องน้ำ และความสูงคลื่น มีค่าดัชนีการแตกตัว (breaking index,  $H_b/h_b$ ) โดยทั่วไปจากทฤษฎีประมาณเท่ากับ 0.78 แต่อย่างไรก็ตาม ค่าดัชนีการแตกตัวนี้ยังขึ้นกับความลาดชายฝั่ง ชนิดของการแตกตัวอีกด้วย ชายฝั่งที่มีความลาดชันมากก็จะมีค่าดัชนีการแตกตัวสูง ชายฝั่งที่มีความลาดชันน้อยก็จะมีค่าดัชนีการแตกตัวต่ำและยังขึ้นอยู่กับชนิดของการแตกตัวของคลื่นด้วย

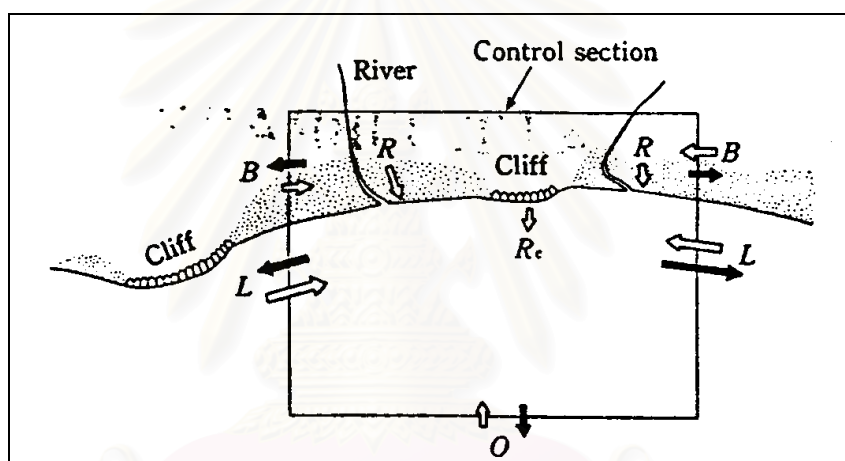


ที่มา : Horikawa, 1988

รูป 3.6 รูปแบบการแตกตัวของคลื่น

### 3.3 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดขึ้นมีสาเหตุจากความไม่สมดุลของตะกอนที่เคลื่อนที่เข้าและออก ภายในขอบเขตของชายฝั่งที่พิจารณา มีการเคลื่อนที่ของตะกอนดังรูป 3.7 โดย  $L$  เป็นการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่ง,  $O$  เป็นการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง,  $B$  เป็นการเคลื่อนที่ของตะกอนบนชายฝั่งโดยลม,  $R$  เป็นตะกอนที่ไหลออกจากลำน้ำสู่ทะเล และ  $R_c$  เป็นตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะโขดหินต่างๆ หากมีตะกอนเข้ามามากกว่าออกชายฝั่งนั้นจะเกิดการทับถม ชายฝั่งก็จะงอกขึ้น แต่หากมีตะกอนออกมากกว่าเข้า ชายฝั่งนั้นก็เกิดการกัดเซาะชายฝั่งหายไป โดยธรรมชาติชายฝั่งจะปรับตัวเพื่อเข้าสู่สมดุลในที่สุด ปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมีดังนี้



ที่มา : Horikawa, 1988

รูป 3.7 การเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง

**3.3.1 ตามธรรมชาติ** โดยกระแสน้ำชายฝั่ง มีสาเหตุจากอิทธิพลที่คลื่นกระทำต่อชายฝั่ง เมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาสู่ชายฝั่ง จะเกิดการแตกตัวของคลื่น พลังงานคลื่นที่สูญเสียไป จะทำให้เกิดการฟุ้งกระจาย และเกิดกระแสน้ำชายฝั่ง ตะกอนชายฝั่งจึงถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำชายฝั่งที่เกิดขึ้น มี 2 ประเภทดังนี้

- กระแสน้ำในแนวตั้งฉากชายฝั่ง (cross-shore direction) กระแสน้ำประเภทนี้ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายเข้าและออกจากชายฝั่งเท่านั้น โดยในช่วงที่สภาพคลื่นลมแรง พลังงานคลื่นที่เข้ากระทำต่อชายฝั่งสูงมาก จึงเกิดการกัดเซาะ นำพาตะกอนออกสู่ทะเล ส่วนในช่วงที่คลื่นลมสงบ พลังงานคลื่นไม่สูงมาก ตะกอนที่ถูกพัดพามาจึงค่อยๆ ตกทับถมคืนกลับมา ชายฝั่งจึง



งอกกลับคืนมา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยกระแสน้ำชนิดนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงระยะสั้น และเกิดขึ้นเป็นประจำตามฤดูกาลในแต่ละปี

- **กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง (longshore direction)** กระแสน้ำประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อคลื่นที่เคลื่อนที่พาดผ่านชายฝั่ง และเกิดการแตกตัว ก่อให้เกิดกระแสน้ำไหลขนานไปตามแนวชายฝั่ง ตะกอนจึงถูกพัดพาเคลื่อนที่ไปตามแนวชายฝั่ง เกิดการย้ายตำแหน่งอย่างถาวร โอกาสที่ตะกอนจะเคลื่อนที่กลับมาที่ต่อเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ในทิศตรงกันข้ามเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งในระยะยาวกินเวลาหลายปี

**3.3.2 การกระทำของมนุษย์** เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากมนุษย์ได้ทำการรุกเข้าไปใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชายฝั่ง โดยการก่อสร้างโครงสร้างต่างๆ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินชายฝั่ง ทำให้สมดุลเดิมของชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็นอาคารเพื่อประโยชน์ใช้สอย หรือโครงสร้างเพื่อป้องกันชายฝั่ง การกระทำดังกล่าวจะขัดขวางการเคลื่อนที่ของตะกอน ส่งผลกระทบทั้งพื้นที่โครงการและพื้นที่รอบข้างอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

### 3.4 ประเภทของแบบจำลองชายฝั่ง

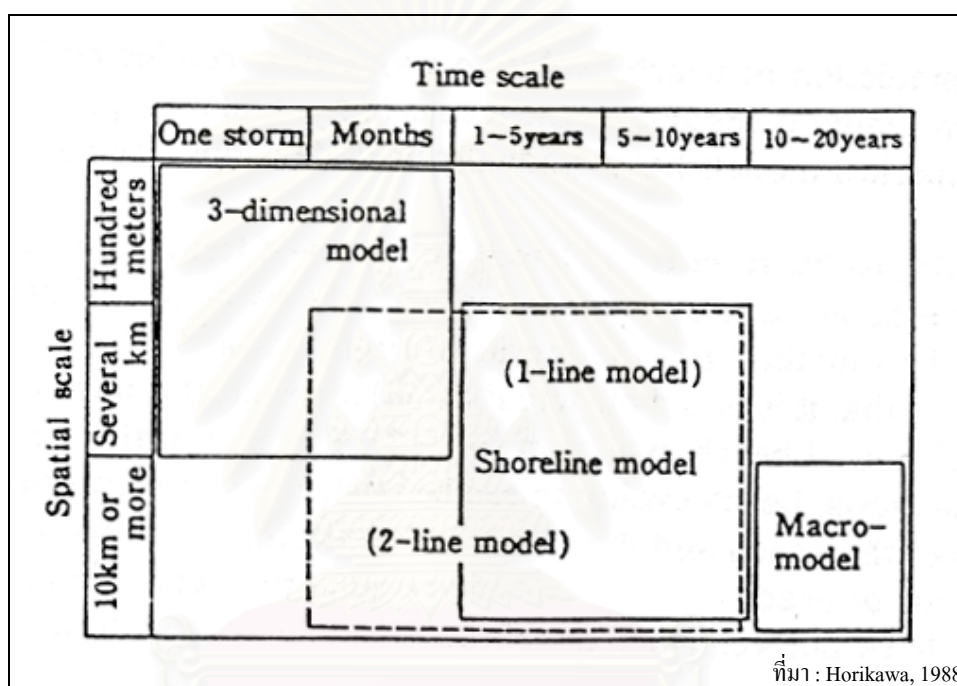
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้รับการพัฒนาในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เพื่อให้เข้าใจในกระบวนการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เริ่มจากสมการทางคณิตศาสตร์ และผลจากการทดลอง ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ แบบจำลองชายฝั่ง (shoreline) และแบบจำลอง 3 มิติ (three-dimensional) ดังนี้

- แบบจำลองชายฝั่ง เป็นแบบจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ซึ่งประมาณการเปลี่ยนแปลงจากการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่ง โดยทั่วไปหาได้จากขนาดและทิศทางคลื่นที่ตำแหน่งคลื่นแตกตัว และได้รับการพัฒนาให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นสามารถจำลองการเปลี่ยนแปลงเส้นแนวระดับชายฝั่งอื่นที่พิจารณาได้ (multi-line)

- แบบจำลอง 3 มิติ เป็นแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง การกระจายตัวของตะกอนเคลื่อนที่ชายฝั่ง โดยพิจารณาจากคลื่นและกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง เป็นหลัก

แบบจำลองทั้ง 2 แบบมีความเหมาะสมในการนำไปใช้แตกต่างกัน ขอบเขตของแบบจำลองแต่ละประเภทแสดงดังรูป 3-8 โดยแบบจำลองชายฝั่งสามารถหาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งใน

ระยะยาว มีระยะทางหลายกิโลเมตร ใช้เวลาคำนวณน้อย และให้ผลการจำลองในกรณีต่างๆไป ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่มีลักษณะเฉพาะ ส่วนแบบจำลอง 3 มิติ เป็นการจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง ทั้งในด้านตำแหน่งและการเคลื่อนย้ายของตะกอนอย่างละเอียด ในบริเวณพื้นที่ศึกษา มีระยะทางไม่มาก ใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าแบบจำลองชายฝั่งมาก และจำลองเหตุการณ์ในช่วงสั้นๆที่พิจารณา ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในภาพรวมใหญ่ (macro-model) มีช่วงเวลาที่ยาวนานและมีพื้นที่ศึกษาใหญ่ การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งประเมินจากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ผ่านมาในอดีตและการพัฒนาการใช้พื้นที่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต



รูป 3-8 ขอบเขตของแบบจำลองประเภทต่างๆ

### 3.5 ทฤษฎีที่ใช้ในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง (GENESIS)

แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง (GENESIS) เป็นแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระยะยาว โดยหน่วยงาน Coastal Engineering Research Center (CERC) , Waterways Experiment Station (WES) , US Army Corps of Engineers พัฒนามาจากทฤษฎี One-Line Model จำลองการเคลื่อนตัวของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่ง โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งเพียงแนวเดียว สามารถวิเคราะห์ผลกระทบของโครงสร้างชายฝั่งได้หลายประเภท และการส่งผ่านทรายของโครงสร้างต่างๆ ได้

### 3.4.1 สมมุติฐานของแบบจำลอง

แบบจำลอง GENESIS มีสมมุติฐานเบื้องต้นสำหรับจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งดังนี้

1. รูปร่างของหน้าตัดชายฝั่ง (beach profile) มีลักษณะเป็นรูปร่างสมดุค
2. เส้นชั้นระดับชายฝั่งราบเรียบ และขนานกับแนวชายฝั่ง
3. การเคลื่อนตัวเข้าออกบริเวณขอบเขตมีค่าคงที่
4. อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนทรายขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของคลื่นแตกตัว
5. ไม่พิจารณาผลของกระแสน้ำชายฝั่ง
6. ไม่พิจารณาผลการสะท้อนของคลื่น (reflection) เนื่องจากโครงสร้าง

- การจำลองการเคลื่อนตัวของคลื่น จากข้อมูลคลื่นน้ำลึกหรือตำแหน่งอ้างอิง กำหนดการเคลื่อนที่ของคลื่นเพื่อหาค่าที่ตำแหน่งคลื่นแตกตัว (wave breaking ( $H_b$ ,  $\theta_b$ ,  $d_b$ )) ซึ่งรวมผลของการหักเหและการกระจายของคลื่นที่เกิดจากโครงสร้างชายฝั่งด้วย การคำนวณหาความสูงคลื่นแตกตัวที่เป็นผลจากการหักเหของคลื่นและการเคลื่อนตัวสู่หน้าดิน โดยสมการ 3-6 ดังนี้

$$H_b = K_r K_s H_{ref} \quad (3-6)$$

เมื่อ	$h_b$	คือ ความสูงคลื่นแตกตัว (ม.)
	$K_r$	คือ สัมประสิทธิ์การหักเห (refraction coefficient)
	$K_s$	คือ สัมประสิทธิ์ความลาดชันของท้องน้ำ (shoaling coefficient)
	$H_{ref}$	คือ ความสูงคลื่นจากจุดอ้างอิง (ม.)

สำหรับตำแหน่งที่คลื่นแตกตัว สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$H_b = \gamma d_b \quad (3-7)$$

เมื่อ	$d_b$	คือ ความลึก ณ ตำแหน่งที่คลื่นแตกตัว (ม.)
	$\gamma$	คือ ดัชนีการแตกตัวของคลื่น (breaking index) ซึ่งเป็นฟังก์ชันของความลาดชันคลื่นน้ำลึก ( $H_0 / L_0$ ) กับความลาดชันของชายฝั่ง

ในส่วนของมุมของคลื่น ณ ตำแหน่งที่คลื่นแตกตัว สามารถหาได้จากสมการของ Snell' Law ดังแสดงในสมการ

$$\frac{\sin \theta_b}{L_b} = \frac{\sin \theta_1}{L_1} \quad (3-8)$$

เมื่อ	$\theta_b$	คือ มุมของคลื่น ณ ตำแหน่งคลื่นแตกตัว
	$L_b$	คือ ความยาวคลื่น ณ ตำแหน่งคลื่นแตกตัว
	$\theta_1$	คือ มุมของคลื่น ณ ตำแหน่งคลื่นอ้างอิง
	$L_1$	คือ ความยาวคลื่น ณ ตำแหน่งคลื่นอ้างอิง

การคำนวณในข้างต้นนั้นพิจารณาเฉพาะผลของการหักเหและการเปลี่ยนแปลงความลึก ท้องน้ำเท่านั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาผลของโครงสร้าง ที่ก่อให้เกิดการกระจายของคลื่นบริเวณหลังโครงสร้าง ความสูงและมุมคลื่นที่คำนวณได้ต้องปรับแก้ เนื่องจากปรากฏการณ์ดังกล่าวดังนี้

$$H_b = K_d(\theta_d, d_b) H'_b \quad (3-9)$$

เมื่อ	$K_d$	คือ สัมประสิทธิ์การกระจาย
	$H'_b$	คือ ความสูงคลื่นแตกตัว ที่ไม่รวมผลของการกระจายเนื่องจากโครงสร้าง
	$\theta_b$	คือ มุมระหว่างคลื่นที่วิ่งเข้าที่ปลายของ โครงสร้างกับแนวการวางตัวของ โครงสร้าง

#### - การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่ง (longshore transport) เกิดขึ้นจากพลังงานคลื่นแตกตัวกระทำต่อชายฝั่งนั้นๆ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$Q = (H^2 C_g)_b \left[ a_1 \sin 2\theta_{bs} - a_2 \cos \theta_{bs} \frac{\partial H}{\partial x} \right]_b \quad (3-10)$$

$$a_1 = \frac{K_1}{16(\rho_s / \rho - 1)(1 - \lambda)(1.416)^{5/2}} \quad (3-11)$$

$$a_2 = \frac{K_2}{8(\rho_s / \rho - 1)(1 - \lambda) \tan \beta (1.416)^{5/2}} \quad (3-12)$$

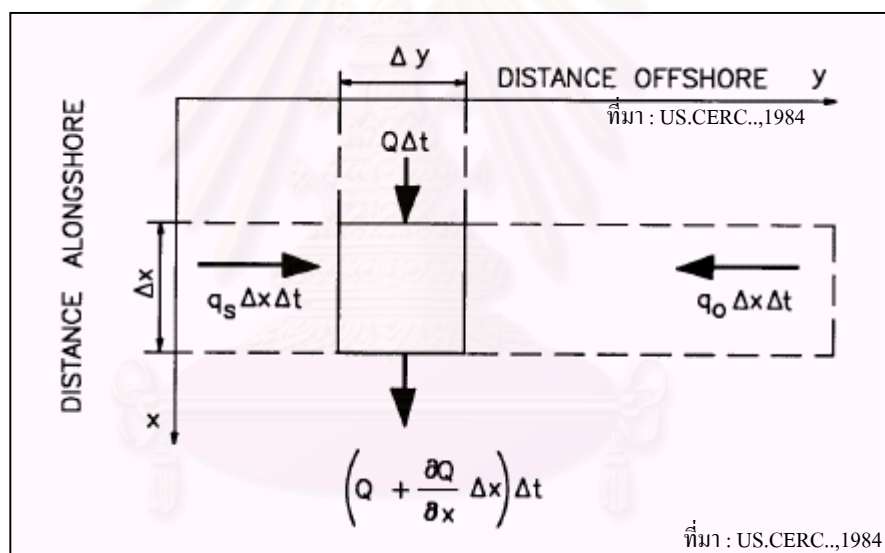
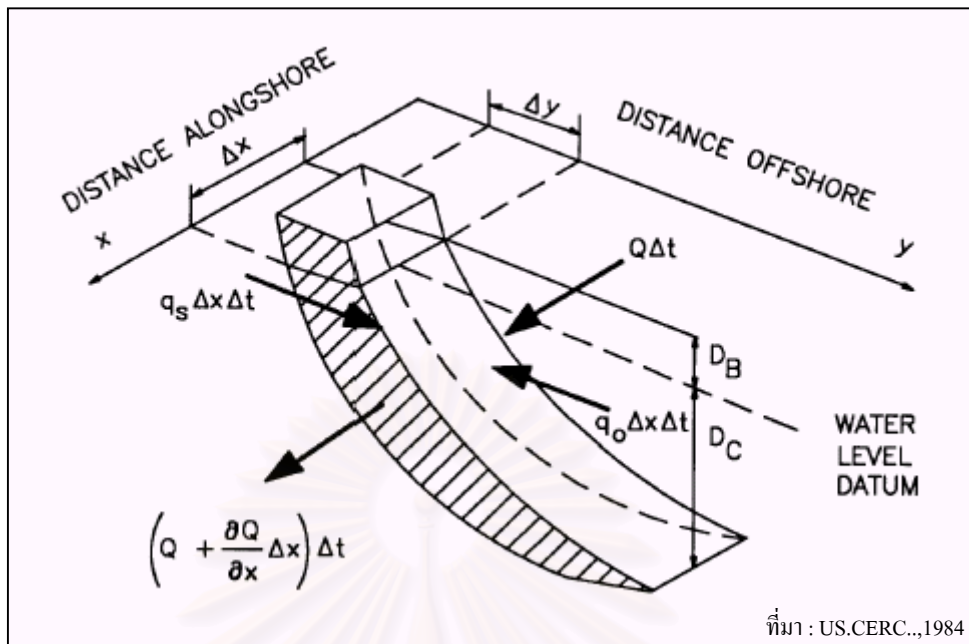
เมื่อ	$H$	คือ ความสูงคลื่น (ม.)
	$C_g$	คือ ความเร็วของกลุ่มคลื่น (ม./วินาที)
	$b$	คือ ตัวห้อยแสดงสถานะของการแตกตัวของคลื่น
	$K_1, K_2$	คือ สัมประสิทธิ์การเคลื่อนตัวของตะกอน
	$\rho_s$	คือ ความหนาแน่นของทราย (กก./ลบ.ม.)
	$\rho$	คือ ความหนาแน่นของน้ำ (กก./ลบ.ม.)
	$\lambda$	คือ ความพรุนของทรายที่องน้ำชายฝั่ง
	$\tan \beta$	คือ ความลาดชันของท้องน้ำชายฝั่ง

ค่าสัมประสิทธิ์การเคลื่อนที่ของตะกอน  $K_1$  ,  $K_2$  เป็นค่าคงที่ ที่ได้จากการปรับเทียบและสอบทานของแบบจำลอง ในพื้นที่ศึกษาต่างๆ โดยในแบบจำลอง GENESIS เสนอแนะให้  $K_1$  มีค่าประมาณ 0.1-1.0 ส่วนค่า  $K_2$  นั้นควรมีค่าประมาณ 0.5-1.0 เท่าของ  $K_1$  (User Manual, 1989)

จากสมการอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวนานกับชายฝั่ง การคำนวณการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งนี้ ใช้หลักการอนุรักษ์ปริมาตรตะกอน โดยกำหนดให้แกน  $x$  เป็นแกนในแนวนานกับชายฝั่ง (alongshore direction) ส่วนแกน  $y$  เป็นแกนที่ตั้งฉากกับชายฝั่ง (offshore direction) โดยยื่นออกไปในทะเล ดังรูป 3-8 จากทฤษฎี One-Line การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในแต่ละส่วนที่ช่วงเวลาต่างๆ คือ

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{1}{(d_b + d_c)} \left[ \frac{\partial Q}{\partial x} - q \right] = 0 \quad (3-13)$$

เมื่อ	$y$	คือ แนวชายฝั่ง (ม.)
	$d_b$	คือ ระดับความสูงของชายฝั่งที่สามารถกัดเซาะถึงได้ (berm height) (ม.)
	$d_c$	คือ ระยะความลึกที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง (depth of closure) (ม.)
	$Q$	คือ การเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวนานกับชายฝั่ง (ลบ.ม./วินาที)
	$q$	คือ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง (ลบ.ม./วินาที)



รูป 3-9 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยใช้ทฤษฎี One-Line

สถาบันวิจัยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 4

### การจัดการข้อมูล

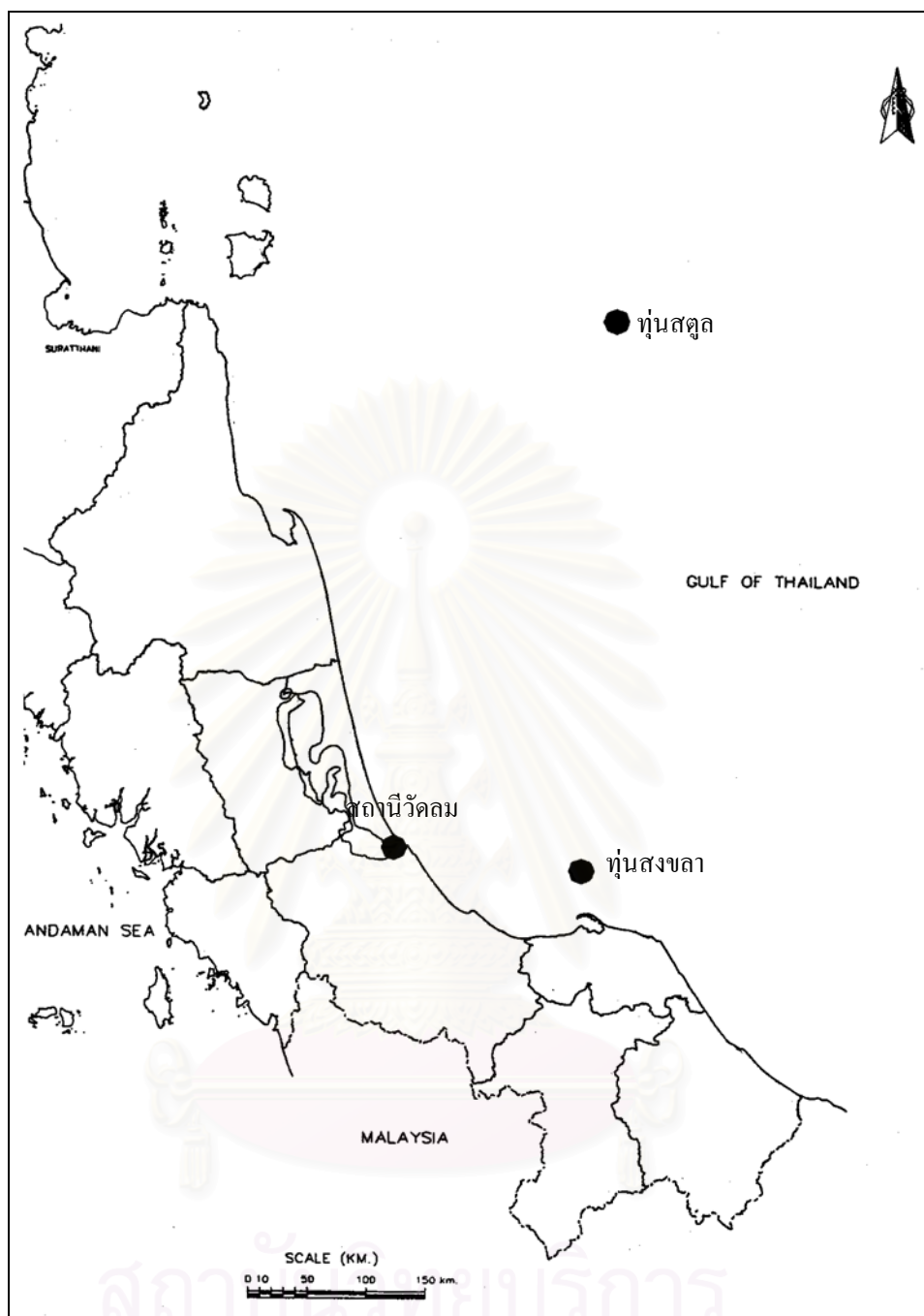
ในบทนี้ได้แสดงถึงการจัดการข้อมูลที่ได้รวบรวมมา ทั้งข้อมูลคลื่น ลม ข้อมูลแผนที่ท้องน้ำชายฝั่ง โดยแสดงถึงขั้นตอน วิธีการวิเคราะห์ และจัดเตรียมข้อมูลเพื่อนำไปสู่ผลการศึกษาในลำดับต่อไป การจัดการข้อมูลต่างๆเป็นดังต่อไปนี้

#### 4.1 การสำรวจภาคสนาม

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกสำรวจภาคสนาม 2 ครั้ง ระหว่างวันที่ 3-5 เมษายน พ.ศ. 2545 และ วันที่ 3-6 มกราคม 2546 เพื่อสำรวจสภาพคลื่น สภาพปัจจุบันของชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา และเก็บตัวอย่างตะกอนชายฝั่ง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก.) พบว่าได้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงในปลายปี พ.ศ. 2544 โดยในด้านใต้ของท่าเรือ เกิดการกัดเซาะบริเวณอ่าวของแหลมสมิหลา อีกตำแหน่งหนึ่งคือ บริเวณหาดแก้วซึ่งในขณะสำรวจได้มีการก่อสร้างรอดักทรายจำนวน 3 ตัวเพื่อป้องกันการกัดเซาะอีกด้วย ส่วนด้านเหนือท่าเรือ มีการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดทรายแก้วซึ่งอยู่ห่างจากท่าเรือประมาณ 2 กม. จากการสอบถามพบว่าการกัดเซาะบริเวณนี้เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี คลื่นในเดือนมกราคมมีความขนาดสูงกว่าคลื่นในเดือนเมษายน ขนาดของตะกอนชายฝั่ง  $d_{50}$  มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.4 มม.

#### 4.2 ข้อมูลคลื่นและลม

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะชายฝั่งที่เกิดขึ้นโดยทั่วไป มีปัจจัยหลักจากขนาดและทิศทางของคลื่นที่กระทำกับชายฝั่งนั้นๆ จากข้อมูลที่ได้มีการเก็บรวบรวมในปัจจุบันบริเวณพื้นที่ศึกษา ข้อมูลสำคัญที่แสดงถึงขนาดและทิศทางของคลื่นยังไม่ยาวนานเพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ผ่านมาในระยะยาวได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลคลื่นและลมที่เกี่ยวข้องในบริเวณพื้นที่ศึกษาจากแหล่งข้อมูล 3 แห่ง มีตำแหน่งสถานีวัดแสดงดังรูป 4-1 ดังนี้ คือ



รูป 4-1 ตำแหน่งสถานีวัดข้อมูลของพื้นที่ศึกษา

1. ข้อมูลสำรวจทูนสงขลา จากทูน โดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ
2. ข้อมูลสำรวจทางสมุทรศาสตร์ทูนสตูล โดยบริษัท ยูโนแคล ประเทศไทย
3. ข้อมูลลม จ. สงขลา โดยกรมอุตุนิยมวิทยา

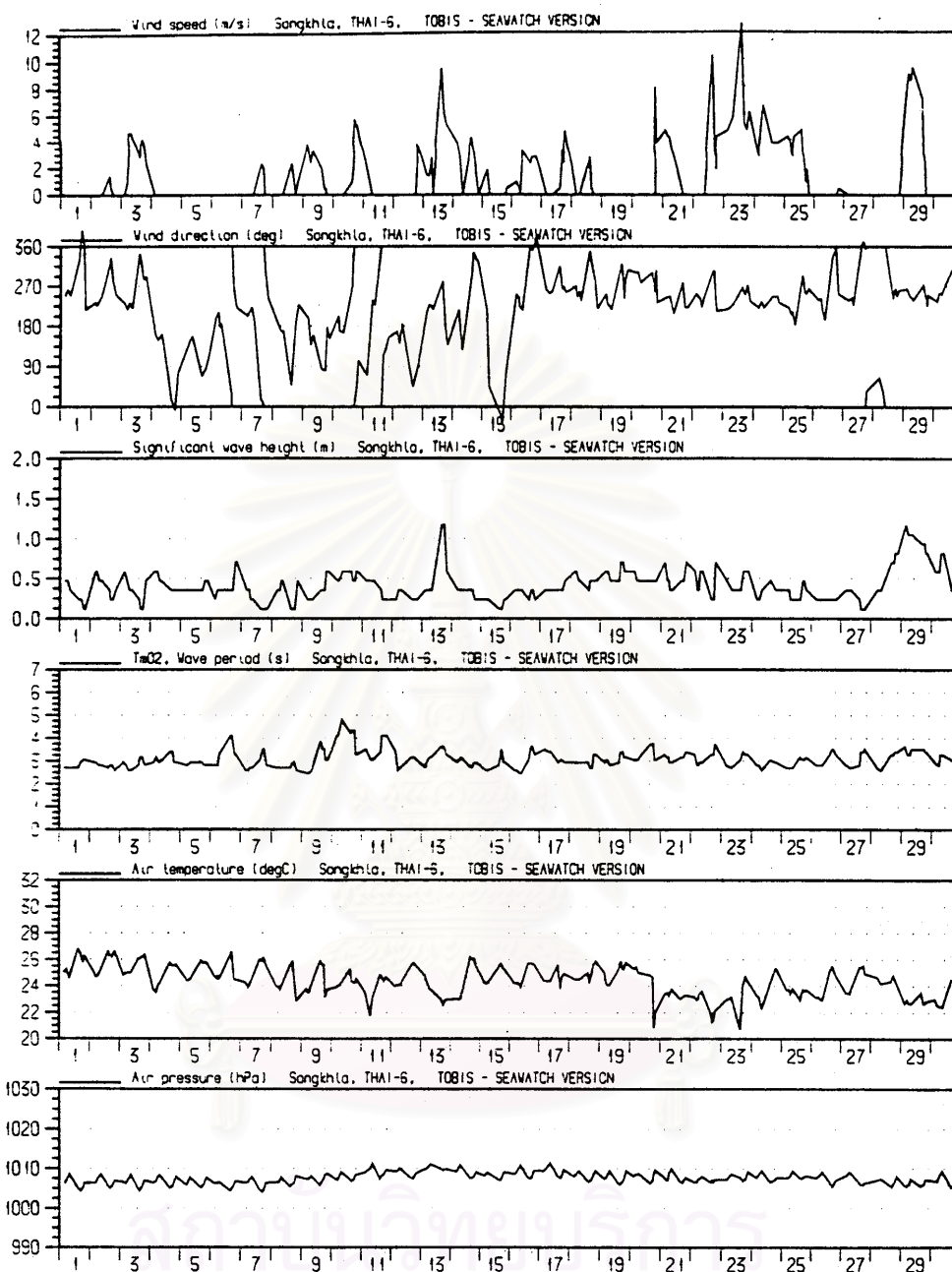
ข้อมูลในแต่ละแหล่งมีข้อเด่นและข้อด้อยที่ต่าง ๆ กัน ดังนั้นจึงได้มีความพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ของแต่ละข้อมูลเพื่อให้การประมาณขนาดและทิศทางคลื่นมีความใกล้เคียงมากที่สุด ในแต่ละชุดข้อมูลมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

#### 4.1.1 ข้อมูลสำรวจทุ่งสงขลา

ข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ที่เก็บรวบรวมโดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (สทอภ.) ซึ่งได้เก็บรวบรวมข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน โดยใช้ทุ่นลอย สำหรับทุ่นสงขลา ตำแหน่งทุ่นอยู่ที่ ละติจูด 7.50 N และ ลองจิจูด 101.13 E ข้อมูลที่ได้รับการอนุเคราะห์เป็นข้อมูลกราฟของแต่ละเดือน ซึ่งประกอบไปด้วย ความเร็วลม ทิศทางลม ความสูงคลื่นนัยสำคัญ และคาบคลื่นนัยสำคัญ ดังตัวอย่างในรูป 4-2 จากข้อมูลทุ่นสงขลา มีการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 ปี คือ ในปี พ.ศ. 2536 2537 และ 2542 มีข้อมูล รวม 21 เดือน โดยในแต่ละปีความสมบูรณ์ของข้อมูลไม่เท่ากัน เนื่องจากเกิดความเสียหายขึ้นกับทุ่นวัด จากข้อมูลกราฟของแต่ละเดือนได้อ่านค่าสูงสุด ค่าสุด และค่าเฉลี่ย ของความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นนัยสำคัญ ดังแสดงในตาราง 4-1

จากข้อมูลกราฟแสดงให้เห็นว่าความสูงคลื่นนัยสำคัญบริเวณจังหวัดสงขลาโดยทั่วไปอยู่ระหว่างช่วง 0.3-1.5 ม. ซึ่งในช่วงทะเลสงบระหว่างเดือน เมษายน-ตุลาคม มีความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.3-0.6 ม. เดือนที่ทะเลสงบที่สุด คือ เดือน พฤษภาคม - มิถุนายน ส่วนในช่วงมรสุมตอนปลายปี เดือนพฤศจิกายนต่อเนื่องถึงเดือนกุมภาพันธ์ของอีกปี ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.6-1.5 ม. เดือนที่คลื่นแรงที่สุด คือ เดือนธันวาคม โดยความสูงคลื่นสูงสุดที่วัดได้ คือ 2.6 ม. และต่ำสุด คือ 0.1 ม. ในส่วนคาบคลื่นนัยสำคัญ มีคาบคลื่นตั้งแต่ 2 วินาทีขึ้นไป โดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 3-4 วินาที และเมื่อคลื่นมีขนาดสูงขึ้นคาบคลื่นก็มากขึ้น

ข้อมูลจากทุ่นสงขลา เป็นข้อมูลที่เป็นตัวแทนของคลื่นที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ดีที่สุด เนื่องจากอยู่ใกล้กับพื้นที่ศึกษา แต่การเก็บข้อมูลไม่ยาวนานและไม่ต่อเนื่อง โดยมีการเก็บข้อมูลเพียง 3 ปี อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ที่เป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ดังนั้นข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจึงแสดงให้เห็นถึงขนาดของคลื่นที่เข้ามากระทำในช่วงนั้น ซึ่งสามารถใช้ในการเปรียบเทียบกับการประมาณคลื่นในขั้นตอนต่อไปได้



SEAWATCH THAILAND				INSTRUMENT TOBIS
STATION Songkhla, THAI-6	STATION 5	WATER DEPTH 20 m	INSTRUMENT DEPTH 3 m	OBSERVATION PERIOD 1994.06.01-1994.06.30 LT
NRCT National Research Council of Thailand			PROJECT 1	FIGURE 2

or kan33/app

ที่มา : สทอก., 2537

รูป 4-2 กราฟข้อมูลสำรวจคลื่นลมทุ่นสงขลา เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2537

ตาราง 4-1 ความสูงคลื่นนัยสำคัญและคาบคลื่นนัยสำคัญ ทุ่นสงขลา

เดือน	ปี	ความสูงคลื่นนัยสำคัญราย 3 ชั่วโมง (ม.)			คาบคลื่นนัยสำคัญราย 3 ชั่วโมง (วินาที)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
มกราคม	2537	2.0	0.5	1.0	5.8	3.2	4.0
กุมภาพันธ์	2537	2.4	0.0	0.6	5.3	0.0	3.5
มีนาคม	2536	1.7	0.3	0.7	6.1	3.1	4.0
เมษายน	2536	1.7	0.1	0.5	4.9	2.6	3.5
พฤษภาคม	2536	1.0	0.1	0.3	4.1	2.8	3.0
มิถุนายน	2536	1.0	0.1	0.4	4.0	2.5	3.0
	2537	1.2	0.1	0.4	4.8	2.6	3.0
กรกฎาคม	2536	1.4	0.2	0.6	4.6	2.5	3.0
	2542	1.7	0.1	0.6	4.8	2.5	3.0
สิงหาคม	2536	1.5	0.2	0.4	4.4	2.8	3.0
	2542	1.2	0.2	0.5	4.2	2.5	3.0
กันยายน	2536	1.2	0.1	0.4	4.0	2.6	3.0
	2537	1.4	0.1	0.6	4.1	2.8	3.5
	2542	1.7	0.1	0.4	5.3	2.5	3.5
ตุลาคม	2536	1.0	0.2	0.4	5.8	2.8	3.0
	2542	1.6	0.3	0.5	5.6	2.5	3.5
พฤศจิกายน	2536	2.4	0.3	1.5	6.0	3.2	5.0
	2542	1.9	0.2	0.8	5.3	2.8	4.0
ธันวาคม	2536	2.6	0.6	1.5	6.2	3.4	5.0
	2537	2.3	0.3	1.0	6.0	2.9	4.5
	2542	2.5	0.8	1.5	6.2	4.1	5.0

แหล่งข้อมูล : สทอก.

#### 4.2.2 ข้อมูลสำรวจทางสมุทรศาสตร์ทุ่นสตูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ทุ่นสตูล (ของบริษัท ยูโนแคล ประเทศไทย) บริเวณกลางอ่าวไทย ซึ่งตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่  $9^{\circ} 17'$  เหนือ กับเส้นแวงที่  $101^{\circ} 25'$  ตะวันออก โดยเก็บข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ไว้อย่างสมบูรณ์ ประกอบไปด้วย ข้อมูลลม คลื่น กระแสน้ำ ความดัน ระดับ

น้ำ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ รายละเอียดดังตาราง 4-2 เก็บข้อมูลทุกๆ 20 นาที ช่วงเวลาของข้อมูลอยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2544 เป็นระยะเวลา 11 ปี แต่ข้อมูลในปี พ.ศ. 2535 ได้สูญหาย จึงมีข้อมูลรวม 10 ปี ดังในตาราง 4-3 แสดงเดือนที่มีการตรวจวัดข้อมูล ความสมบูรณ์ของข้อมูลที่เก็บได้ในแต่ละปีไม่เท่ากันเนื่องจากความเสียหายของเครื่องมือวัด

ข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม ความสูงคลื่นนัยสำคัญ คาบคลื่นนัยสำคัญ และทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น โดยทิศทางคลื่นได้อ้างอิงแนวที่เคลื่อนที่ไป ส่วนทิศทางลมได้อิงแนวที่พัดมา จึงทำให้ทิศคลื่นต่างไปจากทิศทางลมประมาณ 180 องศาเมื่อเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นจึงได้ปรับข้อมูลทิศคลื่นให้อ้างอิงเป็นแนวเดียวกับทิศลม จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้

#### 4.2.2.1 ความเร็วและทิศทางลม

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลลมบริเวณทุ่นสตูล ดังผังลมในรูป 4-3 และ ตาราง 4-4 ถึง 4-5 พบว่า ความเร็วที่พัดผ่านบริเวณทุ่นสตูล มีความเร็วระหว่าง 4-10 น็อต เกิดขึ้นมากที่สุด 45.72 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ความเร็วระหว่าง 1-5 น็อต ประมาณ 27.57 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วระหว่าง 10-15 น็อต ประมาณ 20.48 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วอื่นๆ ประมาณ 6.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเร็วสูงสุดที่เกิดขึ้นคือ 43 น็อต ในส่วนทิศทางลมที่พัดผ่านส่วนใหญ่มีทิศอยู่ระหว่างช่วง E - WNW โดยทิศ SW และ SE เกิดขึ้นมากที่สุด โดยเกิดขึ้นประมาณ 12.37 เปอร์เซ็นต์ และ 10.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในทิศทางอื่นจะไม่แตกต่างกันมากนักคือประมาณ 4-8 เปอร์เซ็นต์ โดยในแต่ละเดือนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตาราง 4-2 ตัวอย่างข้อมูลสำรวจทางสมุทรศาสตร์ทุ่นสตูล

ลำดับที่	ค่า	ความหมาย	ลำดับที่	ค่า	ความหมาย
1	35	number of the record	20	7.2547	period of maximum wave (s.)
2	2000	year of the record	21	9.583626	longest wave period (s.)
3	2	month of the record	22	1.392692	highest crest (m.)
4	1	date of month	23	1.366647	second highest crest (m.)
5	0:19	time at end of record	24	-1.509456	lowest trough (m.)
6	201	number of wave from zero down-crossing analysis	25	-1.2118	second lowest trough (m.)
7	0.003205413	direction wave spreading factor	26	275	number of crests
8	6.691002	mean wind speed (knots) *	27	201	number of zero crossings
9	53.9093	mean wind direction from (degrees) *	28	26.88101	mean air temperature (c.)
10	8.526402	maximum 3 second gust (knots)	29	0.5813118	mean current speed (sfc) (knots)
11	50.49503	direction of maximum gust from (degrees)	30	44.35751	mean current direction (sfc) (degrees)
12	1.644329	significant wave height (m.) *	31	0.01651923	mean current speed (bot) (knots)
13	5.062803	average wave period (s)	32	164.3533	mean current direction (bot) (degrees)
14	6.658909	mean water level (m.)	33	1016.641	mean barometric pressure (millibars)
15	0.3496189	mean average ordinate (m.)	34	69.39312	mean relative humidity (percent)
16	1.020028	average wave height (m.)	35	73.78378	predominant wave direction toward (degrees) *
17	1.157173	RMS wave height (m.)	36	0.1815957	zeroth moment spectrum (m <sup>4</sup> )
18	2.8575	maximum wave height (m.)	37	0.00538049	second moment spectrum (m <sup>4</sup> /s)
19	6.185463	significant wave period (s.) *			

\* ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ตาราง 4-3 ช่วงเวลาข้อมูลของหุ้นสตูล

เวลา	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544
ม.ค.	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
ก.พ.	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
มี.ค.	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-
เม.ย.	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
พ.ค.	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
มิ.ย.	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
ก.ค.	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
ส.ค.	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
ก.ย.	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
ต.ค.	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
พ.ย.	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-
ธ.ค.	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	-

แหล่งข้อมูล : บ.ยูไนเต็ด จำกัด

ตาราง 4-4 เปอร์เซนต์ความเร็วลมหุ้นสตูลระหว่าง พ.ศ.2534-2544

เดือน	ความเร็วลม (น็อต)									
	1.0-5.0	5.0-10.0	10.0-15.0	15.0-20.0	20.0-25.0	25.0-30.0	30.0-35.0	35.0-40.0	40.0->	
มกราคม	18.82	49.35	25.92	5.67	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	
กุมภาพันธ์	21.38	48.00	23.36	6.61	0.59	0.06	0.00	0.00	0.00	
มีนาคม	23.39	45.94	22.60	6.72	1.16	0.19	0.00	0.00	0.00	
เมษายน	31.88	56.75	10.40	0.86	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	
พฤษภาคม	36.58	49.02	12.20	2.01	0.16	0.03	0.01	0.00	0.00	
มิถุนายน	32.90	43.70	19.51	3.07	0.52	0.12	0.16	0.01	0.00	
กรกฎาคม	29.48	47.09	19.55	3.09	0.69	0.10	0.01	0.01	0.00	
สิงหาคม	32.81	43.71	18.02	4.25	1.00	0.16	0.04	0.00	0.01	
กันยายน	32.45	47.30	17.18	2.27	0.54	0.10	0.02	0.01	0.13	
ตุลาคม	40.66	38.80	14.07	5.28	1.04	0.13	0.01	0.00	0.00	
พฤศจิกายน	17.44	39.98	28.99	11.10	2.37	0.13	0.00	0.00	0.00	
ธันวาคม	13.11	39.02	33.91	12.04	1.45	0.29	0.06	0.12	0.00	
ตลอดปี	27.57	45.72	20.48	5.25	0.82	0.11	0.03	0.01	0.01	

แหล่งข้อมูล : บ.ยูไนเต็ด จำกัด

ตาราง 4-5 เปรอร์เซ็นต์ทิศทางลมทุ่นสตูล ระหว่าง พ.ศ.2534-2544

เดือน	ทิศทาง															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
มกราคม	6.57	4.26	4.05	4.63	5.81	9.16	11.13	6.75	6.10	6.71	10.87	6.83	5.30	5.26	3.05	3.53
กุมภาพันธ์	1.84	2.43	2.07	4.41	7.15	19.64	32.21	15.14	7.16	3.03	0.79	0.30	0.18	0.50	1.40	1.75
มีนาคม	0.85	0.75	0.92	2.02	7.56	23.14	27.06	14.25	7.92	6.26	3.49	0.61	0.64	1.78	1.77	0.98
เมษายน	1.15	1.35	1.16	2.68	5.08	12.00	21.11	15.81	13.52	9.43	7.29	1.82	2.58	2.23	1.73	1.07
พฤษภาคม	0.88	0.51	0.37	0.67	1.30	4.32	8.05	8.60	10.47	11.60	20.39	12.41	8.66	7.78	3.10	0.89
มิถุนายน	0.79	0.83	0.75	0.69	1.10	1.50	2.74	4.38	8.26	12.55	22.73	15.72	12.96	10.02	3.72	1.26
กรกฎาคม	0.75	0.45	0.39	0.50	0.75	0.97	2.91	4.41	7.95	11.49	28.25	19.20	9.78	6.94	2.55	2.71
สิงหาคม	1.19	0.53	0.40	0.42	0.62	0.99	2.05	3.65	6.06	10.70	26.30	17.95	11.26	7.46	3.40	7.03
กันยายน	2.12	1.43	0.99	0.98	1.05	0.97	1.91	2.89	5.12	9.54	17.97	17.13	15.00	14.04	5.87	3.00
ตุลาคม	15.21	5.69	4.14	5.83	6.81	6.58	4.76	3.48	3.82	5.11	7.26	3.18	5.55	10.26	6.66	5.65
พฤศจิกายน	12.15	12.54	13.29	14.27	11.44	6.78	3.06	1.33	1.38	1.10	2.15	1.91	1.84	3.73	3.92	9.11
ธันวาคม	17.00	16.74	15.38	12.53	11.48	7.46	3.57	1.32	0.76	0.54	0.94	0.22	0.45	1.71	2.90	6.98
ตลอดปี	5.04	3.96	3.66	4.14	5.01	7.79	10.05	6.83	6.54	7.34	12.37	8.11	6.18	5.98	3.34	3.66

แหล่งข้อมูล : บ.ยูไนเต็ด จำกัด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- มกราคม มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 8.46 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 26.57 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง E-SE เกิดขึ้นประมาณ 61.44 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ ESE มากที่สุด 24.27 เปอร์เซ็นต์

- กุมภาพันธ์ มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 8.22 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 27.66 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง ESE- SSE เกิดขึ้นประมาณ 66.99 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SE มากที่สุด 32.21 เปอร์เซ็นต์

- มีนาคม มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 8.31 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 27.60 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง ESE- SSE เกิดขึ้นประมาณ 64.45 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SE มากที่สุด 27.06 เปอร์เซ็นต์

- เมษายน มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 6.49 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 27.89 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง ESE- S เกิดขึ้นประมาณ 62.44 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SE มากที่สุด 21.11 เปอร์เซ็นต์

- พฤษภาคม มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 6.38 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 30.93 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง S-WSW เกิดขึ้นประมาณ 54.87 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SW มากที่สุด 20.39 เปอร์เซ็นต์

- มิถุนายน มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 7.20 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 35.24 นี้อ และมีทิศทางกระจายระหว่าง SSW-WNW เกิดขึ้นประมาณ 73.80 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SW มากที่สุด 22.73 เปอร์เซ็นต์

- กรกฎาคม มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 7.30 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 39.52 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง SSW-W เกิดขึ้นประมาณ 68.72 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SW มากที่สุด 28.25 เปอร์เซ็นต์

- สิงหาคม มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 7.22 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 43.09 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง SSW-W เกิดขึ้นประมาณ 66.21 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SW มากที่สุด 26.31 เปอร์เซ็นต์

- กันยายน มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 7.19 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 36.45 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง SW-WNW เกิดขึ้นประมาณ 64.13 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SW มากที่สุด 17.97 เปอร์เซ็นต์

- ตุลาคม มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 7.19 นี้อ ความเร็วลมสูงสุด 33.25 นี้อ และส่วนใหญ่มีทิศทางกระจายเกือบเท่าๆกันในทุกทิศ ซึ่งทิศทางละ 3-7 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ N มากที่สุด 15.21 เปอร์เซ็นต์

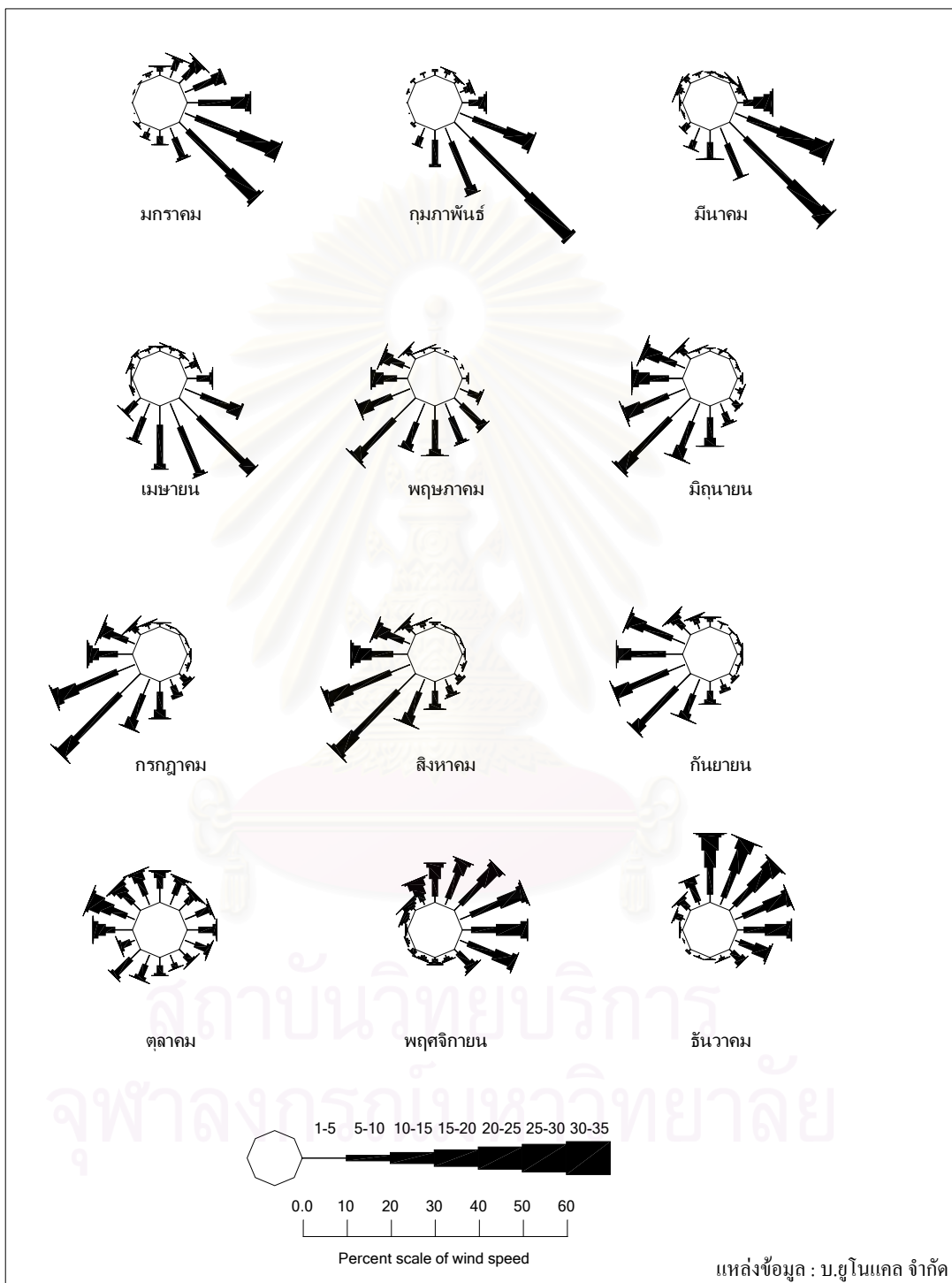
- พฤษจิกายน มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 9.65 น็อต ความเร็วลมสูงสุด 29.36 น็อต และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง N-E เกิดขึ้นประมาณ 63.70 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ NE มากที่สุด 13.29 เปอร์เซ็นต์

- ธันวาคม มีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 10.06 น็อต ความเร็วลมสูงสุด 39.39 น็อต และส่วนใหญ่มีทิศทางระหว่าง N-E เกิดขึ้นประมาณ 73.14 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ N มากที่สุด 17.00 เปอร์เซ็นต์

จากทิศทางหลักของลมในแต่ละเดือนแสดงให้เห็นว่าลมพัดเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลต่างๆ เริ่มจากเดือน ต.ค. จะไม่มีทิศทางที่แน่นอนซึ่งเป็นช่วงลมมรสุมเปลี่ยนแปลง ทิศทางลมพัดจะเกิดขึ้นเท่าๆกันในแต่ละทิศทาง จากนั้นได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ที่พัดมาจากตอนบนของประเทศเป็นเวลา 3 เดือน คือ พ.ย.-ม.ค. แต่ลมมรสุมที่พัดผ่านส่งผลต่อพื้นที่เพียงสองเดือนคือ ในเดือน พ.ย.-ธ.ค. ส่วนเดือน ม.ค. ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือได้อ่อนตัวลง ทำให้ในเดือน ม.ค.-เม.ย. เกิดลมพัดมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) พัดเข้าแทนที่ เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือถอยไปจากภาคใต้ ซึ่งเป็นทิศทางลมเฉพาะบริเวณภาคใต้ จากนั้นได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ในเดือน พ.ค.-ก.ย. และกลับไปสู่ฤดูช่วงลมมรสุมเปลี่ยนแปลงในเดือน ต.ค. ใหม่อีกครั้งหนึ่ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูป 4-3 ฝั่งลมท่อนสตูด ระหว่าง พ.ศ. 2534 – 2544



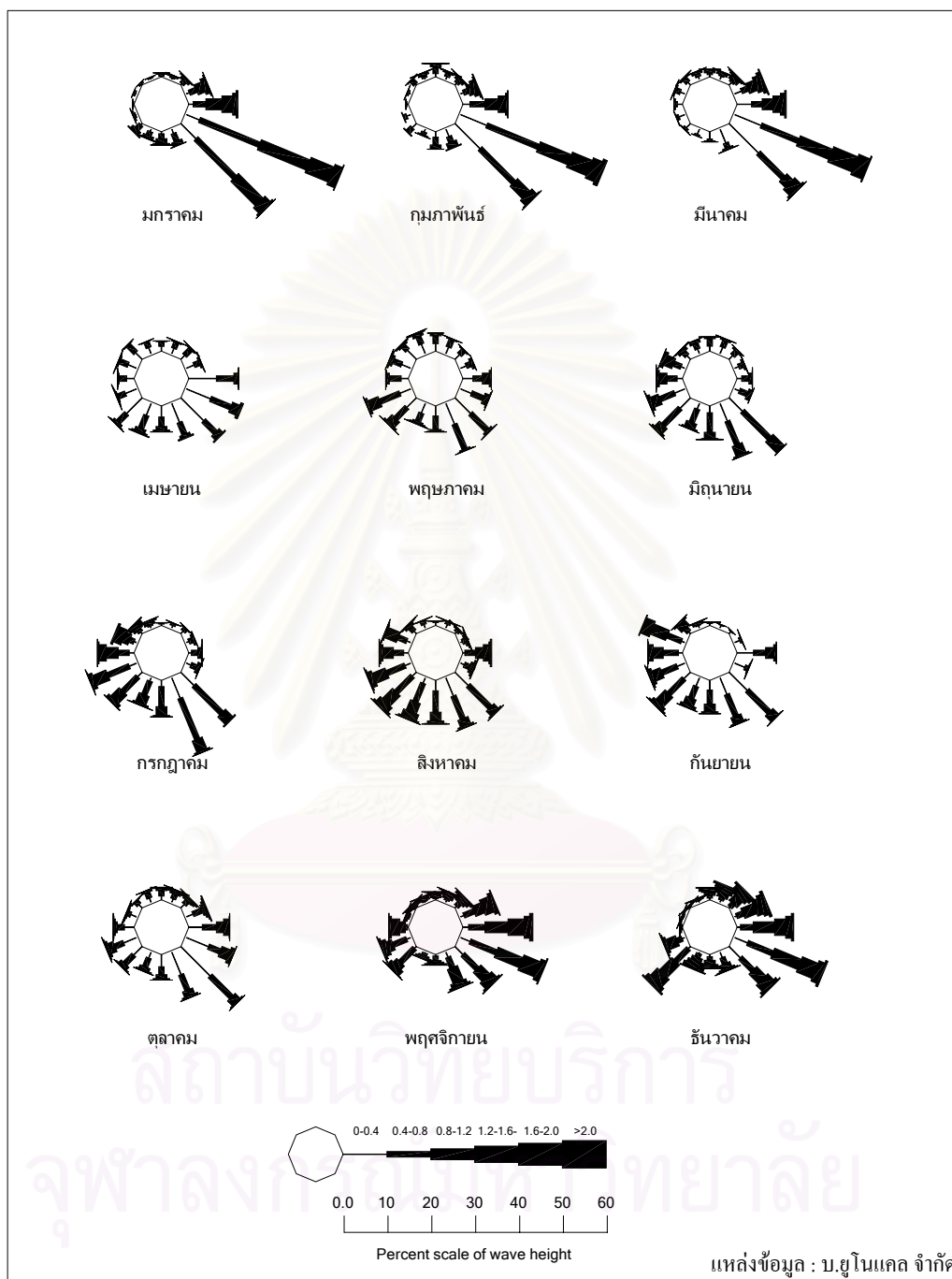
#### 4.2.2.2 ความสูงคลื่นนัยสำคัญและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น

ความสูงคลื่นนัยสำคัญบริเวณทุ่นสตูล ดังผังคลื่นในรูป 4-4 และ ตาราง 4-6 ถึง 4-7 พบว่า โดยส่วนมากมีความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ม. คิดเป็น 72.48 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความสูงคลื่นนัยสำคัญ 0.2-0.4 ม. และ 0.4-0.6 ม. เกิดขึ้นมากที่สุด ช่วงละ 21.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ความสูงคลื่นนัยสำคัญ 0.6-0.8 ม. คิดเป็น 16.68 เปอร์เซ็นต์ และความสูงคลื่นนัยสำคัญ 0.8-1.0 ม. คิดเป็น 12.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความสูงคลื่นนัยสำคัญที่มากกว่า 1.0 ม. คิดเป็น 23.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความสูงคลื่นนัยสำคัญสูงสุดที่เกิดขึ้นคือ 5.8 ม. ส่วนทิศทางคลื่นพบว่า คลื่นเคลื่อนที่ผ่านบริเวณทุ่นสตูล ตลอดทั้งปีส่วนใหญ่มีทิศอยู่ระหว่างช่วง E - SSE คิดเป็น 51.33 เปอร์เซ็นต์ โดยทิศทางที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ SE กับ ESE โดยเกิดขึ้นเท่าๆกันประมาณ 16 ถึง 17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในทิศทางอื่นจะไม่แตกต่างกันมากนักคือประมาณ 2-8 เปอร์เซ็นต์ โดยในแต่ละเดือนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- มกราคม ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.2 ม. คิดเป็น 81.89 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ช่วง 0.6-0.8 ม. เกิดขึ้น 22.38 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง E-SE เกิดขึ้นประมาณ 76.17 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ ESE มากที่สุด 37.59 เปอร์เซ็นต์
- กุมภาพันธ์ ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ม. คิดเป็น 72.97 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ช่วง 0.4-0.6 ม. เกิดขึ้น 21.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง E-SE เกิดขึ้นประมาณ 69.90 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ ESE มากที่สุด 34.91 เปอร์เซ็นต์
- มีนาคม ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ม. คิดเป็น 68.44 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ช่วง 0.2-0.4 ม. เกิดขึ้น 29.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง E-SE เกิดขึ้นประมาณ 65.49 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ ESE มากที่สุด 32.53 เปอร์เซ็นต์
- เมษายน ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 ม. คิดเป็น 80.83 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ช่วง 0.2-0.4 ม. เกิดขึ้น 42.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง E-SW เกิดขึ้นประมาณ 67.24 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ ESE มากที่สุด 13.24 เปอร์เซ็นต์
- พฤษภาคม ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.0-0.8 ม. คิดเป็น 83.41 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ช่วง 0.2-0.4 ม. กับ 0.4-0.6 ม. เกิดขึ้นช่วงละ 29.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง E-WNW เกิดขึ้นประมาณ

- 76.34 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SSE มากที่สุด 11.52 เปอร์เซ็นต์ และทิศ WSW เกิดขึ้น 10.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นทิศทางที่โดคออกมาจากกลุ่มทิศทางส่วนใหญ่
- มิถุนายน ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ม. คิดเป็น 81.08 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ 0.4-0.6 ม. เกิดขึ้น 25.26 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง SE-WSW เกิดขึ้นประมาณ 62.92 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SE มากที่สุด 16.69 เปอร์เซ็นต์ และทิศ SW เกิดขึ้น 10.62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นทิศทางที่โดคออกมาจากกลุ่มทิศทางส่วนใหญ่
  - กรกฎาคม ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ม. คิดเป็น 77.33 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ 0.4-0.6 ม. เกิดขึ้น 25.68 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง SE-W เกิดขึ้นประมาณ 78.47 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SSE มากที่สุด 18.27 เปอร์เซ็นต์ และทิศ WSW เกิดขึ้น 11.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นทิศทางที่โดคออกมาจากกลุ่มทิศทางส่วนใหญ่
  - สิงหาคม ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.2 ม. คิดเป็น 86.14 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ 0.4-0.6 ม. เกิดขึ้น 23.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง SE-WSW เกิดขึ้นประมาณ 67.12 เปอร์เซ็นต์ โดยเกิดขึ้นพอกันคือ 10-12 เปอร์เซ็นต์
  - กันยายน ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ม. คิดเป็น 74.58 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ 0.4-0.6 ม. เกิดขึ้น 23.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง SE-WNW เกิดขึ้นประมาณ 78.85 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SE มากที่สุด 14.84 เปอร์เซ็นต์
  - ตุลาคม ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.0-0.8 ม. คิดเป็น 78.26 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ 0.2-0.4ม. เกิดขึ้น 30.42 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง E-WSW เกิดขึ้นประมาณ 70.17 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ SE มากที่สุด 18.14 เปอร์เซ็นต์
  - พฤศจิกายน ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.4-1.4 ม. คิดเป็น 72.19 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นพอกัน คือ ช่วงละ 12-16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง ENE-SSE เกิดขึ้นประมาณ 65.40 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ ESE มากที่สุด 20.21 เปอร์เซ็นต์
  - ธันวาคม ความสูงคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.2-1.4 ม. คิดเป็น 76.68 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูงคลื่นนัยสำคัญที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ 0.8-1.0 ม. เกิดขึ้น 16.46 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ระหว่าง E-SW เกิดขึ้นประมาณ 72.14 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นทิศ

ESE มากที่สุด 21.64 เปอร์เซ็นต์ และทิศ SW เกิดขึ้น 12.46 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นทิศทางที่โดดเด่นมาจากกลุ่มทิศทางส่วนใหญ่



รูป 4-4 ฟังคลื่นทุ่นสตูล ระหว่าง พ.ศ. 2534 – 2544

ตาราง 4-6 เปอร์เซ็นต์ความสูงคลื่นนัยสำคัญทุ่นสตูล ระหว่าง พ.ศ. 2534-2544

เดือน	ความสูงคลื่นนัยสำคัญ (ม.)															
	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4	2.4-2.6	2.6-2.8	2.8-3.0	3.0->
มกราคม	1.98	10.72	18.11	22.38	19.60	11.09	7.46	4.53	2.44	1.02	0.35	0.23	0.05	0.01	0.01	0.01
กุมภาพันธ์	4.12	20.66	21.52	18.18	12.61	8.27	5.64	4.31	2.29	0.99	0.62	0.51	0.21	0.05	0.00	0.00
มีนาคม	5.25	29.15	18.11	10.28	10.89	8.27	6.56	4.96	3.72	1.83	0.71	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00
เมษายน	6.91	42.24	26.26	12.33	5.44	3.16	2.10	0.93	0.41	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
พฤษภาคม	10.35	29.18	29.08	14.79	7.55	4.85	2.55	1.22	0.32	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
มิถุนายน	6.32	21.27	25.26	21.49	13.06	7.62	3.10	1.23	0.40	0.14	0.05	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00
กรกฎาคม	2.95	17.18	25.68	20.93	13.54	9.71	5.53	2.84	1.27	0.25	0.11	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
สิงหาคม	2.21	19.02	23.50	20.53	13.03	10.07	4.85	3.23	1.89	0.88	0.51	0.21	0.04	0.04	0.00	0.00
กันยายน	6.94	21.87	23.89	15.99	12.83	9.32	5.31	2.27	1.08	0.40	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
ตุลาคม	12.27	30.42	21.81	13.75	7.64	5.36	3.68	2.70	1.22	0.74	0.24	0.08	0.04	0.03	0.00	0.00
พฤศจิกายน	0.74	10.21	15.51	16.53	13.46	14.14	12.54	7.36	4.50	2.41	1.20	0.63	0.41	0.27	0.06	0.03
ธันวาคม	2.43	9.92	12.96	12.94	16.46	14.89	9.52	6.75	6.17	3.91	2.26	0.93	0.23	0.14	0.09	0.42
ตลอดปี	5.21	21.82	21.81	16.68	12.17	8.90	5.74	3.53	2.14	1.07	0.51	0.24	0.08	0.05	0.01	0.04

แหล่งข้อมูล : บ.ยูไนเต็ด จำกัด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4-7 เปรอร์เซ็นต์ทิศทางคลื่นทุ่นสตูด ระหว่าง พ.ศ. 2534-2544

เดือน	ทิศทาง															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
มกราคม	0.92	0.87	2.01	5.22	11.15	37.59	27.42	3.91	3.04	2.28	2.75	0.77	0.33	0.67	0.61	0.45
กุมภาพันธ์	3.03	1.77	2.04	4.21	10.25	34.91	24.74	4.52	4.02	1.51	2.88	1.68	0.53	0.77	1.64	1.50
มีนาคม	1.74	1.75	2.72	7.15	11.19	32.53	21.78	4.89	2.32	1.61	1.91	1.95	1.95	2.42	2.25	1.85
เมษายน	2.33	2.90	3.49	3.56	11.33	13.24	12.56	8.38	5.93	7.30	8.49	4.80	3.76	4.35	4.70	2.88
พฤษภาคม	4.14	3.56	2.99	3.11	6.46	6.80	10.99	11.52	5.91	4.99	8.76	10.62	5.15	5.15	4.82	5.03
มิถุนายน	3.27	3.46	2.86	2.32	3.47	3.98	16.69	12.86	7.67	6.17	10.83	8.69	5.98	5.54	3.08	3.12
กรกฎาคม	0.67	1.08	1.71	2.01	3.02	3.18	15.78	18.27	8.30	6.64	9.79	11.28	8.40	5.33	2.82	1.71
สิงหาคม	1.05	1.49	1.30	1.70	6.56	3.33	13.15	12.10	9.94	10.18	11.53	10.23	6.65	6.25	2.78	1.77
กันยายน	0.83	0.69	0.80	1.63	8.93	3.30	14.84	11.18	7.63	7.30	11.05	8.55	7.98	10.34	3.64	1.34
ตุลาคม	2.86	2.86	3.03	4.96	9.30	11.30	18.14	11.07	5.79	4.62	6.63	7.26	4.77	2.43	2.17	2.82
พฤศจิกายน	1.88	2.37	3.33	8.44	15.93	20.21	12.18	8.64	2.41	1.60	7.69	7.04	4.47	1.11	1.28	1.41
ธันวาคม	2.85	3.99	5.41	7.90	12.91	21.64	13.36	4.47	3.21	4.09	12.46	4.95	0.66	0.58	0.62	0.91
ตลอดปี	2.13	2.23	2.64	4.35	9.21	16.00	16.80	9.32	5.51	4.86	7.90	6.48	4.22	3.74	2.53	2.07

แหล่งข้อมูล : บ.อุไรแกล จำกัด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตาราง 4-8 สรุปความสูงคลื่นนัยสำคัญทุ่นสตูล ระหว่าง พ.ศ.2534-2544

เดือน	ความสูงคลื่นนัยสำคัญ (ม.)			
	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ม.ค.	0.8	0.1	3.9	0.4
ก.พ.	0.7	0.1	2.5	0.4
มี.ค.	0.7	0.1	3.1	0.5
เม.ย.	0.4	0.1	1.9	0.2
พ.ค.	0.6	0.1	2.0	0.3
มิ.ย.	0.6	0.1	2.0	0.3
ก.ค.	0.7	0.1	2.5	0.3
ส.ค.	0.7	0.1	2.8	0.4
ก.ย.	0.7	0.1	2.4	0.4
ต.ค.	0.6	0.1	2.7	0.4
พ.ย.	1.0	0.2	3.3	0.7
ธ.ค.	1.0	0.1	5.8	0.6

จากตารางสรุปข้อมูลความสูงคลื่นนัยสำคัญได้ว่า เดือน พ.ย. กับเดือน ธ.ค. เป็นเดือนที่มีคลื่นแรงที่สุด มีความสูงคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ยประมาณ 1.0 ม. เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลของลมพายุหมุนเขตร้อน ในเดือน เม.ย. เป็นช่วงที่คลื่นมีความสูงคลื่นนัยสำคัญต่ำสุด มีความสูงคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ยประมาณ 0.4 ม. ส่วนในเดือนอื่นๆมีความสูงคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ยพอกันคือ 0.6-0.8 ม.

#### 4.2.2.3 คาบคลื่นนัยสำคัญ

คาบคลื่นนัยสำคัญบริเวณทุ่นสตูล ดังตาราง 4-9 พบว่าโดยส่วนมากมีคาบคลื่นนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 3-6 วินาที คิดเป็น 91.74 เปอร์เซ็นต์ โดยมีคาบคลื่นนัยสำคัญ 4-5 วินาที มากที่สุดคิดเป็น 38.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คาบคลื่นนัยสำคัญ 3-4 วินาที คิดเป็น 36.49 เปอร์เซ็นต์ และคาบคลื่นนัยสำคัญ 5-6 วินาที คิดเป็น 17.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคาบคลื่นนัยสำคัญอื่นๆ คิดเป็น 8.28 เปอร์เซ็นต์ โดยในแต่ละเดือนสรุปคาบคลื่นได้ดังตาราง 4-10



ตาราง 4-9 เปอร์เซ็นต์คาบคลื่นนัยสำคัญทู่นสตุล ระหว่าง พ.ศ. 2534-2544

เดือน	คาบคลื่นนัยสำคัญ (วินาที)															
	<1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5->
มกราคม	0.00	0.00	0.10	0.42	2.08	7.01	16.95	22.25	25.12	16.46	7.71	1.64	0.23	0.02	0.00	0.00
กุมภาพันธ์	0.00	0.00	0.28	3.23	9.12	12.96	15.54	15.89	16.59	13.25	9.08	3.43	0.63	0.00	0.00	0.00
มีนาคม	0.00	0.01	0.35	5.93	14.29	17.33	15.90	16.07	13.25	9.54	5.32	1.65	0.33	0.01	0.00	0.00
เมษายน	0.00	0.00	0.98	10.88	26.28	27.71	16.88	10.48	5.03	1.64	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
พฤษภาคม	0.00	0.00	2.21	7.99	18.97	32.14	21.04	11.99	4.75	0.86	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
มิถุนายน	0.00	0.00	0.19	3.89	16.67	27.90	27.88	16.31	5.59	1.26	0.26	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
กรกฎาคม	0.00	0.00	0.32	3.00	8.69	22.55	27.89	23.82	11.22	2.13	0.37	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
สิงหาคม	0.00	0.00	0.20	2.10	9.66	23.39	29.95	20.98	9.96	3.11	0.58	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
กันยายน	0.00	0.00	0.25	3.47	15.71	30.09	25.21	16.03	7.59	1.53	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
ตุลาคม	0.00	0.00	0.52	6.08	19.95	28.56	20.59	12.05	6.97	3.77	0.95	0.55	0.02	0.00	0.00	0.00
พฤศจิกายน	0.00	0.00	0.08	1.14	4.65	8.44	14.39	22.99	23.56	18.02	5.86	0.87	0.01	0.00	0.00	0.00
ธันวาคม	0.00	0.00	0.08	1.08	2.26	5.03	9.28	18.69	26.01	20.34	11.82	4.27	0.88	0.12	0.10	0.04
ตลอดปี	0.00	0.00	0.46	4.10	12.36	20.26	20.13	17.30	12.97	7.66	3.52	1.04	0.18	0.01	0.01	0.00

แหล่งข้อมูล : บ.ยูโนเทค จำกัด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4-10 สรุปคาบคลื่นนัยสำคัญทุ่นสตูล ระหว่าง พ.ศ.2534-2544

เดือน	คาบคลื่นนัยสำคัญ (วินาที)			
	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ม.ค.	4.9	2.4	7.9	0.8
ก.พ.	4.5	2.2	7.8	1.0
มี.ค.	4.5	2.0	7.6	1.0
เม.ย.	3.7	2.0	7.1	0.7
พ.ค.	3.9	2.2	6.5	0.7
มิ.ย.	4.0	2.2	7.3	0.6
ก.ค.	4.2	2.0	7.3	0.6
ส.ค.	4.3	2.3	6.8	0.7
ก.ย.	4.1	2.2	7.9	0.6
ต.ค.	4.0	2.0	7.0	0.8
พ.ย.	5.0	2.5	8.4	0.8
ธ.ค.	5.1	2.2	9.1	0.9

จากตารางสรุปข้อมูลคาบคลื่นนัยสำคัญได้ว่า เดือน พ.ย. กับเดือน ธ.ค. เป็นเดือนที่มีคาบคลื่นยาวที่สุด มีคาบคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ยประมาณ 5 วินาที ซึ่งเป็นช่วงที่มีความสูงคลื่นนัยสำคัญมากที่สุดด้วย ในเดือน เม.ย. มีคาบคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ยประมาณ 3.9 วินาที ซึ่งเป็นช่วงที่คลื่นมีความสูงคลื่นนัยสำคัญต่ำสุดด้วย ส่วนในเดือนอื่นๆมีความสูงคลื่นนัยสำคัญเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก สรุปได้ว่าคาบคลื่นนัยสำคัญมีความสัมพันธ์กับความสูงคลื่น โดยคลื่นที่มีความสูงคลื่นมากจะมีคาบคลื่นที่ยาวกว่าคลื่นที่มีความสูงน้อย

#### 4.2.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางลมกับคลื่น

จากฝั่งลม ฝั่งคลื่น และ ผลการเปรียบเทียบทิศทางคลื่นกับทิศทางลมของแต่ละเดือน (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข.1) ได้ว่า ในเดือน ม.ค.-เม.ย. ทิศทางคลื่นหลักมีทิศทางเดียวกับทิศทางลม คือทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ต่อมาในเดือน พ.ค.-ก.ย. ทิศทางคลื่นหลักมี 2 ทิศทาง คือ ทิศทาง SW กับ SE โดยทิศ SW เป็นทิศที่มีทิศทางเดียวกับทิศทางลมหลักของเดือนนั้นๆ คือ เป็นช่วงที่พื้นที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนทิศทาง SE เป็นทิศทางที่เกิดจากอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนหรือพายุจร สำหรับเดือน พ.ย.-ธ.ค. เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ออกเฉียงเหนือ (NE) แต่ทิศทางคลื่นส่วนใหญ่กลับมีทิศทาง SE เป็นทิศทางที่เกิดจากอิทธิพลของ พายุหมุนเขตร้อนหรือพายุจร มีทิศทางคลื่น NE เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ทิศทางคลื่นส่วนใหญ่มีทิศทางเดียวกันกับทิศทางของ ลมหลักในเดือนนั้นๆ ยกเว้นในช่วงเดือน พ.ย.-ธ.ค. ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นได้รับอิทธิพลจาก พายุจร โดยเป็นคลื่นที่มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณทะเลจีนใต้หรือมหาสมุทรแปซิฟิก แล้วเคลื่อนที่เข้า มายังอ่าวไทย โดยมีทิศทางหลัก คือ ทิศ SE ถึงแม้ว่าพายุจะอ่อนกำลังลง แต่คลื่นที่เกิดขึ้นก็ยังคง เดินทางต่อเข้ามาทางภาคใต้ตอนล่างของอ่าวไทย และช่วงเดือน พ.ค.-ก.ย. เป็นช่วงที่ประเทศไทย ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW) แต่ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นที่ตรวจวัดได้ใน บางเดือน ยังคงมีทิศทาง SE เกิดขึ้นอยู่เสมอ เนื่องจากได้รับอิทธิพลของพายุจรที่เกิดขึ้นในช่วง เดือนนั้นๆ

นอกจากนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า เนื่องจากข้อมูลคลื่นของแต่ละเดือนมีประมาณ 6-8 ชุดข้อมูล ทิศทางที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนมีผลต่อทิศทางหลักของคลื่นในเดือนนั้นๆมาก ในเดือน พ.ย. กับ ธ.ค. ปี พ.ศ. 2534 ทิศทางคลื่นที่วัดได้แสดงในทิศทาง SW แต่ทิศทางลมหลักอยู่ในทิศ NE ซึ่งขัดแย้งกัน คลื่นในช่วงนี้มีแหล่งกำเนิดไม่ชัดเจน ดังนั้นในฝั่งคลื่นของเดือน พ.ย. กับ ธ.ค. จึงมีทิศทาง คลื่นในทิศ SW เกิดขึ้นมากเป็นพิเศษ

#### 4.2.3 ข้อมูลลมจังหวัดสงขลา

เนื่องจากการเก็บข้อมูลคลื่นบริเวณสงขลาในปัจจุบันยังไม่มี การเก็บทิศทางคลื่น ดังนั้นใน การศึกษาถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ในอดีตได้พิจารณาจากทิศทางลมเป็นหลัก ดังนั้นจึงได้นำ ข้อมูลลมบริเวณสถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.สงขลา ของกรมอุตุนิยมวิทยา มาวิเคราะห์ ซึ่งอยู่ใกล้ กับบริเวณพื้นที่ศึกษาที่สุด โดย ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่  $7^{\circ} 12'$  เหนือ กับเส้นแวงที่  $100^{\circ} 36'$  ตะวันออก โดยระดับมาตรวัดลมอยู่เหนือพื้นดิน 17.80 ม. และอยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 24.36 ม. ช่วง เวลาของข้อมูลอยู่ระหว่างปี พ.ศ. 2524-2544 เป็นระยะเวลา 21 ปี โดยข้อมูลลมที่บันทึกเป็น ความเร็วลมและทิศทางลมทุกๆ 3 ชั่วโมง แบ่งการบันทึกเป็น 2 ช่วง คือ พ.ศ. 2524-2532 บันทึก 5 ครั้งใน 1 วัน ระหว่างเวลา 7:00 –19:00 น.และ จากพ.ศ. 2533-2544 ได้เพิ่มการบันทึกอีก 3 ครั้งเป็น 8 ครั้งในหนึ่งวันครอบคลุม 24 ชั่วโมง ที่เวลา 1:00 น. 4:00 น. 7:00 น. 10:00 น. 13:00 น. 16:00 น. 19:00 น. และ 22:00 น.ตามลำดับ ความเร็วลมบันทึกมีหน่วยเป็นน็อต (knot) บันทึกเป็นจำนวนเต็ม เช่น 2 น็อต 11 น็อต 18 น็อต เป็นต้น ในส่วนทิศทางลมมีการบันทึกในทุกๆ 10 องศา จากข้อมูล สามารถสรุปได้ดังนี้

ในช่วงแรก ระหว่าง พ.ศ. 2524-2532 ดังตาราง 4-11 ถึง 4-12 ความเร็วที่พัดผ่านบริเวณ สงขลา ส่วนใหญ่มีความเร็วระหว่าง 1-10 นี้อ มีความเร็วระหว่าง 6-10 นี้อ เกิดขึ้นมากที่สุด 40.82 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ความเร็วระหว่าง 1-5 นี้อ ประมาณ 25.89 เปอร์เซ็นต์ และความเร็ว มากกว่า 10 นี้อ ประมาณ 15.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเร็วสูงสุดที่เกิดขึ้นคือ 23 นี้อ โดยมีช่วงเวลา ลมสงบประมาณ 17.65 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนทิศทางลมที่พัดผ่านบริเวณสงขลาที่มีอิทธิพลต่อการ เปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ซึ่งพัดผ่านทะเลเข้าสู่แผ่นดินเกิดขึ้นประมาณ 46.43 เปอร์เซ็นต์ มีทิศอยู่ระหว่าง ช่วง N-ESE ส่วนลมที่พัดจากแผ่นดินออกสู่ทะเลเกิดขึ้นประมาณ 35.92 เปอร์เซ็นต์ มีทิศอยู่ระหว่าง ช่วง SE-NNW และทิศทางหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ ทิศ E คิด เป็น 15.38 เปอร์เซ็นต์ และทิศ ENE คิดเป็น 11.36 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 4-11 เปอร์เซ็นต์ความเร็วลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2524-2532

เดือน	ความเร็วลม (นี้อ)							
	1.0-5.0	5.0-10.0	10.0-15.0	15.0-20.0	20.0-25.0	25.0-30.0	30.0-35.0	Calm
มกราคม	10.18	45.23	36.63	0.86	0.00	0.00	0.00	7.10
กุมภาพันธ์	15.75	48.74	24.80	0.87	0.00	0.00	0.00	9.84
มีนาคม	16.27	46.09	22.87	0.72	0.00	0.00	0.00	14.05
เมษายน	25.48	45.93	8.74	0.22	0.00	0.00	0.00	19.63
พฤษภาคม	33.19	35.99	6.38	0.22	0.00	0.00	0.00	24.23
มิถุนายน	31.70	36.44	8.81	0.44	0.00	0.00	0.00	22.59
กรกฎาคม	30.32	39.35	9.39	0.14	0.00	0.00	0.00	20.79
สิงหาคม	26.81	40.72	11.76	0.50	0.00	0.00	0.00	20.22
กันยายน	32.96	36.30	8.15	0.37	0.00	0.00	0.00	22.22
ตุลาคม	38.39	32.26	6.37	0.00	0.00	0.00	0.00	22.98
พฤศจิกายน	34.92	35.17	9.58	0.42	0.00	0.00	0.00	19.92
ธันวาคม	15.65	47.58	26.61	1.85	0.08	0.00	0.00	8.23
ตลอดปี	25.97	40.82	15.01	0.55	0.01	0.00	0.00	17.65

แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา





ช่วงที่ 2 ระหว่าง พ.ศ. 2533-2544 ดังตาราง 4-13 ถึง 4-14 ความเร็วที่พัดผ่านบริเวณสงขลา ส่วนใหญ่มีความเร็วระหว่าง 1-10 นี้อต มีความเร็วระหว่าง 1-5 นี้อต เกิดขึ้นมากที่สุด 37.20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ความเร็วระหว่าง 6-10 นี้อต ประมาณ 21.30 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วมากกว่า 10 นี้อต ประมาณ 5.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเร็วสูงสุดที่เกิดขึ้นคือ 24 นี้อต โดยมีช่วงเวลามสงบประมาณ 36.00 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนทิศทางลมที่พัดผ่านบริเวณสงขลาที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ซึ่งพัดผ่านทะเลเข้าสู่แผ่นดินเกิดขึ้นประมาณ 37.10 เปอร์เซ็นต์ มีทิศอยู่ระหว่างช่วง N-ESE ส่วนลมที่พัดจากแผ่นดินออกสู่ทะเลเกิดขึ้นประมาณ 26.80 เปอร์เซ็นต์ มีทิศอยู่ระหว่างช่วง SE-NNW และทิศทางหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ ทิศ E คิดเป็น 12.47 เปอร์เซ็นต์ และทิศ ENE คิดเป็น 8.95 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 4-13 เปอร์เซ็นต์ความเร็วลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2533-2544

เดือน	ความเร็วลม (นี้อต)							
	1.0-5.0	5.0-10.0	10.0-15.0	15.0-20.0	20.0-25.0	25.0-30.0	30.0-35.0	Calm
มกราคม	35.85	38.68	10.42	0.20	0.00	0.00	0.00	14.85
กุมภาพันธ์	39.01	29.54	10.44	0.44	0.00	0.00	0.00	20.58
มีนาคม	35.95	27.65	5.78	0.10	0.00	0.00	0.00	30.51
เมษายน	38.37	18.54	2.40	0.03	0.00	0.00	0.00	40.66
พฤษภาคม	38.31	14.72	2.45	0.10	0.00	0.00	0.00	44.42
มิถุนายน	39.34	14.27	2.92	0.10	0.00	0.00	0.00	43.37
กรกฎาคม	37.06	16.83	3.29	0.20	0.03	0.00	0.00	42.57
สิงหาคม	36.29	18.28	5.04	0.30	0.00	0.00	0.00	40.09
กันยายน	36.46	16.42	3.33	0.35	0.00	0.00	0.00	43.44
ตุลาคม	40.09	11.73	2.22	0.24	0.00	0.00	0.00	45.73
พฤศจิกายน	36.22	19.41	5.66	0.21	0.03	0.00	0.00	38.47
ธันวาคม	33.43	29.54	9.31	0.37	0.03	0.00	0.00	27.32
ตลอดปี	37.20	21.30	5.27	0.22	0.01	0.00	0.00	36.00

แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา

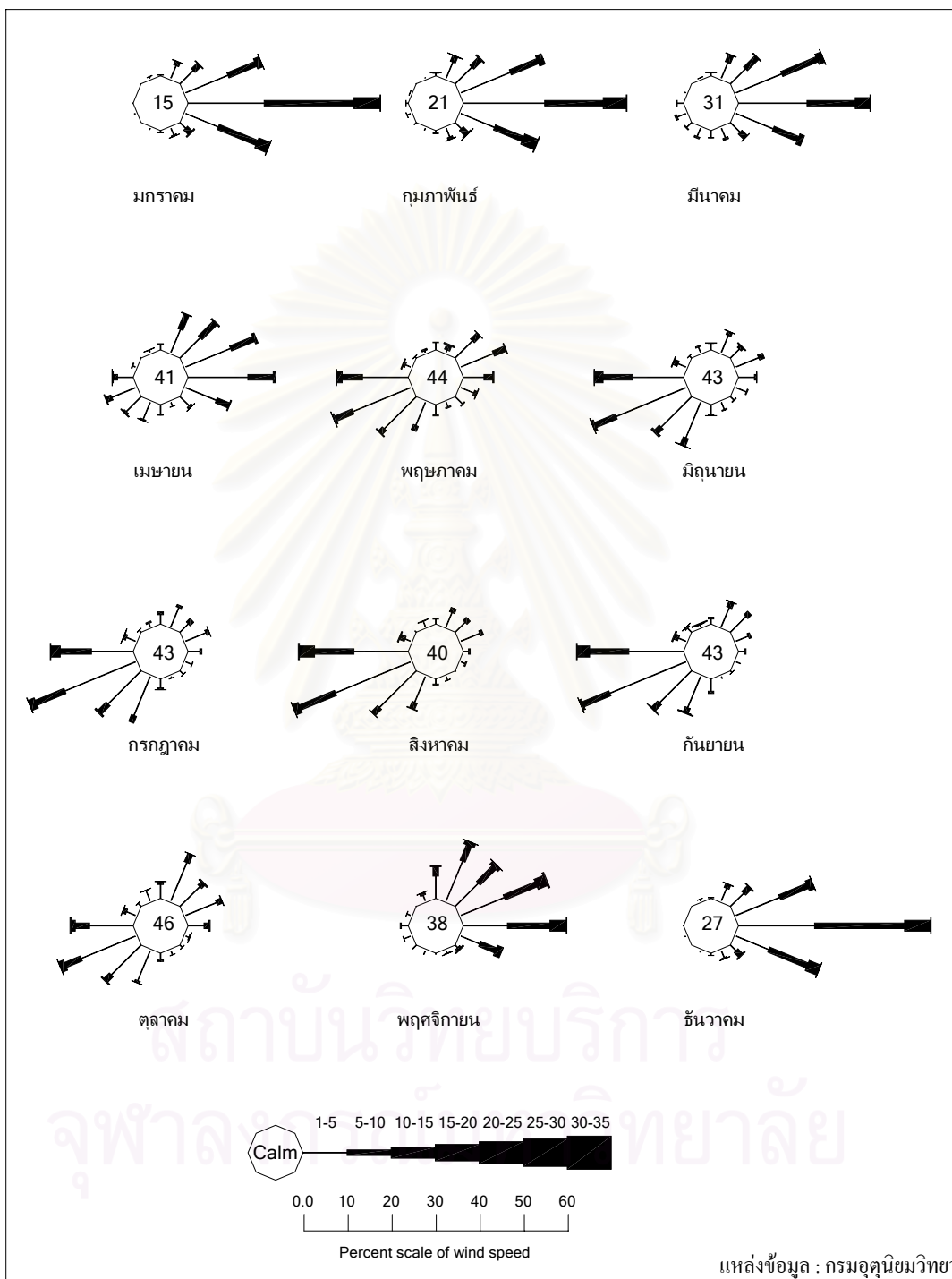


ตาราง 4-14 เปร็อร์เซ็นต์ทิศทางลม จ.สงขลา ระหว่าง พ.ศ. 2533-2544

เดือน	ทิศทาง																
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calm
มกราคม	0.13	2.82	4.60	15.66	39.11	17.84	2.72	1.51	0.30	0.13	0.00	0.10	0.07	0.00	0.00	0.13	14.85
กุมภาพันธ์	0.48	3.39	6.08	15.71	30.64	15.82	3.36	1.92	0.44	0.22	0.33	0.52	0.37	0.07	0.04	0.04	20.58
มีนาคม	0.47	3.70	5.68	16.20	22.95	11.16	3.09	1.51	0.81	1.01	0.77	1.31	0.67	0.13	0.00	0.03	30.51
เมษายน	0.59	4.93	7.47	11.77	12.19	5.80	1.81	0.66	1.01	2.36	2.53	4.17	2.99	0.63	0.14	0.31	40.66
พฤษภาคม	0.77	2.92	4.47	6.18	4.30	2.08	0.84	0.60	1.04	3.53	5.91	10.95	9.85	1.48	0.27	0.37	44.42
มิถุนายน	0.69	2.74	2.05	3.06	2.26	0.97	0.45	0.49	1.28	4.76	6.81	13.89	13.82	2.36	0.56	0.45	43.37
กรกฎาคม	0.91	1.85	1.81	2.49	1.34	0.74	0.30	0.20	1.34	6.18	8.03	16.70	13.27	1.51	0.30	0.44	42.57
สิงหาคม	0.44	1.92	1.78	2.39	0.94	0.47	0.10	0.27	0.74	4.07	8.23	18.08	17.54	2.12	0.30	0.54	40.09
กันยายน	0.73	3.02	2.78	1.49	0.66	0.31	0.21	0.21	1.15	4.72	7.05	15.66	15.56	2.12	0.63	0.28	43.44
ตุลาคม	2.05	5.75	4.40	4.60	2.79	0.54	0.30	0.34	0.77	3.76	5.88	10.79	8.97	1.68	0.60	1.04	45.73
พฤศจิกายน	2.74	7.08	6.77	11.53	12.40	4.97	1.25	1.32	1.08	1.35	2.43	3.96	3.13	0.63	0.03	0.87	38.47
ธันวาคม	3.63	9.38	9.27	16.33	20.09	7.86	1.18	0.37	0.20	0.40	0.34	0.87	1.11	0.50	0.03	1.11	27.32
ตลอดปี	1.14	4.12	4.76	8.95	12.47	5.71	1.30	0.78	0.85	2.71	4.03	8.08	7.28	1.10	0.24	0.47	36.00

แหล่งข้อมูล : กรมอุตุนิยมวิทยา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4-5 ฟังลม จ. สงขลา ระหว่าง 2533-2544

ทิศทางลมหลักของแต่ละเดือนดังรูป 2-4 และรูป 4-5 ได้ดังนี้ คือ ในช่วงปลายปีตั้งแต่เดือน พ.ย. ถึง เม.ย. ของอีกปี ทิศทางลมหลักส่วนใหญ่อยู่ในทิศ E โดยในช่วงนี้มีลมที่เกิดขึ้นแบ่งได้สองแหล่ง คือ ในเดือน พ.ย.-ม.ค. เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากตอนบนของประเทศไทย แต่จากฝั่งลมได้แสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลต่อพื้นที่มากในเดือน พ.ย. โดยมีทิศทางลมในเดือน พ.ย.อยู่ระหว่าง NNE-E ส่วนในเดือน ธ.ค. และ ม.ค. ทิศทางลมส่วนใหญ่อยู่ในทิศทาง E จากนั้นในเดือน ก.พ.-เม.ย. ลมได้พัดมาจากทะเลจีนใต้ในทิศทาง SE แต่เมื่อพัดเข้าสู่ฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา ทิศทางลมหลักได้เปลี่ยนไปอยู่ในทิศทาง E เป็นส่วนใหญ่ แสดงให้เห็นการเปลี่ยนเบนของทิศทางลมเมื่อพัดจากทะเลเข้าสู่แผ่นดิน ซึ่งในทั้งสองแหล่งกำเนิดมีทิศทางร่วมกันคือ ทิศตะวันออกเฉียง จึงเป็นทิศทางหลักของลมในช่วงเดือน พ.ย.-เม.ย. ต่อมา ระหว่างเดือน พ.ค. ถึง ก.ย. ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ทิศทางลมในเดือนนั้นๆมีทิศ WSW กับ W เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นทิศทางที่เบี่ยงเบนจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทางทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ ส่วนเดือนตุลาคม เป็นช่วงเปลี่ยนมรสุมทิศทางลมเกิดขึ้นเท่ากันในทุกทิศทาง ไม่มีทิศทางหลักที่ชัดเจน

จากข้อมูลข้างต้นทั้งสองช่วงให้ลักษณะลมที่คล้ายคลึงกัน แต่ในช่วงที่ 2 เห็นได้ว่ามีช่วงเวลาลมสงบค่อนข้างมากประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ต่อเดือน ซึ่งมากกว่าข้อมูลในช่วงแรกมาก จึงได้ทำการตรวจสอบข้อมูลในการบันทึกข้อมูลในแต่ละวัน วันละ 8 ครั้ง ได้ทำการตรวจสอบข้อมูลที่เป็นศูนย์ ดังตาราง 5-15 จึงสังเกตได้ว่าในช่วงเวลา 22.00 น. 01.00น. 04.00น. 07.00น. มีข้อมูลที่เป็นศูนย์มากถึง 40-66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นเวลากลางคืน การเก็บข้อมูลซึ่งต้องใช้คนเป็นผู้บันทึกอาจทำให้ได้ข้อมูลไม่ครบตามเวลาได้ โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน จึงแยกไม่ได้ว่าข้อมูลที่มาก่าศูนย์ที่เกิดขึ้นเป็นเพราะว่าลมสงบ หรือ ไม่มีข้อมูล จากลักษณะข้อมูลดังกล่าวหากนำไปวิเคราะห์ต่อจะทำให้อัปเดตค่าคลาดเคลื่อนไปได้

ตาราง 4-15 เปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่เป็นศูนย์

เวลา	01:00	04:00	07:00	10:00	13:00	16:00	19:00	22:00
จำนวนข้อมูลที่เป็นศูนย์	2490	2925	2824	790	310	368	1151	1778
เปอร์เซ็นต์ข้อมูลที่เป็นศูนย์	56.67	66.57	64.27	17.98	7.055	8.375	26.19	40.46

ในอดีตที่ผ่านมาข้อมูลลมได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการทำนายคลื่น เนื่องจากข้อมูลคลื่นที่มีการสำรวจไม่เพียงพอ ในการศึกษารุ่นนี้ได้ทดลองทำนายคลื่นจากลมโดยวิธี JONSWAP (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค.) พบว่ามีข้อจำกัดในการใช้ คือ สามารถทำนายได้ดีในช่วงความเร็ว

ลมระหว่าง 5-14 นี้อต และไม่สามารถทำนายคลื่นที่มีแหล่งกำเนิดจากที่อื่นที่ไม่ใช่ลมหลักของแต่ละเดือน

#### 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละชุดข้อมูล

##### 4.3.1 ความเร็วลม

ความเร็วลมที่วัดจากทุ่นสตูลมีความเร็วลมมากกว่าของสถานีวัดลม จ.สงขลา โดยความเร็วลมของทุ่นสตูลส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ระหว่าง 6-10 นี้อต ประมาณ 46 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของสถานีวัดลม จ. สงขลา ความเร็วระหว่าง 1-5 นี้อต และ 6-10 นี้อต เกิดขึ้นพอกันประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วลมสถานีวัดลม จ.สงขลา ส่วนใหญ่มีความเร็วไม่เกิน 25 นี้อต ส่วนของทุ่นสตูลความเร็วสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30 นี้อต ความสัมพันธ์ของความเร็วของทั้ง 2 สถานีไม่สามารถหาความสัมพันธ์กันได้เนื่องจากข้อมูลลมเป็นข้อมูลที่อ่อนไหวเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และตำแหน่งของสถานีอยู่ห่างกันมาก

ความเร็วลมระหว่างทุ่นสงขลา กับสถานีวัดลม จ. สงขลา มีขนาดความเร็วใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน (ดังภาคผนวก ข.2) แต่ข้อมูลจากสถานีวัดลม จ.สงขลา มีความผันผวนมากกว่าเนื่องจากช่วงเวลาที่วัดเป็นช่วงๆห่างมากกว่ากัน และเกิดลมสงบขึ้นในแต่ละวัน ความเร็วลมจึงกระโดดไปมา

จากข้อมูลข้างต้นได้ว่าข้อมูลลมสถานีวัดลม จ. สงขลา ซึ่งเป็นสถานีวัดลมที่อยู่บนฝั่ง มีช่วงเวลาลมสงบเกิดขึ้นมากในแต่ละเดือนประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้อมูลที่วัดในทะเลของทุ่นสงขลากับทุ่นสตูล มีลมพัดตลอดเวลา จึงส่งผลต่อการประมาณช่วงเวลาที่คลื่นลดน้อยลงไปได้เมื่อนำไปทำนายคลื่น

##### 4.3.2 ทิศทางลม

ทิศทางลมพัดของทั้ง 3 สถานีวัดได้รับอิทธิพลของฤดูกาลที่เหมือนกัน แต่ด้วยความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศ เนื่องจากตำแหน่งสถานีวัดที่อยู่บนบกกับอยู่ในทะเล จึงทำให้ทิศทางหลักในแต่ละเดือนของทุ่นสตูล กับสถานีวัดลม จ. สงขลา เบี่ยงเบนจากกันเล็กน้อยประมาณ 1-2 ทิศทาง โดยในเดือน มกราคม-เมษายน ทิศทางหลักของลมที่ทุ่นสตูลเป็นทิศ SE ส่วนของสถานีวัดลม จ. สงขลา เป็นทิศ E ต่อมาในเดือน พฤษภาคม-กันยายน รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียง

ได้ ทิศทางหลักของลมที่ทุ่งสตูลเป็นทิศ SW ส่วนของสถานีลม จ.สงขลาเป็นทิศ WSW ส่วนในเดือนตุลาคมเป็นช่วงฤดูลมมรสุมเปลี่ยนแปลงในแต่ละทิศทางเกิดขึ้นพอกัน และใน 2 เดือนสุดท้ายคือ พฤศจิกายน-ธันวาคม ได้รับได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศทางหลักของลมที่ทุ่งสตูลเป็นทิศ ENE ส่วนของสถานีวัดลม จ.สงขลา เป็นทิศ E ส่วนทิศทางลมของสถานีวัดลม จ. สงขลา กับทุ่งสงขลา (ดังภาคผนวก ข.2) ใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

#### 4.3.3 ความสูงคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่

ความสูงคลื่นที่วัดได้ทั้ง 2 ทุ่งวัด (ดังภาคผนวก ข.3) แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่ไปในทิศทางเดียวกัน คือ ในช่วงเวลาเดียวกันหากทะเลสงบความสูงคลื่นที่วัดได้ก็ไม่สูงมาก แต่หากเกิดพายุความสูงคลื่นที่วัดได้ของทั้ง 2 ทุ่งวัดก็สูงเพิ่มมากขึ้นพร้อมกันด้วย ความสูงคลื่นเฉลี่ยในแต่ละเดือนของทั้งสองทุ่ง มีความสอดคล้องกัน คือ มีคลื่นสูงในช่วงเดือน พ.ย.-เม.ย. มีความสูงประมาณ 0.8-1.2 ม. ส่วนเดือน พ.ค.-ต.ค. ความสูงคลื่นไม่มากอยู่ระหว่าง 0.3-0.6 ม. ซึ่งเป็นช่วงพายุสงบของแต่ละปี

ทิศทางการเคลื่อนที่มีการเก็บข้อมูลของทุ่งเพียงแหล่งข้อมูลเดียว คือทุ่งสตูล ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนที่ของคลื่นที่มีความสูงมากขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพายุจรเป็นหลัก เนื่องจากลมพายุจรที่เกิดขึ้นได้พัดผ่านมาจากทางตะวันออกเฉียงใต้ผ่าน จ. สงขลา ขึ้นไปถึงบริเวณทุ่งสตูล ดังนั้นการเคลื่อนที่ของคลื่นที่เกิดจากพายุจรจึงมีทิศทางใกล้เคียงกันทั้งบริเวณภาคใต้ตอนล่าง ภายใต้การกระทำของพายุจรลูกนั้นๆ ส่วนคลื่นที่เกิดจากลมหลักของแต่ละเดือน มีทิศทางที่เบี่ยงเบนกันเล็กน้อยตามทิศทางลมหลักของแต่ละเดือนนั้นดังที่ได้กล่าวมา

#### 4.3.4 คาบคลื่น

ในส่วนคาบคลื่น ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน คือ คลื่นในอ่าวไทยตอนล่างส่วนใหญ่อยู่ที่ประมาณ 3-6 วินาที เป็นคลื่นที่มีคาบไม่ยาว และขึ้นอยู่กับขนาดความสูงคลื่นด้วย โดยที่เมื่อคลื่นมีความสูงมากขึ้นคาบคลื่นก็จะยาวขึ้นด้วย

#### 4.3.5 การเลือกคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา

ข้อมูลคลื่นที่ได้จากทุ่งสงขลาเป็นข้อมูลที่แสดงถึงลักษณะคลื่นที่กระทำบริเวณชายฝั่งสงขลาได้ดีที่สุด ทำให้รู้ถึงขนาดความสูงคลื่นและคาบคลื่นที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาดังกล่าว แต่ยัง



ขาดข้อมูลที่สำคัญคือ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น อีกทั้งข้อมูลที่เก็บเป็นเพียงช่วงสั้นๆและไม่ต่อเนื่อง จากความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 3 ชุด ได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทุ่นสตูลที่ได้เก็บข้อมูลเป็นระยะ 10 ปี ได้แสดงคุณลักษณะคลื่นน้ำลึกบริเวณภาคใต้ตอนล่างได้เป็นอย่างดี เนื่องจากคลื่นส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากลมในทิศทาง SE และพายุจรเป็นหลัก และอีกส่วนเกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ชายฝั่งสงขลาแล้ว ทิศทางนี้เป็นทิศทางที่อับคลื่น เนื่องจากทิศทางลมได้พัดจากฝั่งออกสู่ทะเล ดังนั้นจึงได้นำลักษณะคลื่นของทุ่นสตูลมาวิเคราะห์ถึงขนาดและทิศทางคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลาต่อไป

#### 4.4 แผนทีร่องน้ำเดินเรือบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา

จากการรวบรวมข้อมูลแผนที่สำรวจร่องน้ำเดินเรือบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา ซึ่งสำรวจโดยกรมเจ้าท่าในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2514-2543 เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 29 ปี พบว่ามีการสำรวจเป็นช่วงๆทั้งหมด 10 ครั้ง คือในปี พ.ศ. 2514 2518 2521 2523 2524 2530 2532 2536 2539 และ 2543 ได้จัดทำเป็นแผนที่ในมาตราส่วน 1:5000 หรือ 1:10000 ดังรูป 4-6 แต่ไม่สามารถหาข้อมูลแผนที่ระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2518-2530 ได้ ซึ่งเป็นแผนที่เก่าที่มีการสำรวจผ่านมาเป็นเวลานานแล้ว ดังนั้นจึงมีแผนที่ร่องน้ำที่เหลืออยู่ทั้งหมด 6 ครั้ง ดังรายการสำรวจแสดงในตาราง 4-16 ในการสำรวจแต่ละครั้ง มีบริเวณจากร่องน้ำเดินเรือไปทางด้านข้างประมาณด้านละ 3 ก.ม. รวมเป็นระยะทางชายฝั่งประมาณ 6 ก.ม. และสำรวจถึงระดับน้ำลึกประมาณ 10 ม.

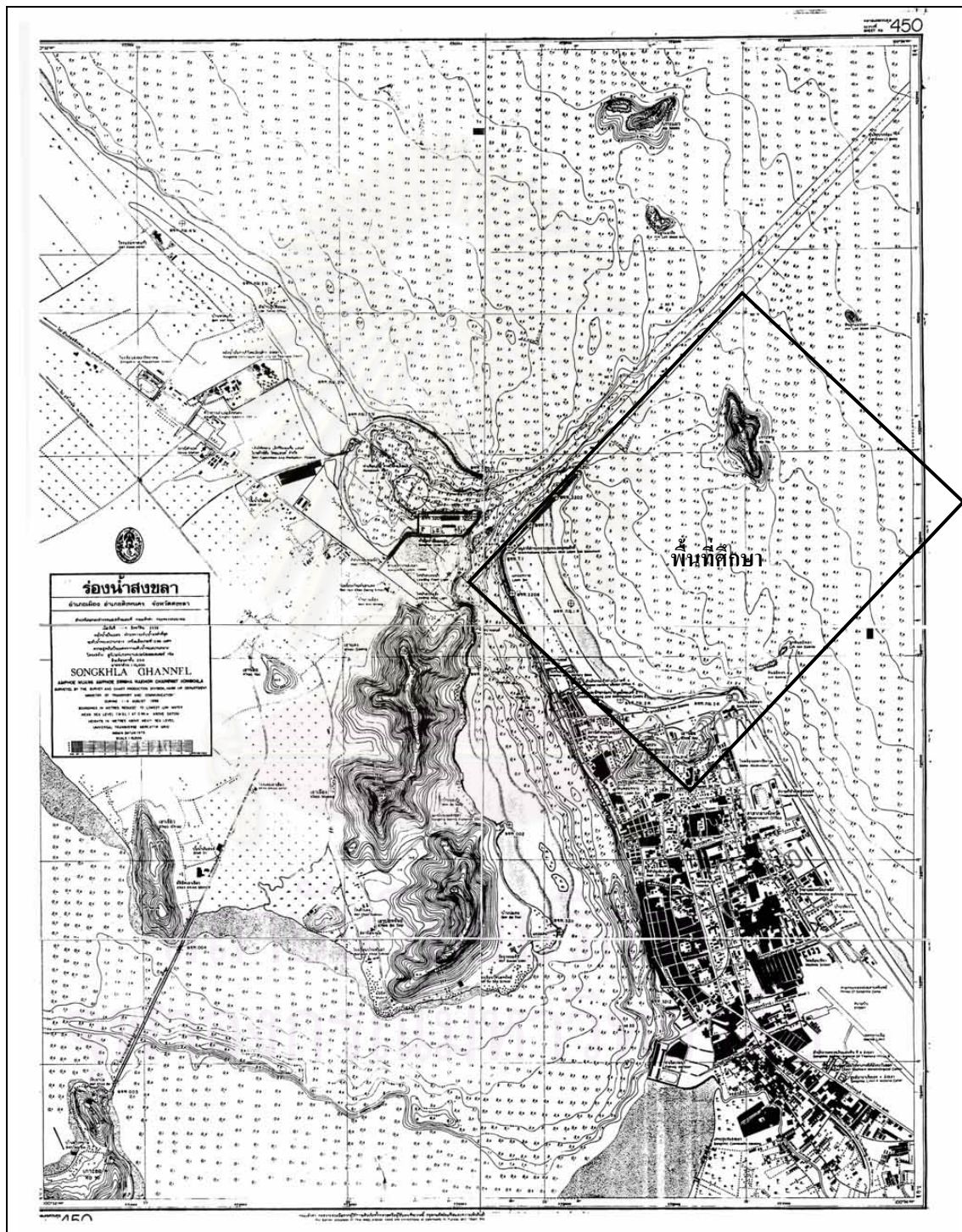
ตาราง 4-16 ช่วงเวลาข้อมูลการสำรวจทำแผนที่ร่องน้ำท่าเรือน้ำลึก

ปีที่สำรวจ	เดือน	มาตราส่วน
2514	กันยายน	1:10000
2532	เมษายน	1:10000
2533	กรกฎาคม	1:10000
2536	สิงหาคม	1:5000
2539	สิงหาคม	1:10000
2543	กันยายน	1:10000

ข้อมูลแผนที่สำรวจร่องน้ำที่ได้รวบรวมมา นำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา เริ่มจากแปลงแผนที่ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข โดยทำการ Digitize แผนที่ด้วยโปรแกรม Grapher 3 ขนาดของพื้นที่ที่ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงมีขนาด 3000×

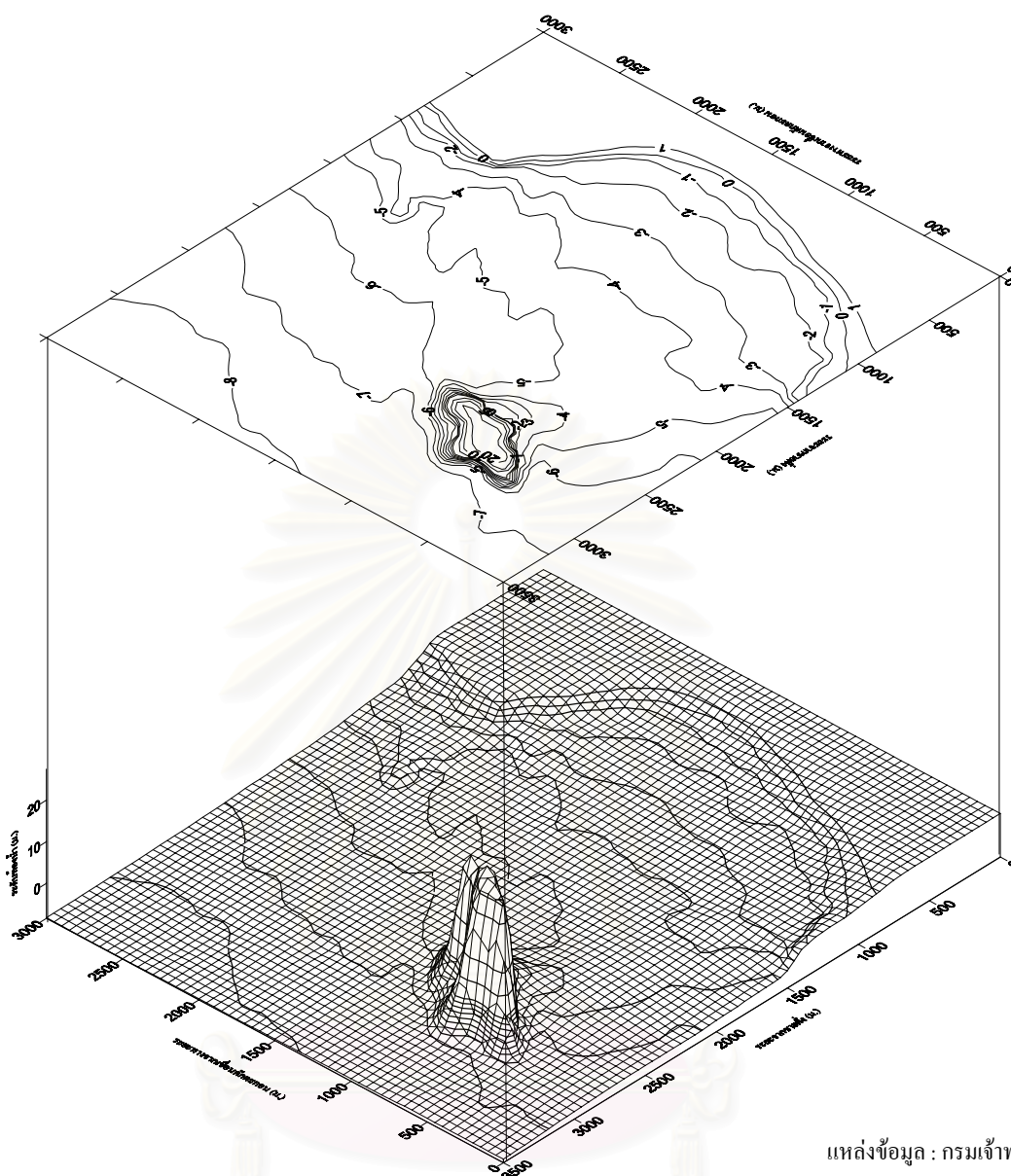


3500 ตร.ม. ตามแผนที่สำรวจที่เื้อ้อำนวยต่อการวิเคราะห์ มีจุดเริ่มต้นจากบริเวณเขื่อนคักตะกอนลงมาทางทิศใต้เป็นระยะทาง 3000 ม. และห่างจากชายฝั่งออกไปประมาณ 3500 ม. ดังตัวอย่างในรูป 4-7 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเป็นดังต่อไปนี้



ที่มา : กรมเจ้าท่า

รูป 4-6 แผนที่ท้องน้ำชายฝั่งบริเวณท่าเรือน้ำลึกสงขลา พ.ศ.2539



แหล่งข้อมูล : กรมเจ้าท่า

รูป 4-7 ท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา พ.ศ.2539

- การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา เพื่อแสดงถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำชายฝั่งได้เขียนกราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเส้นชั้นความสูงชายฝั่งทุกๆ ระดับ 1.00 ม. เริ่มจากเส้นระดับแนวชายฝั่ง (+0.00 ม.) จนถึงที่ระดับ -7.00 ม. จากระดับน้ำทะเล หากการเปลี่ยนแปลงของแต่ละเส้นชั้นความสูงทุกๆ ในแต่ละช่วงเวลา

- หากการเปลี่ยนแปลงความชันของชายฝั่ง ด้วยการเขียนรูปตัดท้องน้ำชายฝั่งทุกๆ ระยะ 500 ม. โดยเริ่มจากที่เขื่อนดักตะกอนจนถึงที่ระยะ +3000 ม. จากเขื่อนดักตะกอน เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำชายฝั่งทั้งด้านตำแหน่งและความชันชายฝั่งของแต่ละช่วงเวลา

- ปริมาณการเปลี่ยนแปลงตะกอนท้องน้ำชายฝั่งสงขลา หาปริมาณการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำแต่ละช่วงเวลาด้วยโปรแกรม Surfer 7 จากข้อมูลที่ได้ Digitize แล้วข้างต้น สร้างแผนที่ท้องน้ำใหม่ด้วยวิธี Kriging มีขนาดกริดละ 25 ม. จากนั้นซ้อนแผนที่ท้องน้ำของแต่ละช่วงเวลา หากการเปลี่ยนแปลงระดับที่กริดต่างๆ และคำนวณปริมาตรการเปลี่ยนแปลงตะกอนจาก Trapezoidal Rule ดังนี้

$$A_i = \frac{\Delta x}{2} [h_{i,1} + 2h_{i,2} + 2h_{i,3} + \dots + 2h_{i,j-1} + h_{i,j}] \quad (4-1)$$

$$V = \frac{\Delta y}{2} [A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \dots + 2A_{i-1} + A_i] \quad (4-2)$$

เมื่อ  $A$  คือ พื้นที่หน้าตัดที่ตำแหน่ง  $i$  (ตร.ม.)  
 $V$  คือ ปริมาตรการเปลี่ยนแปลง (ลบ.ม.)  
 $h$  คือ ระดับเปลี่ยนแปลงของแต่ละโหนด (ม.)  
 $\Delta x, \Delta y$  คือ ระยะระหว่าง โหนด (ม.)

- ปริมาณตะกอนทับถมชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา เพื่อการหาปริมาณตะกอนที่ถูกดักไว้ด้วยเขื่อนดักตะกอนสงขลา ได้เขียนรูปตัดตามขวางของชายฝั่งทุกๆระยะ 100 ม. เป็นระยะทาง 2000 ม. จากเขื่อนดักตะกอน รวม 20 ช่วง ที่ได้รับผลกระทบจากเขื่อนดักตะกอน ใช้รูปตัดขวางของชายฝั่งปี 2514 เป็นปีฐาน หาพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไปของแต่ละหน้าตัด และของแต่ละช่วงปี ซึ่งขอบเขตพื้นที่ของแต่ละหน้าตัด พิจารณาจากระยะที่รูปตัดตามขวางของปีที่พิจารณาตัดกับรูปตัดตามขวางของปี พ.ศ.2514 ดังตัวอย่างรูป 4-8 เพื่อตัดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้เกิดจากการทับถมของเขื่อนดักตะกอนออกไป การคำนวณหาปริมาตรของแต่ละช่วงเวลาทำได้ดังนี้

1.) หาพื้นที่ของแต่ละหน้าตัดด้วยวิธี Double Area Method ดังนี้

$$A = \frac{1}{2} \left[ \sum_1^i (y_i x_{i+1}) - \sum_1^i (x_i y_{i+1}) \right] \quad (4-3)$$

เมื่อ  $A$  คือ พื้นที่หน้าตัด (ตร.ม.)  
 $x, y$  คือ ตำแหน่งพิกัดฉาก (ม.)  
 $i$  คือ จำนวนจุดข้อมูล

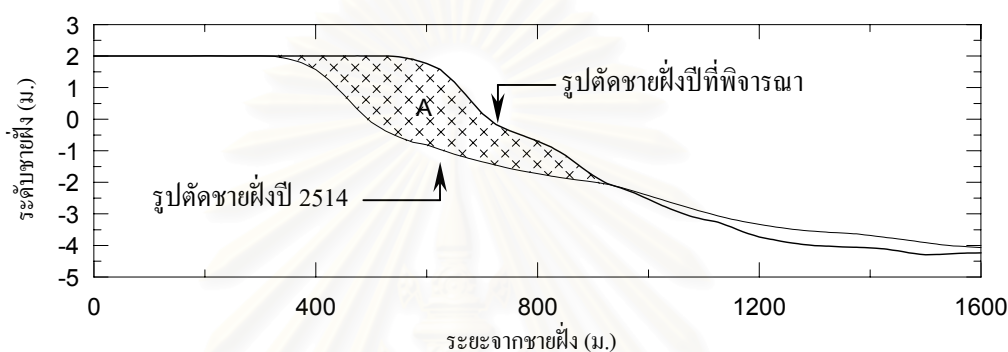


2.) หาปริมาตรการเปลี่ยนแปลงของแต่ละช่วงเวลา โดย Trapezoidal Rule ดังนี้

$$V = \frac{100}{2} [A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \dots + 2A_{19} + A_{20}] \quad (4-4)$$

เมื่อ  $A$  คือ พื้นที่หน้าตัด (ตร.ม.)

$V$  คือ ปริมาตร (ลบ.ม.)



รูป 4-8 การหาพื้นที่หน้าตัดของแต่ละหน้าตัด

#### 4.5 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

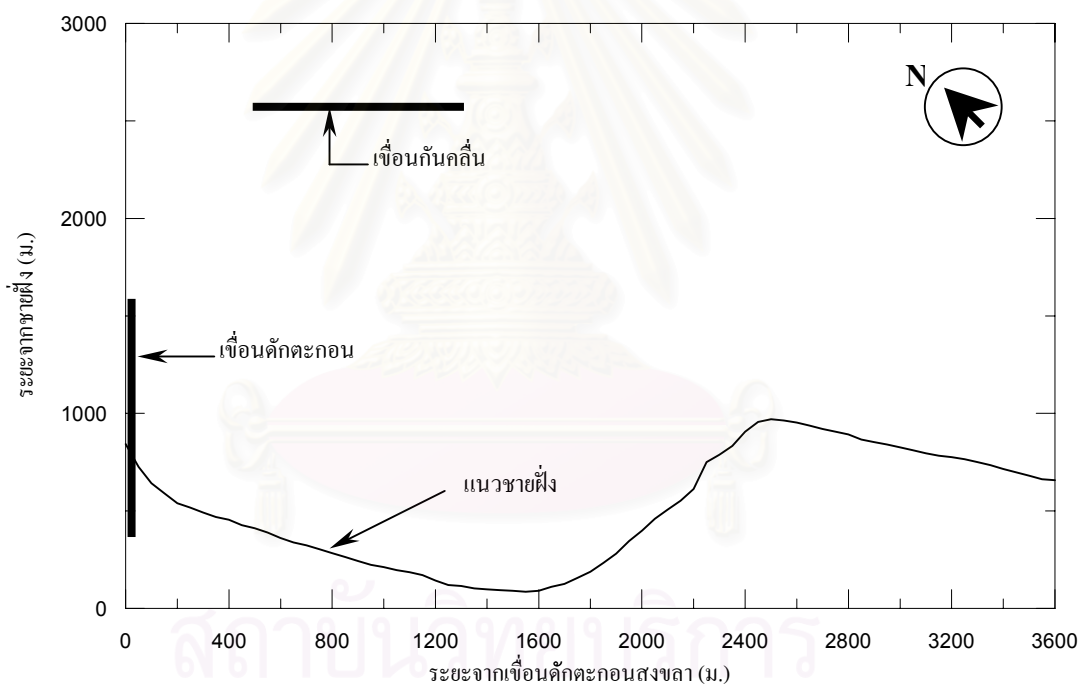
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง คือ แบบจำลอง GENESIS ใช้สำหรับวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในระยะยาวเป็นเวลาหลายปี โดยประยุกต์ใช้กับพื้นที่ศึกษาดังนี้

จำลองชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา มีความยาว 3600 ม. โดยเริ่มจากเขื่อนดักตะกอนลงมาทางใต้ผ่านแหลมสมิหลา ชายฝั่งจำลองมีความยาวมากกว่าพื้นที่ศึกษา 600 ม. เพื่อลดผลกระทบจากขอบเขตด้านข้างของแบบจำลอง โดยแบ่งชายฝั่งออกเป็น 73 กริด ระยะห่างกริดละ 50 ม. มีเขื่อนดักตะกอนอยู่ที่ขอบเขตด้านซ้าย ยาว 1400 ม. ปลายของเขื่อนดักตะกอนอยู่ที่น้ำลึก 3 ม. และเปลี่ยนเกาะหนูให้เป็นเขื่อนกันคลื่นยาวประมาณ 800 ม. อยู่ที่ระยะ 2600 ม. จากแนวชายฝั่งอ้างอิง ดังรูป 4-9 (ตัวอย่างเพิ่มข้อมูล ดังแสดงในภาคผนวก ง.)

ใช้ข้อมูลคลื่นจากทวนสตูลช่วงเวลาระหว่าง พ.ศ. 2534-2544 ช่วงเวลาคลื่นราย 12 ชม. โดยช่วงเวลาที่ข้อมูลคลื่นสูญหายได้ใช้ข้อมูลคลื่นเฉลี่ยในเดือนนั้นๆทดแทน โดยทั่วไปคลื่นมีคาบคลื่นประมาณ 5 วินาที ความยาวคลื่นน้ำลึกประมาณ 40 ม. การจำลองให้ตำแหน่งคลื่นนำเข้าอยู่ที่ระดับ

-20.00 ม. ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของเขตเปลี่ยนแปลง ( $h/L < 1/2$ ) ขนาดและทิศทางคลื่นได้รับผลกระทบจากท้องน้ำ อย่างไรก็ดี ขนาดและทิศทางที่ใช้ในการจำลองนี้เป็นเพียงการประมาณเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสงขลาในเบื้องต้น เนื่องจากข้อมูลคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลาไม่เพียงพอต่อการจำลอง ไม่มีการเก็บข้อมูลทิศทางคลื่นบริเวณชายฝั่งที่แสดงขนาดและทิศทางที่แท้จริง ซึ่งทิศทางคลื่นจากทุ่นสตูดที่นำมาใช้ยังไม่ได้พิจารณาถึงผลของการเคลื่อนที่ของคลื่นเนื่องจากไม่มีข้อมูลระดับท้องน้ำบริเวณอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณหาการเคลื่อนที่ของคลื่นจากแหล่งกำเนิด

ในการจำลองครั้งนี้ให้ระดับน้ำมีค่าคงที่ตลอดการจำลอง และไม่คิดอิทธิพลของของตะกอนจากทะเลสาบสงขลาที่ไหลออกมาทางด้านเหนือของพื้นที่ เนื่องจากมีเขื่อนดักตะกอนขวางการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ



รูป 4-9 การจำลองชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา

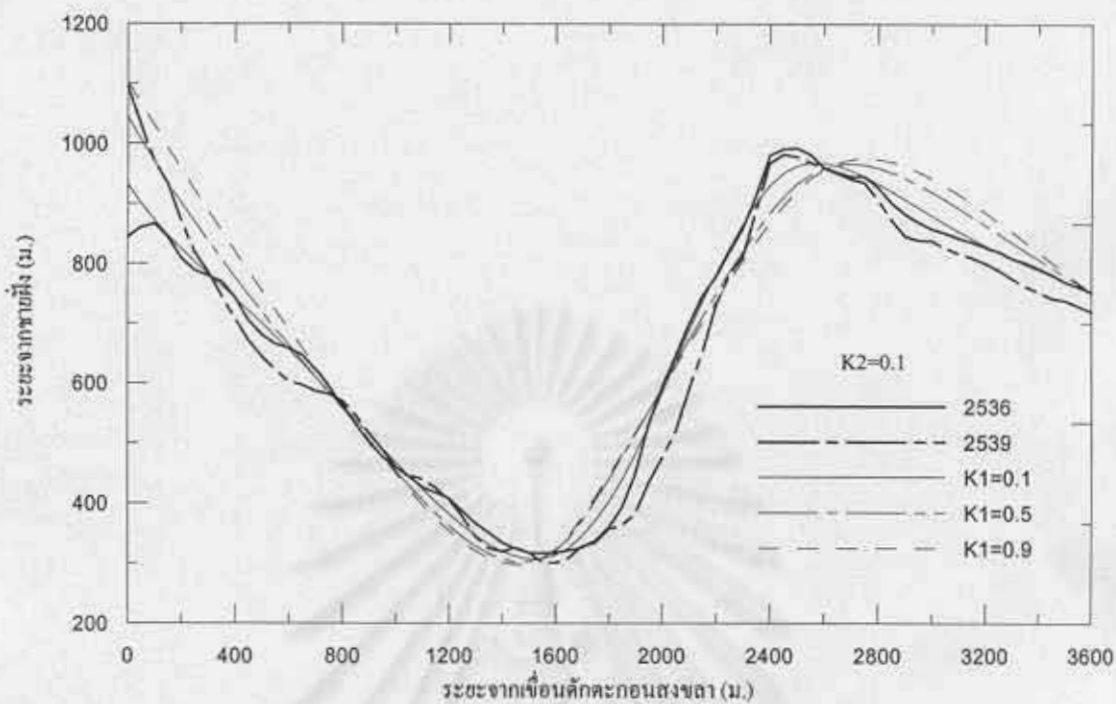
การปรับเทียบหาค่าสัมประสิทธิ์  $K_1$  และ  $K_2$  ได้จำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระหว่างปี พ.ศ. 2536-2539 ดังรูป 4-10 ซึ่งเป็นช่วงแรกที่มีข้อมูลคลื่น ได้แบ่งการจำลองออกเป็น 2 ชุด คือ ในชุดแรก ได้กำหนดให้  $K_2$  คงที่ มีค่าเท่ากับ 0.1 และเปลี่ยนแปลงค่า  $K_1$  จาก 0.1-0.9 เพื่อให้ผลการจำลองเป็นอิทธิพลของสัมประสิทธิ์  $K_1$  และเลือกค่าสัมประสิทธิ์  $K_1$  ที่ให้ผลการจำลองมีเหมาะสม จากนั้นจึงจำลองใหม่อีกครั้ง โดยให้ค่า  $K_1$  ที่ได้จากการจำลองครั้งแรกคงที่ และเปลี่ยนแปลงค่า  $K_2$

จาก 0.1-0.9 เพื่อหาค่า K2 ที่เหมาะสม จากนั้นตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบ โดยจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งระหว่าง พ.ศ. 2539-2543 ที่เป็นช่วงที่สองที่มีข้อมูลคลื่น

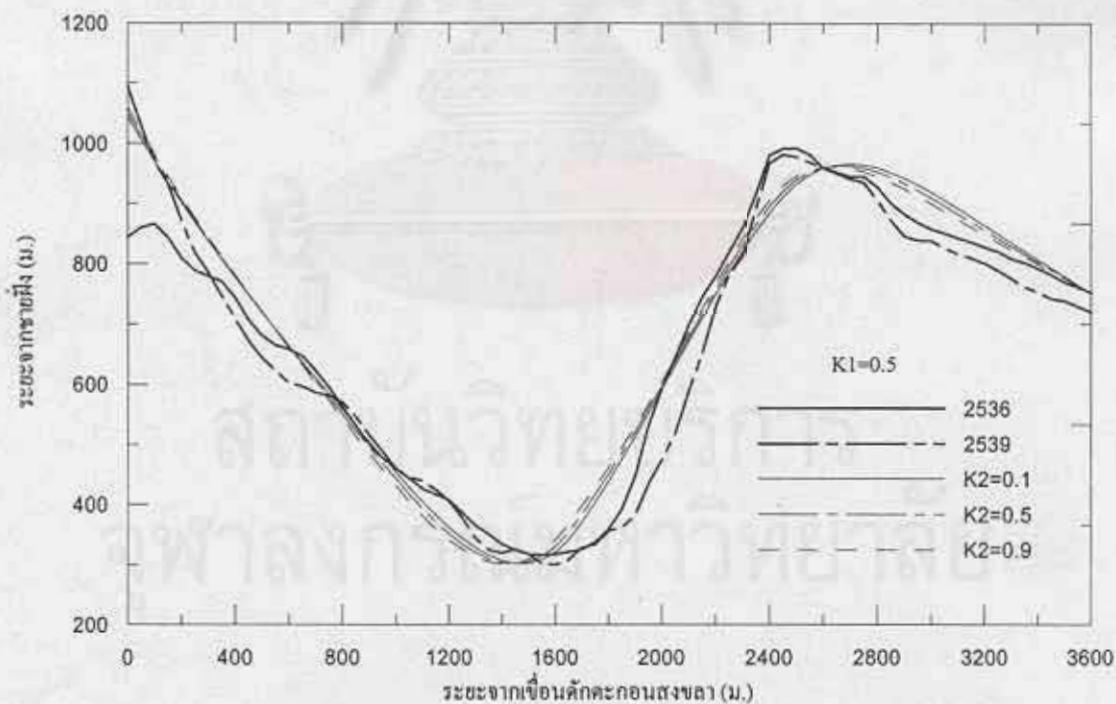
ผลจากการเปรียบเทียบและตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์ ได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ K1 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมากกว่า K2 โดย ค่าสัมประสิทธิ์ K1 ที่มากขึ้นทำให้การเคลื่อนที่ของตะกอนมากขึ้น จึงเกิดการทับถมและกัดเซาะมากกว่าค่า K1 ที่ต่ำ โดยค่า K1 ที่เหมาะสม คือ  $K1 = 0.5$  ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ K2 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหน้าเขื่อนคักตะกอนไม่มากนัก โดยค่า K2 ที่มากขึ้นทำให้แนวการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเลื่อนออกทางด้านข้างตามทิศทางหลักของคลื่นที่กระทำ โดยในการจำลองเส้นแนวการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเลื่อนมาทางซ้ายเนื่องจากทิศทางคลื่นส่วนใหญ่มีทิศทางจากใต้ขึ้นเหนือ ดังนั้นจึงให้  $K2 = 0.1$  ในการจำลองต่อไป

ผลการจำลองและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์นี้ได้ผลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงสั้นๆ ประมาณช่วงละ 3-4 ปี ดังรูป 4-11 และ 4-12 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ได้ในบางตำแหน่งไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริง โดยเฉพาะในช่วงปี พ.ศ. 2539-2543 ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะแต่ผลการจำลองยังคงแสดงการทับถมของชายฝั่ง คาดว่าเป็นผลเนื่องจากแบบจำลองไม่คิดถึงการเคลื่อนที่ของตะกอนในตั้งฉากกับชายฝั่งที่เป็นการเปลี่ยนแปลงระยะสั้น โดยตะกอนสามารถเคลื่อนที่กลับมาได้เมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นในการจำลองการเปลี่ยนแปลงในการศึกษาครั้งนี้จึงได้จำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในระยะยาว จาก ปี 2514-2543 เพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในระยะยาวที่เป็นผลจากการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่งเพียงอย่างเดียว



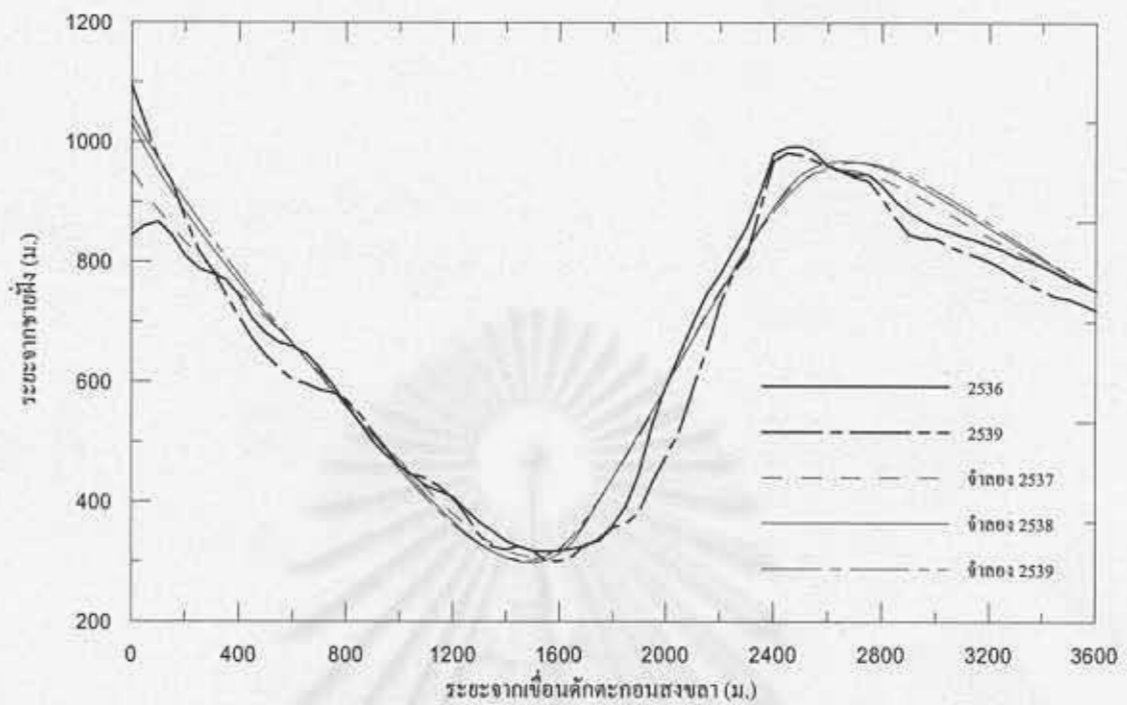


ก. การปรับเทียบค่า K1

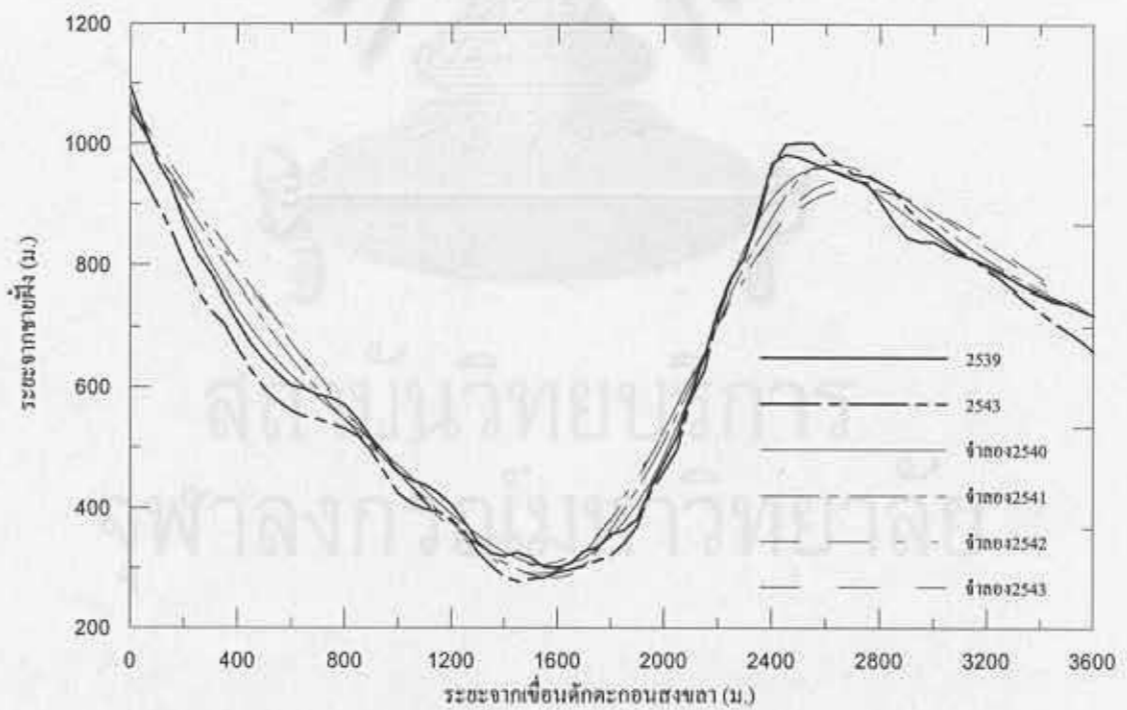


ข. การปรับเทียบค่า K2

รูป 4-10 การปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ K1 และ K2 ช่วงเวลา พ.ศ. 2536-2539



รูป 4-11 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ. 2536-2539



รูป 4-12 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ. 2539-2543

## บทที่ 5

### ผลการศึกษา

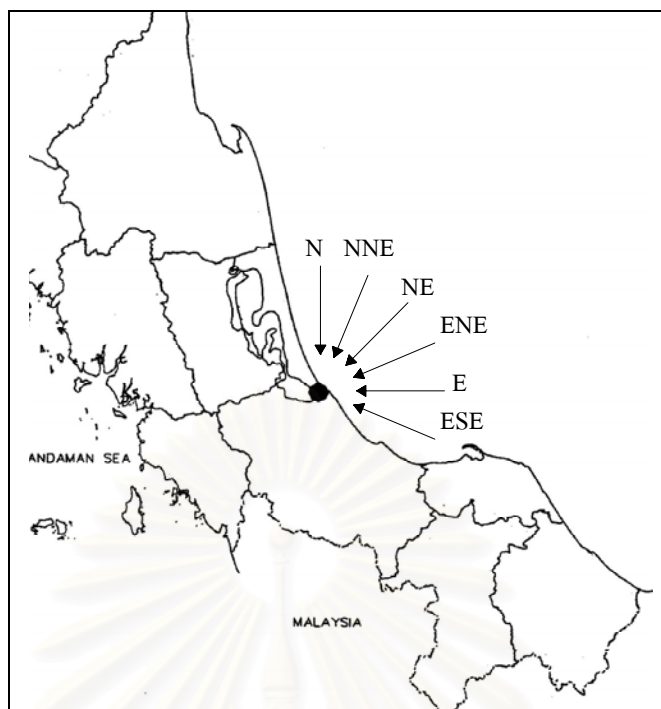
การศึกษาการทับถมตะกอนบริเวณหน้าเขื่อนคักตะกอนสงขลาในประเด็นต่างๆ ทั้งลักษณะคลื่น การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งและท้องน้ำชายฝั่ง ตลอดจนการจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ได้ผลดังนี้

#### 5.1 ขนาดและทิศทางคลื่นที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสงขลา

จากข้อมูลขนาดและทิศทางคลื่นของทุ่นสตูด ซึ่งมีชัดเจนและความละเอียดที่สุด ลักษณะคลื่นดังกล่าวแสดงถึงคุณลักษณะของคลื่นน้ำลึกบริเวณภาคใต้ตอนล่างดังรายละเอียดในบทที่ 4 ได้นำมาใช้เป็นตัวแทนคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา เมื่อพิจารณาถึงแนวการวางตัวของชายฝั่งสงขลา โดยบริเวณตอนบนของชายฝั่งวางตัวทำมุมประมาณ -20 องศาจากทิศเหนือ และค่อยๆ โค้งเว้าลงมาจนแนวชายฝั่งทำมุม 135 องศากับทิศเหนือในตอนล่าง ดังนั้นทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสงขลามี 6 ทิศ ได้แก่ N , NNE , NE , E , ENE และ ESE ดังรูป 5-1 โดยในแต่ละเดือน ขนาด ทิศทางคลื่น และช่วงเวลาทะเลสงบ ระหว่าง พ.ศ. 2534-2544 เป็นเวลา 10 ปี แสดงในตาราง 5-1 และ 5.2 และ ผังคลื่นสงขลา รูป 5-2 ดังนี้

ทิศทางคลื่นในช่วงปลายปีในเดือน พ.ย.-เม.ย. ของอีกปี ส่วนใหญ่อยู่ในทิศ ESE รองลงมาคือทิศ E มีช่วงเวลาทะเลสงบ ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละเดือน ยกเว้นในเดือนเมษายน ที่มีช่วงเวลาทะเลสงบเพิ่มเป็น 63 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเป็นเดือนที่ลมมรสุมเริ่มเปลี่ยนทิศทาง ต่อมาในเดือน พ.ค.-ก.ย. ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นทิศทางที่อับคลื่นของพื้นที่ศึกษา ทำให้เป็นช่วงที่ทะเลสงบที่สุดของปี โดยมีช่วงเวลาทะเลสงบสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ในแต่ละเดือน ไม่มีทิศทางหลักที่แน่นอนโดยในแต่ละทิศทางเกิดขึ้นพอกๆกัน ประมาณทิศละ 2-3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือน ต.ค. เป็นเดือนที่เริ่มเปลี่ยนลมมรสุมเริ่มเปลี่ยนทิศทางอีกครั้งหนึ่ง ทำให้มีช่วงเวลาลมสงบลดลงเหลือ 65 เปอร์เซ็นต์ และทิศทางคลื่นในทิศทาง E เด่นชัดขึ้น

เป็นที่น่าสังเกตว่า ช่วงเวลาที่เกิดคลื่นของแต่ละเดือนในช่วงคลื่นลมแรงมีเพียง 55 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากการพิจารณาทิศทางที่ส่งผลต่อสงขลาไม่รวมทิศ SE ซึ่งเป็นทิศทางหลักของพายุจร จึงทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดคลื่นของแต่ละเดือนลดลง



รูป 5-1 ทิศทางคลื่นที่มีอิทธิพลต่อชายฝั่งสงขลา

ตาราง 5-1 เปอร์เซนต์ทิศทางคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลาจากข้อมูลทุ่นสตูด ระหว่าง พ.ศ. 2534-2543

เดือน	ทิศทางคลื่น							ความสูงคลื่นเฉลี่ย (ม.)
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	Calm	
ม.ค.	0.92	0.87	2.01	5.22	11.15	37.59	42.23	0.9
ก.พ.	3.03	1.77	2.04	4.21	10.25	34.91	43.78	0.8
มี.ค.	1.74	1.75	2.72	7.15	11.19	32.53	42.93	0.9
เม.ย.	2.33	2.9	3.49	3.56	11.33	13.24	63.15	0.5
พ.ค.	4.14	3.56	2.99	3.11	6.46	6.8	72.94	0.5
มิ.ย.	3.27	3.46	2.86	2.32	3.47	3.98	80.63	0.6
ก.ค.	0.67	1.08	1.71	2.01	3.02	3.18	88.33	0.6
ส.ค.	1.05	1.49	1.3	1.7	6.56	3.33	84.57	0.8
ก.ย.	0.83	0.69	0.8	1.63	8.93	3.3	83.83	0.5
ต.ค.	2.86	2.86	3.03	4.96	9.3	11.3	65.69	0.7
พ.ย.	1.88	2.37	3.33	8.44	15.93	20.21	47.84	1
ธ.ค.	2.85	3.99	5.41	7.9	12.91	21.64	45.31	1.1
ตลอดปี	2.13	2.23	2.64	4.35	9.21	16	63.44	-

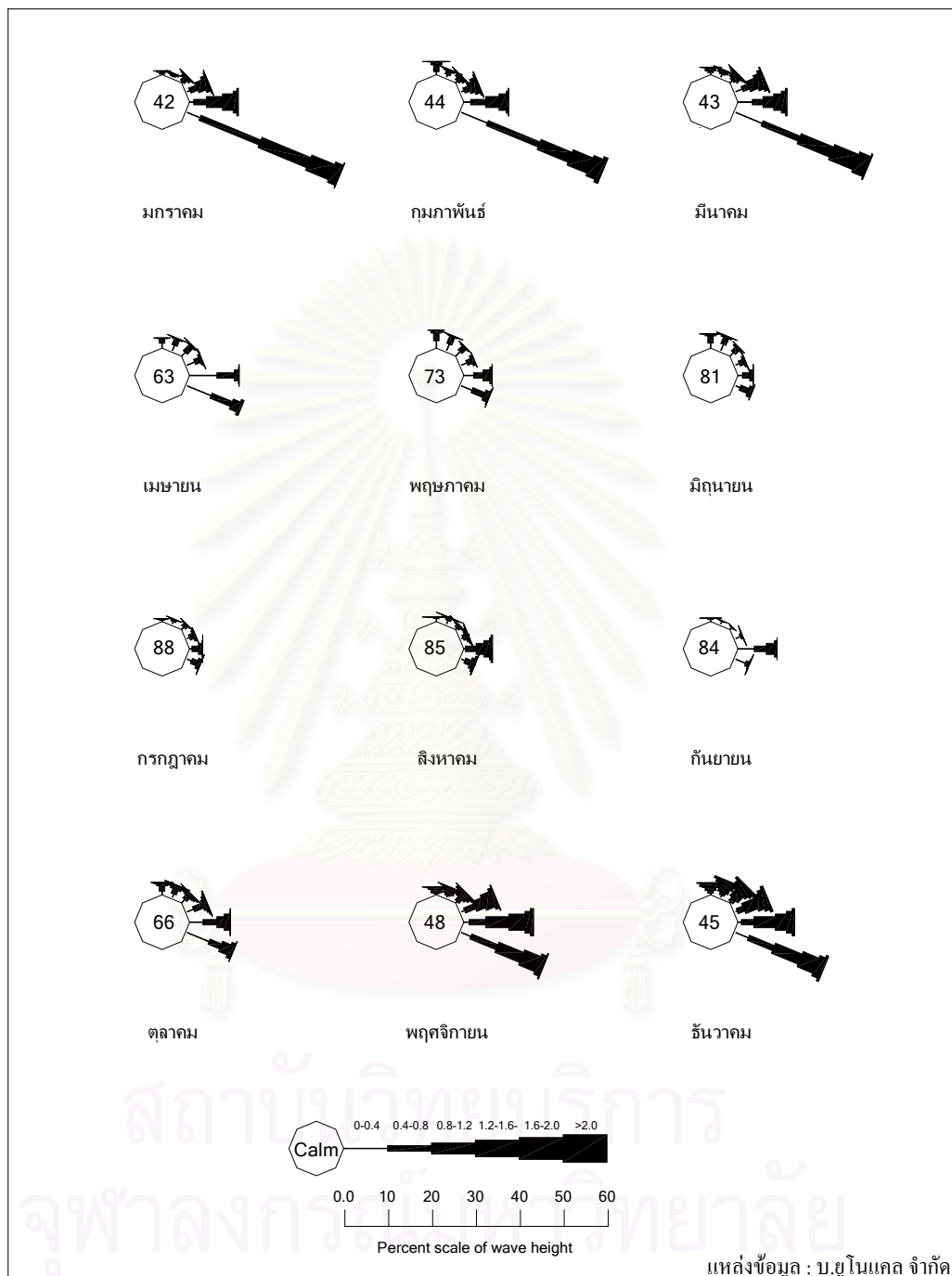
แหล่งข้อมูล : บ.ยูโนแคล จำกัด

ตาราง 5-2 เปอร์เซ็นต์ความสูงคลื่นนัยสำคัญบริเวณชายฝั่งสงขลาจากข้อมูลหุ่นสตูดในทิศทางที่พิจารณา

เดือน	ความสูงคลื่น (ม.)																
	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4	2.4-2.6	2.6-2.8	2.8-3.0	3.0->	Calm
ม.ค.	0.58	4.66	8.58	12.38	11.96	6.70	5.41	3.91	2.06	0.91	0.31	0.23	0.05	0.01	0.01	0.01	42.23
ก.พ.	1.17	9.02	11.95	8.46	7.73	5.45	4.29	3.80	2.06	0.91	0.60	0.50	0.21	0.05	0.00	0.00	43.78
มี.ค.	2.13	10.87	7.88	6.36	8.42	6.24	5.23	4.04	3.24	1.71	0.69	0.25	0.01	0.00	0.00	0.00	42.93
เม.ย.	3.53	13.79	9.20	5.39	2.54	1.23	0.74	0.29	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.15
พ.ค.	3.33	7.36	6.41	4.63	3.01	1.36	0.55	0.35	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.94
มิ.ย.	2.08	4.50	4.77	4.21	2.05	1.36	0.34	0.01	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.63
ก.ค.	0.52	2.96	3.01	2.13	1.61	0.94	0.39	0.08	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	88.33
ค.ค.	0.78	2.49	3.11	2.61	1.47	1.66	1.03	1.15	0.45	0.25	0.35	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	84.57
ก.ย.	2.94	5.65	3.49	1.15	1.06	0.99	0.63	0.14	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.83
ต.ค.	2.94	9.64	6.14	5.33	3.13	2.04	2.02	1.62	0.73	0.41	0.16	0.08	0.04	0.03	0.00	0.00	65.69
พ.ย.	0.27	4.93	5.76	8.51	7.95	7.73	7.07	4.31	2.69	1.45	0.67	0.38	0.18	0.15	0.06	0.03	47.84
ธ.ค.	0.94	4.26	6.37	6.53	9.32	8.59	5.70	3.92	3.59	2.54	1.38	0.69	0.21	0.14	0.09	0.42	45.31
ตลอดปี	1.77	6.68	6.39	5.64	5.02	3.69	2.78	1.97	1.26	0.69	0.35	0.19	0.06	0.03	0.01	0.04	63.44

แหล่งข้อมูล : บ.ยูโนแคล จำกัด





รูป 5-2 ฝั่งคลื่น จ.สงขลา จากข้อมูลทุ่นสตูล



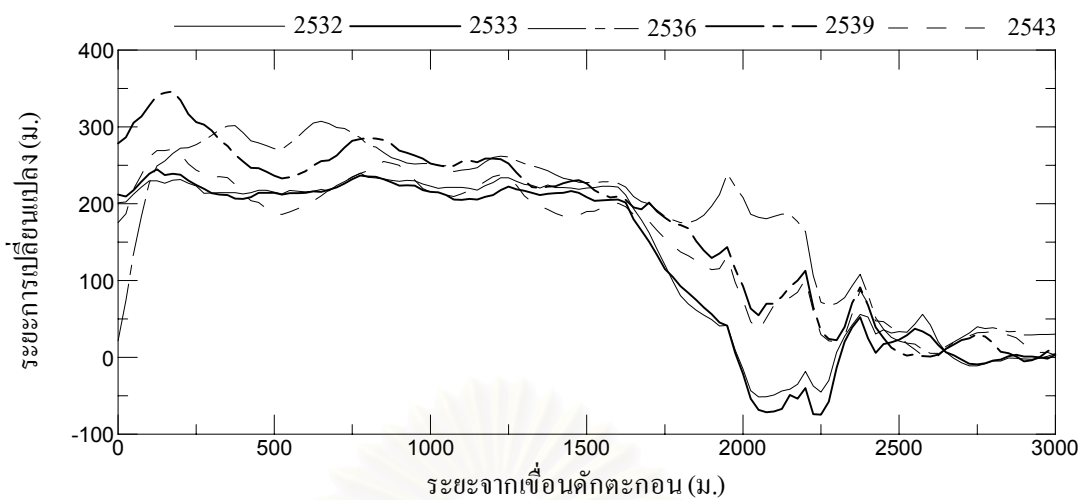
จากตาราง 5-1 และ 5-2 พบว่าคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลามีความสูงคลื่นอยู่ระหว่าง 0.5-1.1 ม. โดยช่วงที่มีคลื่นสูงในเดือน พ.ย.-มี.ค. มีความสูงอยู่ระหว่าง 0.8-1.1 ม. ส่วนเดือนอื่นตั้งแต่ เม.ย.-ต.ค. มีความสูงคลื่นระหว่าง 0.5-0.7 ม. และมีทิศทางหลักคือ ทิศทาง E และ ENE ซึ่งก่อให้เกิดรูปแบบการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่ง ดังนี้ คือ ทิศทาง E ทำมุมกับแนวตั้งฉากชายฝั่งประมาณ 45 องศา เกิดการเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับขนานกับชายฝั่งพอกัน ส่วนทิศทาง ESE ทำมุมกับแนวตั้งฉากชายฝั่งประมาณ 62.5 องศา ก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวขนานกับชายฝั่งเป็นส่วนใหญ่

## 5.2 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา

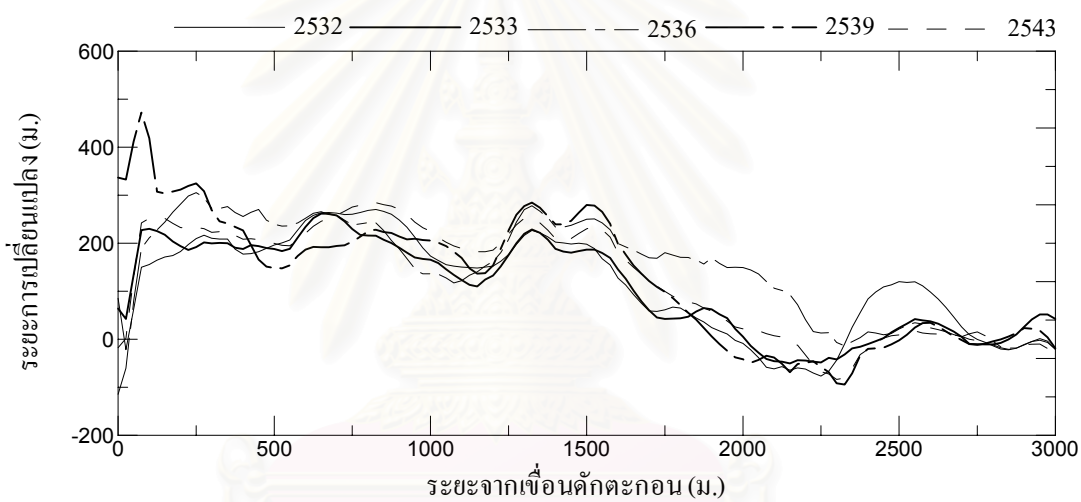
การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา เพื่อพิจารณาผลกระทบของเขื่อนดักตะกอนที่มีต่อพื้นที่ จึงเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของเส้นระดับท้องน้ำชายฝั่งเมื่อเทียบกับชายฝั่งของปี พ.ศ. 2514 ดังรูป 5-3 ถึง 5-10 ได้ดังนี้

แนวชายฝั่งหรือเส้นระดับ+0.00 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งดังตาราง 5-3 ถึง 5-4 ในช่วงแรก คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2514-2532 ได้เกิดการงอกของชายฝั่งบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอนออกไปประมาณ 220-230 ม.จากชายฝั่งเดิม เป็นระยะทางตามแนวชายฝั่งประมาณ 1600 ม. และการงอกของชายฝั่งลดลงเหลือ 154 ม. ที่ระยะ 1800 ม. และจากระยะ 1800-3000 ม. แนวชายฝั่งเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับระยะทางที่ผ่านมา โดยเปลี่ยนแปลงชายฝั่งงอกไม่เกิน 45 ม. และเกิดการกัดเซาะที่ระยะ 2200 ม. เป็นระยะ 39 ม. ส่วนการเปลี่ยนแปลงในช่วงอื่นๆ เกิดการกัดเซาะและทับถมสลับกันไป โดยมีระยะเปลี่ยนแปลงระหว่าง 20-60 ม.

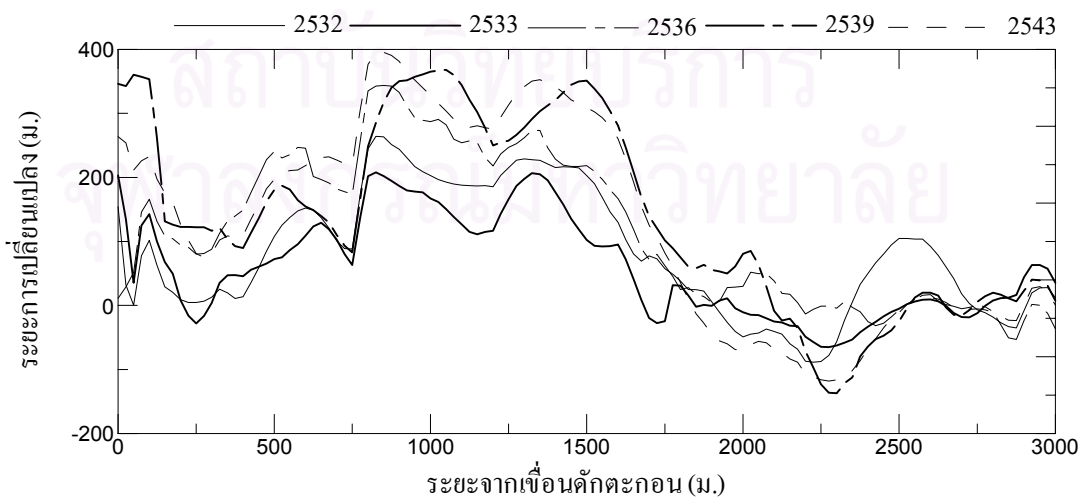
เส้นท้องน้ำชายฝั่งที่ระดับ -1.00 ม. กับ -2.00 ม. พบว่าเกิดการเลื่อนออกไปในทะเลหรือการงอกเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 200-300 ม. เช่นเดียวกันกับเส้นแนวชายฝั่ง โดยการระยะที่เกิดการเลื่อนของเส้นท้องน้ำเป็นระยะทางประมาณ 1800 จากเขื่อนดักตะกอน เมื่อถัดมาจากตำแหน่งนั้น เส้นท้องน้ำเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น โดยในแต่ละช่วงปีเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 40 ม. สำหรับความผันผวนของตำแหน่งท้องน้ำชายฝั่ง เส้นท้องน้ำชายฝั่งที่ระดับ -2.00 ม. มีช่วงการเปลี่ยนแปลงที่กว้างกว่า เส้นท้องน้ำชายฝั่งที่ระดับ -1.00 ม. โดยในบางช่วงเปลี่ยนแปลงถึง 100 ม. แต่ยังคงมีรูปแบบการทับถมของอยู่



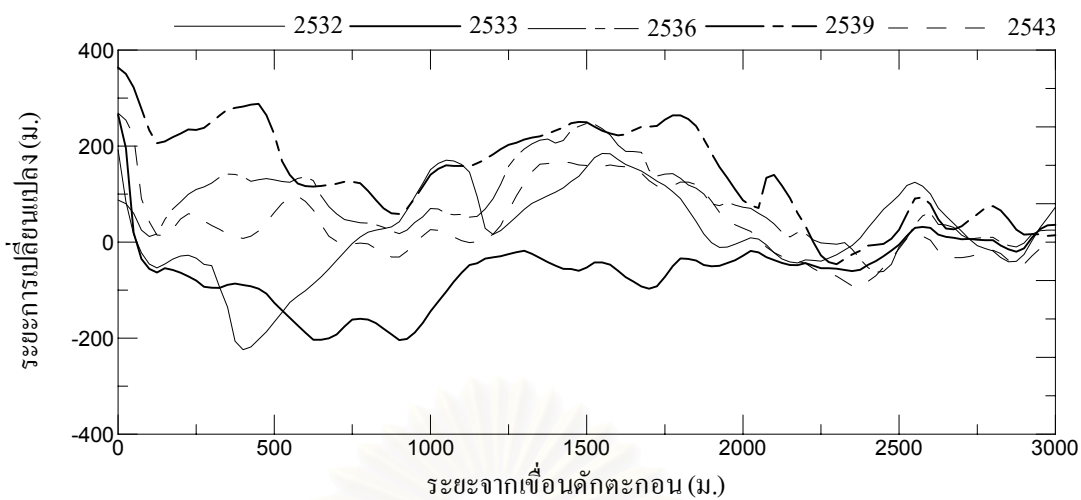
รูป 5-3 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ +0.00ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514



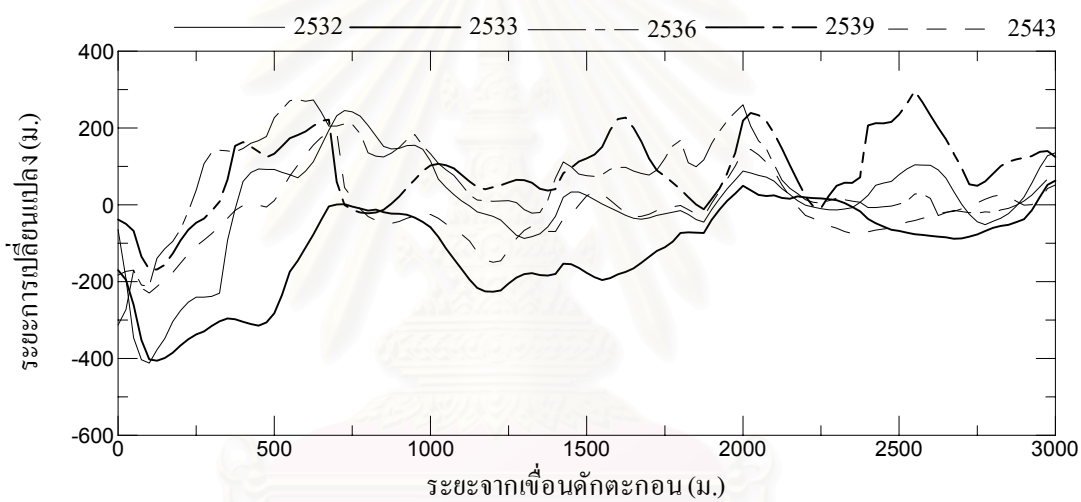
รูป 5-4 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -1.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514



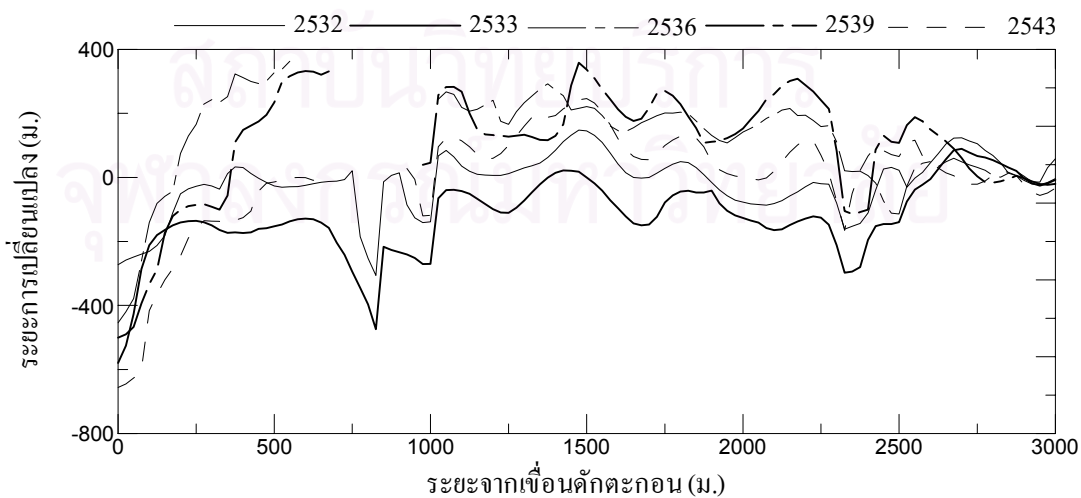
รูป 5-5 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -2.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514



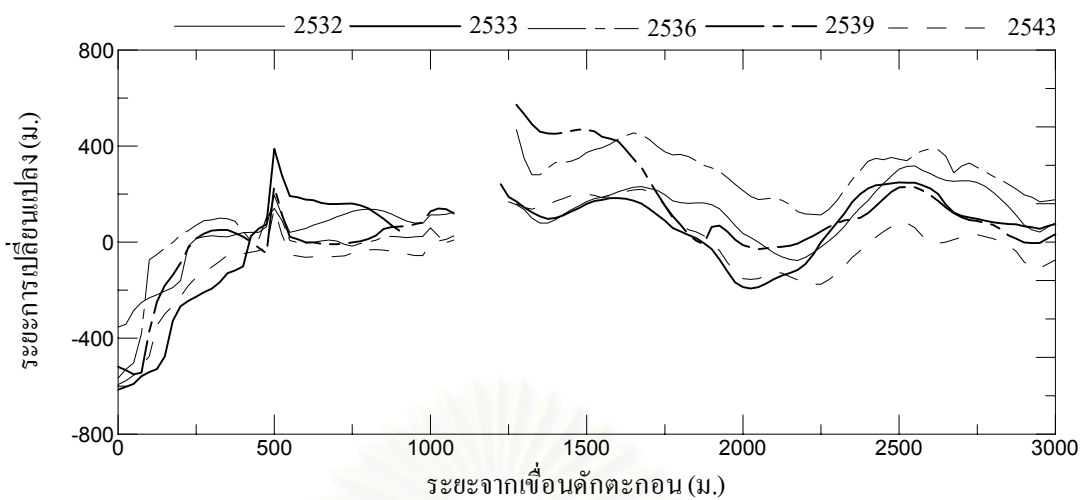
รูป 5-6 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -3.00ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514



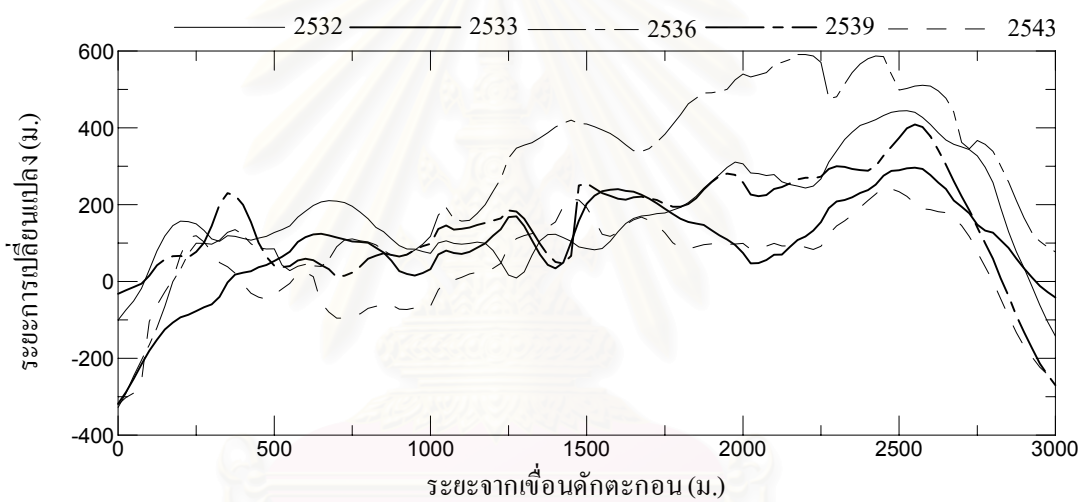
รูป 5-7 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -4.00ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514



รูป 5-8 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -5.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514



รูป 5-9 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -6.00 ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514



รูป 5-10 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่ระดับ -7.00ม. เทียบจากชายฝั่ง พ.ศ. 2514

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 5-3 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งหน้าเขื่อนลัดตะกอนสงขลาในแต่ละช่วงปี

ช่วงเวลา	ระยะทางจากเขื่อนลัดตะกอน (ม.)														
	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000
2514-2532	221	218	215	225	230	222	227	221	156	44	-39	6	40	3	-1
2532-2533	9	0	-3	-1	-4	-12	-11	-12	-7	6	-16	-20	-16	0	1
2533-2536	-42	69	69	72	34	40	37	20	49	150	239	107	6	22	32
2536-2539	133	5	-40	-30	11	4	-16	-9	-7	-61	-102	-35	-12	-7	-27
2539-2543	-80	-54	-45	-44	-31	-36	-23	-30	-20	-22	-14	-6	11	3	13

ตาราง 5-4 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งหน้าเขื่อนลัดตะกอนสงขลาเทียบกับพ.ศ. 2514

ช่วงเวลา	ระยะทางจากเขื่อนลัดตะกอน (ม.)														
	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000
2514-2532	221	218	215	225	230	222	227	221	156	44	-39	6	40	3	-1
2514-2533	230	218	212	224	226	209	216	210	150	49	-55	-14	24	2	0
2514-2536	187	287	281	296	260	249	252	230	199	199	184	94	30	24	32
2514-2539	320	293	242	266	271	254	236	220	191	139	82	59	18	17	5
2514-2543	239	238	196	222	240	218	213	190	172	116	68	53	29	21	18

เส้นท้องน้ำที่ระดับ-3.00 ม. พบว่าส่วนใหญ่เกิดการทับถม แต่มีระยะน้อยกว่าเส้นชายฝั่งที่ผ่านมา โดยมีระยะทับถมประมาณ 50-120 ม. เท่านั้นตลอดระยะ 1800 ม.จากเขื่อนดักตะกอน มีเพียงเส้นท้องน้ำในปี 2533 ที่เกิดการกัดเซาะประมาณ 100-150 ม. แสดงถึงอิทธิพลของเขื่อนดักตะกอนลดลงบริเวณนี้

สำหรับเส้นท้องน้ำที่มีระดับต่ำกว่า -3.00 ม. ที่เหลือ คือ ตั้งแต่ที่ระดับ -4.00 ม. ถึง -7.00 ม. การเปลี่ยนแปลงของเส้นท้องน้ำเกิดการกัดเซาะสลับกับทับถมตลอดในแต่ละช่วงปี โดยมีระยะเปลี่ยนแปลงประมาณ 200-300 ม. การเปลี่ยนแปลงในบริเวณเป็นผลจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำเพียงอย่างเดียว

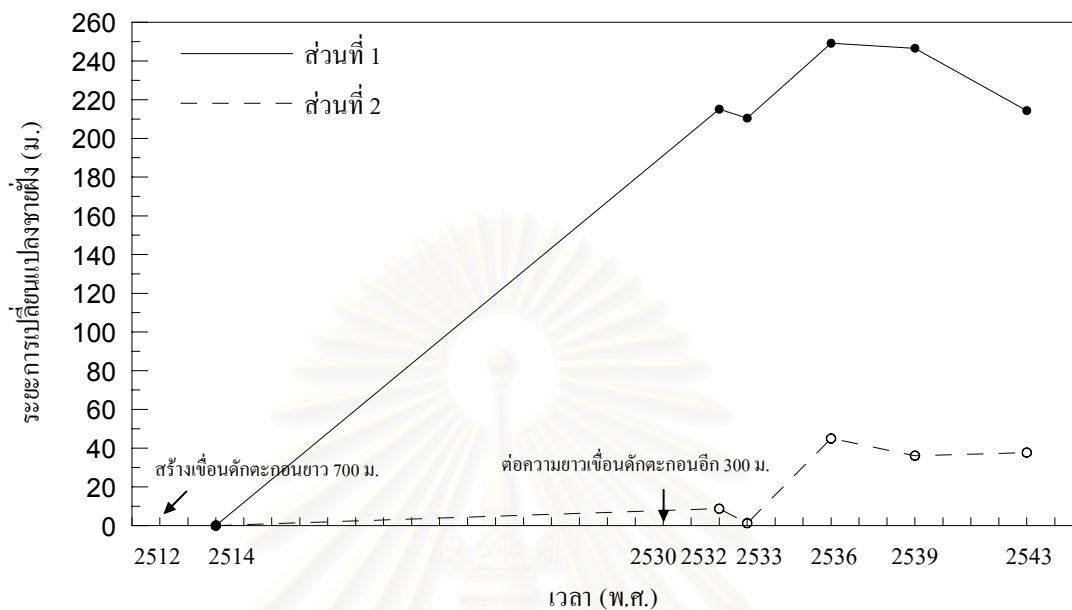
โดยรวมแล้วเขื่อนดักตะกอนได้ก่อให้เกิดการทับถมของตะกอนบริเวณด้านหน้า กั้นระยะทางประมาณ 1800 ม. ชายฝั่งงอกขึ้นประมาณ 200 เมตรจากชายฝั่งเดิม และส่งผลให้เกิดการทับถมตะกอนจนถึงเส้นระดับท้องน้ำชายฝั่งที่ระดับ -3.00 ม. เมื่อลึกลงไปที่ระดับ -4.00 ม.ลงไป ผลกระทบของเขื่อนดักตะกอนค่อยๆลงน้อยลง การเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำ โดยเห็นว่าเส้นระดับท้องน้ำ เกิดการทับถมและกัดเซาะสลับกันไปมาตลอด เมื่อแบ่งชายฝั่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งจากเขื่อนดักตะกอน ถึงระยะ 1,800 ม. กับส่วนที่สอง ระยะ 1,800-3,000 ม. หากการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเฉลี่ยของแต่ละส่วน ดังรูป 5-11 พบว่าในส่วนที่ 1 การทับถมส่วนใหญ่เกิดในช่วง พ.ศ. 2514-2532 ซึ่งเป็นระยะแรกหลังจากสร้างเขื่อนดักตะกอนเสร็จในปี พ.ศ. 2512 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหลังจาก พ.ศ. 2532 ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะและทับถมสลับกันไป จนกระทั่งถึง พ.ศ. 2543 ชายฝั่งได้ทับถมเพิ่มขึ้นเพียง 30-40 ม. โดยในแต่ละช่วงเวลาชายฝั่งเปลี่ยนแปลงประมาณ 40-60 ม. ในส่วนที่ 2 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งไม่มากนัก โดยชายฝั่งงอกประมาณ 30-40 ม. จากแนวชายฝั่งเดิม ซึ่งเกิดขึ้นในช่วง พ.ศ. 2543-2543

### 5.3 การเปลี่ยนแปลงความชันของชายฝั่ง

จากรูปตัดท้องน้ำชายฝั่งดังตัวอย่างรูป 5-12 พบว่าความลาดชันชายฝั่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วง โดยในช่วงแรกจากชายฝั่งไปถึงระดับน้ำลึกประมาณ 2-2.5 ม. มีความลาดชันประมาณ 0.02 จากนั้นชายฝั่งจะมีความลาดชันลาดลงเหลือประมาณ 0.004 เมื่อไกลออกไปในทะเล ความชันของชายฝั่งไม่เปลี่ยนแปลง เพียงแต่เลื่อนออกมาในทะเลมากขึ้นในบริเวณที่เกิดการทับถม เมื่อเปรียบเทียบระดับท้องน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป (ดังแสดงในภาคผนวก จ.) ในช่วงแรกมีการทับถมสูงมากประมาณ 1-2 ม. บริเวณที่เกิดการทับถมของตะกอนเนื่องจากเขื่อนดักตะกอนตามแนวชายฝั่ง ส่วนการเปลี่ยน

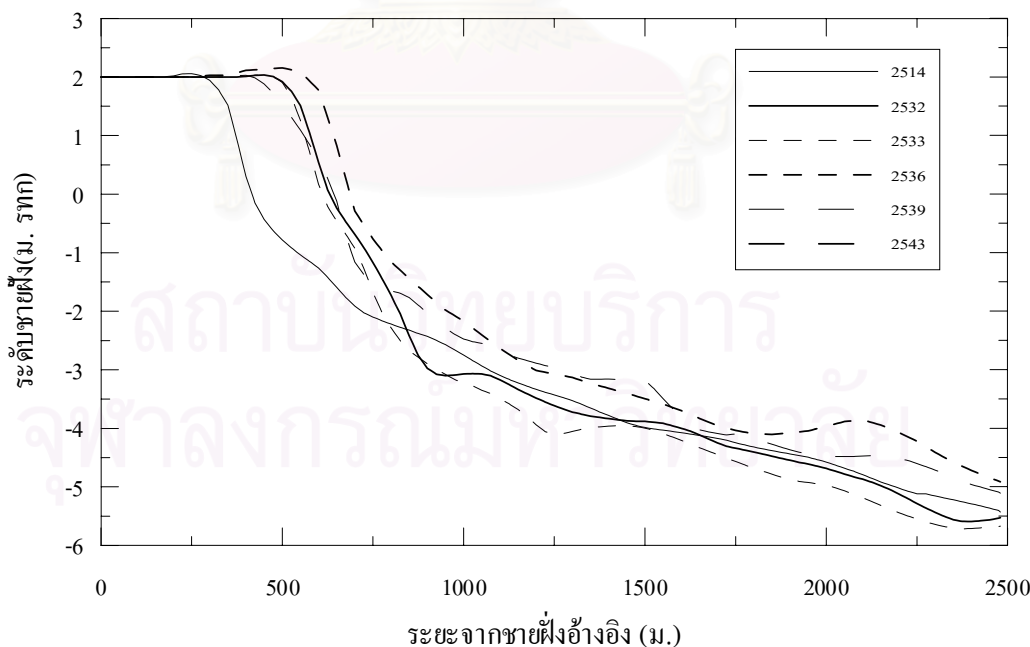


แปลงในช่วงที่สองที่เป็นท้องน้ำชายฝั่ง พบว่าเกิดการกัดเซาะและทับถมสลับกันไปในแต่ละช่วงเวลา โดยระดับเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 0.20-0.60 ม. ไม่มีรูปแบบการกัดเซาะหรือทับถมที่ชัดเจน



หมายเหตุ : ส่วนที่ 1 มีระยะ 1800 ม. แรก  
ส่วนที่ 2 มีระยะ 1200 ที่เหลือ

รูป 5-11 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่



รูป 5-12 รูปตัดชายฝั่งระยะ +500.00 ม. จากเขื่อนดักตะกอนสงขลา

ตาราง 5-5 ปริมาณการเปลี่ยนแปลงตะกอนกึ่งน้ำชายฝั่งสงขลา (ลบ.ม.)

ช่วงเวลา	การเปลี่ยนแปลง	ระยะทางจากเขื่อนตักตะกอน (ม.)															รวม
		200	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000	
2514-2532	รับถม	176,888	182,538	233,843	330,740	338,835	337,972	289,203	279,421	237,020	150,573	93,974	157,403	307,707	255,328	170,975	3,542,419
	กัดเซาะ	-128,317	-64,911	-47,432	-31,011	-52,920	-14,966	-12,579	-12,434	-4,770	-18,601	-59,218	-40,766	-5,064	-8,195	-19,111	-520,293
	สุทธิ	48,570	117,627	186,411	299,729	285,915	323,006	276,624	266,987	232,250	131,972	34,756	116,637	302,643	247,133	151,865	3,022,126
2532-2533	รับถม	32,110	7,660	101,282	55,084	38,485	40,468	51,732	15,737	11,094	16,978	15,284	12,458	9,975	15,622	34,306	458,275
	กัดเซาะ	-185,505	-145,856	-117,149	-142,863	-179,326	-137,981	-106,112	-132,450	-141,800	-108,830	-92,814	-115,704	-161,269	-89,574	-50,361	-1,907,592
	สุทธิ	-153,395	-138,196	-15,867	-87,779	-140,841	-97,512	-54,380	-116,713	-130,705	-91,852	-77,529	-103,246	-151,294	-73,952	-16,054	-1,449,317
2533-2536	รับถม	164,067	349,897	380,452	352,809	316,827	302,291	293,676	310,751	334,447	361,349	394,400	293,451	318,696	125,984	110,501	4,409,599
	กัดเซาะ	-84,479	-6,870	-95,667	-107,399	-54,931	-80,220	-22,321	-3,391	-4,095	-6,225	-7,553	-10,225	-15,273	-16,597	-31,134	-516,380
	สุทธิ	109,588	343,027	284,785	245,410	261,896	222,071	271,355	307,360	330,351	355,124	386,847	283,226	303,423	109,387	79,367	3,893,219
2536-2539	รับถม	231,869	37,636	30,229	54,303	108,490	160,951	102,063	57,702	39,758	24,832	36,649	21,711	34,828	40,333	37,943	1,019,298
	กัดเซาะ	-39,725	-85,845	-144,243	-144,816	-102,982	-101,936	-82,438	-78,330	-107,965	-214,017	-236,707	-238,440	-254,548	-139,284	-154,012	-2,125,289
	สุทธิ	192,144	-48,209	-114,014	-90,513	5,508	59,015	19,624	-20,628	-68,206	-189,186	-200,058	-216,730	-219,720	-98,951	-116,069	-1,105,991
2539-2543	รับถม	2,337	1,500	57,571	60,886	59,587	30,828	22,690	7,094	6,025	17,888	18,014	41,244	54,862	49,008	61,453	490,987
	กัดเซาะ	-229,302	-161,722	-171,978	-296,425	-315,572	-281,685	-151,569	-122,084	-119,173	-114,209	-160,556	-119,390	-171,225	-109,814	-73,840	-2,598,544
	สุทธิ	-226,965	-160,222	-114,406	-235,540	-255,985	-250,857	-128,879	-114,991	-113,148	-96,321	-142,543	-78,146	-116,363	-60,806	-12,386	-2,107,557
ชายฝั่งเกิดการรับถม										ชายฝั่งคงสภาพ							

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

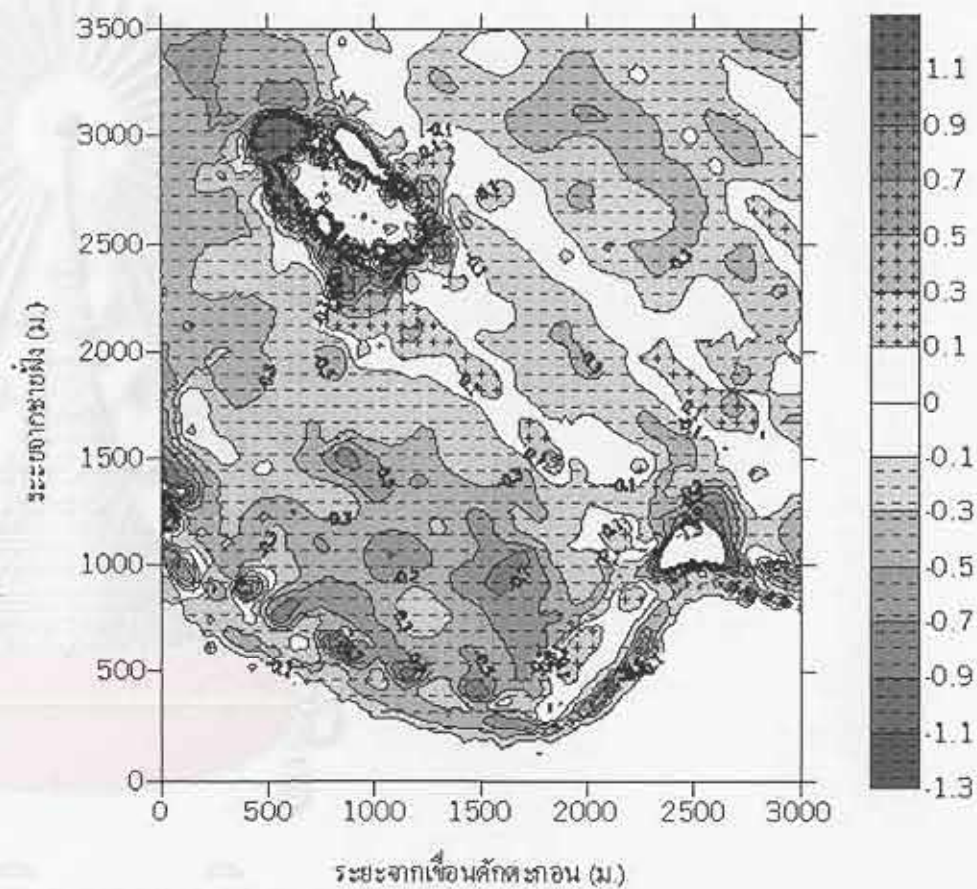
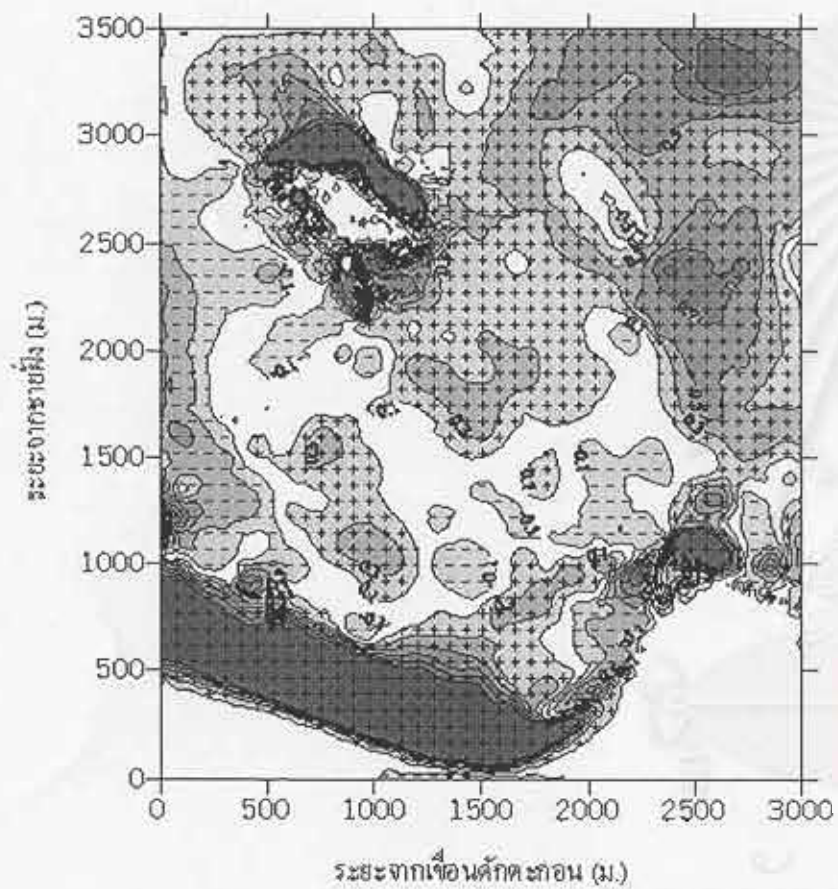
#### 5.4 ปริมาณการเปลี่ยนแปลงตะกอนท้องน้ำหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลามีรูปแบบของการทับถมอย่างชัดเจน เนื่องจากมีเขื่อนดักตะกอนที่สร้างขึ้นบริเวณปากแม่น้ำขวางการเคลื่อนที่ของตะกอนเอาไว้ จากการวิเคราะห์แผนที่ท้องน้ำชายฝั่งทุกๆระยะ 200 ม. ตาราง 5-5 และ ตาราง 5-6 สามารถสรุปปริมาณการเปลี่ยนแปลงตะกอนท้องน้ำได้ผลดังนี้

ตาราง 5-6 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งระหว่าง พ.ศ. 2514-2543

ช่วงเวลา	จำนวนปี	ปริมาตร (ลบ.ม.)		ปริมาตรสุทธิ (ลบ.ม.)	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี (ลบ.ม.ต่อปี)
		ทับถม	กัดเซาะ		
2514-2532	17.7	3,542,419	-520,293	3,022,126	170,742
2532-2533	1.3	458,275	-1,907,592	-1,449,317	-1,114,859
2533-2536	3	4,409,598	-516,380	3,893,219	1,297,740
2536-2539	3	1,019,298	-2,125,289	-1,105,990	-368,663
2539-2543	4	490,987	-2,598,544	-2,107,557	-526,889
2514-2543	29	3,309,148	-1,056,667	2,252,481	77,672

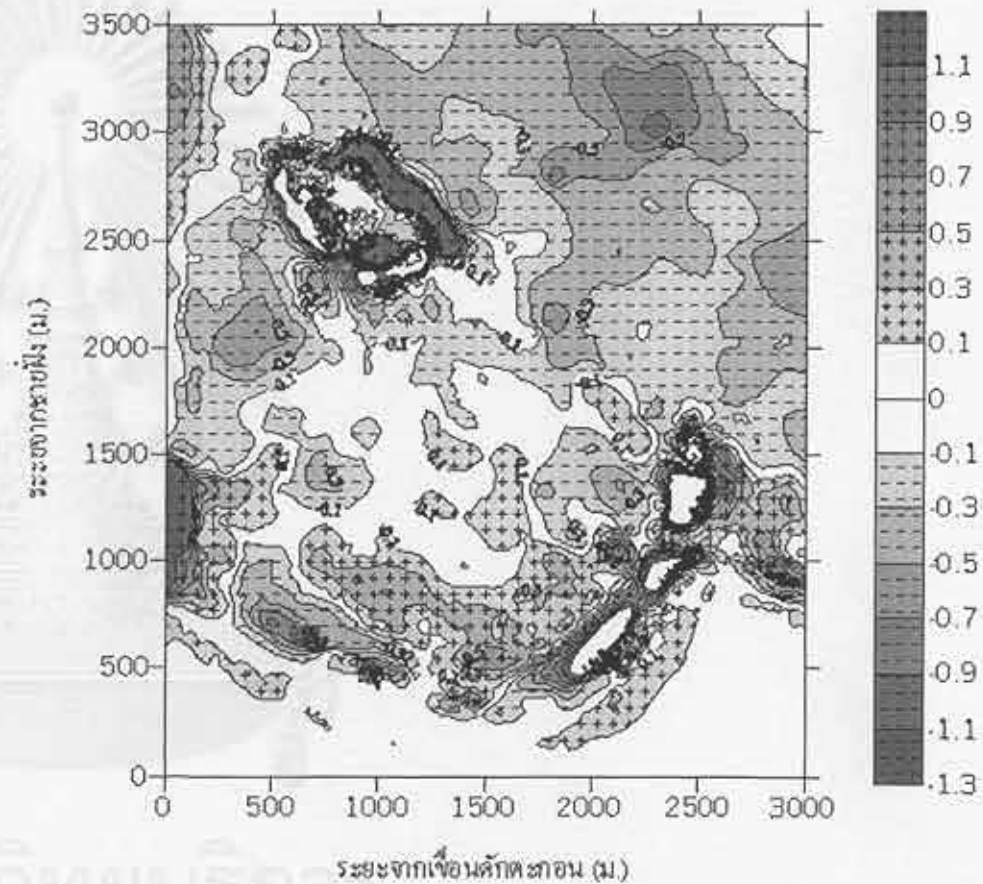
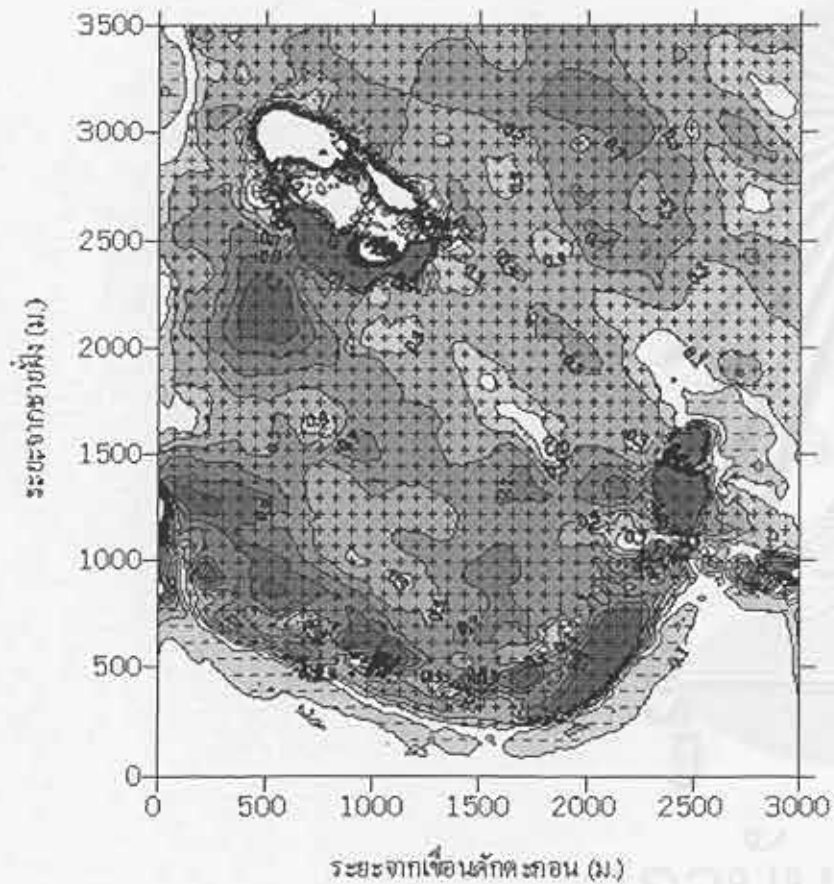
ระหว่างปี พ.ศ. 2514-2532 ชายฝั่งเกิดการทับถม 3,542,419 ลบ.ม. กัดเซาะ 520,293 ลบ.ม. คิดเป็นการทับถมเฉลี่ย 170,742 ลบ.ม.ต่อปี ดังรูป 5-13 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ยาวนานกินระยะเวลา 18 ปี ซึ่งระหว่างนั้นชายฝั่งได้รับการก่อสร้างต่อเติมเขื่อนดักตะกอนออกไปอีก 300 ม. จากเดิมที่ยาว 700 ม. มาเป็น 1000 ม. ในปี พ.ศ.2530 ซึ่งในภาพรวมระยะ 18 ปี ชายฝั่งเกิดการทับถม บริเวณที่เกิดการทับถมกระจายทั้งแผนที่ แบ่งระดับการทับถมได้ 2 ส่วนใหญ่ คือ บริเวณชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอนเกิดการทับถมสูงมากกว่า 1.10 ม. จอกออกไปเป็นระยะทางประมาณ 200 - 250 ม. จากชายฝั่งเดิม และเป็นระยะทางห่างจากเขื่อนดักตะกอนประมาณ 1800 ม. การทับถมอีกบริเวณหนึ่ง คือ บริเวณด้านขวาบนของแผนที่ เกิดการทับถมประมาณ 0.5-1.10 ม. มีเหลือเป็นการทับถมประมาณ 0.1-0.5 กระจายทั้งแผนที่ ในส่วนของการกัดเซาะเกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งที่โค้งเว้าของหาดสมิหลา ห่างจากเขื่อนดักตะกอนประมาณ 1800 ม. และบริเวณด้านเหนือของเขื่อนดักตะกอนที่ติดกับร่องน้ำ โดยเกิดการกัดเซาะประมาณ 0.1-0.5 ม.



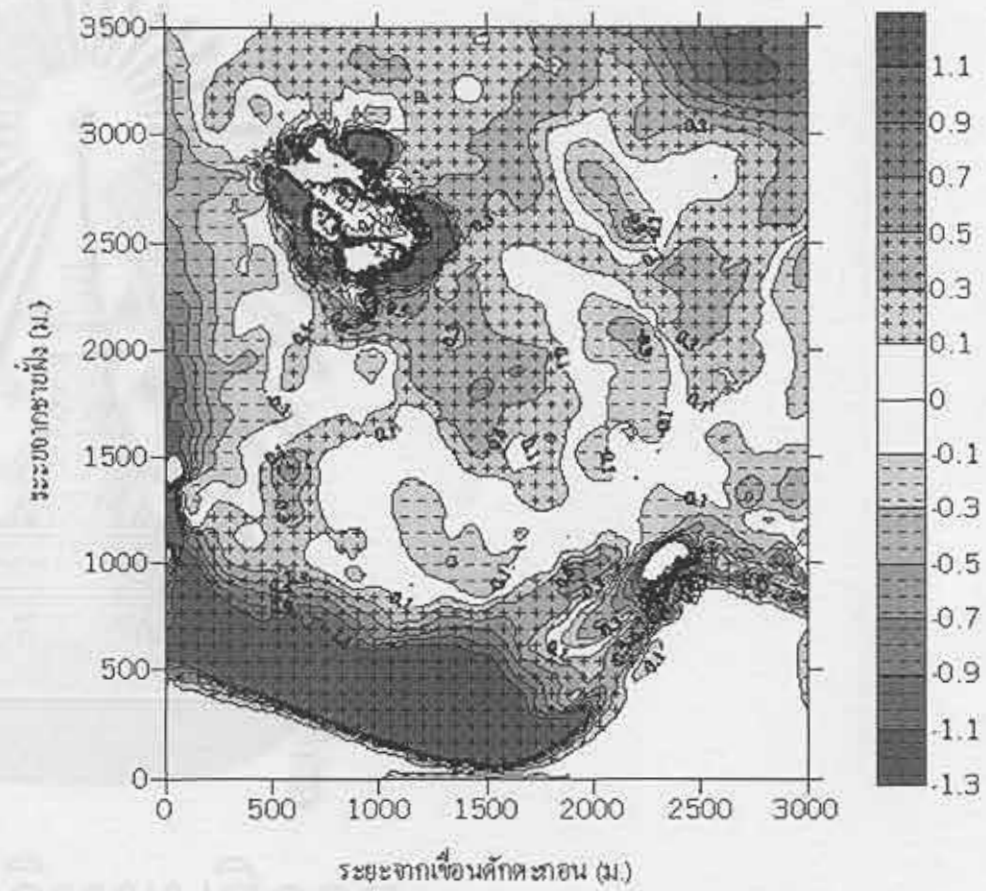
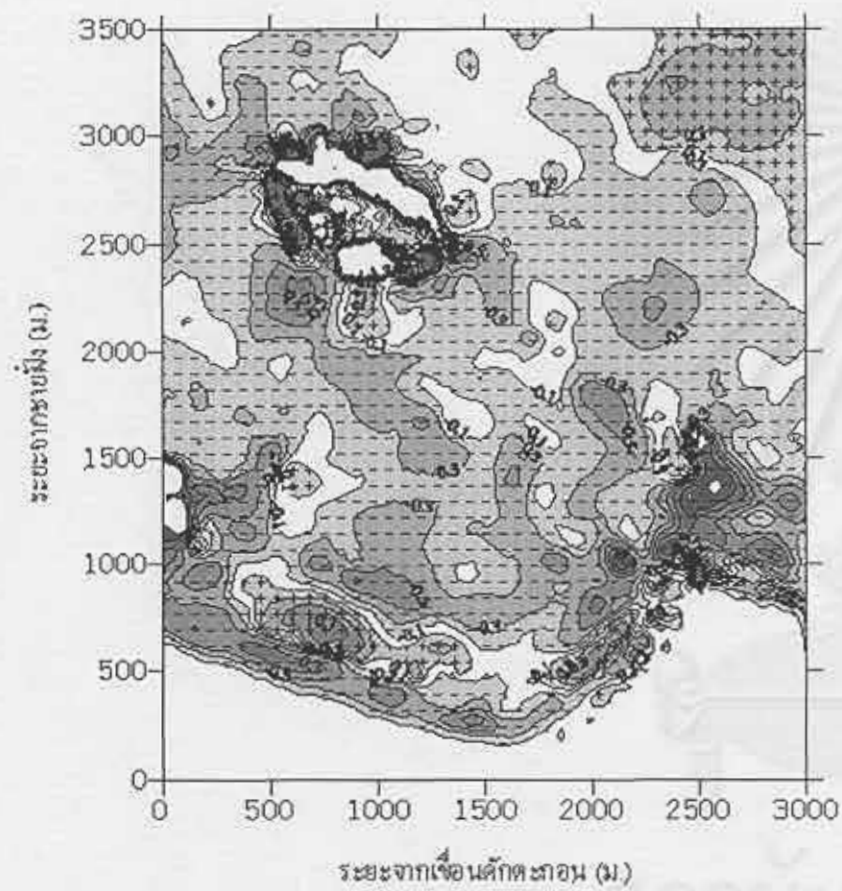
รูป 5-13 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ.2514-2532 รูป 5-14 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ.2532-2533

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูป 5-15 การเปลี่ยนแปลงของน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ.2533-2536. รูป 5-16 การเปลี่ยนแปลงของน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ.2536-2539



รูป 5-17 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ.2539-2543 รูป 5-18 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอน ระหว่าง พ.ศ.2514-2543

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ระหว่างปี พ.ศ. 2532-2533 ชายฝั่งเกิดการทับถม 458,275 ลบ.ม. กัดเซาะ 1,907,592 ลบ.ม. คิดเป็นการกัดเซาะสูงถึง 1,114,859 ลบ.ม.ต่อปี ในช่วงเวลาเพียงหนึ่งปีกับสามเดือน ดังรูป 5-14 ซึ่งในช่วงเวลานี้ได้เกิดพายุจร ชื่อพายุเกย์ พัดผ่านในเดือน พ.ย. ขึ้นฝั่งที่ จ.ชุมพร เป็นพายุหมุนที่มีกำลังแรงมีความเร็วลมมากกว่า 90 น็อต ส่งผลทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินบริเวณภาคใต้เป็นอย่างมาก โดยการกัดเซาะที่เกิดขึ้นประมาณ 0.1 – 0.5 ม. กระจายทั้งพื้นที่ มีการทับถมเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การที่ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะปริมาณมากนั้นเป็นผลจากการที่เส้นชายฝั่งทุกระดับชั้นเลื่อนเข้ามาใกล้ชายฝั่งมากขึ้น แสดงถึงการเคลื่อนที่ของตะกอนในแบบตั้งฉากกับชายฝั่ง

ระหว่างปี พ.ศ. 2533-2536 ชายฝั่งเกิดการทับถม 4,409,275 ลบ.ม. กัดเซาะ 516,380 ลบ.ม. คิดเป็นการทับถม 1,297,740 ลบ.ม. ต่อปี ดังรูป 5-15 มีการกัดเซาะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยส่วนใหญ่เป็นการทับถมอยู่ระหว่าง 0.1-0.9 ม. และการทับถมที่มากกว่า 0.9 ม. ส่วนมากเกิดบริเวณพื้นที่ที่ติดกับชายฝั่งเดิม ในช่วงนี้ได้เกิดการทับถมของตะกอนกลับมาหลังจากเกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรงในช่วงที่ผ่านมา

ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2539 ชายฝั่งเกิดการทับถม 1,019,298 ลบ.ม. กัดเซาะ 2,125,289 ลบ.ม. คิดเป็นการกัดเซาะ 368,663 ลบ.ม. ต่อปี ดังรูป 5-16 โดยเป็นการกัดเซาะอยู่ระหว่าง 0.1-0.5 ม. กระจายทั้งพื้นที่ มีการทับถมเกิดบริเวณชายฝั่งตลอดแนวมีระยะทับถมประมาณ 0.1-0.5 ม. เช่นกัน การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในลักษณะนี้แสดงถึงการเคลื่อนตัวของตะกอนจากทะเลมาตกทับถมบริเวณชายฝั่ง

ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2543 ชายฝั่งเกิดการทับถม 490,987 ลบ.ม. กัดเซาะ 2,598,544 ลบ.ม. คิดเป็นการกัดเซาะ 526,889 ลบ.ม. ต่อปี ดังรูป 5-17 โดยการทับถมเกิดขึ้นเล็กน้อยบริเวณมุมบนขวาของแผนที่ พื้นที่ส่วนใหญ่เกิดการกัดเซาะประมาณ 0.1-0.5 ม.

โดยรวมระหว่าง พ.ศ. 2514-2543 ดังรูป 5-18 ชายฝั่งเกิดการทับถม 3,309,148 ลบ.ม. กัดเซาะ 1,056,667 ลบ.ม. คิดเป็นการทับถม 77,672 ลบ.ม. ต่อปี โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เกิดการทับถม โดยบริเวณชายฝั่งเกิดการทับถมมากกว่า 1.1 ม. งอกออกไปในทะเลถึงประมาณ 700 ม. ตลอดความยาวชายฝั่ง 1800 ม. จากเขื่อนดักตะกอน ส่วนการทับถมที่เกิดในทะเลประมาณ 0.1-0.9 ม. การกัดเซาะเกิดขึ้นเล็กน้อยบริเวณเหนือเขื่อนดักตะกอนติดกับร่องน้ำเดินเรือเท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งที่เกิดขึ้นนั้นเห็นได้ว่าการทับถมหรือการกัดเซาะของท้องน้ำชายฝั่งสลับกันไป แต่การเปลี่ยนแปลงในบางช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงมากเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ โดยในปี 2533 ท้องน้ำชายฝั่งได้เลื่อนเข้าหาชายฝั่งมาก ดังนั้นในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในช่วงปี 2532-2533 กับปี 2533-2536 จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสูงถึง 1,100,000 ลบ.ม.ต่อปี ซึ่งคาดว่า เป็นผลเนื่องจากการเคลื่อนที่ของตะกอนในแบบตั้งฉากกับชายฝั่ง เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลายาวนาน อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ ช่วง พ.ศ. 2514-2532 กับ พ.ศ. 2514-2543 เป็นการทับถมเฉลี่ยประมาณ 170,000 ลบ.ม.ต่อปี กับ 77,672 ลบ.ม.ต่อปีตามลำดับ เห็นได้ว่าการทับถมตะกอนลดลง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องน้ำที่อยู่ในทะเล

### 5.5 ปริมาณตะกอนทับถมหน้าเขื่อนตักตะกอนสงขลา

จากการเขียนรูปตัดชายฝั่งเพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกอนทับถมบริเวณหน้าเขื่อนตักตะกอนสงขลา ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 5-7 เห็นได้ว่าการทับถมเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอด 29 ปีที่ผ่านมา แม้ว่าในบางช่วงจะถูกกัดเซาะไปบ้าง หากพิจารณาแบ่งเวลาออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆ คือ จาก พ.ศ. 2514-2532 และ จาก พ.ศ. 2532-2543 ในช่วงแรกมีระยะเวลา 18 ปี เกิดการทับถม 1,552,273 ลบ.ม. คิดเป็นอัตราการทับถม 87,700 ลบ.ม.ต่อปี ช่วงที่สอง มีระยะเวลา 11 ปี เกิดการทับถมเพิ่มจากช่วงแรก 240,815 ลบ.ม. คิดเป็นอัตราการทับถม 21,892 ลบ.ม.ต่อปี เห็นได้ว่าอัตราการทับถมเฉลี่ยต่อปีลดลง แนวชายฝั่งบริเวณหน้าเขื่อนตักตะกอนสงขลาเริ่มเข้าสู่ภาวะสมดุลแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหลังจึงเกิดการทับถมและกัดเซาะสลับกันไปตามแต่ลักษณะคลื่นที่กระทำต่อชายฝั่งในปีนั้นๆ

ตารางที่ 5-7 ปริมาณการทับถมตะกอนหน้าเขื่อนตักตะกอน

ช่วงเวลา	ปริมาณการเปลี่ยนแปลง (ลบ.ม.)	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย (ลบ.ม.ต่อปี)	ปริมาณเปลี่ยนแปลงสะสม (ลบ.ม.)
2514-2532	1,552,273	87,699	1,552,273
2532-2533	-76,693	-58,994	1,475,580
2533-2536	644,771	214,923	2,120,350
2536-2539	52,832	17,610	2,173,182
2539-2543	-380,094	-95,023	1,793,088

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการเปลี่ยนแปลงของตะกอนท้องน้ำกับปริมาณตะกอนทับถมชายฝั่งหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา ดังตาราง 5-8 พบว่า ปริมาณตะกอนทับถมชายฝั่งมีประมาณ 5-20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการเปลี่ยนแปลงของตะกอนท้องน้ำ สังกัดได้จากเปอร์เซ็นต์ตะกอนทับถมหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลาต่อปริมาณการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง ในช่วงปี พ.ศ.2532-2543 ซึ่งมีข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเป็นช่วงๆระยะห่างประมาณ 3-4 ปี ซึ่งไม่รวมการทับถมในช่วงแรกเอาไว้

ตาราง 5-8 เปรียบเทียบปริมาณการเปลี่ยนแปลงของตะกอนท้องน้ำกับปริมาณตะกอนที่ทับถมหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา

ช่วงเวลา	การทับถมหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา (ลบ.ม.)	การเปลี่ยนแปลงตะกอนท้องน้ำ (ลบ.ม.)	เปอร์เซ็นต์ตะกอนทับถมต่อการเปลี่ยนแปลงตะกอนท้องน้ำ
2514-2532	1,552,273	3,022,126	51.36
2532-2533	-76,693	-1,449,317	5.29
2533-2536	644,771	3,893,219	16.56
2536-2539	52,832	-1,105,990	-4.78
2539-2543	-380,094	-2,107,557	18.03

หมายเหตุ : 1. การเปลี่ยนแปลงตะกอนท้องน้ำมีพื้นที่ 3×3.5 ตร.ม.

2. การทับถมตะกอนหน้าเขื่อนถึงระยะประมาณ -3.00 ม.

## 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งกับลักษณะคลื่นบริเวณสงขลา ในช่วง พ.ศ.2536-2543 ซึ่งมีการเก็บข้อมูลทั้ง 2 ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน โดยข้อมูลแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ พ.ศ.2536-2539 กับ พ.ศ. 2539-2543 เมื่อพิจารณาขนาดและทิศทางคลื่นที่กระทำในแต่ละช่วงเวลา ดังตาราง 5-9 ถึง 5-10 พบว่า เปอร์เซ็นต์การเกิดคลื่นในทั้ง 2 ช่วงเวลาเท่ากัน คือ มีคลื่นเกิดขึ้นประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลา ขนาดความสูงคลื่นที่เกิดมีสัดส่วนที่เท่าๆกัน โดยคลื่นที่เกิดมีความสูงอยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ม. ดังนั้นอิทธิพลจากความสูงคลื่นที่ได้รับทั้ง 2 ช่วง มีความคล้ายคลึงกัน สิ่งที่แตกต่างอย่างชัดเจน คือ ทิศทางคลื่นที่กระทำในแต่ละช่วงเวลา โดยทิศทางหลักของคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา คือทิศทาง E กับ ESE ในช่วง พ.ศ. 2536-2539 ทิศทาง E เกิดคลื่น 7.21 เปอร์เซ็นต์ ทิศทาง ESE เกิดคลื่น 20.47 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่วง พ.ศ.2539-2543 ทิศทาง E เกิดคลื่น 11.16 เปอร์เซ็นต์ ทิศทาง ESE เกิดคลื่น 11.06 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ทิศทางคลื่นหลักที่แตกต่างกันนี้ ได้ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่แตกต่างๆกันอย่างชัดเจน โดยแม้ว่าในทั้ง 2 ช่วงเวลา ชายฝั่งเกิดการกัด

ตาราง 5-9 เปอร์เซ็นต์การเกิดคลื่น ระหว่าง พ.ศ. 2536-2539

ทิศทาง	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4	2.4-2.6	2.6-2.8	2.8-3.0	3.0->	รวม (%)
N	0.16	0.25	0.39	0.25	0.15	0.13	0.08	0.05	0.08	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64
NNE	0.10	0.18	0.30	0.30	0.13	0.16	0.12	0.14	0.10	0.08	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	1.71
NE	0.11	0.26	0.40	0.30	0.16	0.18	0.11	0.12	0.20	0.15	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	2.10
ENE	0.10	0.40	0.56	0.62	0.39	0.31	0.34	0.28	0.24	0.12	0.07	0.07	0.02	0.01	0.00	0.00	3.52
E	0.17	0.91	0.96	1.11	0.96	0.91	0.80	0.61	0.38	0.17	0.10	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01	7.21
ESE	0.68	3.68	4.12	3.44	2.66	1.73	1.68	1.25	0.76	0.30	0.10	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	20.47
Calm																	63.35
รวม (%)	1.31	5.68	6.74	6.01	4.46	3.42	3.15	2.45	1.75	0.90	0.40	0.26	0.06	0.03	0.01	0.01	100.00

ตาราง 5-10 เปอร์เซ็นต์การเกิดคลื่น ระหว่าง พ.ศ. 2539-2543

ทิศทาง	<0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1.0	1.0-1.2	1.2-1.4	1.4-1.6	1.6-1.8	1.8-2.0	2.0-2.2	2.2-2.4	2.4-2.6	2.6-2.8	2.8-3.0	3.0->	รวม (%)
N	0.19	0.66	0.50	0.39	0.37	0.15	0.07	0.03	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	2.46
NNE	0.25	0.76	0.62	0.40	0.33	0.13	0.09	0.08	0.06	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	2.80
NE	0.26	0.75	0.64	0.42	0.42	0.26	0.15	0.11	0.10	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	3.20
ENE	0.34	0.89	0.75	0.66	0.68	0.55	0.40	0.24	0.19	0.10	0.05	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03	4.91
E	0.79	2.26	1.85	1.59	1.47	1.32	0.84	0.47	0.21	0.15	0.12	0.04	0.00	0.00	0.00	0.03	11.16
ESE	0.59	1.86	1.65	1.66	1.52	1.41	0.94	0.74	0.34	0.19	0.07	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	11.06
Calm																	64.42
รวม (%)	2.42	7.17	6.01	5.13	4.77	3.81	2.49	1.68	0.92	0.55	0.29	0.14	0.05	0.03	0.02	0.08	100.00



เขาะเหมือนกัน จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นได้ว่า ในช่วง พ.ศ.2536-2539 ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะ บริเวณท้องน้ำ และมีการทับถมในบริเวณชายฝั่ง ส่วนช่วง พ.ศ. 2539-2543 ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะ ทั้งพื้นที่ ดังนั้นได้ว่า คลื่นที่ทิศทาง E ทำให้ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะ ส่วนคลื่นในทิศทาง ESE ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวนานกับชายฝั่ง และเกิดการทับถมขึ้นบริเวณเขื่อนดักตะกอน

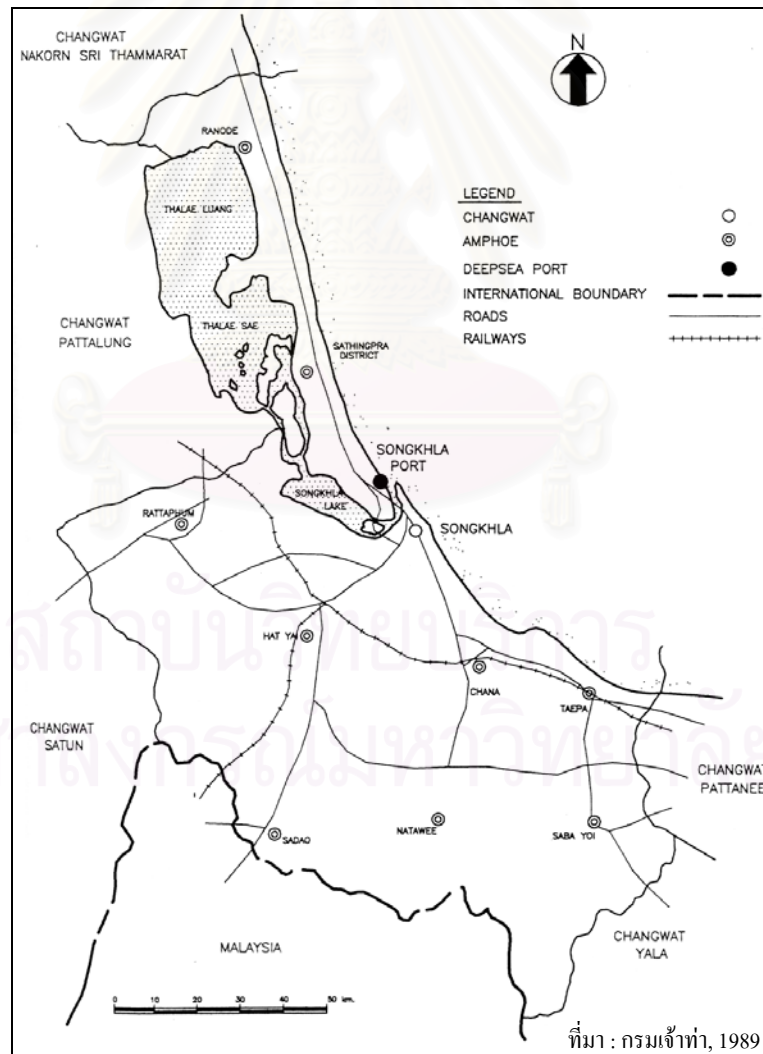
## 5.7 ตะกอนจากทะเลสาบสงขลา

เนื่องจากพื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณปากแม่น้ำของทะเลสาบสงขลา จึงมีตะกอนส่วนหนึ่งไหลออกจากปากน้ำสู่ทะเล ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษานี้ โดยลักษณะทะเลสาบสงขลามีพื้นที่ประมาณ 1000 ตร.ม. พื้นที่รับน้ำประมาณ 7000 ตร.ม. แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ทะเลหลวง ทะเลน้อย และทะเลสาบสงขลา ตามลำดับ ดังรูป 5-19 ช่วงต่อระหว่างทะเลน้อยกับทะเลสาบสงขลา พื้นที่ได้กอดเล็กลงมาจากความกว้างปรกติ และบริเวณที่เชื่อมต่อกับทะเลก็มีลักษณะเป็นแม่น้ำไหลออกสู่ทะเล ความลึกของทะเลสาบสงขลาค่อนข้างตื้น มีความลึกอยู่ระหว่าง 1-3 ม. เท่านั้น

ลักษณะตะกอนของทะเลสาบสงขลา มีขนาดเล็ก เป็นดิน โคลนเสียส่วนใหญ่ เนื่องจากเป็นตะกอนแม่น้ำจากแผ่นดิน การประเมินปริมาณตะกอนที่ไหลออกสู่ทะเล พบว่า มีการสำรวจปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่านั้น (กรมเจ้าท่า, 1988 ) โดยมีปริมาณตะกอน เข้าสู่ทะเลสาบประมาณ 600,000 ตันต่อปี ส่วนตะกอนท้องน้ำยังไม่มีการตรวจวัด ปริมาณตะกอนที่เคลื่อนที่เข้าสู่ทะเลสาบนี้ ส่วนหนึ่งได้ถูกดักและตกตะกอนบริเวณทะเลหลวงและทะเลน้อยเนื่องจากเป็นแอ่งน้ำขนาดใหญ่ ความเร็วของการแสน้ำที่ไหลเข้ามาลดลงอย่างรวดเร็ว จึงไม่สามารถนำพาตะกอนเคลื่อนที่ต่อไปได้ ส่วนที่เหลือจึงเคลื่อนที่มาตกตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาอีกครั้งหนึ่ง และบางส่วนสามารถไหลออกสู่ทะเลได้ ช่วงเวลาที่เกิดตะกอนจำนวนมากอยู่ในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือน ต.ค. -ธ.ค. เป็นช่วงที่ฝนตกหนักที่สุดของพื้นที่

สำหรับปริมาณตะกอนที่สามารถไหลออกสู่ทะเลได้นั้น ส่วนหนึ่งได้ถูกดักและตกตะกอนในร่องน้ำเดินเรือของท่าเรือสงขลา จากข้อมูลการขุดลอกร่องน้ำท่าเรือสงขลา ระหว่างปี พ.ศ. 2531-2543 พบว่าได้ขุดลอกร่องน้ำเป็นประจำทุกปี โดยใช้เรือขุดแบบยู้งดิน อัตราขุดเฉลี่ยประมาณปีละ 800,000 ลบ.ม.ต่อปี อัตราการขุดลอกที่แสดงไม่ใช่ปริมาณตะกอนที่แท้จริง แต่เป็นปริมาณตะกอนผสมกับน้ำทะเลในการขุดลอกแต่ละครั้ง

จากข้อมูลที่ผ่านมา ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนที่แสดงถึงปริมาณตะกอนทะเลสาบสงขลาที่ไหลออกสู่ทะเล ในการประเมินผลกระทบตะกอนจากทะเลสาบสงขลา กับพื้นที่ศึกษา จึงเปรียบเทียบกับขนาดตะกอนและทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ ได้ว่า ขนาดตะกอนบริเวณพื้นที่ศึกษามีขนาดประมาณ 0.2-0.5 มม. มีลักษณะเป็นตะกอนทรายอย่างชัดเจน ส่วนตะกอนบริเวณปากร่องน้ำที่มาจากทะเลสาบสงขลานั้นมีขนาดเล็ก ตะกอนมีลักษณะเป็นดินเหนียวแขวนลอย ซึ่งแตกต่างกันอย่างชัดเจน และจากสภาพของชายฝั่งที่มีเขื่อนดักตะกอนยาว 1 กม. บริเวณปากแม่น้ำแบ่งกันพื้นที่ออกจากกัน ขบวนการเคลื่อนที่ของตะกอนจากทะเลสาบสงขลาไม่ให้ไหลย้อนเข้ามาได้ อีกในช่วงที่เกิดตะกอนจำนวนมากไหลออกมาในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือน ต.ค.-ธ.ค. ทิศทางคลื่นและลมในช่วงนี้ส่วนใหญ่มาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้เกิดกระแสน้ำชายฝั่งพัดไหลขึ้นเหนือ นำพาตะกอนออกไปจากพื้นที่ศึกษาอีกด้วย ในการศึกษาเรื่องการทับถมของตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอนสงขลา จึงไม่นำอิทธิพลของตะกอนจากทะเลสาบสงขลา มาพิจารณาด้วย



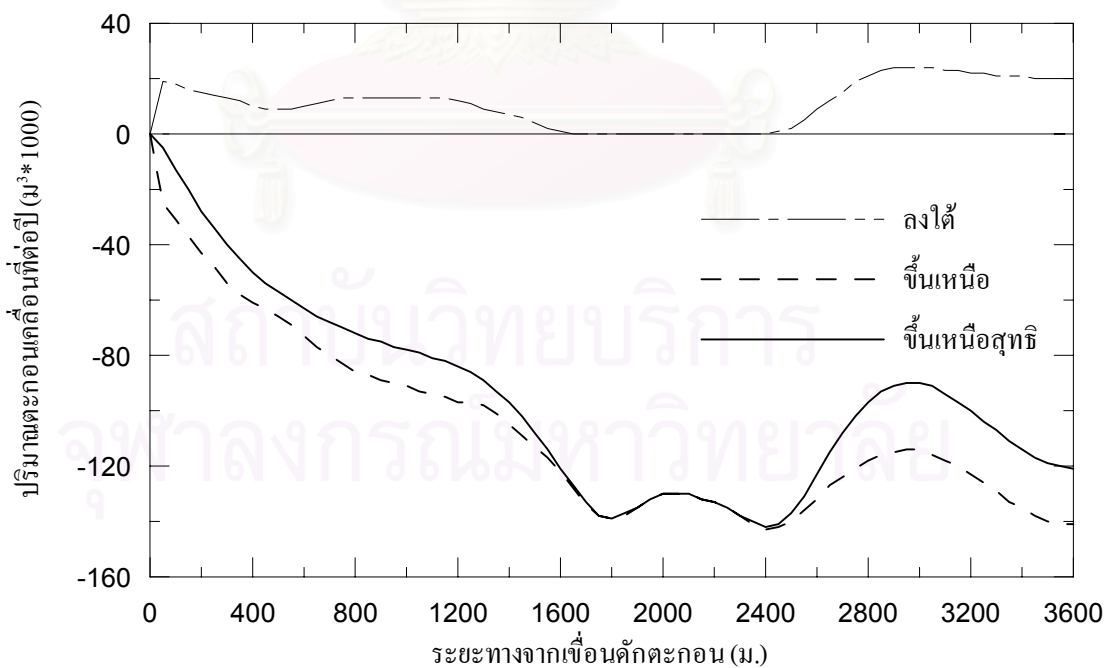
รูป 5-19 ทะเลสาบสงขลา



## 5.8 ผลการจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

จากผลการเปรียบเทียบแบบจำลองในบทที่ 4 จึงได้จำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในระยะยาวจากปี พ.ศ. 2514-2543 เนื่องจากช่วงข้อมูลคลื่นในอดีตไม่มีข้อมูล ดังนั้นจึงจำลองโดยใช้ข้อมูลคลื่นเฉลี่ยในรอบ 10 ปี ของทუნสตูล ระหว่าง พ.ศ. 2534-2543 ดังมีทิศทางหลัก เปอร์เซ็นต์การเกิดและความสูงเฉลี่ยของแต่ละเดือนที่มีอิทธิพลต่อชายฝั่งสงขลาคงแสดงในตาราง 5-1 ผลการจำลองได้ดังนี้

ปริมาณตะกอนเคลื่อนที่ลงใต้ต่อปี ดังรูป 5-20 มีค่าอยู่ระหว่าง 0-35,000 ลบ.ม. ขึ้นอยู่กับแนวการวางตัวของชายฝั่ง และระยะห่างจากเขื่อนดักตะกอน โดยจากบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอนถึงระยะ 1600 ม. อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอน มีค่าประมาณ 15,000-20,000 ลบ.ม.ต่อปี ซึ่งได้รับผลกระทบจากเขื่อนดักตะกอนซึ่งทำให้ตะกอนเคลื่อนที่ลดลง จากระยะ 1,600-2,600 ม. ชายฝั่งเริ่มโค้งขึ้นไปจนถึงแหลมสมิหลา มีแนวชายฝั่งตรงกันข้ามกับช่วงแรก ทำให้ตะกอนไม่สามารถเคลื่อนตัวข้ามไปได้ จึงไม่มีการเคลื่อนที่ของตะกอนลงได้ในบริเวณนี้ ถัดไปจากแหลมสมิหลาจนสุดพื้นที่ศึกษา พื้นที่บริเวณนี้ได้รับผลกระทบจากเขื่อนดักตะกอนไม่มากนัก ปริมาณตะกอนเคลื่อนที่ลงใต้ต่อปีจึงเพิ่มมากขึ้นเป็น 35,000 ลบ.ม.ต่อปี



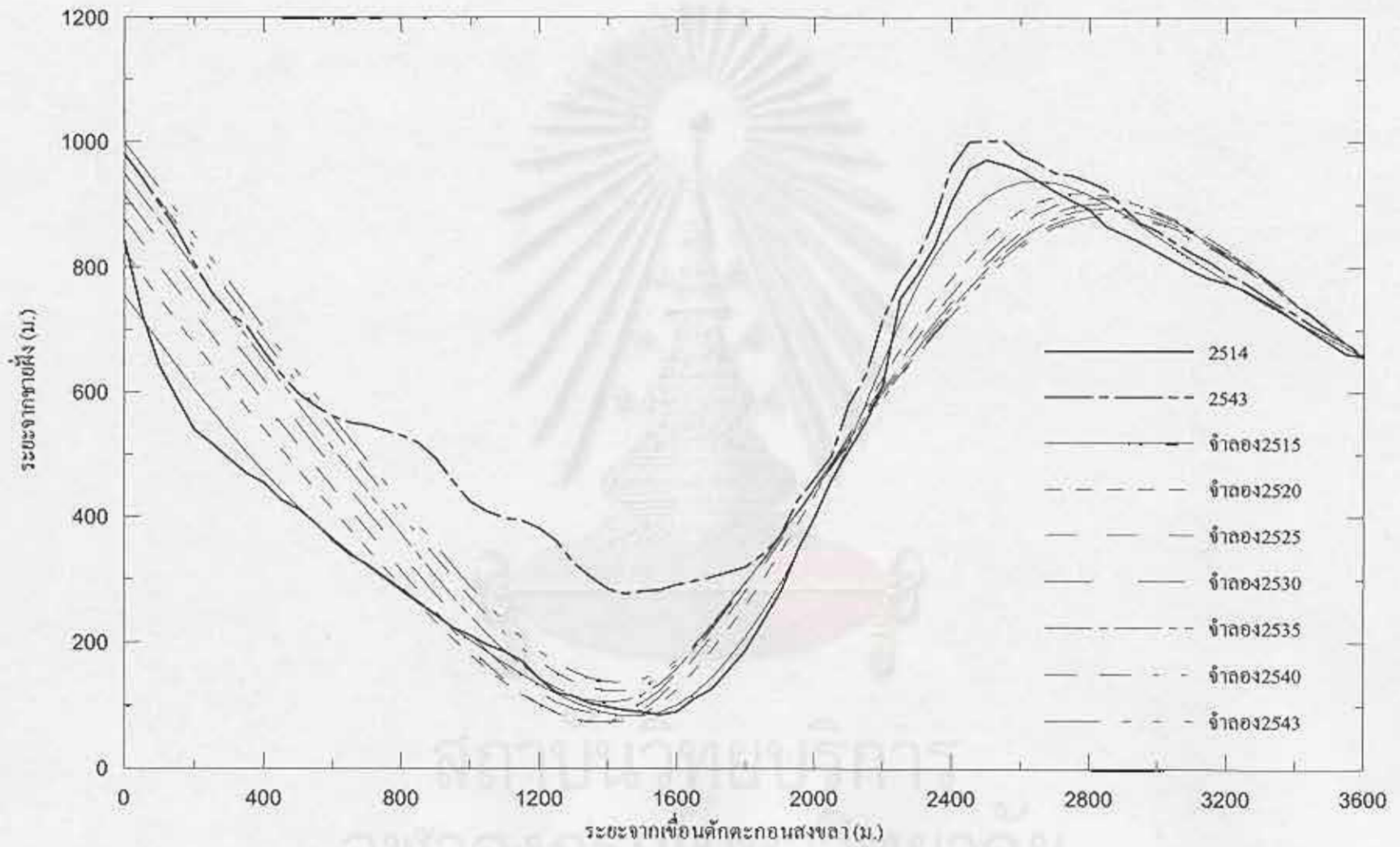
รูป 5-20 ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนจากแบบจำลอง

ปริมาณตะกอนเคลื่อนที่ขึ้นเหนือต่อปี มีปริมาณมากกว่าตะกอนที่เคลื่อนที่ลงได้ เนื่องจากทิศทางการเคลื่อนที่ส่วนใหญ่บริเวณพื้นที่ศึกษามีทิศทางขึ้นเหนือ ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนขึ้นเหนือมีค่าอยู่ระหว่าง 120,000-140,000 ลบ.ม. ต่อปี และลดลงจนเหลือศูนย์ที่บริเวณเขื่อนดักตะกอน เนื่องจากตะกอนไม่สามารถไหลข้ามไปได้ การเคลื่อนที่ของตะกอนสุทธิจึงมีทิศทางขึ้นเหนือ โดยมีอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนประมาณ 100,000-130,000 ลบ.ม.ต่อปี

การทับถมตะกอนชายฝั่งจากการจำลอง รูป 5-21 พบว่า การทับถมของตะกอนเนื่องจากเขื่อนดักตะกอนมีระยะประมาณ 1,600 ม.จากเขื่อนดักตะกอน ระยะการงอกของชายฝั่งจากปี 2514-2543 มีระยะประมาณ 300 ม. ที่หน้าเขื่อนดักตะกอน และการงอกของชายฝั่งค่อยๆลดลงเมื่อระยะห่างจากเขื่อนดักตะกอนเพิ่มมากขึ้น โดยที่ระยะ 1,600 ม. จากเขื่อนดักตะกอนของชายฝั่งลดลงเหนือประมาณ 80 ม. จากระยะ1600 ม. ลงมาชายฝั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยเกิดการกัดเซาะบริเวณแหลมสมิหลาในส่วนที่ยื่นออกไปในทะเล และเกิดทับถมบริเวณหน้าแหลมสมิหลาเล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบผลการจำลองกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดขึ้นจริง พบว่า การทับถมตะกอนบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอน มีระยะคลาดเคลื่อนจากกันเล็กน้อย การทับถมของชายฝั่งจริงเกิดการทับถมชายฝั่งตลอดความยาวชายฝั่งประมาณ 1800 ม. และชายฝั่งงอกเพิ่มขึ้นประมาณ 200 ม. ตลอดแนว ส่วนชายฝั่งที่ได้จากการจำลอง มีการทับถมไม่สม่ำเสมอ โดยทับถมมากบริเวณเขื่อนดักตะกอน และลดลงเมื่อห่างจากเขื่อนดักตะกอนมากขึ้น และบริเวณแหลมสมิหลาชายฝั่งจากการจำลองได้ถูกกัดเซาะไปมากแต่การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงชายฝั่งมีลักษณะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา การตำแหน่งเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างจากชายฝั่งจริง คาดว่าเป็นผลเนื่องจากการจำลองได้เกิดการกัดเซาะบริเวณแหลมสมิหลา ที่มีลักษณะเป็นหัวหาดทำหน้าที่ป้องกันคลื่นกระทำต่อชายฝั่งที่ระยะ 800-1800 ชายฝั่งบริเวณนั้นจึงถูกกัดเซาะมากกว่าที่เกิดขึ้นจริง

การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วยแบบจำลอง GENESIS สามารถให้อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานชายฝั่งซึ่งเป็นดั่งแปรสำคัญต่อการทับถมหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา แต่มีข้อจำกัดในการอธิบายรูปแบบการทับถมของตะกอนหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลา โดยการทับถมที่เกิดขึ้นมีระยะน้อยกว่าที่เกิดขึ้นจริง และเกิดการกัดเซาะบริเวณปลายแหลมสมิหลาที่ยื่นออกไปในทะเล เป็นผลเนื่องจากข้อจำกัดของแบบจำลอง GENESIS ดังนี้



รูป 5-21 ผลการจำลองชายฝั่งระหว่าง พ.ศ.2514-2543

1. แนวชายฝั่งและท้องน้ำชายฝั่งสงขลามีลักษณะที่ไม่ราบเรียบสม่ำเสมอ แต่สมมุติฐานของแบบจำลอง GENESIS ให้เส้นชั้นระดับชายฝั่งราบเรียบ และขนานกับแนวชายฝั่ง
2. บริเวณแหลมสมิหลา ชายฝั่งจริงมีลักษณะเป็น โขดหินเล็กๆหรือหัวหาด บริเวณนั้นจึงไม่เกิดการกัดเซาะ แต่ในการจำลองลักษณะชายฝั่งยังไม่สามารถจำลองได้เหมือนจริง แสดงได้เพียงเป็นแนวชายฝั่งที่เป็นทราย ดังนั้นจึงเกิดการกัดเซาะขึ้น
3. แบบจำลอง GENESIS ไม่คำนึงถึงตำแหน่งของเขื่อนกันคลื่น (เกาะหนู) เมื่อตำแหน่งของเขื่อนกันคลื่นอยู่มากกว่าระยะที่ทำให้เกิด tombolo ดังนั้นในการจำลองนี้จึงไม่สามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่นบริเวณหน้าเขื่อนกันคลื่นได้ดีนัก
4. ขอบเขตของแบบจำลอง ณ ตำแหน่งเขื่อนดักตะกอนเป็นขอบเขตปิด ทำให้ตะกอนไม่สามารถไหลข้ามไปได้ จนกว่าการทับถมของชายฝั่งได้สิ้นสุดที่ปลายเขื่อนดักตะกอน แต่การเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้นจริง มีตะกอนการไหลข้ามเขื่อนดักตะกอนแล้ว ดังนั้นจึงเกิดการทับถมเสมอในการจำลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีความพยายามใช้แบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งเป็นแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำในแต่ละเหตุการณ์ (One-storm) มาอธิบายการเคลื่อนที่ของคลื่น กระแสน้ำชายฝั่ง และการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ (รายละเอียดดังภาคผนวก จ. ) แต่ผลการจำลองมีข้อจำกัด คือสามารถจำลองคลื่นในทิศทางที่จำกัด ต้องใช้กริดที่ละเอียดและใช้เวลาในการจำลองนาน ดังนั้นจึงต้องได้รับการพัฒนาแก้ไขต่อไป

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 6

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาลักษณะคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา การทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอนสงขลา และจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

#### 6.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาการทับถมตะกอนบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลาครั้งนี้ ได้ใช้แผนที่ร่องน้ำเดินเรือบริเวณท่าเรือท่าลิทสงขลา ซึ่งสำรวจโดยกรมเจ้าท่า ระหว่าง พ.ศ. 2514-2543 เป็นระยะเวลา 29 ปี มีระยะทางจากเขื่อนดักตะกอนลงมาทางใต้ 3 ก.ม. โดยนำแผนที่ร่องน้ำในแต่ละช่วงปีมาซ้อนกัน เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่เกิดขึ้น ซึ่งข้อมูลแผนที่ในช่วง พ.ศ. 2518-2530 ได้สูญหายไป เป็นแผนที่เก่าที่ได้สำรวจเป็นเวลานานแล้ว จึงทำให้ขาดความต่อเนื่องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในช่วงที่ข้อมูลขาดหายไป

ขนาดคลื่นและทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นได้ใช้ข้อมูลหุ่นสงขลา ข้อมูลหุ่นสตูล และ ข้อมูลลม จ.สงขลา มาพิจารณาร่วมกัน โดยข้อมูลหุ่นสงขลาซึ่งอยู่ใกล้กับพื้นที่ศึกษาที่สุดมีการเก็บข้อมูลเพียง 3 ปี และไม่ต่อเนื่อง อีกทั้งยังไม่มีมีการเก็บข้อมูลทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ข้อมูลหุ่นสตูล มีช่วงข้อมูลระหว่าง พ.ศ. 2534-2544 มีการเก็บข้อมูลทางสมุทรศาสตร์อย่างครบถ้วน เป็นข้อมูลคลื่นน้ำลึกบริเวณภาคใต้ตอนล่างที่มีการเก็บรวบรวมยาวนานและต่อเนื่องที่สุด และ ข้อมูลลม เพื่อแสดงถึงลักษณะลมซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการกำเนิดคลื่นบริเวณพื้นที่ศึกษา ข้อมูลลม จ.สงขลา มีความผันผวนและเปลี่ยนแปลงเร็วมากเนื่องจากการเก็บข้อมูลมีลักษณะเป็นช่วงๆ ทุกช่วงเวลา 3 ชม. ค่าที่ได้ไม่ได้เป็นตัวแทนของลมใน 3 ชม.นั้นๆ อีกทั้งยังขาดความชัดเจนระหว่างข้อมูลที่เป็นศูนย์กลางกับข้อมูลที่ไม่ได้ตรวจวัดอีกด้วย ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลจากหุ่นสตูลในการประมาณขนาดและทิศทางของคลื่นน้ำลึกบริเวณพื้นที่ศึกษา

#### 6.2 สภาพอุทุนิยมวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่บริเวณภาคใต้ตอนล่าง โดยทั่วไปประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือน พ.ย.-ม.ค. ของปี ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ใน



ช่วงเดือน พ.ค.-ก.ย. และในเดือนตุลาคมเป็นช่วงมรสุมเปลี่ยนแปลง สำหรับในบริเวณภาคใต้ได้มีลมในทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดมาจากทะเลจีนใต้เพิ่มเติมเข้ามาในช่วงเดือน ก.พ.-เม.ย. ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือถอยออกไปจากภาคใต้ ดังนั้นทิศทางลมหลักในภาคใต้จึงเกิดจากลมทั้ง 3 แหล่งดังกล่าว โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดมาจากตอนบนของประเทศได้ส่งผลต่อบริเวณภาคใต้ไม่เท่ากัน โดยบริเวณทุ่งสตุลกลางอ่าวไทย ส่งผลเพียง 2 เดือน คือ ช่วงเดือน พ.ย.-ธ.ค. และเมื่อลงมาถึงบริเวณ จ.สงขลา ส่งผลเพียงในเดือน พ.ย. เท่านั้น เนื่องจากตอนปลายปีภาคใต้ได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนหรือพายุจรก่อตัวเคลื่อนที่มาจากทะเลจีนใต้เกิดขึ้นเป็นประจำ ดังนั้นทิศทางลมในช่วงเดือน ม.ค.-เม.ย. จึงมีทิศทาง SE ซึ่งเป็นช่วงต่อเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กับช่วงลมในทิศตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพัดมาจากทางใต้ได้ส่งผลต่อภาคใต้ตลอดช่วงมรสุม คือ ระหว่างเดือน พ.ค.-ก.ย. โดยมีทิศทางหลัก คือ SW

ทิศทางลมระหว่างทุ่งสตุลกับสถานีวัดลม จ.สงขลา ในแต่ละเดือนพบว่า มีทิศทางที่เบี่ยงเบนจากกันเล็กน้อย ซึ่งคาดว่าทิศทางที่แตกต่างกันนั้นสืบเนื่องจากลักษณะสภาพพื้นที่และตำแหน่งสถานีวัด โดย ทุ่งสตุลซึ่งมีสถานีวัดอยู่กลางทะเล ทิศทางหลักในช่วงเดือนต่างๆมีทิศทางเดียวกันกับอิทธิพลของลมมรสุมในช่วงนั้นๆ ส่วนทิศทางลมของสถานีวัดลม จ. สงขลา มีตำแหน่งสถานีวัดอยู่บนบก ทิศทางลมหลักของแต่ละเดือนได้เบี่ยงเบนจากทิศทางลมมรสุม 1-2 ทิศ โดยในเดือน ธ.ค.-เม.ย. ทิศทางลมมรสุมมีทิศทาง SE แต่ฝั่งลมในช่วงเดือนนั้นส่วนใหญ่มีทิศทาง E และในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทิศทางลมหลักมีทิศ SW แต่จากฝั่งลมพบว่าลมส่วนใหญ่อยู่ในทิศทาง WSW กับ W ดังนั้นจึงได้ว่าทิศทางลมมีการเลี้ยวเบนเล็กน้อยเมื่อพัดผ่านแผ่นดิน

### 6.3 ลักษณะคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา

เมื่อพิจารณาทิศทางคลื่นกับทิศทางลม พบว่าทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นมีทิศทางเดียวกันกับทิศทางลมหลักที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน โดยในช่วงเดือน พ.ย.-เม.ย. คลื่นส่วนใหญ่มีทิศทาง SE เนื่องจากอิทธิพลของพายุจรในช่วงปลายปี และลมที่พัดมาจากทะเลจีนใต้ ระหว่างเดือน ก.พ.-เม.ย. ส่วนระหว่างเดือน พ.ค.-ก.ย. ทิศทางลมหลักอยู่ในทิศทาง SW เป็นลมที่พัดจากแผ่นดินสู่ทะเล ในช่วงเดือนนี้จึงเกิดช่วงเวลาคลิ้นลมสงบ ยกเว้นในบางปีที่เกิดพายุจรเคลื่อนที่เข้ามาในช่วงเวลาดังกล่าวจึงเกิดคลื่นในทิศทาง SE ขึ้น

ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสงขลามิ 6 ทิศ ได้แก่ N , NNE , NE , E , ENE และ ESE ทิศทางส่วนใหญ่อยู่ในทิศ ESE รองลงมาคือทิศ E ช่วงเวลาที่มีคลื่นลมแรงอยู่ระหว่างเดือน พ.ย.-เม.ย. ของอีกปี มีเปอร์เซ็นต์เกิดคลื่น 45 เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลา และ



ช่วงเวลาทะเลสงบอยู่ระหว่างเดือน พ.ค.-ต.ค. มีเปอร์เซ็นต์เกิดคลื่นเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลา ความสูงคลื่นโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 0.5-1.1 ม. มีคาบคลื่นอยู่ระหว่าง 4-5 วินาที จากทิศทางหลักคลื่นในทิศทาง E ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวตั้งฉากกับขนานกับชายฝั่งพอกัน ส่วนทิศทาง ESE ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอนในแนวขนานกับชายฝั่งเสียเป็นส่วนใหญ่ดังนั้นในภาพรวมตะกอนมีทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นจากใต้ขึ้นเหนือ

#### 6.4 การทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอนสงขลา

การทับถมตะกอนบริเวณเขื่อนดักตะกอนในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2514-2543 จากแผนที่ร่องน้ำสงขลา เกิดการทับถมเป็นระยะ 1,800 ม. จากเขื่อนดักตะกอน ทำให้ชายฝั่งงอกเพิ่มเป็นระยะทางประมาณ 200-250 ม.จากชายฝั่งเดิม และจากระยะ 1,800-3,000 ม. ในพื้นที่ศึกษา ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยทับถมเพียง 30-40 ม. อิทธิพลของเขื่อนดักตะกอนส่งผลกระทบต่อชายฝั่งถึงระดับ -3.00 ม. และเมื่อลึกกว่า -3.00 ม. ท้องน้ำไม่ได้รับผลการทับถมจากเขื่อนดักตะกอน การทับถมที่เกิดขึ้นส่วนมากเกิดในช่วง 18 แรก ระหว่าง พ.ศ. 2514-2532 หลังจากนั้นเกิดการกัดเซาะและทับถมสลับกันไป โดยชายฝั่งเปลี่ยนแปลงประมาณ 40-60 ม. ในแต่ละช่วงเวลา

แนวชายฝั่งบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลาเริ่มเข้าสู่ภาวะสมดุลแล้ว การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหลังระหว่าง พ.ศ. 2532-2543 จึงเกิดการทับถมและกัดเซาะสลับกันไปตามแต่ลักษณะคลื่นที่กระทำต่อชายฝั่งในปีนั้นๆ

อัตราการทับถมที่ชายฝั่งในช่วงแรก คือ ระหว่างปี พ.ศ. 2514-2532 ระยะเวลา 18 ปี มีอัตราการทับถม 87,700 ลบ.ม.ต่อปี และจาก พ.ศ. 2532-2543 มีระยะเวลา 11 ปี มีอัตราการทับถมลดลงเหลือ 21,892 ลบ.ม.ต่อปี ส่วนการเปลี่ยนแปลงของตะกอนทั้งหมดระหว่าง พ.ศ. 2514-2543 จากชายฝั่งถึงระดับ -7.0 ม. (ร.ท.ก.) ในพื้นที่ 3.5×3.0 ตร.ม. มีค่าระหว่าง 200,000-1,100,000 ลบ.ม.ต่อปี โดยปริมาณตะกอนทับถมชายฝั่งคิดเป็น 5-20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณตะกอนเปลี่ยนแปลงทั้งหมด

#### 6.5 การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

การจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งนี้ เป็นการจำลองโดยใช้ข้อมูลคลื่นน้ำลึกจากทุ่นสตูด เนื่องจากข้อมูลคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลาไม่เพียงพอ ทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นจึงเป็นทิศทางของคลื่นน้ำลึก ถึงแม้ว่าในการจำลองได้จำลองการเคลื่อนที่จากคลื่นน้ำลึกเข้าสู่หน้าตื้นแล้ว แต่ทิศทางการเคลื่อนที่บริเวณชายฝั่งจริงนอกจากได้เปลี่ยนแปลงตามระดับท้องน้ำชายฝั่งแล้ว ยังขึ้นอยู่กับ

กับทิศทางของแหล่งกำเนิดคลื่นอีกด้วย การเคลื่อนที่ของคลื่นที่ได้จำลองนี้จึงมีข้อจำกัด เนื่องจากทิศทางคลื่นเริ่มต้นเป็นทิศทางทางคลื่นบริเวณทวนศตูล ไม่ใช่ทิศทางคลื่นของแหล่งกำเนิดที่แท้จริง ดังนั้นการจำลองการเปลี่ยนแปลงนี้จึงเป็นการจำลองเบื้องต้นในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ควรมีการตรวจสอบทิศทางที่แท้จริงเมื่อมีการเก็บข้อมูลเพิ่มมากขึ้น ในการจำลองไม่คิดผลของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ และอิทธิพลจากตะกอนและกระแสน้ำจากทะเลสาบสงขลา

ผลการจำลอง แบบจำลอง GENESIS ได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ K1 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมากกว่า K2 โดยค่าสัมประสิทธิ์สำหรับชายฝั่งสงขลาที่เหมาะสม คือ  $K1 = 0.5$  และ  $K2 = 0.1$  ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว

ปริมาณตะกอนเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแนวการวางตัวของชายฝั่ง และระยะห่างจากเขื่อนดักตะกอน โดยมีตะกอนเคลื่อนที่ลงใต้ต่อปีมีค่าอยู่ระหว่าง 0-35,000 ลบ.ม. ปริมาณตะกอนเคลื่อนที่ขึ้นเหนือต่อปี มีค่าอยู่ระหว่าง 120,000-140,000 ลบ.ม. ต่อปี การเคลื่อนที่ของตะกอนสุทธิจึงมีทิศทางขึ้นเหนือ โดยมีอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนประมาณ 100,000-130,000 ลบ.ม.ต่อปี

จากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ได้จากการจำลอง พบว่าแบบจำลอง GENESIS ยังไม่สามารถอธิบายรูปแบบการทับถมของตะกอนหน้าเขื่อนดักตะกอนสงขลาได้ดี โดยการทับถมที่เกิดขึ้นมีระย่นน้อยกว่าที่เกิดขึ้นจริง และเกิดการกัดเซาะบริเวณปลายแหลมสมิหลาที่ยื่นออกไปในทะเล

## 6.6 ข้อเสนอแนะ

การเก็บข้อมูลคลื่นและลมของทวนสงขลายังไม่เพียงพอต่อการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ดังนั้นจึงควรเก็บข้อมูลดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้รู้ถึงลักษณะคลื่นเฉพาะที่เกิดขึ้นในบริเวณชายฝั่งสงขลา และควรเพิ่มการเก็บข้อมูลทิศทางคลื่น ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง และการศึกษาออกแบบขยายท่าเรือสงขลา ซึ่งเป็นโครงการที่มีความสำคัญต่อพื้นที่ภาคใต้มาก

ข้อมูลลม จ.สงขลา ของกรมอุตุนิยมวิทยา ควรพัฒนาการเก็บข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์วัดอัตโนมัติ แทนการเก็บข้อมูลโดยใช้คน ซึ่งทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลมีความละเอียดมากขึ้น และลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการจัดเก็บข้อมูล

ข้อมูลแผนที่ห้องน้ำชายฝั่ง ควรมีระบบการเก็บรักษาที่ดี เพื่อป้องกันการการสูญหายของแผนที่ที่ผ่านการสำรวจมาเป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญ และมีค่าใช้จ่ายในการรวบรวมสูง ซึ่งควรปรับปรุงให้มีการเก็บข้อมูลทั้งในรูปแบบของแผนที่ และข้อมูลในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์ ทั้งตัวแผนที่และข้อมูลการสำรวจ เพื่อความสะดวกต่อการนำไปประยุกต์ใช้

ทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และภาครัฐ ควรเพิ่มความสำคัญ และให้การสนับสนุนในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งให้มีความต่อเนื่อง ทั้งในด้านประวัติการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง เช่น การสำรวจห้องน้ำชายฝั่ง แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น และในส่วนของข้อมูลคลื่นเอง เนื่องจากในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ผ่านมาักประสบปัญหาข้อมูลไม่เพียงพอ มีการเก็บข้อมูลเพียงช่วงสั้นๆ ในช่วงการศึกษาโครงการต่างๆเท่านั้น และขาดการตรวจสอบผลการทบทวนจากโครงการอย่างจริงจัง

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นของการเปลี่ยนแปลงในระยะสั้น คือ ศึกษาเหตุการณ์พายุ 1 ลูก เพื่ออธิบายการเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าปริมาณตะกอนเคลื่อนที่ห้องน้ำมีสัดส่วนที่มากกว่าตะกอนทับถมชายฝั่ง

จากผลการศึกษาพบว่า อัตราการทับถมตะกอนชายฝั่งลดลง ดังนั้นจึงควรเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ของตะกอนเพื่อตรวจสอบสาเหตุการลดลงของตะกอนทับถม และประสิทธิภาพของเขื่อนดักตะกอน

ควรปรับปรุงแบบจำลอง 3 มิติ (ในภาคผนวก จ) ให้สามารถจำลองการเคลื่อนที่ของคลื่นได้ในทุกทิศทาง เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของคลื่น กระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง การเคลื่อนตัวของตะกอน และอิทธิพลของเกาะหนูต่อการเปลี่ยนแปลงคลื่น

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- เจ้าท่า , กรม. การศึกษาลักษณะทางสมุทรศาสตร์และอุทกวิทยา บริเวณร่องน้ำและแอ่งกลับเรือท่าเรือสงขลา จ.สงขลา. ฝ่ายอุทกวิทยา กองสำรวจและสร้างแผนที่ กรมเจ้าท่า ,2536
- เจ้าท่า , กรม. การศึกษาลักษณะทางสมุทรศาสตร์และอุทกวิทยา บริเวณร่องน้ำและแอ่งกลับเรือท่าเรือสงขลา จ.สงขลา. ฝ่ายอุทกวิทยา กองสำรวจและสร้างแผนที่ กรมเจ้าท่า ,2539
- เจ้าท่า , กรม. การศึกษาลักษณะทางสมุทรศาสตร์และอุทกวิทยา บริเวณร่องน้ำและแอ่งกลับเรือท่าเรือสงขลา จ.สงขลา. ฝ่ายอุทกวิทยา กองสำรวจและสร้างแผนที่ กรมเจ้าท่า ,2543
- เจ้าท่า , กรม. โครงการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม และสำรวจ ออกแบบ เพื่อขยายการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกสงขลา-ภูเก็ต. จัดทำโดย บ.เซ้าท์อีสเอเชียเทคโนโลยี จำกัด บ.บางกอกเอ็นจิเนียริง เซอร์วิส แอนส์ เทคโนโลยี จำกัด บ.แอสเพ็ค คอนซัลแตนท์ จำกัด และ บ. สก็อต วิลสัน เคอร์แพตทริก (ประเทศไทย) จำกัด, 2542
- ชัยพันธ์ รักวิชัย และสุจริต คุณชนกุลวงศ์. รายงานสำรวจสภาพชายฝั่งปากพอง ปากกระวะ จังหวัดนครศรีธรรมราช. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528
- ชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์. องค์ประกอบในการเปลี่ยนแปลงอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529
- โชคพิพัฒน์ เลิศพงศ์อารยะ. การศึกษอิทธิพลของคลื่นและการเสกน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532
- พรสิทธิ์ สิทธิวันชัย. อิทธิพลของคลื่น และกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ บริเวณปากแม่น้ำโคลก เมื่อศึกษาโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540
- โยธาธิการ, กรม. โครงการศึกษาและแก้ไขปัญหการกัดเซาะตลิ่งริมทะเลด้านอ่าวไทย. จัดทำโดย บ. สเปน จำกัด บ. วอเตอร์ ดีเวลล์ฟเม้นท์ คอนซัลแตนท์ จำกัด และ Netherlands Engineering Consultants, 2538
- วรรณิ พุทธาวุฒิไกร. ภูมิศาสตร์ประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่1, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2546, หน้า 19-35
- สกุล ห่อวโนทยาน. การออกแบบหัวหาดและการป้องกันชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531

- สุทัศน์ วิสกุล, สุจริต คุณชนกุลวงศ์. การเปรียบเทียบวิธีการทำนายคลื่นด้วยข้อมูลลม สำหรับอ่าวไทยตอนล่าง. สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533
- สุธรรม วิสุทธิเมธีกร. การหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ที่ใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการตกตะกอนในร่องน้ำกรุงเทพ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539
- สุพจน์ จารุลักขณา. ลักษณะของคลื่นและการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณสงขลา. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533
- สมปรารถนา ฤทธิพริ้ง. การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งกลุ่มน้ำปากพนัง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545
- อตุณิยมวิทยา,กรม. สถิติพายุหมุนเขตร้อนที่พัดผ่านอ่าวไทยของประเทศ. กรมอุตุนิยมวิทยา, 2543
- อนุรักษ ศรีอริยวัฒน์. แบบจำลองคณิตศาสตร์ของชายฝั่งสมดุลระหว่างเขื่อนกันคลื่นแยก. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544
- เอกวิทย์ แต่. ลักษณะคลื่นกระแสน้ำและตะกอนบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

#### ภาษาอังกฤษ

- Birkemeier, W. A. Field Data on Seaward Limit of Profile Change. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering., Vol. 111, No. 3, 1985
- Gravens, M. B. Wave Resolution Effects on Predicted Shoreline Positions. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering., Vol. 123, No. 1, 1997
- Hanson, H. , Kraus, N. C. Numerical Simulation of Shoreline Change at Lorain, Ohio. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. Vol. 117, No. 1, 1991
- Harbour Department. Songkhla and Phuket Ports Project Interim Report Songkhla., 1980
- Horikawa, K. and Kuo, C. A Study on Wave Transformation Inside Surf Zone. Proceedings of Coastal Engineering in Japan, Vol.9, 1996
- Horikawa, K. Coastal Engineering. University of Tokyo Press, 1972
- Horikawa, K. Nearshore Dynamics and Coastal Processes. University of Tokyo Press, 1988



- Ippan, A.T. Estuary and Coastal Hydrodynamics, Mc. Graw-Hill, 1966
- JICA , The Master Plan Study and Ports Development in The Kingdom of Thailand. By Pacific Consultants International and ATT Consultants Co.,Ltd. 2001
- Jong-Sup, L., Sawaragi , T. and Deguchi , I. Numerical Model of Breaking Wave Around a river Month. Proceedings of Coastal Engineering in Japan , 1986
- Larson, M., Hanson, H., and Kraus, N.C., Analytical Solutions of One-Line Model for Shoreline Change Near Coastal Dstructures. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol. 123, No. 4,1997
- Perlin, M., Rogert, G. D. 3-D Model of Bathymetric Response to Structures. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering , Vol. 111, No. 2,1985
- Sawaragi, T. Lee, J.S. and Deguchi , I. Numerical method about literal current and three dimensional topography changearound a river month. Proc.31<sup>st</sup> Japanese Conf. On Coastal Engineering, pp. 441-415, 1984
- Sawaragi, T. Wave Sediment Transport and Structures. GIHODOSHUPPAN, in Japan, pp. 154-159, 1991
- Sawaragi, T. Cosatal Engineering – Wave , Beaches , Wave-Structure Interactions. Development in Geotechnical Engineering, 78 Department of Civil Engineering, Osaka University, Japan, 1995
- Silvester, R. Coastal Engineering. Elsevier Scientific Publishing Company, 1974
- US. Army, Coastal Engineering Research Center. Shore Protection Manual. Department of the Army Corps of Engineerings, 1984
- US. Army, Coastal Engineering Research Center. Regional Coastal Processes Numerical Modeling System Report 1. Department of the Army Corps of Engineerings, 1986
- US. Army, Coastal Engineering Research Center. GENESIS : Generalized Model for Simulating Shireline Charge. Department of the Army Corps of Engineerings, 1991



ภาคผนวก ก  
การสำรวจภาคสนาม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก.1

### การสำรวจสนามระหว่างวันที่ 3-5 เม.ย. พ.ศ. 2545

การสำรวจสนามระหว่างวันที่ 3-5 เม.ย. พ.ศ. 2545 มีวัตถุประสงค์ของการออกภาคสนาม เพื่อศึกษาและดูสภาพจริงบริเวณชายฝั่งสงขลา เพื่อหาลักษณะและคุณสมบัติของตะกอนทรายบริเวณชายฝั่งสงขลา ผลการสำรวจภาคสนามเป็นดังนี้

#### ก.1.1 สภาพชายฝั่งบริเวณท่าเรือสงขลา

- **หาดแก้วรีสอร์ท** เป็นชายหาดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านค้า ร้านอาหารมาเปิดบริการแก่นักท่องเที่ยว ลักษณะชายหาดเป็นหาดทรายที่สวยงาม แนวชายฝั่งวางตัวโค้งเว้า มีความกว้างของชายฝั่งประมาณ 15-20 เมตร และมีเนินทรายสูงประมาณ 50-70 ม. จากการสอบถามผู้ประกอบการในบริเวณนั้น ได้ว่าชายฝั่งในแถบบริเวณนี้ถูกกัดเซาะตลอดมา คลื่นลมแรง ในช่วงมรสุม คลื่นสูง 2- 3 ม. ในปีที่ผ่านมา ชายฝั่งได้หายไปประมาณ 2-3 ม. ซึ่งปัจจุบันชายฝั่งได้ถดถอยจนเกือบถึงบริเวณป่าสน ความสูงคลื่นที่สำรวจประมาณ 30-50 ม. โดยทำมุม ประมาณ 30 องศา กับชายฝั่ง



รูปก.1-1 ชายฝั่งบริเวณหาดแก้วรีสอร์ท (SK1)

- **ธรรมสถานหาดทรายแก้ว** เป็นชายฝั่งที่อยู่หลังเขื่อนกันคลื่นด้านเหนือของท่าเรือน้ำลึกสงขลา โดยบริเวณที่ลงสำรวจ อยู่ห่างจากเขื่อนกันคลื่นประมาณ 2 กิโลเมตร ชายฝั่งในบริเวณนี้ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากการก่อสร้างเขื่อนกันคลื่นของท่าเรือน้ำลึกสงขลา โดยทำให้เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งอย่างรุนแรง ชายหาดบริเวณนั้นได้หดหายไปหลายร้อยเมตรในช่วงเวลาที่ผ่านมา ซึ่งปัจจุบัน ได้กัดเซาะและทำให้เกิดความเสียหายกับอาคารบางส่วนของธรรมสถาน ชาวบ้านและเทศบาลได้นำกระสอบทรายไปวางตลอดแนวธรรมสถานเพื่อลดการกัดเซาะในบริเวณดังกล่าว

และได้มีการตอกเข็มคอนกรีตที่บริเวณหลังธรรมสถาน ทำหน้าที่คล้ายกับรอดักทราย เพื่อลดการกัดเซาะของชายฝั่งอีกทางหนึ่งด้วย ในบริเวณหลังรอดักทรายที่ชาวบ้านได้สร้างขึ้น ขณะที่ทำการสำรวจ ได้เห็นการกัดเซาะชายฝั่งอย่างชัดเจน คือ เห็นร่องรอยการกัดเซาะชายฝั่งหาดไป เกิดเป็นแนวเนินทรายเดี่ยวๆ สูงประมาณ 20 ซม. ตลอดแนวชายหาด โดยอยู่ห่างจากระดับน้ำทะเลประมาณ 2-3 ม. และอีกแนวหนึ่งมีความสูงของเนินทราย 3-7 ซม. บริเวณแนวสัมผัสน้ำทะเล



รูป ก.1-2 ชายฝั่งบริเวณธรรมสถานหาดทรายแก้ว (SK2)

- **เขื่อนดักตะกอนสงขลา** ชายฝั่งในบริเวณเกิดการงอกที่บถมตลอดนับจากเมื่อมีการก่อสร้างเขื่อนดักตะกอน โดยที่ทางเทศบาล อ.เมือง สงขลา ได้ทำการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว และได้ทำการปลูกต้นสนในบริเวณที่มีการงอกของชายฝั่ง ชายฝั่งบริเวณนี้มีความลาดชันน้อย และไม่มีแนวของเนินทรายที่แสดงถึงการกัดเซาะ



รูป ก.1-3 ชายฝั่งบริเวณหลังเขื่อนดักตะกอนสงขลา (SK3)

- **หาดสมิหลา** ชายฝั่งบริเวณหาดสมิหลาเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ขึ้นชื่อของจังหวัดสงขลา มีหาดทรายที่สวยงาม ทรายเม็ดละเอียดและขาวสะอาด ลักษณะชายฝั่งมีโขดหินยื่นไปในทะเลทำให้ดักตะกอนในฝั่งด้านใต้และหาดทรายด้านเหนือจะวางตัวเว้าเข้ายาวไปถึงบริเวณเขื่อนดักตะกอน



สงขลา ในการสำรวจในครั้งนี้ ได้พบร่องรอยการกัดเซาะอย่างรุนแรงบริเวณหาดสมิหลาในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา การกัดเซาะได้นำพาตะกอนบริเวณหาดสมิหลาซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวออกไปเป็นจำนวนมาก ทำให้ชายฝั่งมีลักษณะถูกขุดนำทรายออกไป โดยการกัดเซาะที่รุนแรงเกิดขึ้นบริเวณด้านเหนือของแหลมสมิหลาเป็นระยะทาง 500-600 ม. ทำให้เกิดเนินทรายสูงประมาณ 1 ม. และในส่วนด้านใต้ของแหลมสมิหลาพบเนินทรายสูงประมาณ 50 ซม. มีการกัดเซาะเล็กน้อย



รูป ก.1-4 ชายฝั่งบริเวณหาดสมิหลา (SK4)

- แหลมแก้วเสด็จ ลักษณะของชายฝั่งบริเวณนี้มีความคล้ายกับชายฝั่งบริเวณหาดสมิหลา คือมีภูเขาหินยื่นเข้าไปในทะเลซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าแหลมสมิหลา ซึ่งในบริเวณนี้ เกิดการกัดเซาะมากที่สุดในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา โดยชายฝั่งที่ติดกับภูเขาหินได้ถูกกัดเซาะไปจนถึงถนนชลทัศน์ ซึ่งเป็นถนนเลียบชายฝั่ง โดยมีระยะประมาณ 20-30 ม. เทศบาลได้นำเศษคอนกรีตไปวางเพื่อป้องกันการกัดเซาะถนน จากนั้นการกัดเซาะจะลดน้อยลงไปทางด้านเหนือของชายฝั่ง มีแนวการกัดเซาะให้เห็นเป็นเนินทรายสูงประมาณ 1 ม. ค่อยๆลดระดับลงจนไปเชื่อมต่อกับชายฝั่งบริเวณด้านใต้ของหาดสมิหลา และเกิดหาดทรายทับถมใหม่บริเวณแหลมภูเขาหินในช่วงเวลาที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่ง ในส่วนด้านใต้ของแหลมแก้วเสด็จ เกิดการทับถมของตะกอนจนชายฝั่งยื่นออกไปเสมอกับแหลมแก้วเสด็จ



รูป ก.1-5 ชายฝั่งบริเวณแหลมแก้วเสด็จ (SK5)



- บ้านเขาน้อย เป็นชายฝั่งบริเวณด้านใต้ของแหลมเก้าเส้ง โดยในการสำรวจจะอยู่ห่างจากแหลมเก้าเส้งประมาณ 1-3 กิโลเมตร ชายฝั่งในบริเวณนี้มีร่องรอยการกัดเซาะแสดงให้เห็น โดยเริ่มจากบริเวณหลังแหลมเก้าเส้งประมาณ 1 กิโลเมตร เกิดเนินทรายสูงประมาณ 1.5 - 2 ม. ชายฝั่งเริ่มเข้ามาเกือบจะถึงถนนอีกประมาณ 5 ม. ชาวบ้านได้นำเศษคอนกรีตไปวางเพื่อป้องกันการกัดเซาะเป็นแนวยาวตลอดช่วงชายฝั่งประมาณ 500 ม. เมื่อชายฝั่งลงมาทางด้านใต้เรื่อยๆโดยห่างจากแหลมเก้าเส้งประมาณ 3 กิโลเมตร ความสูงของเนินทรายจะค่อยๆลดลงเหลือประมาณ 30-40 ซม.



รูป ก.1-6 ชายฝั่งบริเวณบ้านเขาน้อย (SK6, SK7)

#### ก.1.2 ขนาดตะกอนบริเวณชายฝั่งสงขลา

การสำรวจเก็บตัวอย่างตะกอนทรายชายฝั่ง จำนวนทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ ก.1-7ตามที่ได้มาสำรวจลักษณะชายฝั่งในวันที่ 5 เมษายน 2545 ดังนี้ คือ บริเวณหาดแก้วรีสอร์ท ธรรมสถานหาดทรายแก้ว ด้านหลังเขื่อนตักตะกอนด้านใต้ หาดสมิหลา แหลมเก้าเส้ง และบ้านเขาน้อย 2 ตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างกระทำโดยผู้สำรวจนำภาชนะไปเก็บตัวอย่างของตะกอนทรายที่ผิวของท้องน้ำชายฝั่งที่ระดับความลึกประมาณ 50 ซม. จากระดับน้ำทะเลในช่วงเวลานั้น ผลการวิเคราะห์ขนาดตะกอนเป็นดังนี้



รูป ก.1-7 จุดสำรวจชายฝั่งและจุดเก็บตะกอนบริเวณชายฝั่งสงขลา

ตาราง3-4 ลักษณะตะกอนจากการสำรวจภาคสนาม

ตำแหน่ง	สถานที่	ขนาดตะกอนทราย (มม.)			ลักษณะตะกอน
		$d_{84}$	$d_{50}$	$d_{16}$	
SK1	หาดแก้ววิสุทธิ	0.86	0.41	0.17	ตะกอนมีขนาดค่อนข้างหยาบ มีสีน้ำตาลเหลือง อมแดง
SK2	ธรรมสถานหาดทรายแก้ว	0.45	0.30	0.19	ตะกอนมีขนาดค่อนข้างหยาบ มีสีเหลือง
SK3	ด้านหลังเขื่อนดักตะกอนสงขลา	0.20	0.17	0.14	ตะกอนมีขนาดละเอียด มีสีเทา ดำ และมีกลิ่นของอินทรีย์สารแรงมาก
SK4	หาดสมิหลา	0.37	0.36	0.21	ตะกอนมีขนาดค่อนข้างหยาบ ที่สีเหลือง
SK5	แหลมแก้วสัง	0.62	0.52	0.34	ตะกอนมีขนาดค่อนข้างหยาบ มีสีน้ำตาลเหลือง อมแดง
SK6	บ้านเขาน้อย	0.52	0.41	0.18	ตะกอนมีขนาดค่อนข้างหยาบ มีสีน้ำตาลเหลืองปนดำ
SK7	บ้านเขาน้อย	0.68	0.34	0.17	ตะกอนมีขนาดค่อนข้างหยาบ มีสีน้ำตาลเหลืองปนดำ

จากขนาดตะกอนบริเวณต่างๆสรุปได้ว่า ตะกอนบริเวณชายฝั่งมีขนาด  $d_{50}$  ประมาณ 0.3-0.5 มม. ยกเว้นบริเวณหลังเขื่อนดักตะกอนที่ตะกอนมีขนาด  $d_{50}$  เพียง 0.17 มม. เท่านั้น

## ภาคผนวก ก.2

### การสำรวจสนามระหว่างวันที่ 3-6 ม.ค. พ.ศ.2546

การสำรวจสนามระหว่างวันที่ 3-6 ม.ค. พ.ศ.2546 มีวัตถุประสงค์ เพื่อสังเกตการลักษณะคลื่น ลม และตะกอน ในช่วงฤดูลมมรสุม และขอข้อมูลการวัดชายฝั่งบริเวณหาดเก้าเส้ง ผลการสำรวจสนามเป็นดังนี้

#### ก.2.1 สภาพคลื่นลม

สภาพคลื่นลมและตะกอนบริเวณชายฝั่งสงขลา โดยเริ่มต้นจากบริเวณแหลมเก้าเส้งจนถึงเขื่อนดักตะกอนสงขลา ซึ่งช่วงเวลาที่ทำการสำรวจได้รับอิทธิพลของพายุจร ชายฝั่งทะเลจึงมีคลื่นลมแรงเป็นพิเศษ เมื่อเทียบกับการสำรวจที่ผ่านมา คือ เดือนเมษายน ลักษณะของทะเลโดยรวมเป็นดังต่อไปนี้ คือ ลีของน้ำทะเลจากบริเวณชายฝั่งออกไปประมาณ 40-60 เมตร มีสีน้ำตาลเข้ม แสดงถึงการฟุ้งกระจายของตะกอนเนื่องจากแรงกระทำของคลื่นเป็นจำนวนมาก ลักษณะคลื่นในขณะสำรวจ จากการประมาณด้วยสายตามีความสูงประมาณ 0.5-0.8 เมตร คาบคลื่นประมาณ 4-8 วินาที การแตกตัวของคลื่นบริเวณชายฝั่งเป็นแบบ Plunging กับแบบ spilling และคลื่นมีทิศทางเคลื่อนที่ค่อนข้างตั้งฉากกับชายฝั่ง ลักษณะชายฝั่งในแต่ละบริเวณเป็นดังต่อไปนี้

-แหลมเก้าเส้ง เป็นชายฝั่งที่มีลักษณะเป็น headland เป็นจุดที่คาดจะควบคุมการเคลื่อนที่ของตะกอนผ่านไปยังหาดสมิหลาจนถึงเขื่อนดักตะกอน ลักษณะทะเลจะมีช่วงของการฟุ้งกระจายของตะกอนแคบกว่าช่วงอื่นในบริเวณชายฝั่งสงขลา คือประมาณ 20-30 เมตร และการแตกตัวของคลื่นก็ใกล้ชายฝั่งมากกว่า คือห่างจากฝั่งประมาณ 10 เมตร ซึ่งคาดว่าน่าจะมีสาเหตุเนื่องจากความลาดชันของชายหาดมากกว่าช่วงอื่นๆ



รูป ก.2-1 คลื่นบริเวณแหลมเก้าเส้ง

- หาดเก้าเส้ง เป็นชายหาดที่ติดกับแหลมเก้าเส้ง มีการก่อสร้างเขื่อนดักตะกอนรูปตัว T จำนวน 3 ตัว สร้างเสร็จประมาณ 1 เดือน เพื่อป้องกันการกัดเซาะถนนบริเวณนั้น ซึ่งผลจากการสร้างเขื่อนดักตะกอน ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนบริเวณหน้าเขื่อนดักตะกอนตัวแรก และ เกิดการย้ายตำแหน่งของการกัดเซาะ โดยเลื่อนไปกัดเซาะหลังเขื่อนดักตะกอนตัวสุดท้ายไปเป็นระยะทางประมาณ 100 เมตร ดังรูป



รูปก.2-2 การกัดเซาะหลังเขื่อนดักตะกอนตัวสุดท้าย





รูป ก.2-3 คลื่นบริเวณหาดเก้าเส้ง

- หาดสมิหลา ลักษณะทะเล มีช่วงของการฟุ้งกระจายของตะกอนประมาณ 40-60 เมตร และการแตกตัวของคลื่นก็ใกล้ชายฝั่งมากกว่า คือห่างจากฝั่งประมาณ 20-40 เมตร



รูปที่ 7คลื่นบริเวณหาดสมิหลา

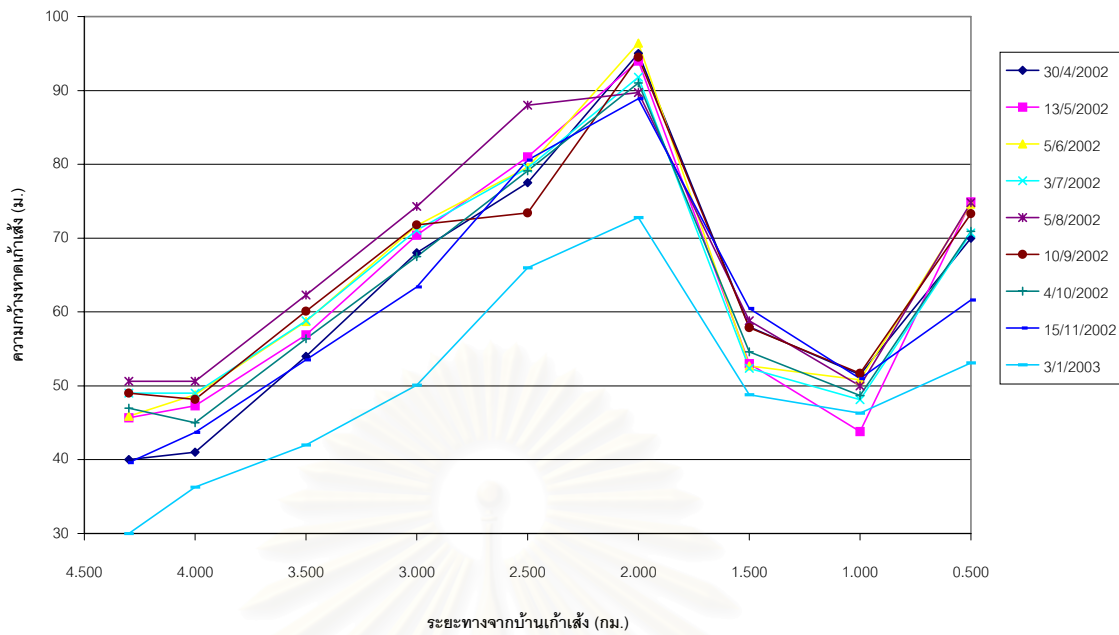
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ก.2-4 คลื่นบริเวณเขื่อนดักตะกอน


#### ก.2-2 ข้อมูลการวัดชายฝั่งบริเวณหาดเก้าเส้ง

นาย กิตติ พิพัฒน์พงศ์ภักดี ผู้อำนวยการสำนักการช่าง เทศบาลสงขลา ได้จัดเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสงขลาบริเวณหาดเก้าเส้ง จากเดือน เมษายน 2545 – มกราคม 2546 ซึ่งเริ่มสำรวจจากแหลมเก้าเส้งจนถึงหน้าโรงแรมบริเวณหาดสมิหลาเป็นระยะทางประมาณ 4.3 กิโลเมตร สำรวจทุกระยะ 500 เมตร โดยวัดระยะอ้างอิงจากทางเท้าที่ตำแหน่งต่างๆออกไป จนถึงชายหาดบริเวณที่คลื่นสาดถึง โดยที่เวลาที่สำรวจจะไม่เกินเวลา 10.00 น. ผลของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในช่วงเวลาดังกล่าวดังแสดงในรูป ก.2-5 ซึ่งเห็นได้ว่าในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมาชายฝั่งถูกกัดเซาะอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับช่วงเวลาอื่น เนื่องจากเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลของพายุจร นอกจากนี้ นาย กิตติ พิพัฒน์พงศ์ภักดี ยังได้ให้ทัศนคติเกี่ยวกับการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดเก้าเส้งว่า เมื่อ พ.ศ.2536 ได้มีเรืออับปางเข้ามาเกยตื้นอยู่ที่ชายฝั่งบริเวณดังกล่าวทำหน้าที่คล้ายเขื่อนดักตะกอนและได้ดักตะกอนไว้เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนทรายบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก และเมื่อได้มีการเคลื่อนย้ายซากเรือออกไป ชายฝั่งจึงกลับสู่สมดุลเดิม ชายฝั่งที่เคยทับถมก็ค่อยๆลดหายไป ซึ่งในปัจจุบันได้กลายเป็นปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณนี้ และนำมาสู่การก่อสร้างเขื่อนดักตะกอนรูปตัว T ในบริเวณดังกล่าว



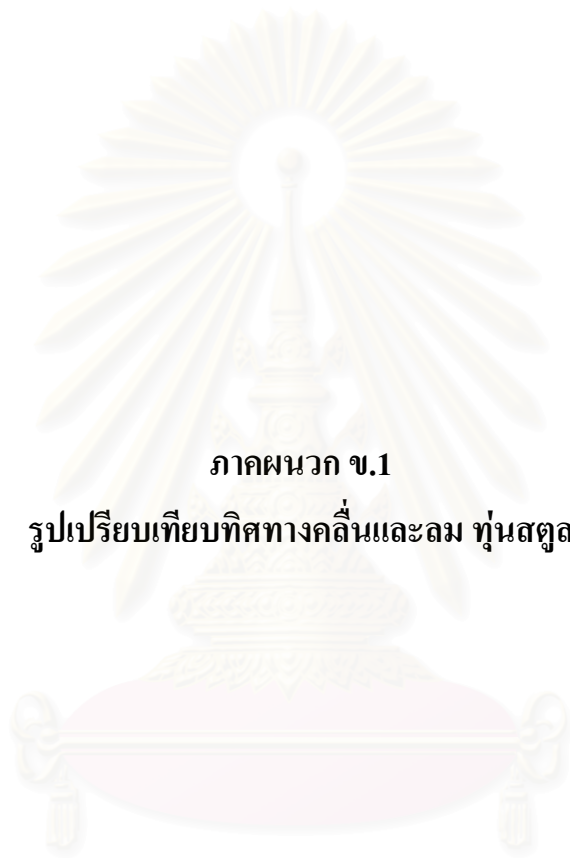
รูป ก.2-5 ผลการสำรวจความกว้างของหาดเก้าเส้ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข  
รูปเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคลื่นและลม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

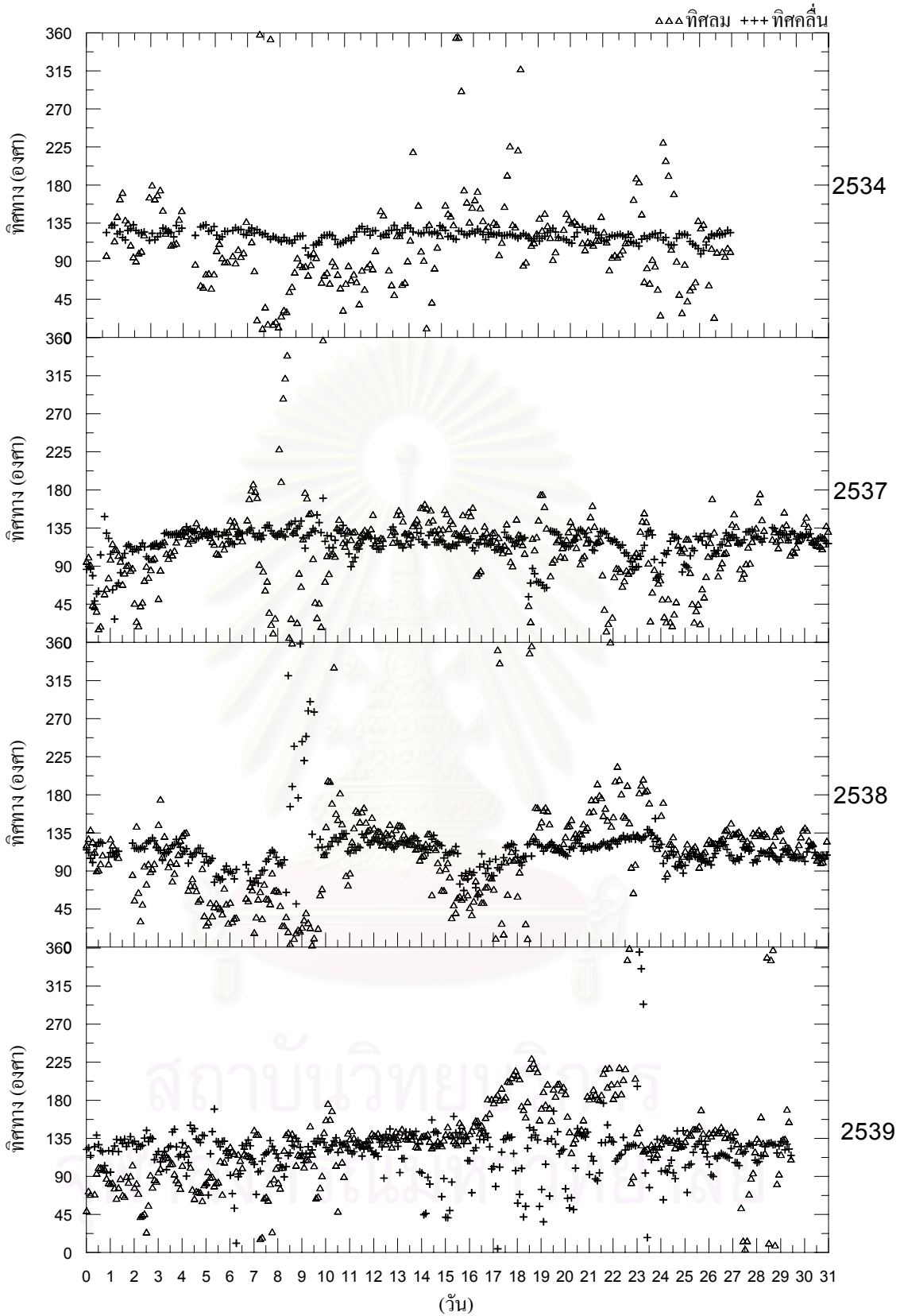


ภาคผนวก ข.1

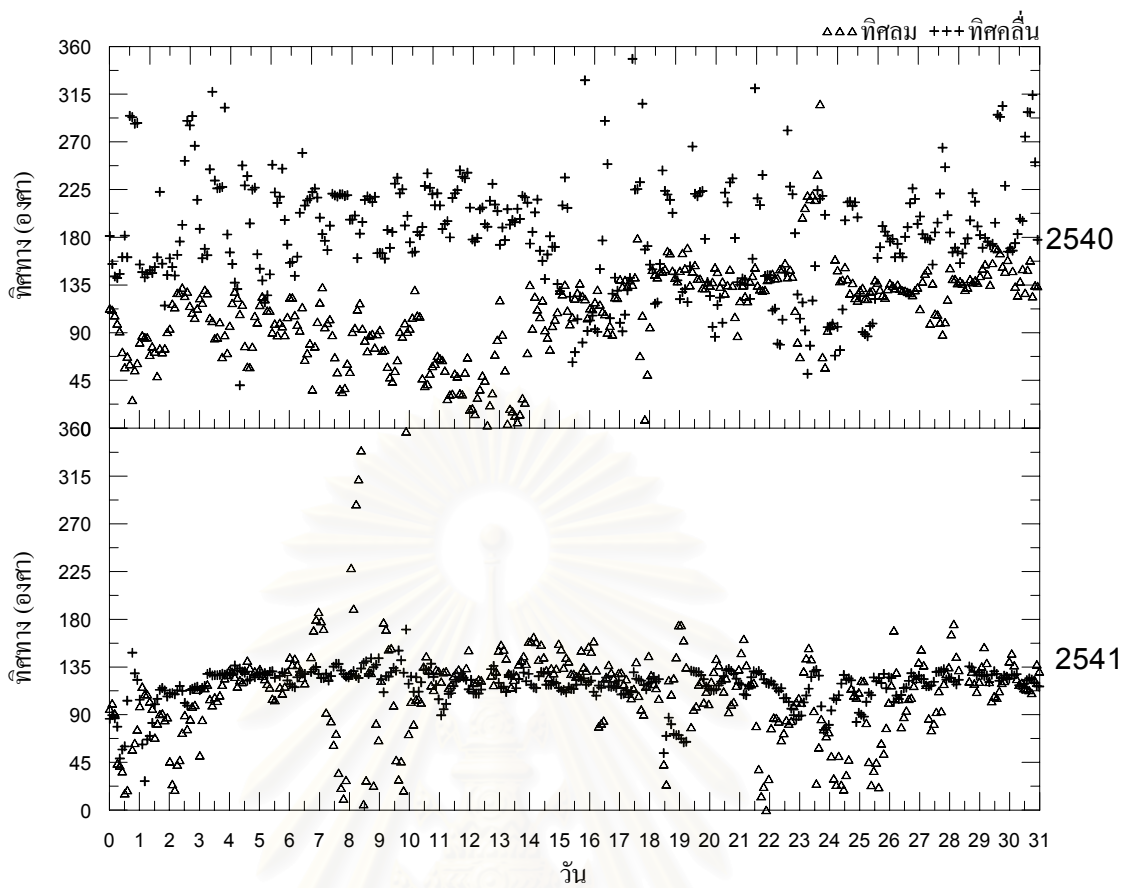
รูปเปรียบเทียบทิศทางคลื่นและลม ทุ่นสตูด

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



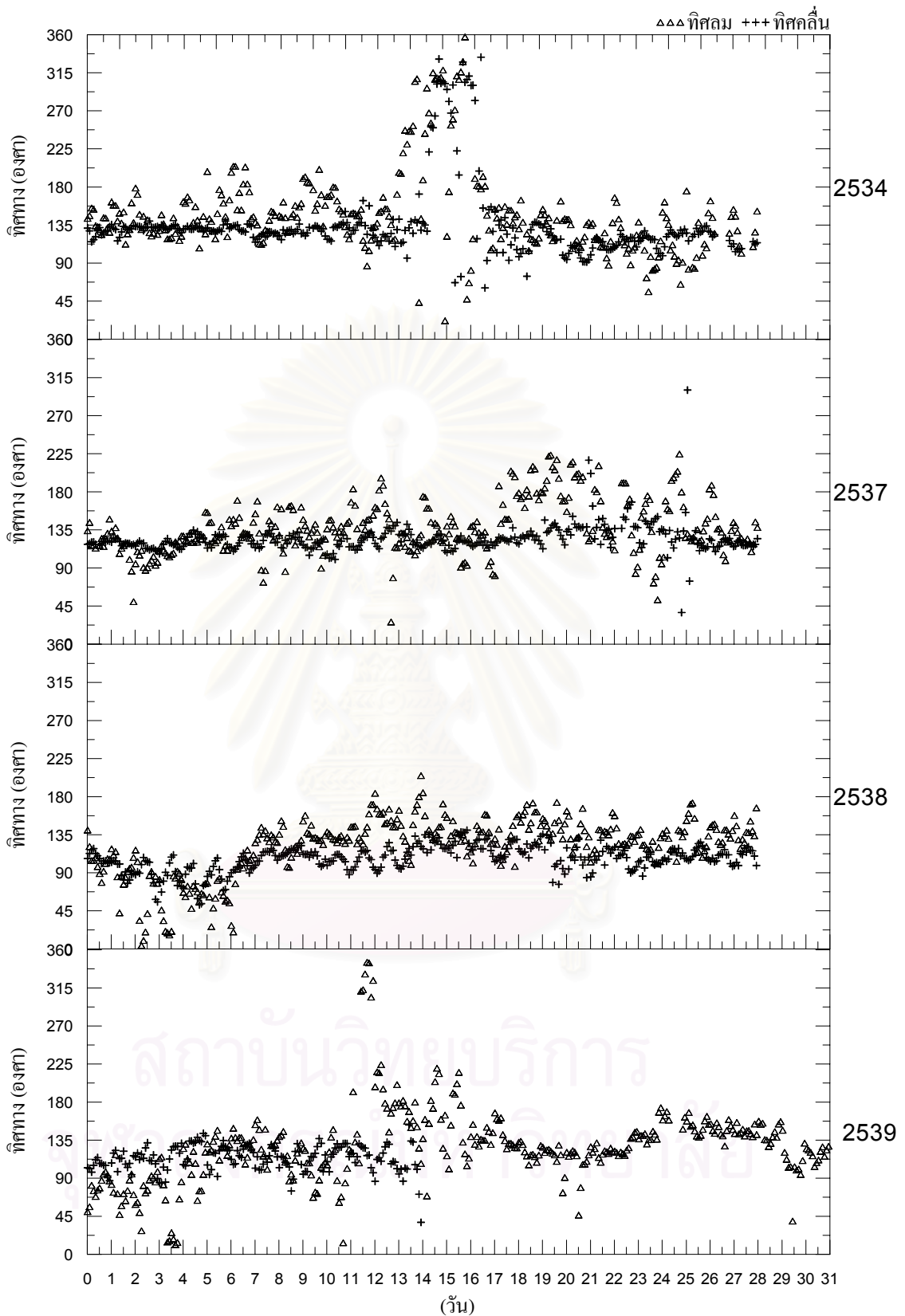


รูป ข.1-1 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนมกราคมในแต่ละปี

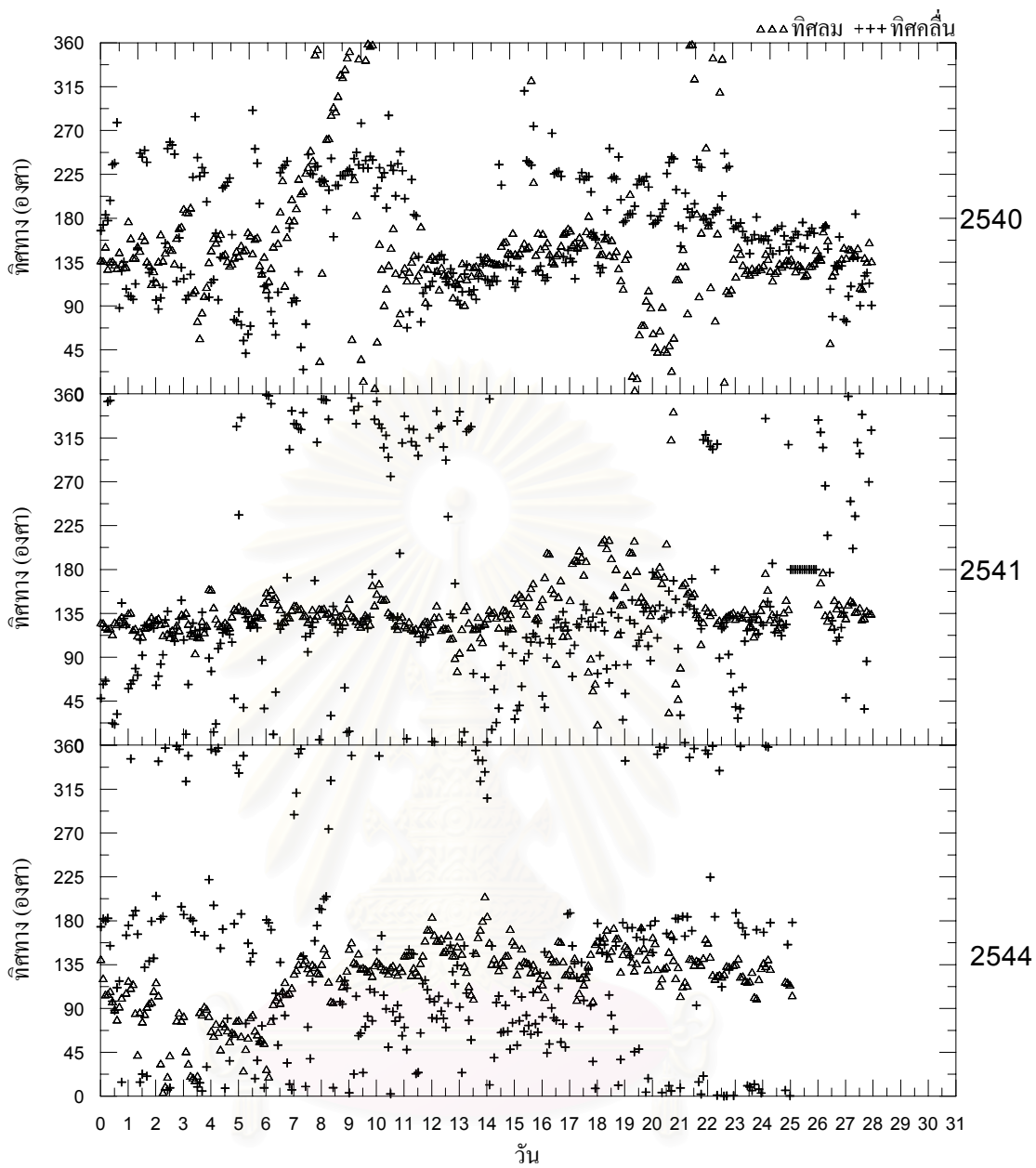


รูป ข.1-1 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนมกราคมในแต่ละปี

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

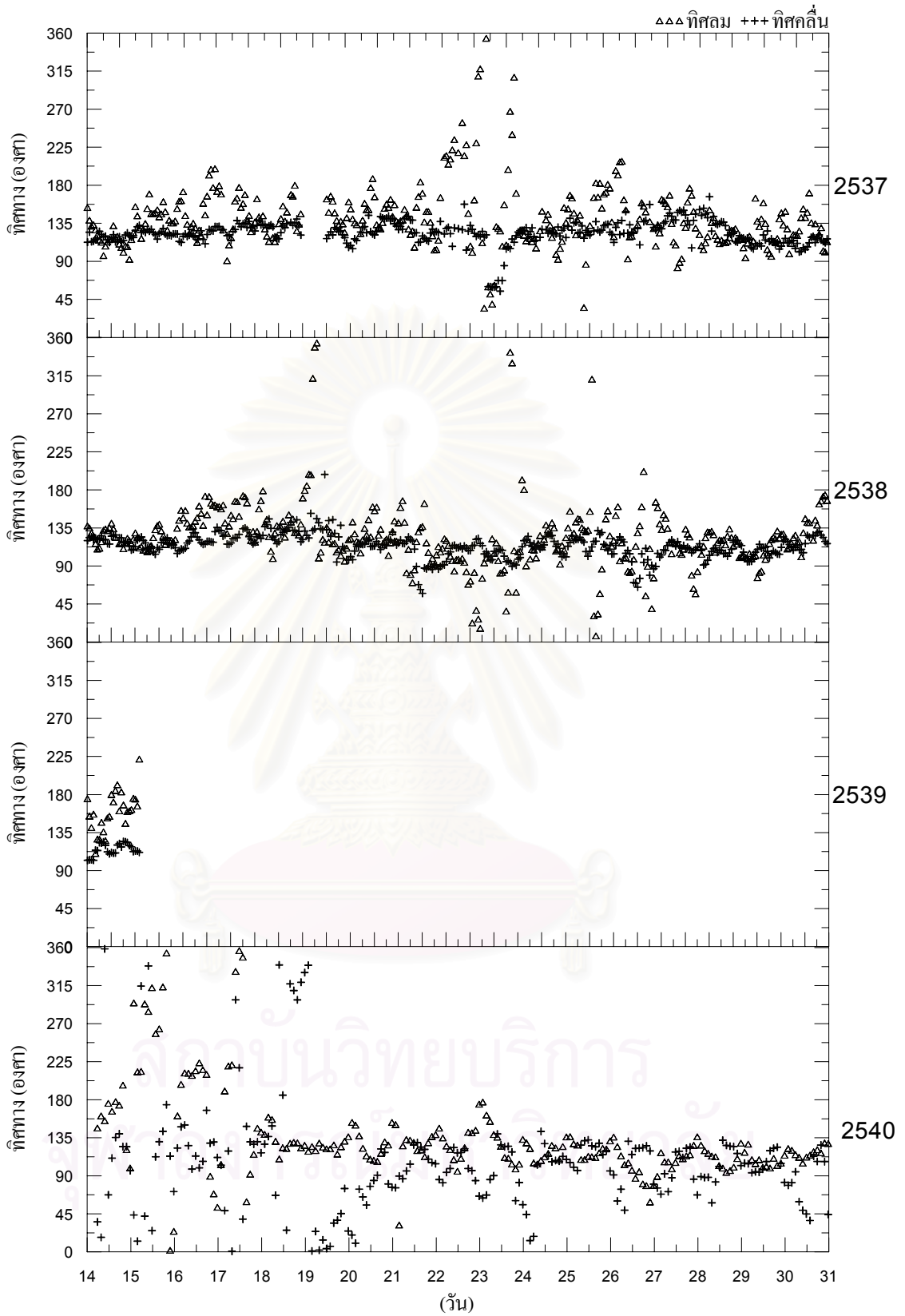


รูป ข.1-2 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลัน ทุ่นสตูล เดือนกุมภาพันธ์ในแต่ละปี



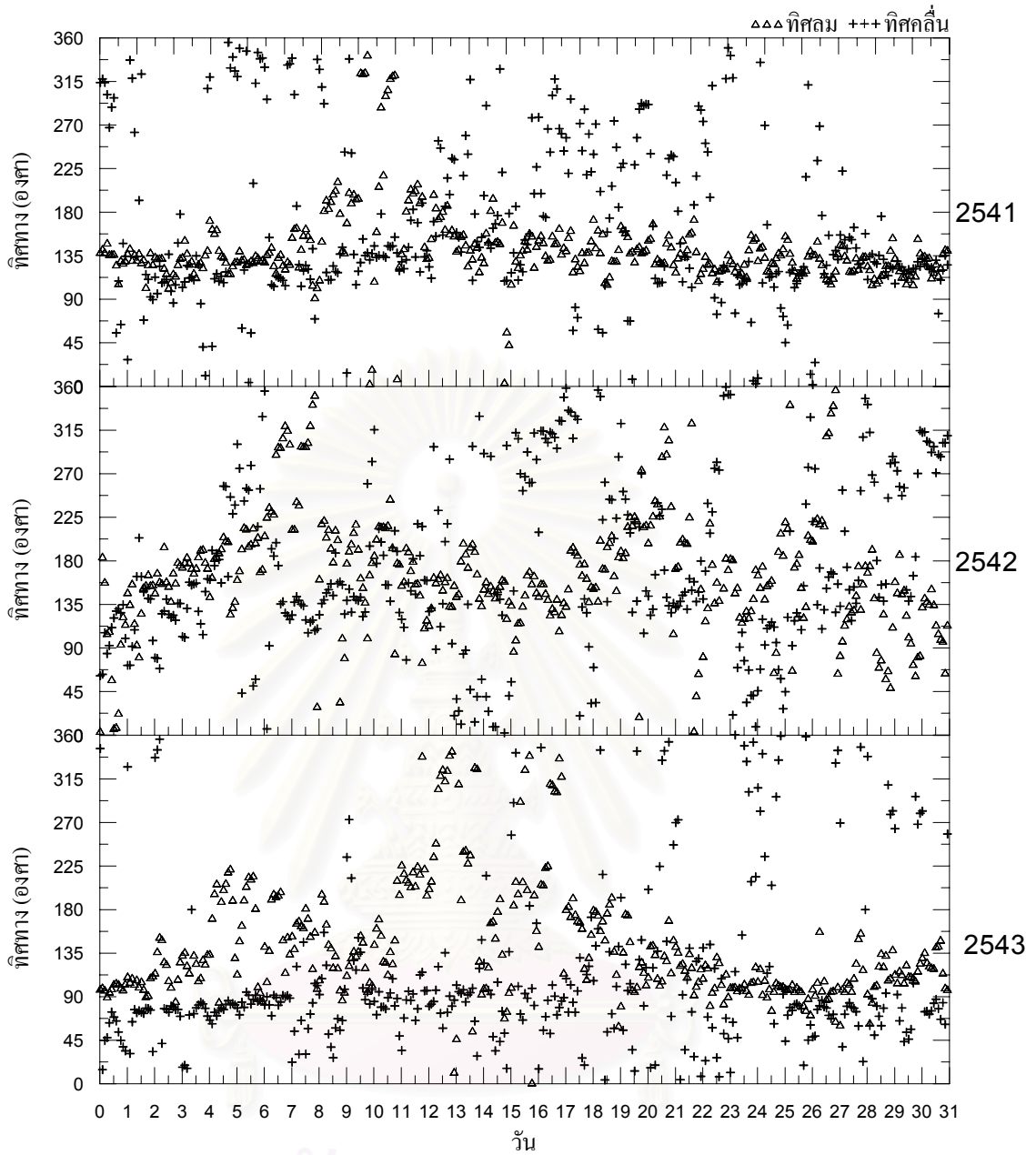
รูป ข.1-2 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูด เดือนกุมภาพันธ์ในแต่ละปี

สถาบันวิจัยสมุทรศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



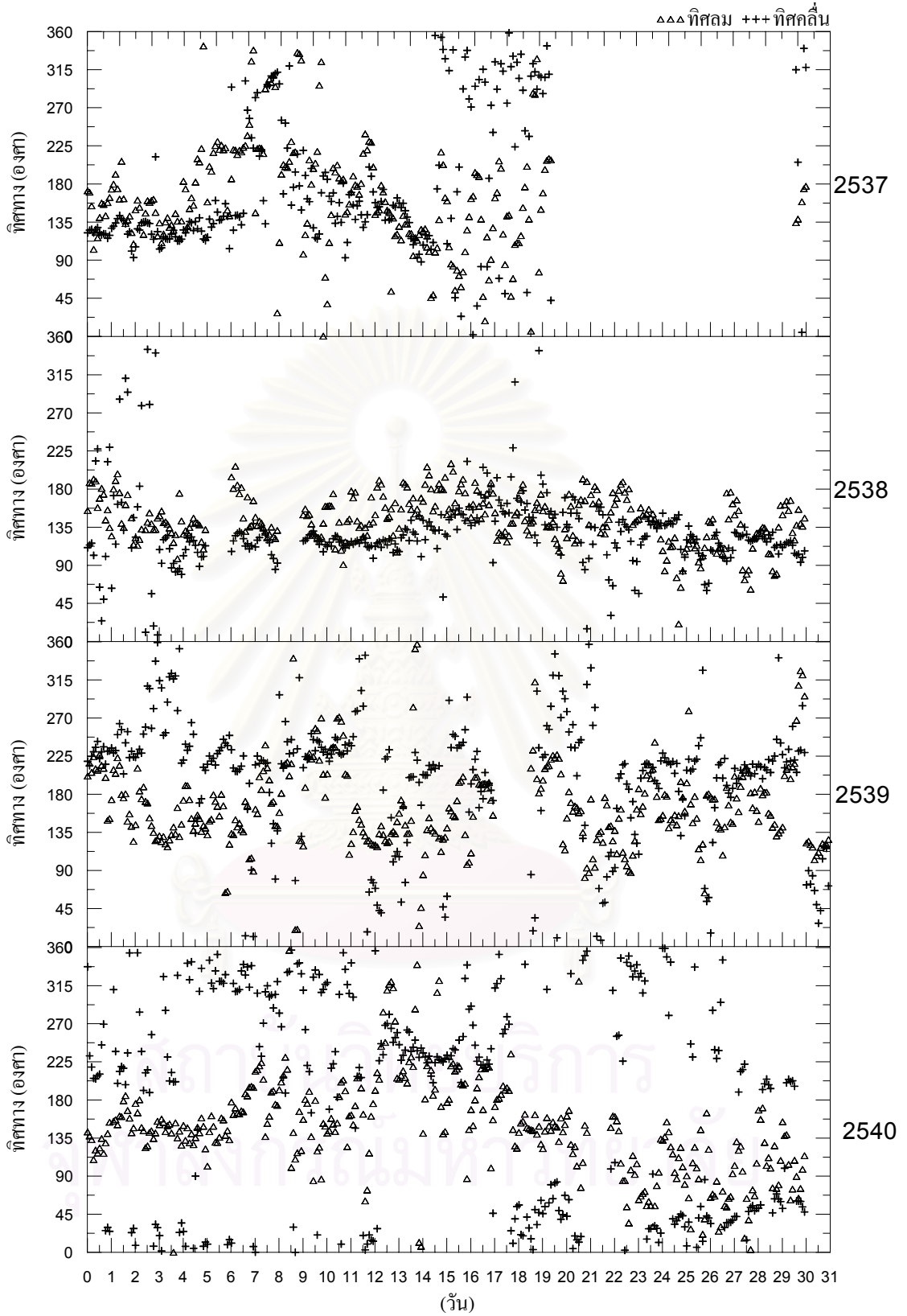
รูป จ.1-3 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนมีนาคมในแต่ละปี



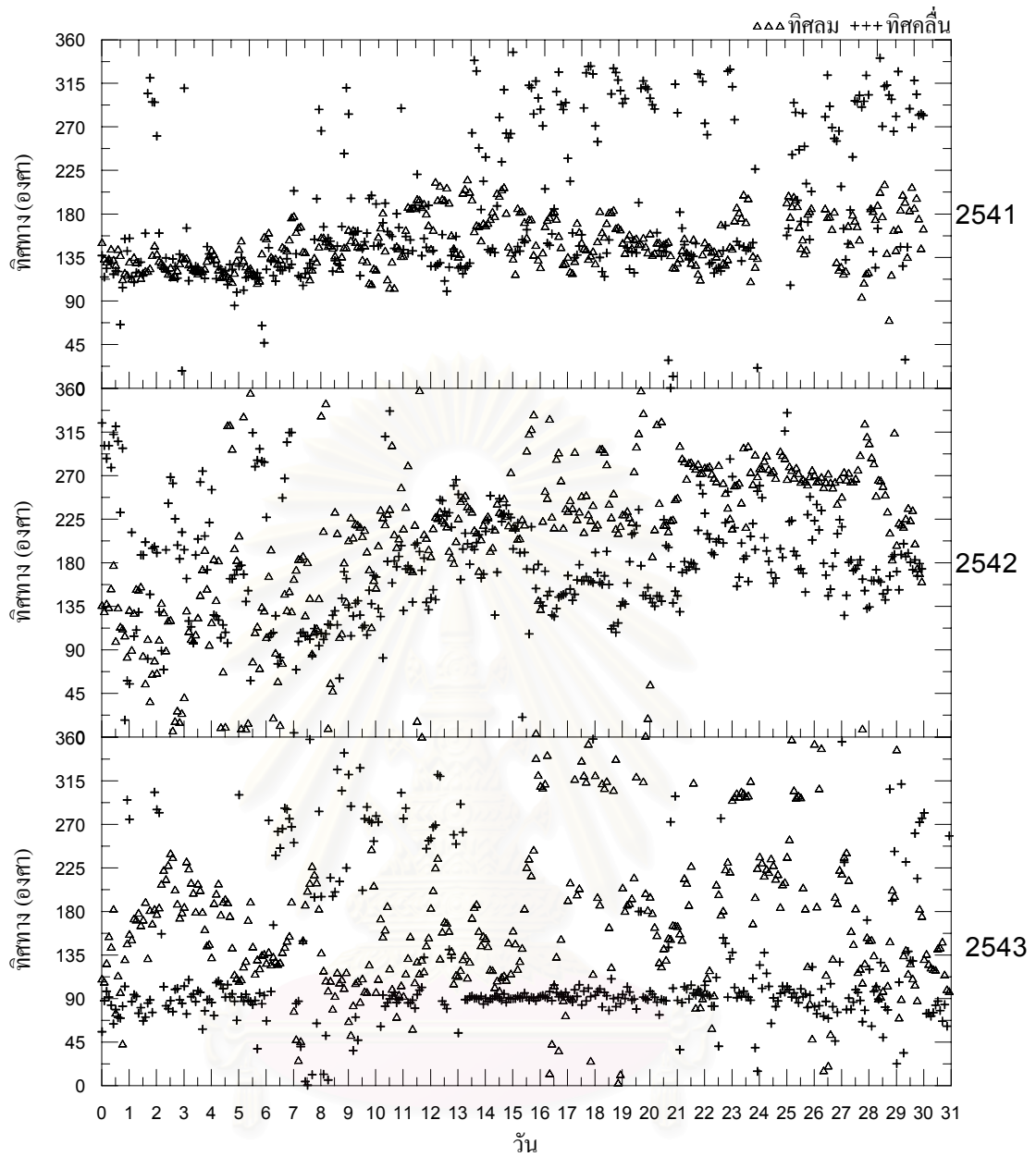


รูป ข.1-3 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนมีนาคมในแต่ละปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

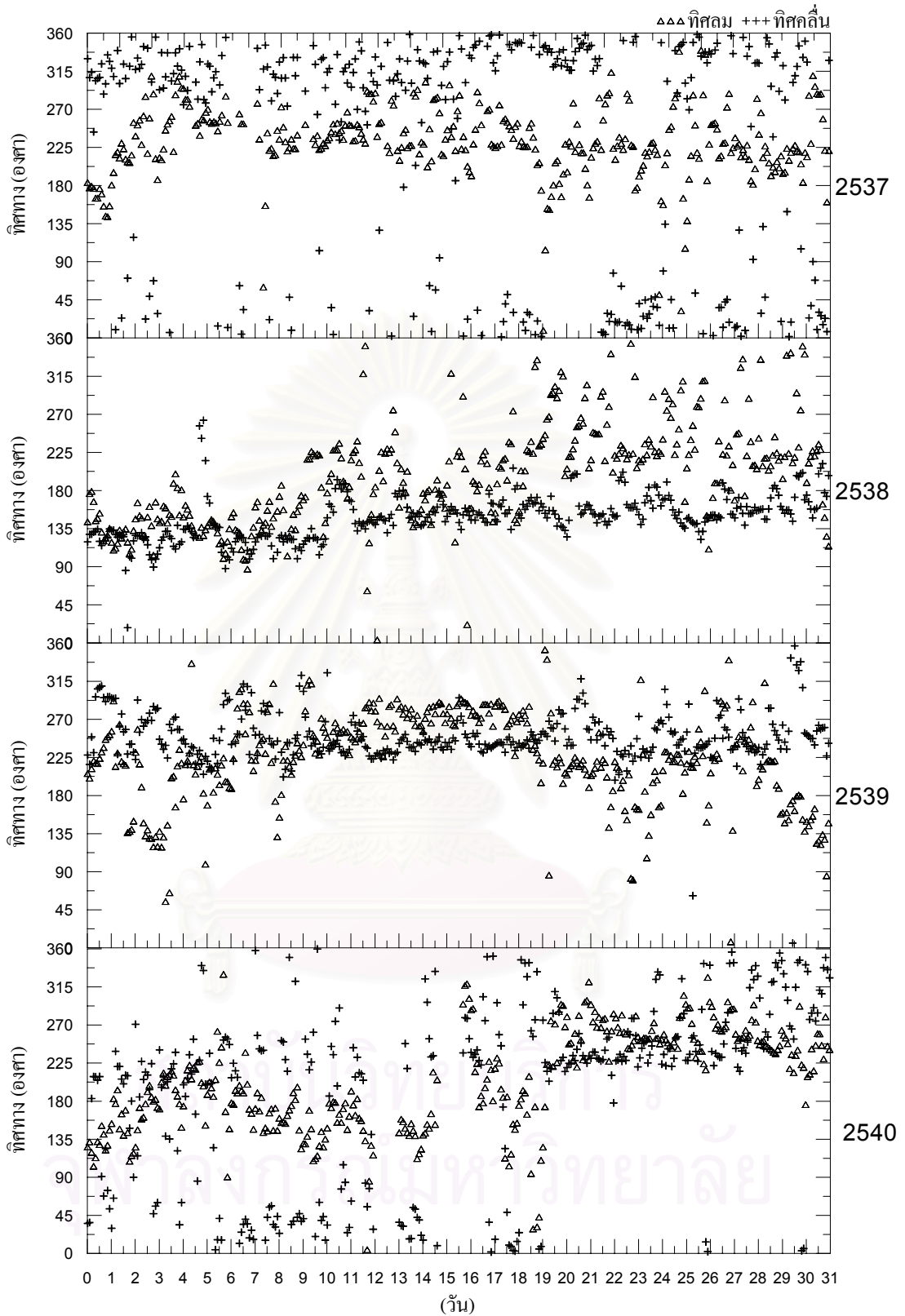


รูป ข.1-4 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนเมษายนในแต่ละปี

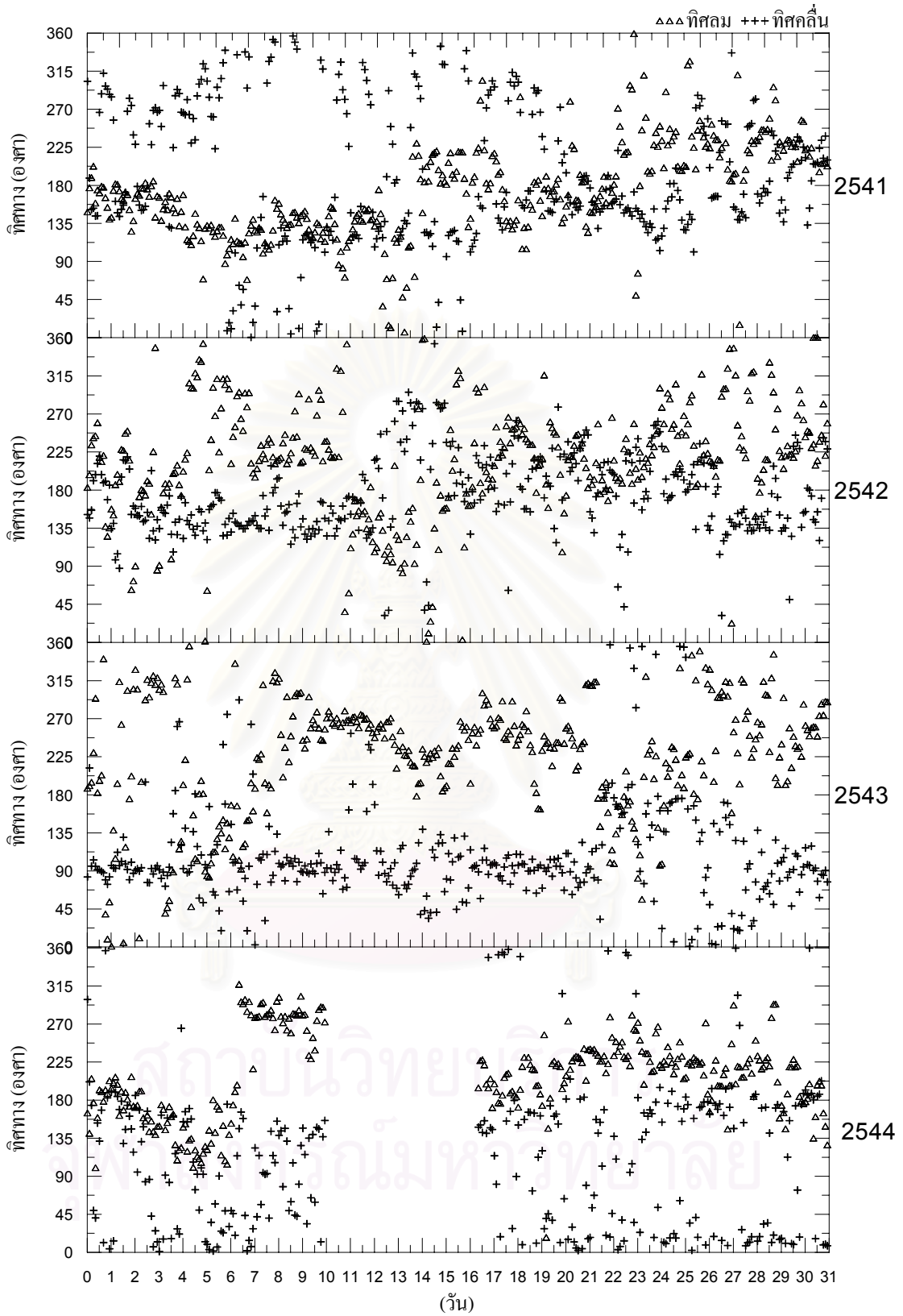


รูป ข.1-4 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนเมษายนในแต่ละปี

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

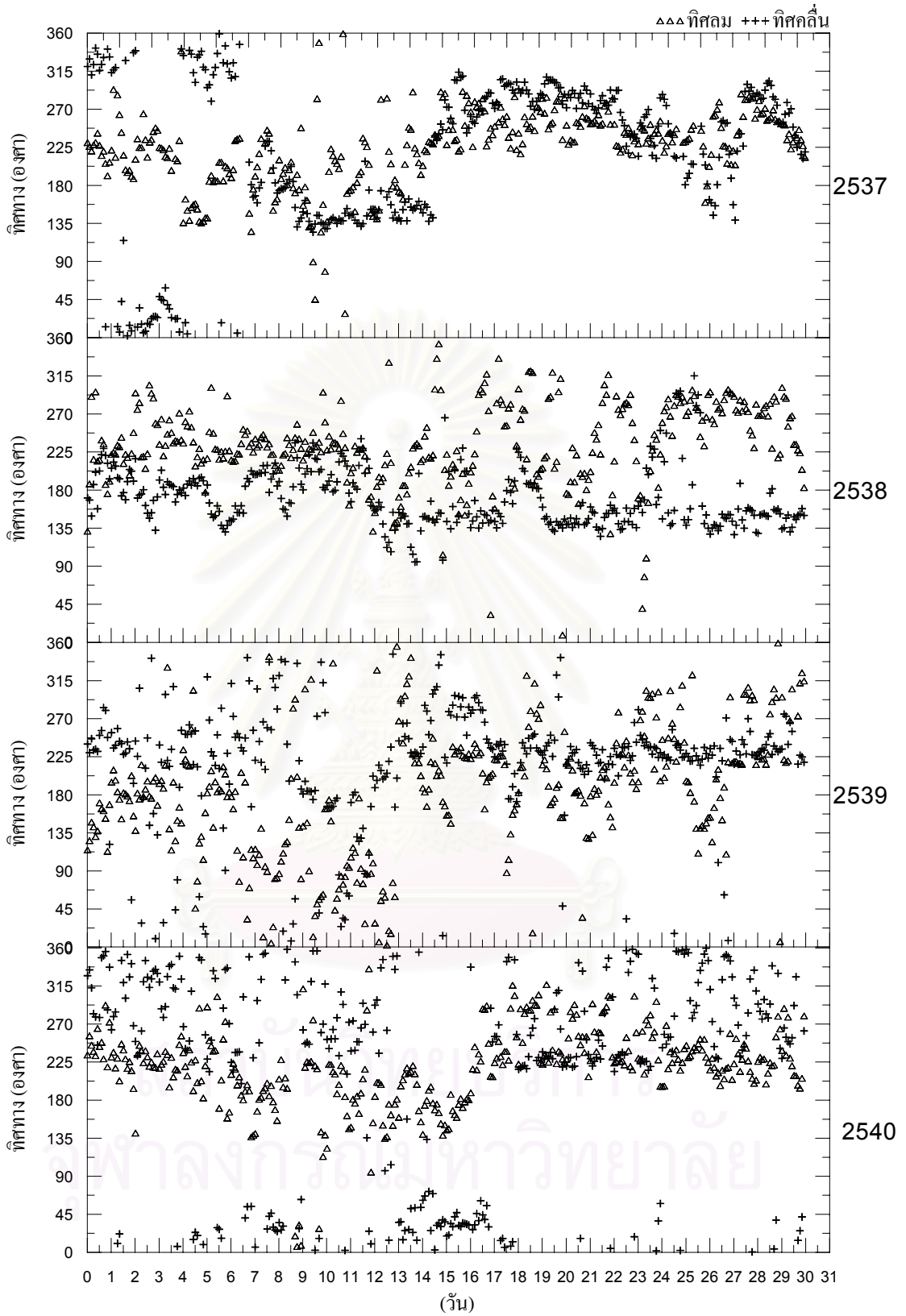


รูป ข.1-5 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนพฤษภาคมในแต่ละปี

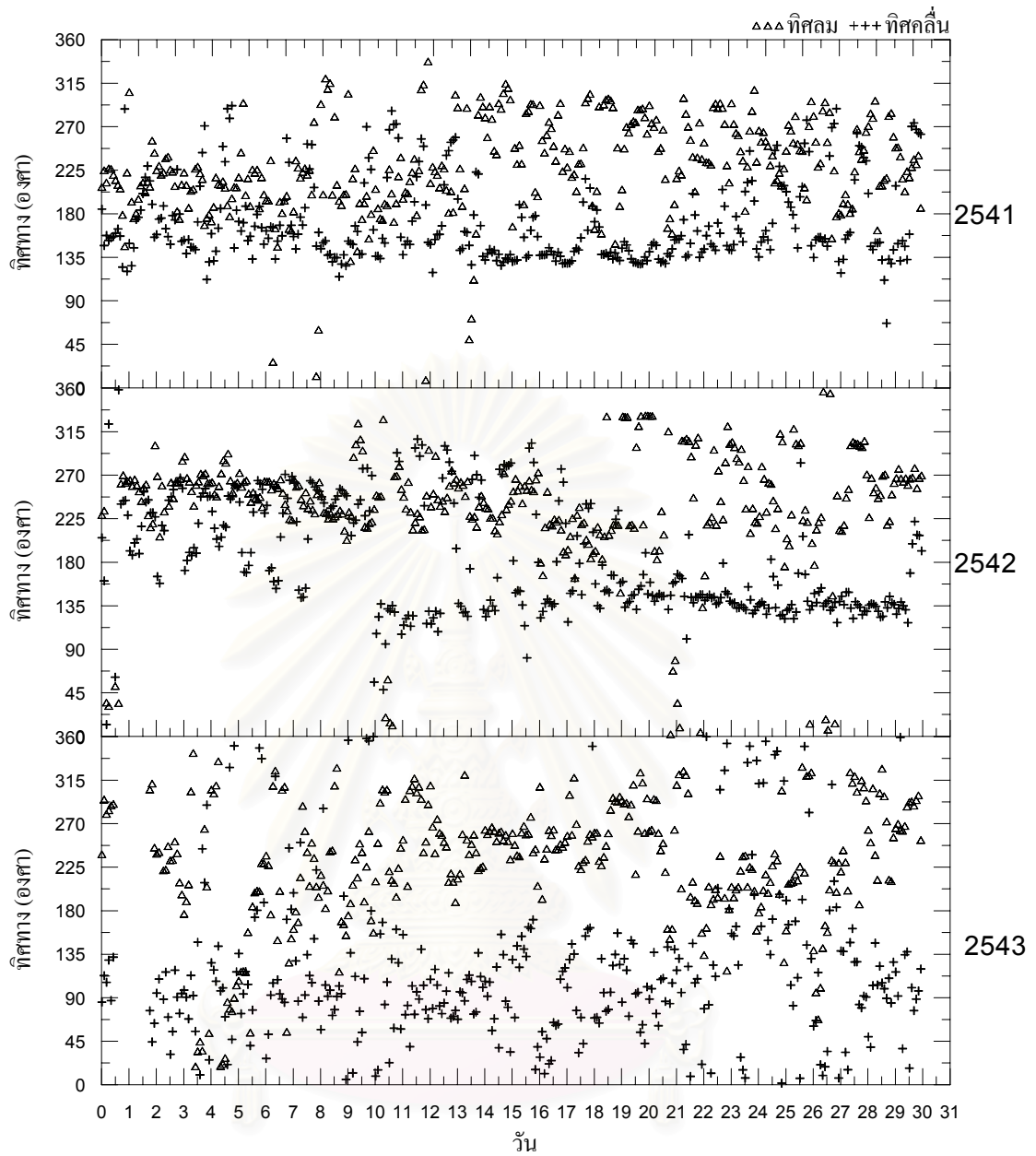


รูป ข.1-5 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนพฤษภาคมในแต่ละปี



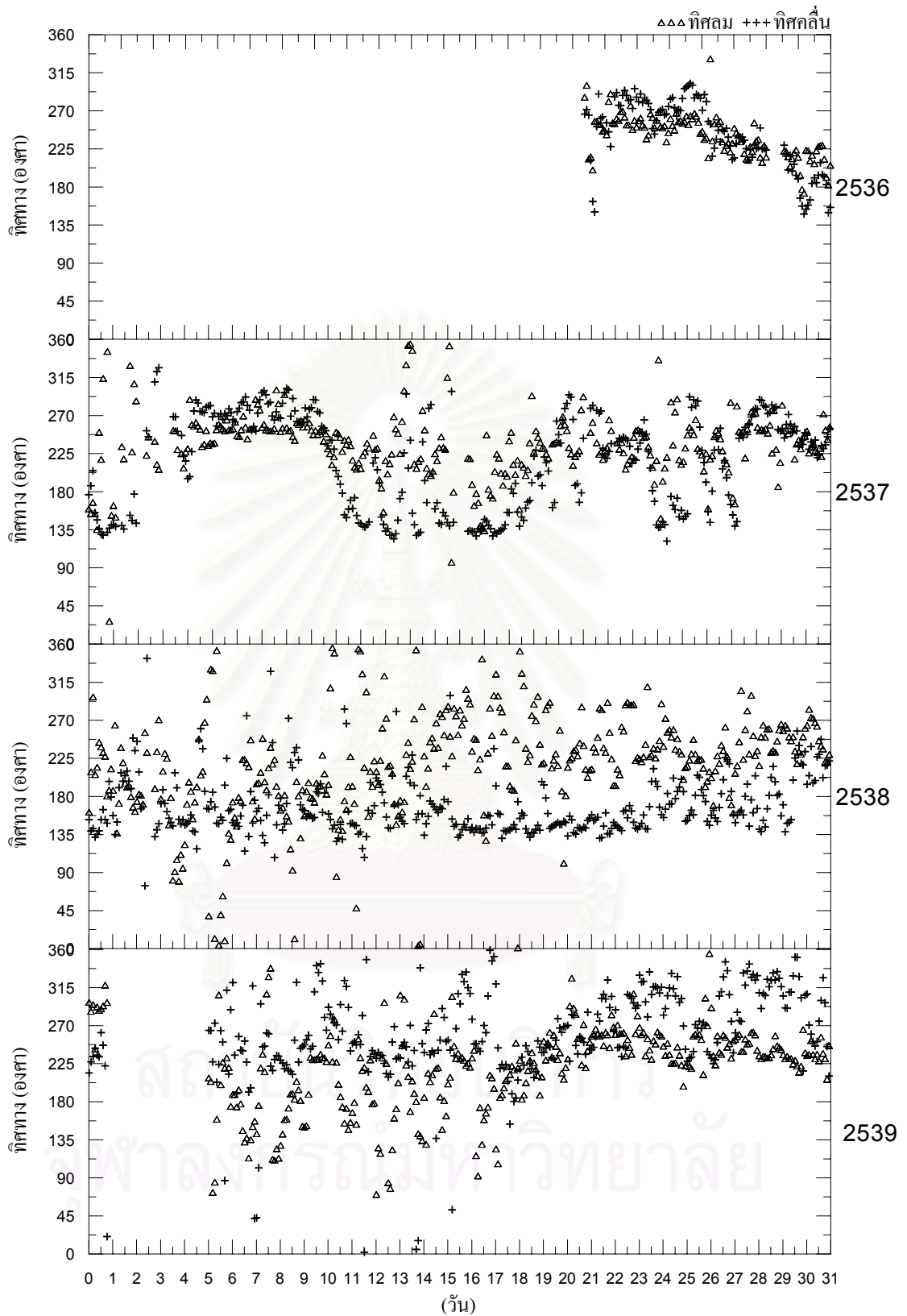


รูป ข.1-6 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนมิถุนายนในแต่ละปี

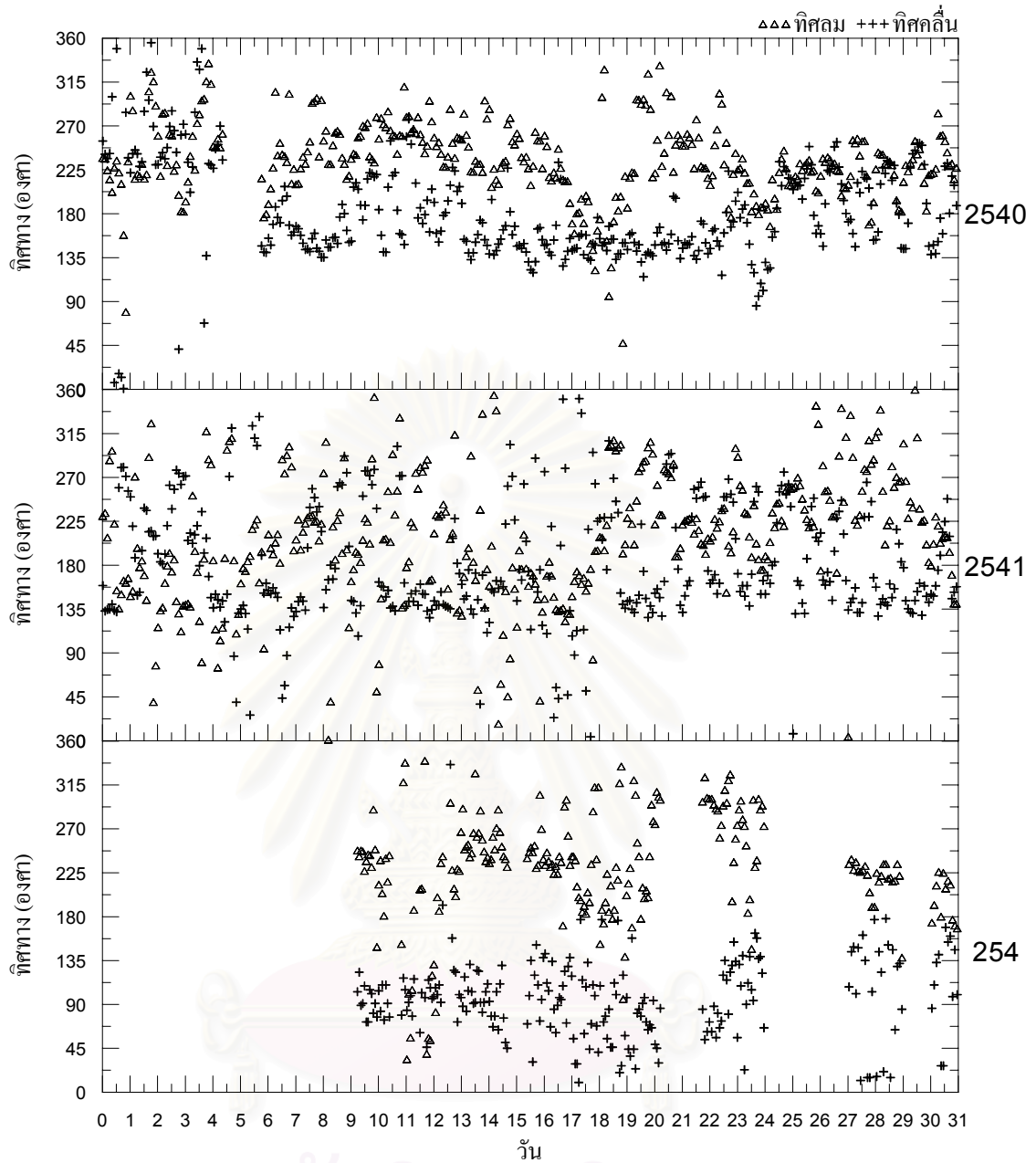


รูป ข.1-6 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนมิถุนายนในแต่ละปี

สถาบันวิจัยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

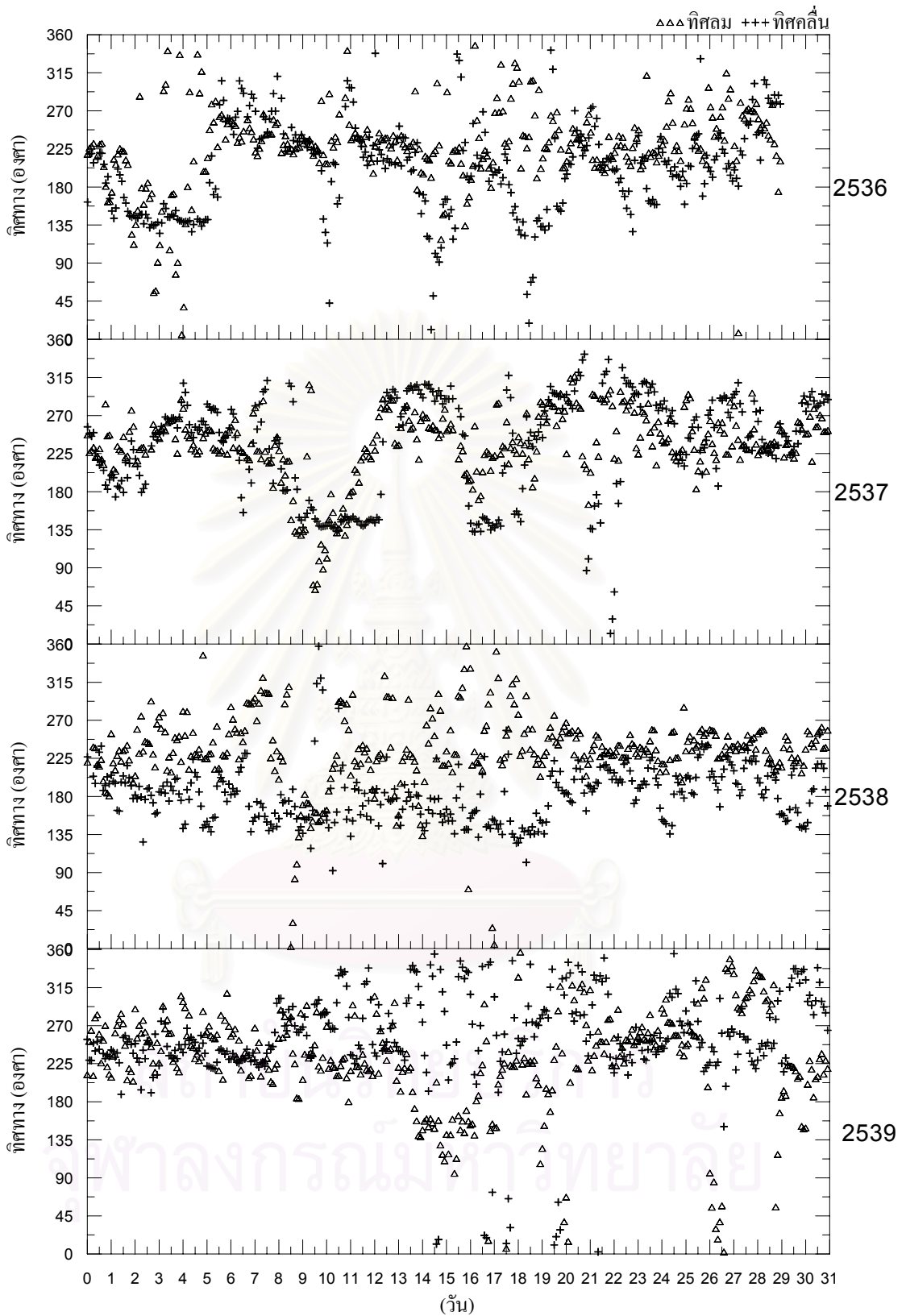


รูป ข.1-7 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนกรกฎาคมในแต่ละปี

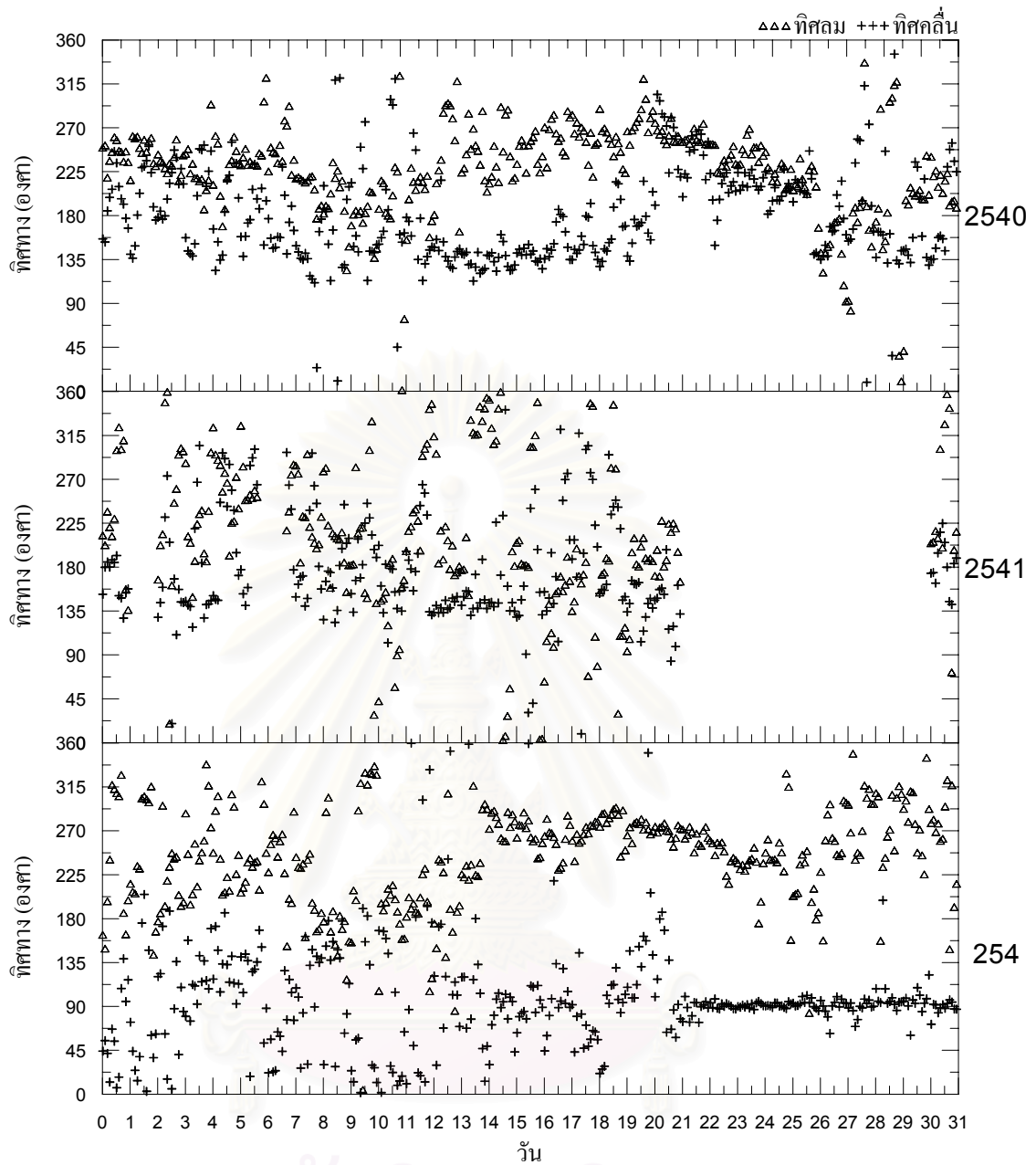


รูป ข.1-7 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนกรกฎาคมในแต่ละปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



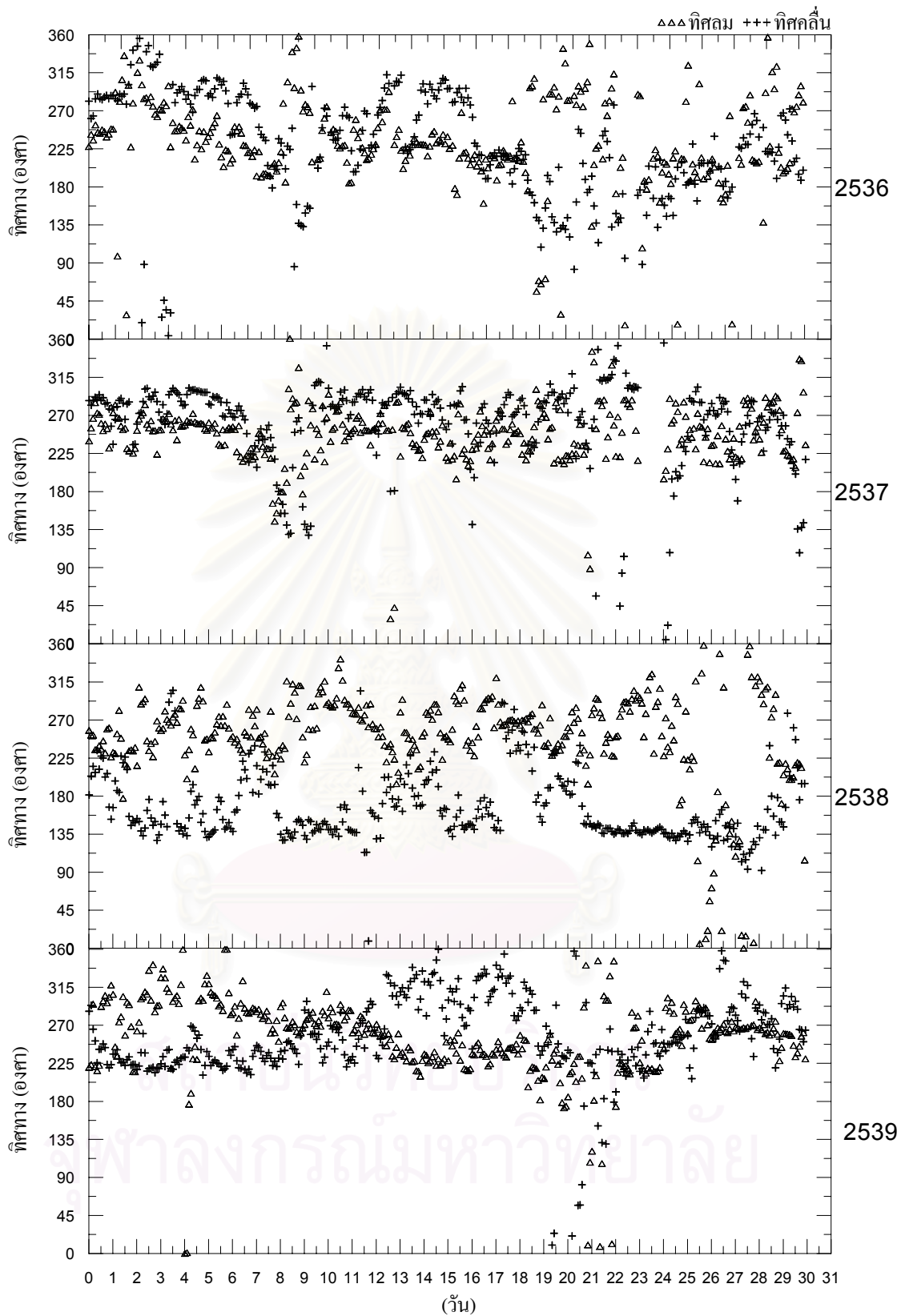
รูป ข.1-8 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ฟันสตูล เดือนสิงหาคมในแต่ละปี



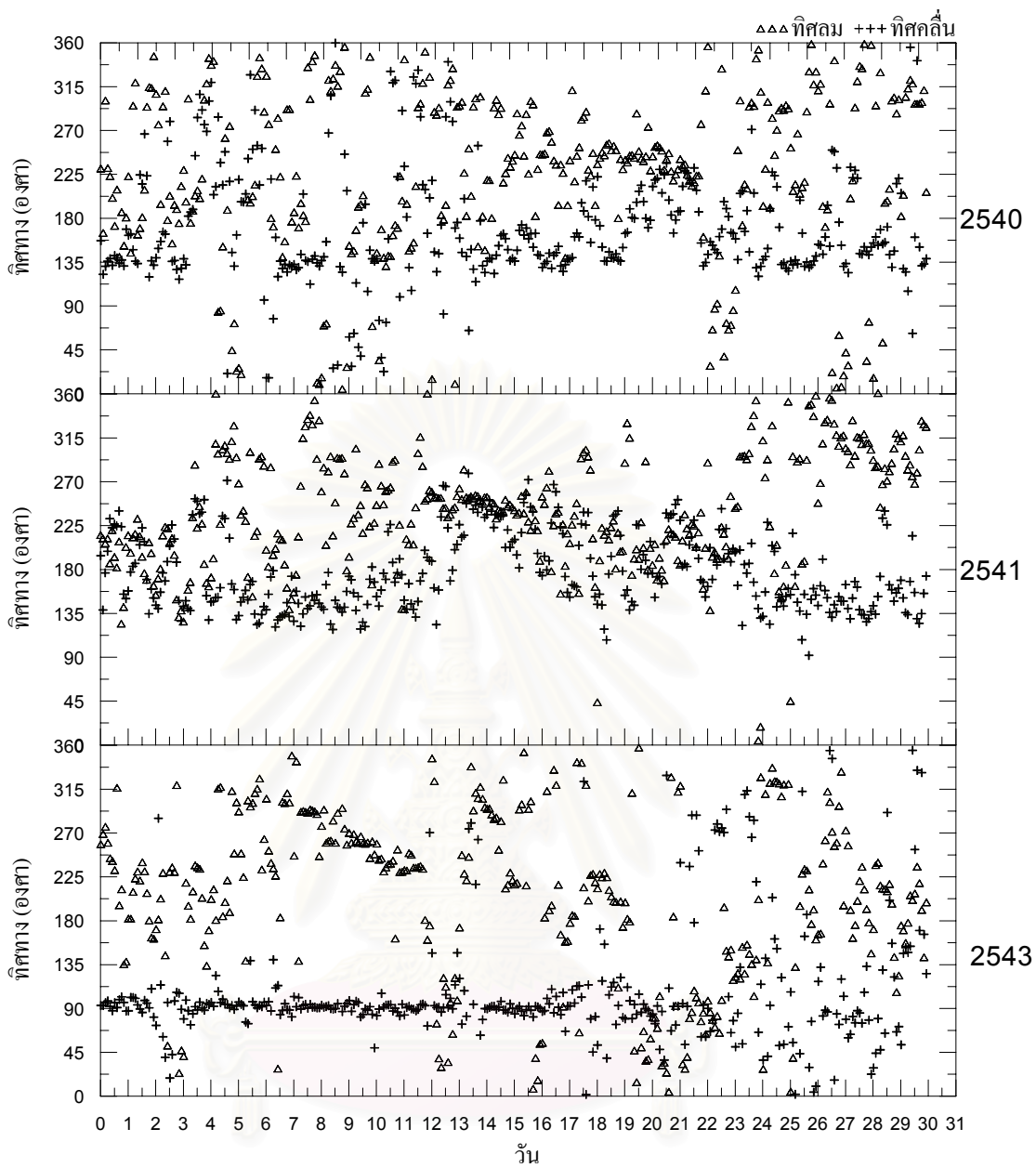
รูป จ.1-8 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนสิงหาคมในแต่ละปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



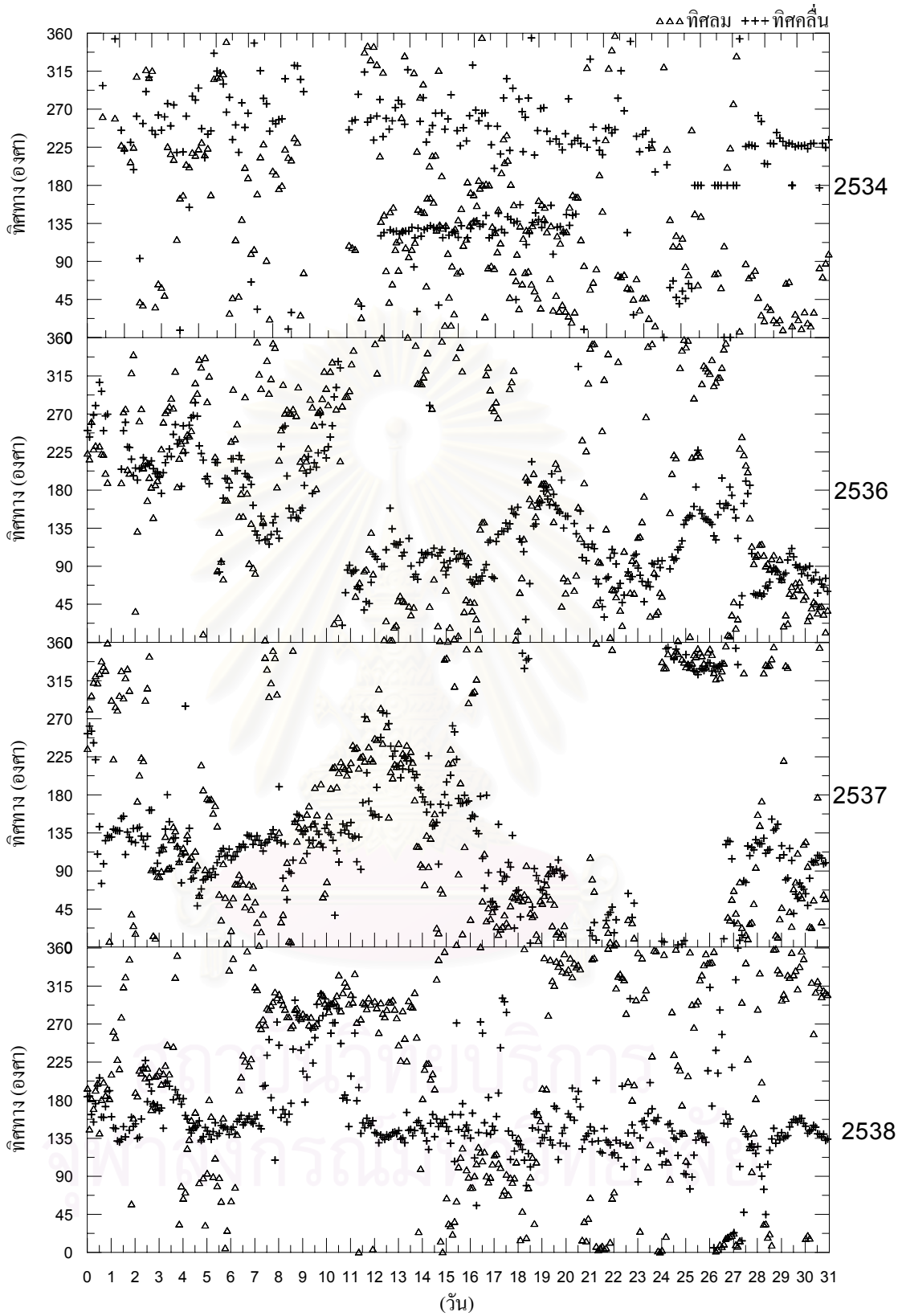


รูป ข.1-9 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนกันยายนในแต่ละปี

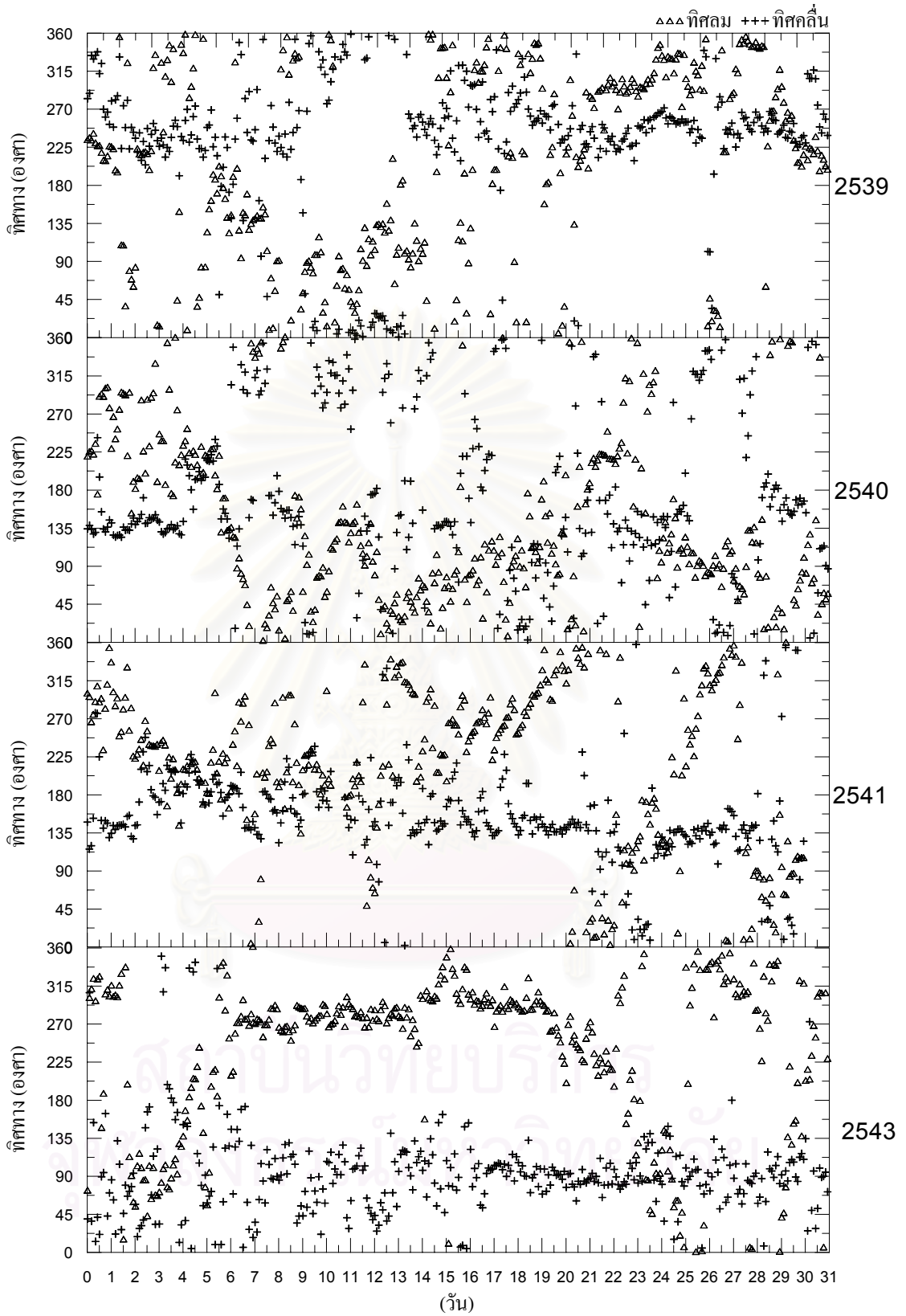


รูป ข.1-9 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนกันยายนในแต่ละปี

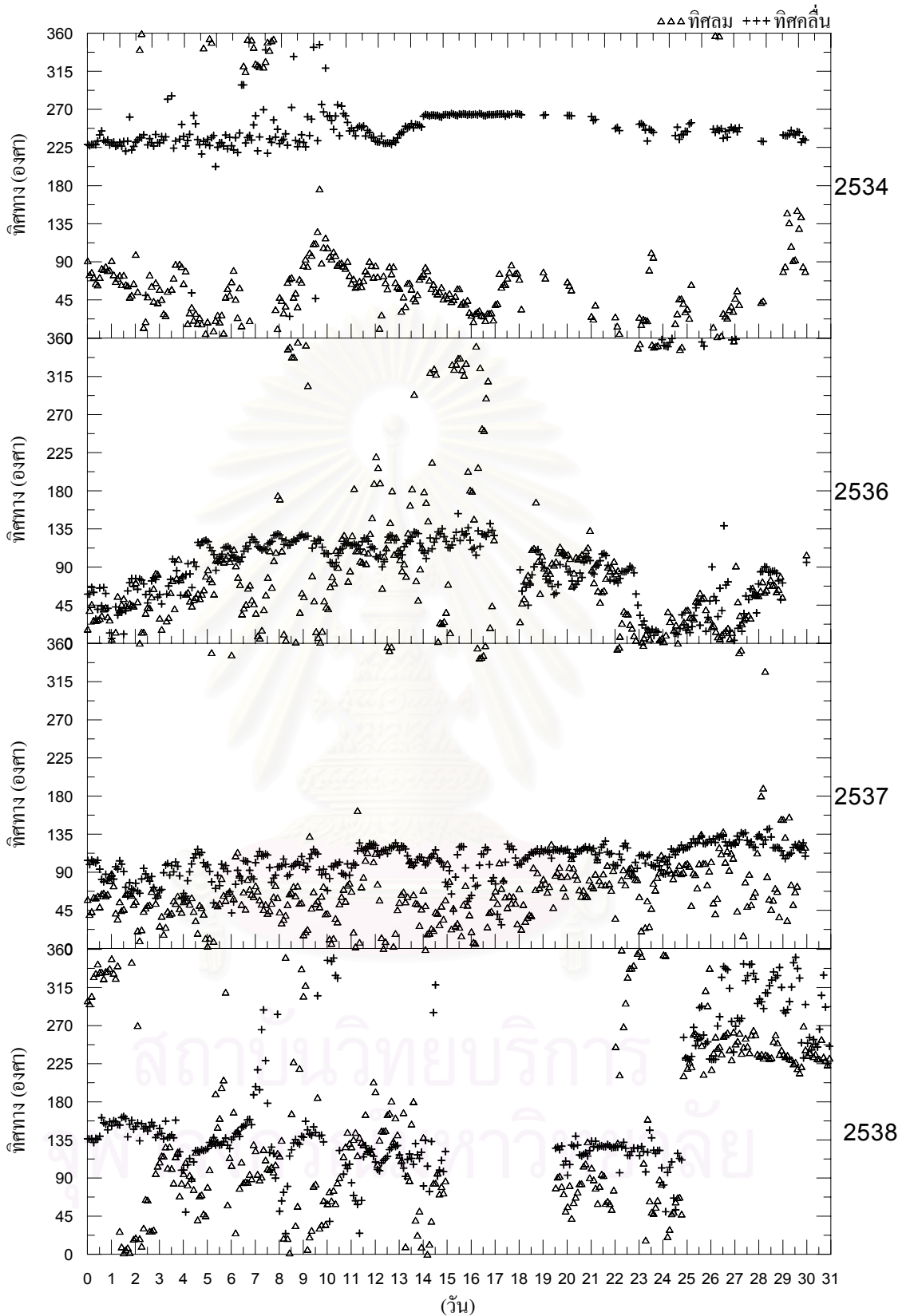
สถาบันวิจัยสมุทรศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



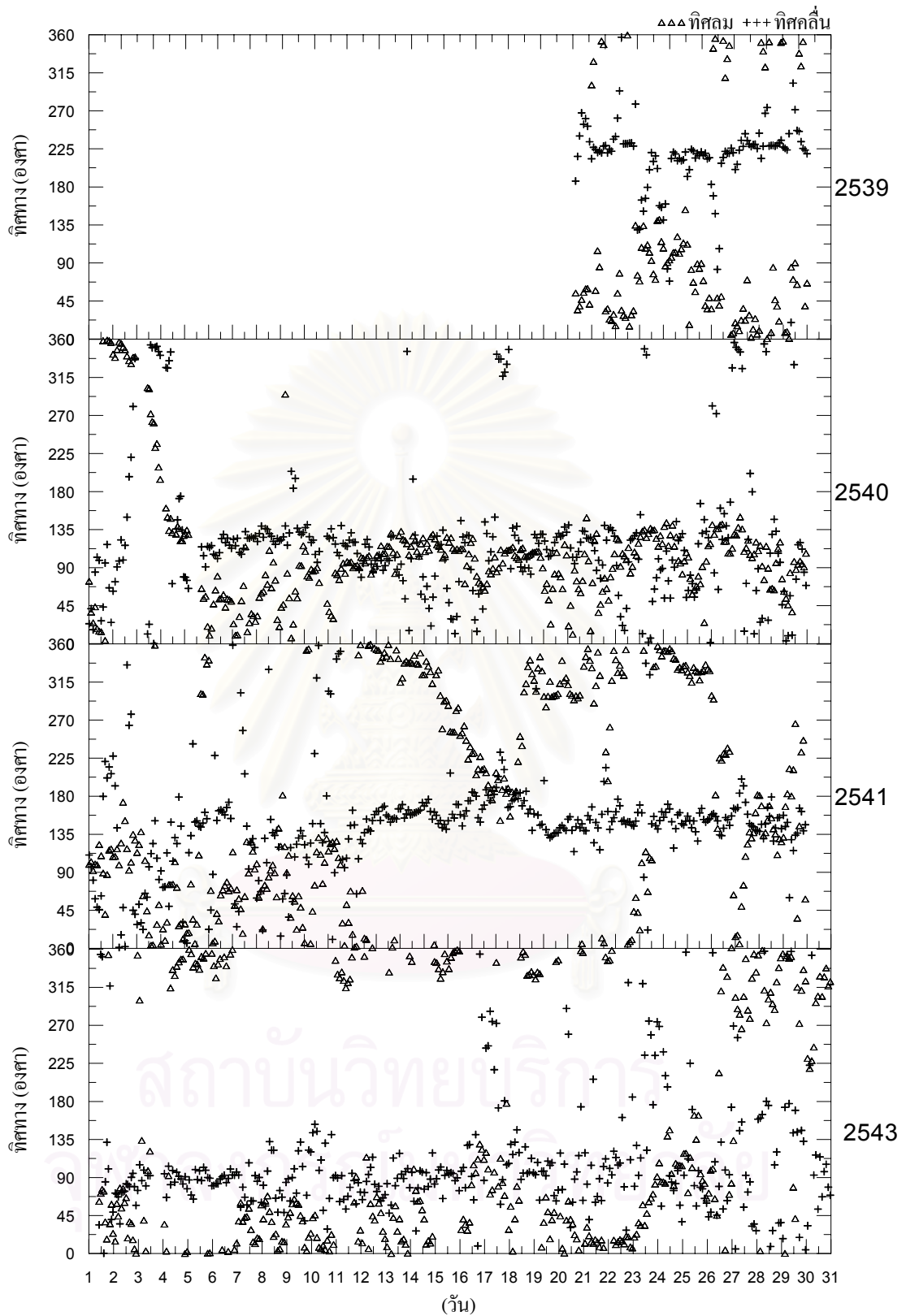
รูป ข.1-10 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนตุลาคมในแต่ละปี



รูป ข.1-10 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนตุลาคมในแต่ละปี

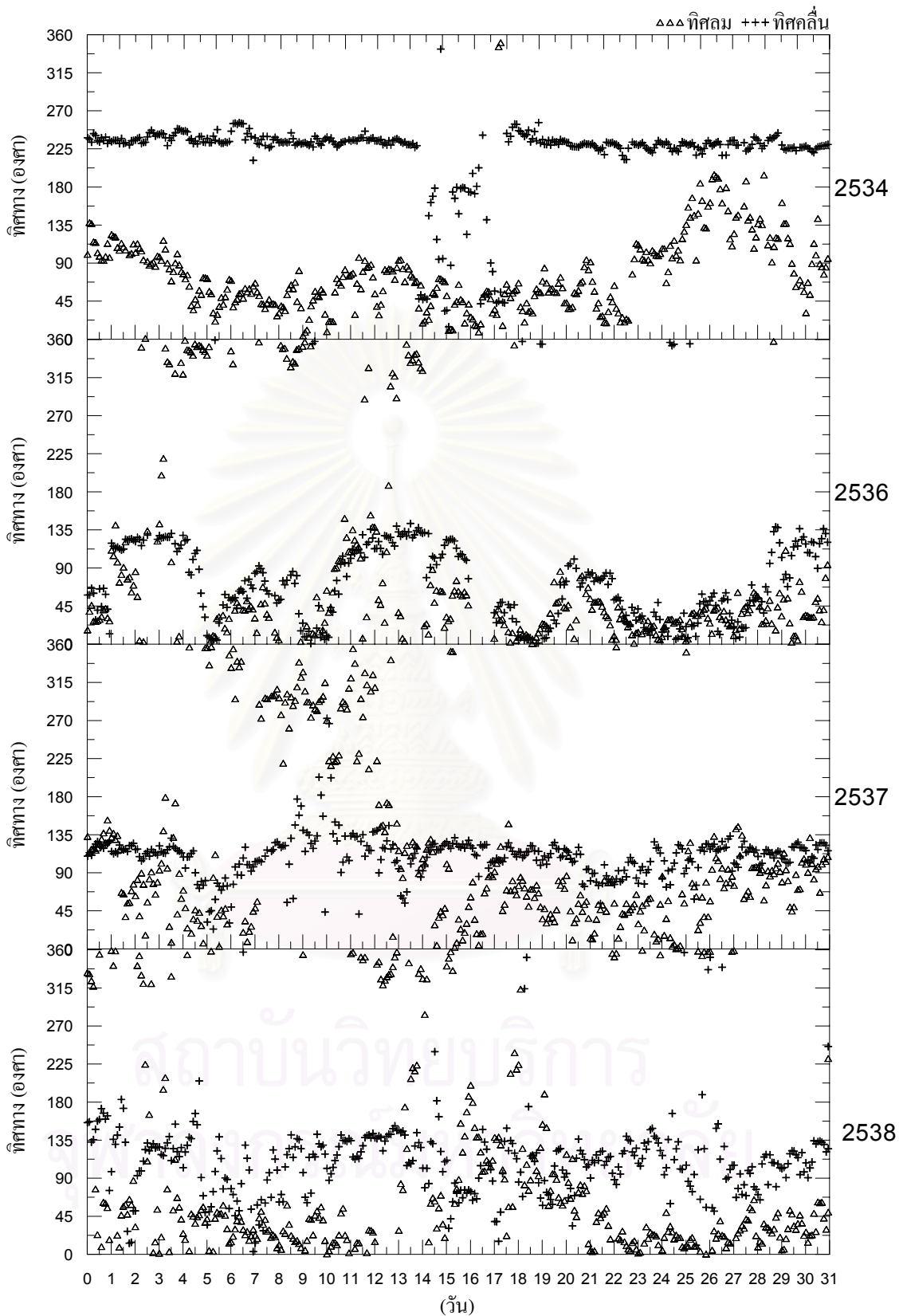


รูป ข.1-11 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนพฤศจิกายนในแต่ละปี

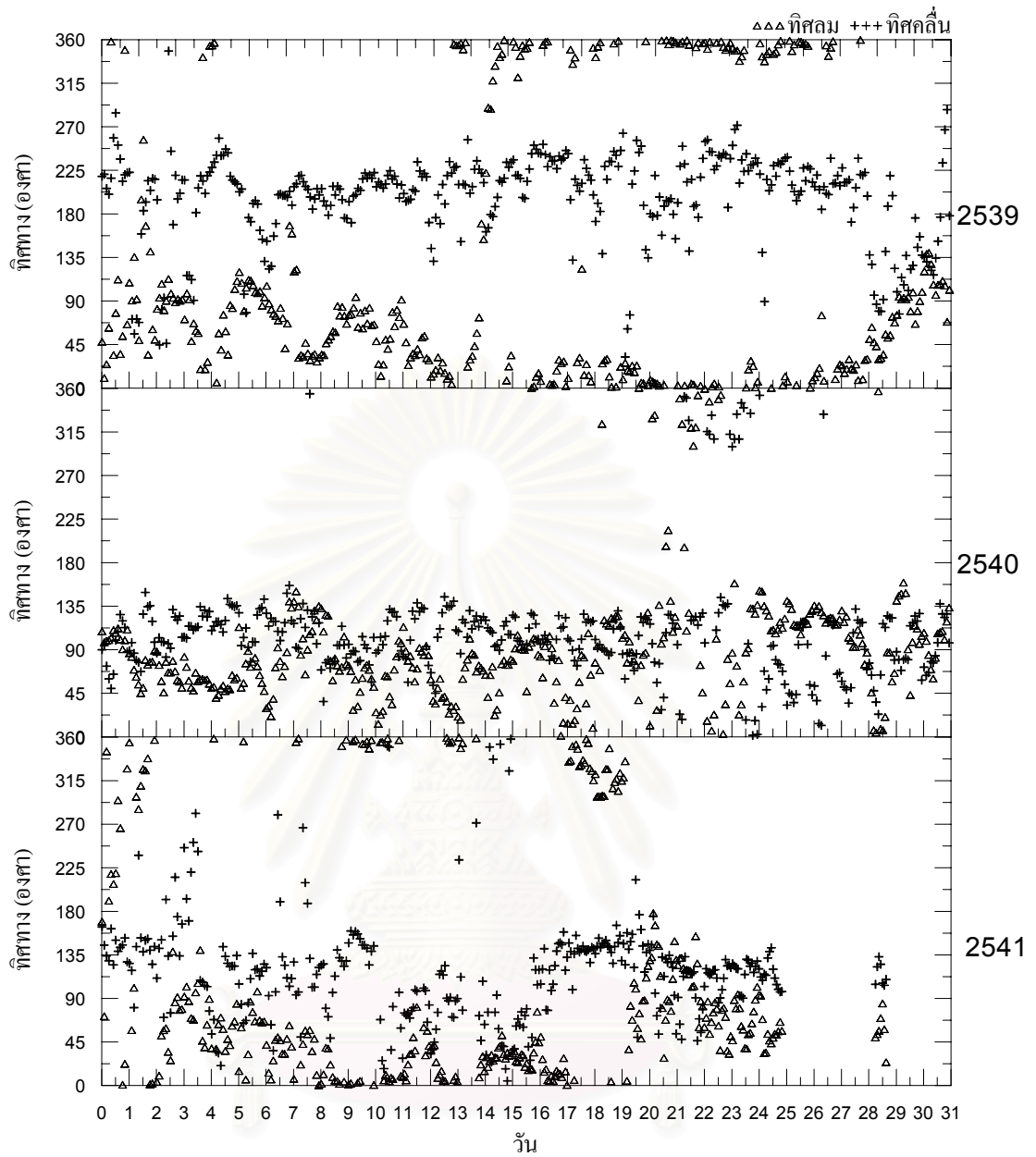


รูป ข.1-11 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุ่นสตูล เดือนพฤศจิกายนในแต่ละปี



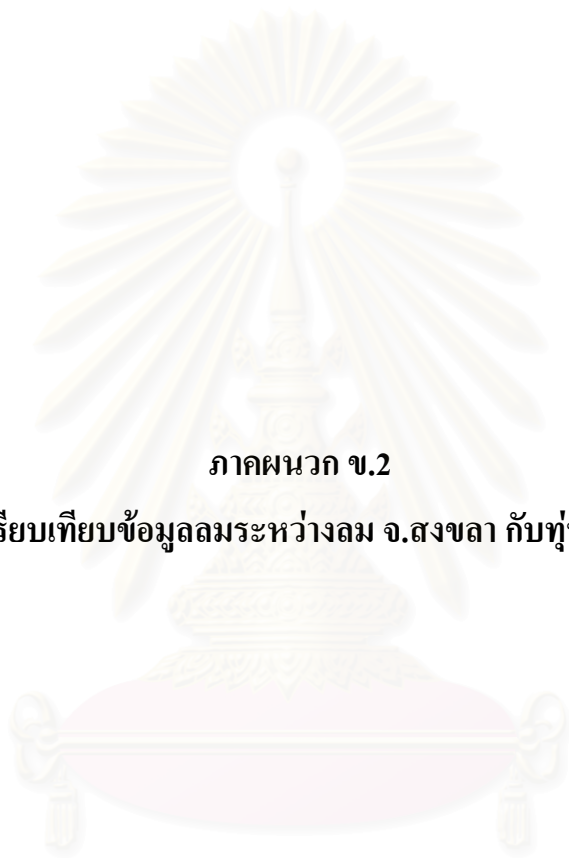


รูป ข.1-12 เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุนสตูล เดือนธันวาคมในแต่ละปี



รูป ข.1-12 (ต่อ) เปรียบเทียบทิศทางลมกับทิศทางคลื่น ทุนสตูล เดือนธันวาคมในแต่ละปี

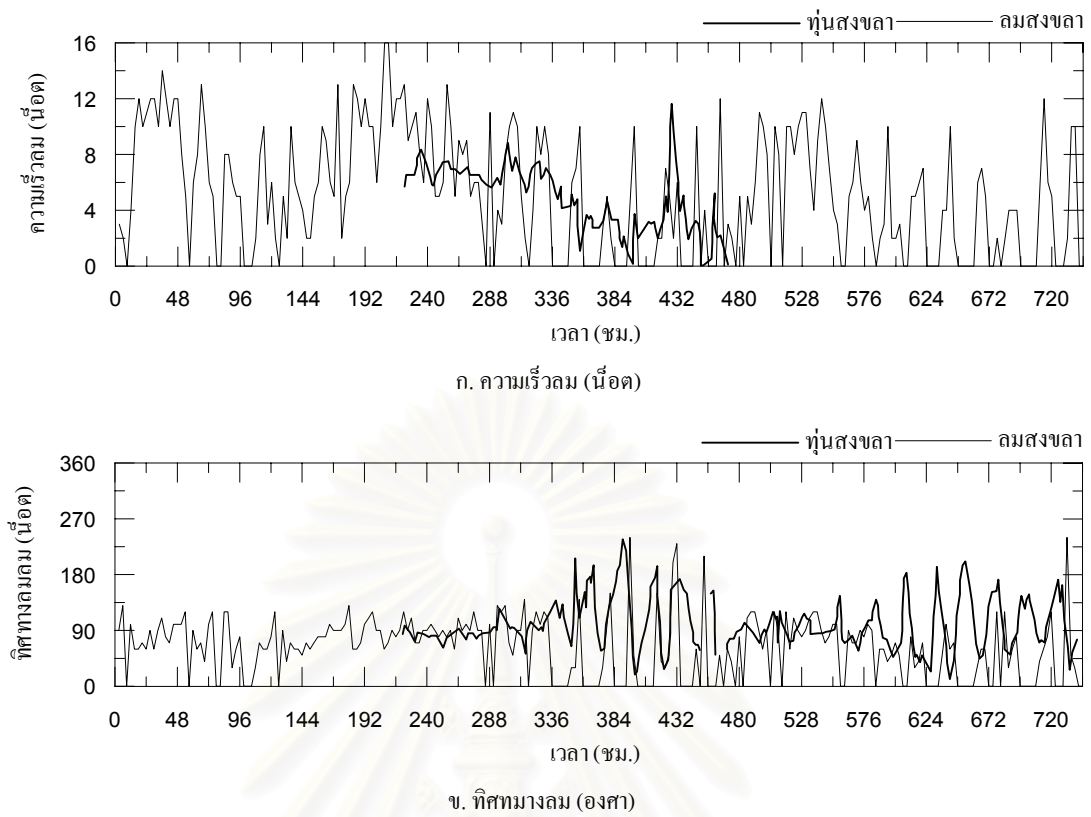
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



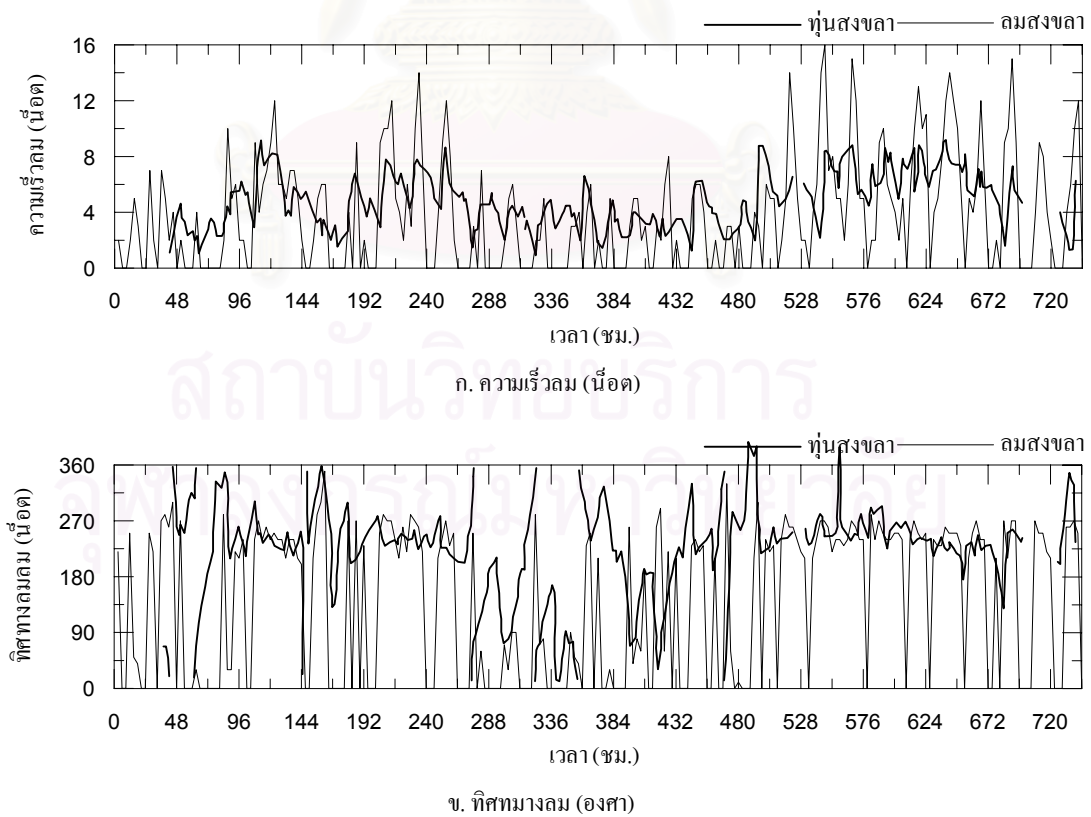
ภาคผนวก ข.2

รูปเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างลม จ.สงขลา กับทุ่งสงขลา

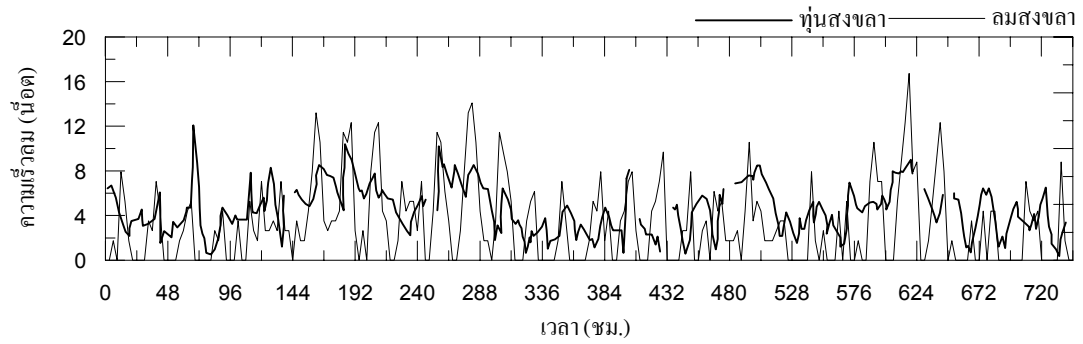
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



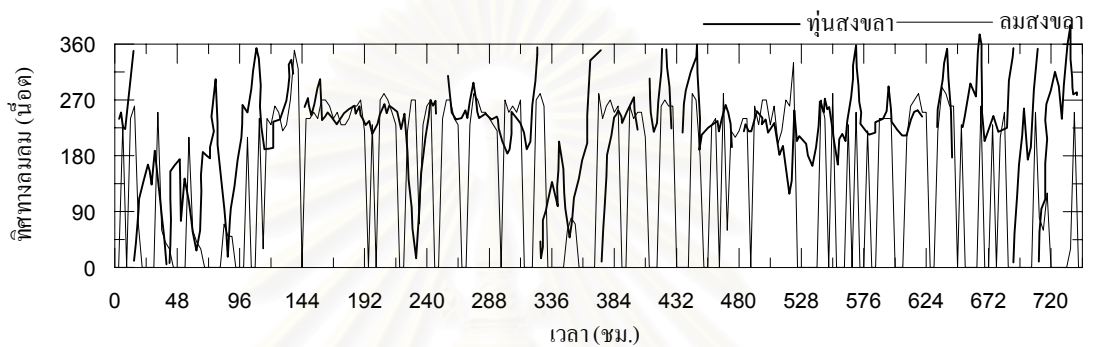
รูป ข.2-1 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับทุ่นสงขลา เดือน มี.ค. พ.ศ. 2536



รูป ข.2-2 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับทุ่นสงขลา เดือน ก.ค. พ.ศ. 2536

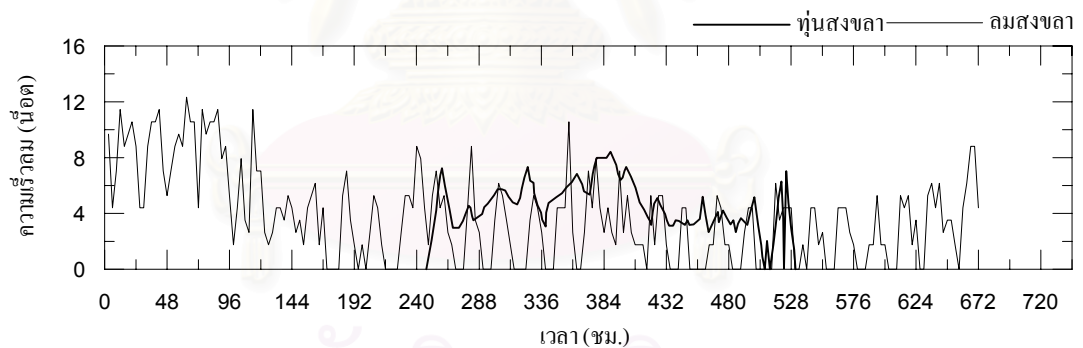


ก. ความเร็วลม (ม็อด)

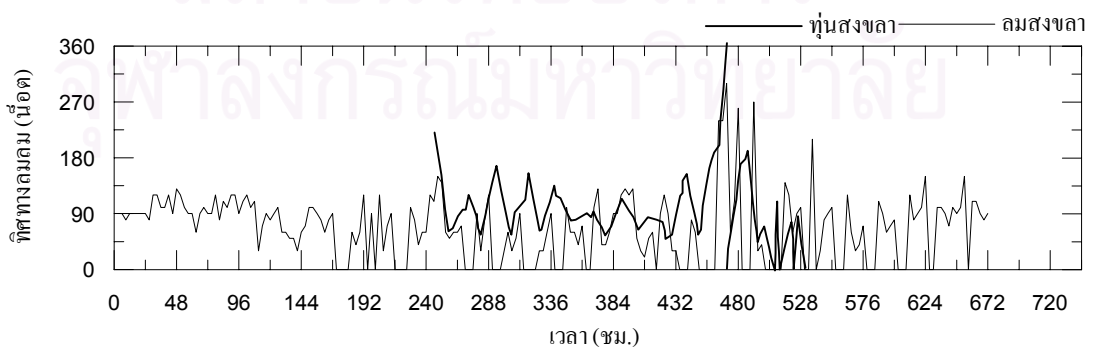


ข. ทิศทางลม (องศา)

รูป ข.2-3 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับ ทูนสงขลา เดือน ส.ค. พ.ศ. 2536

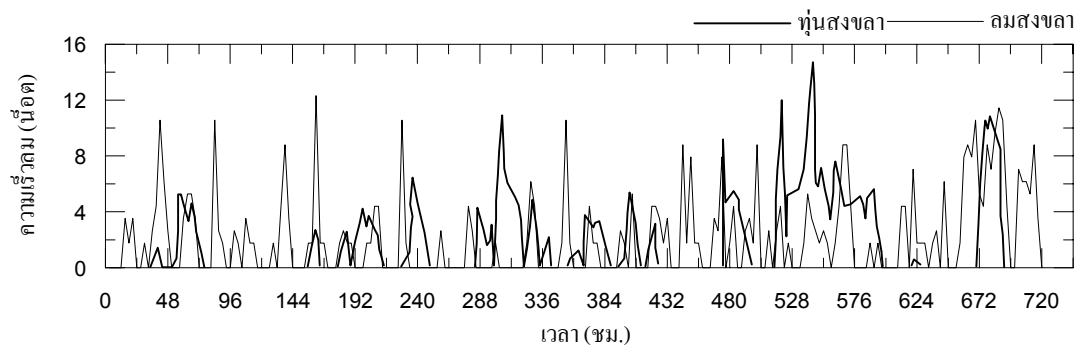


ก. ความเร็วลม (ม็อด)

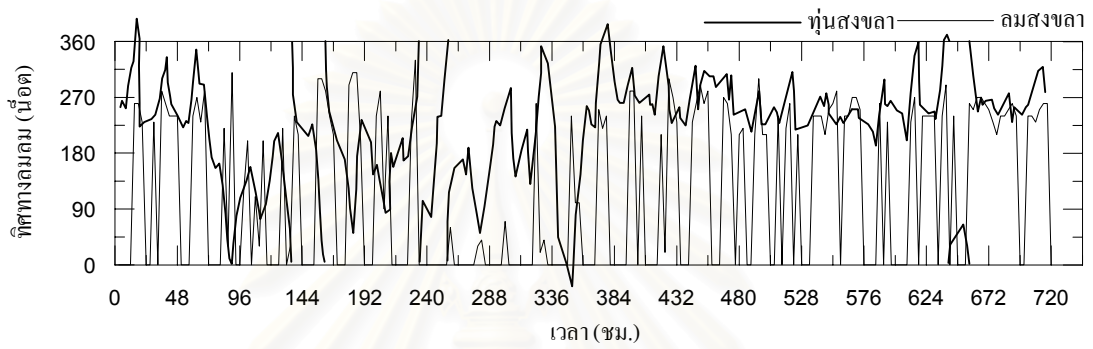


ข. ทิศทางลม (องศา)

รูป ข.2-4 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับ ทูนสงขลา เดือน ก.พ. พ.ศ. 2537

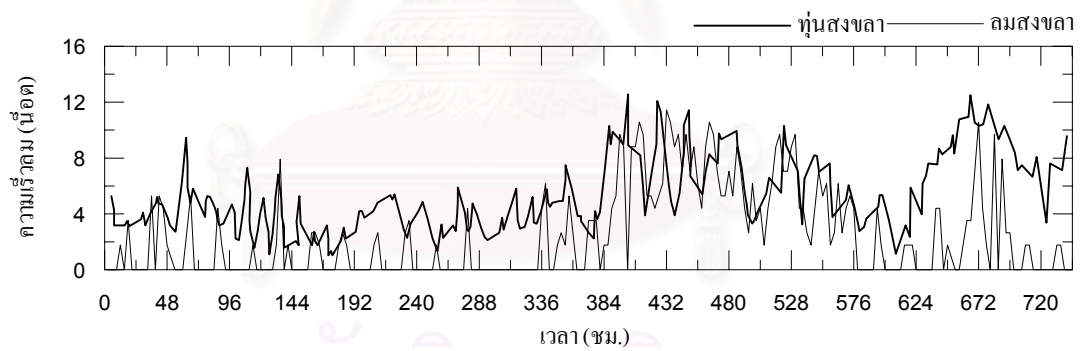


ก. ความเร็วลม (เมตร)

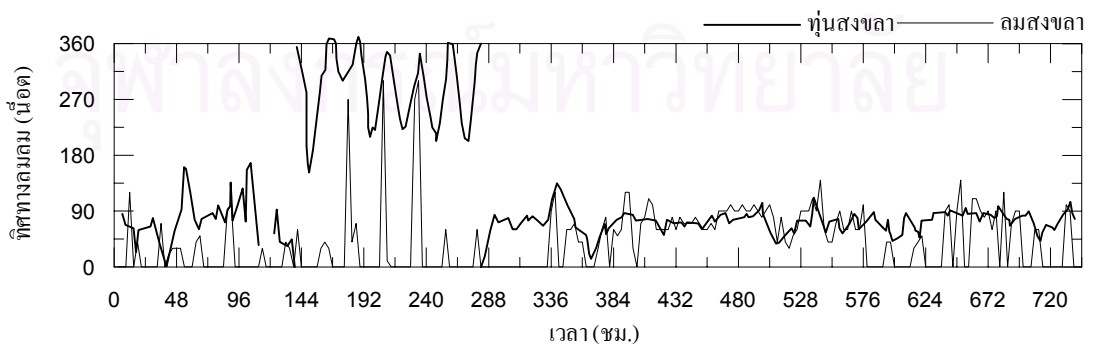


ข. ทิศทางลม (องศา)

รูป ข.2-5 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับ ทุ่นสงขลา เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2537



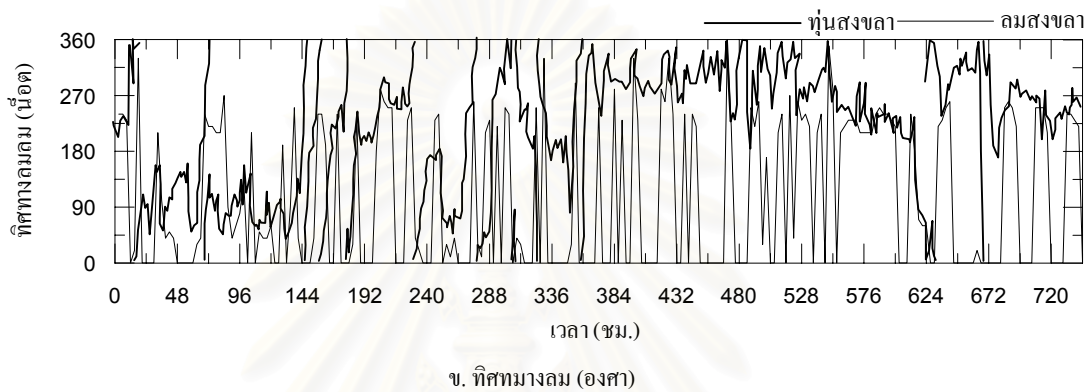
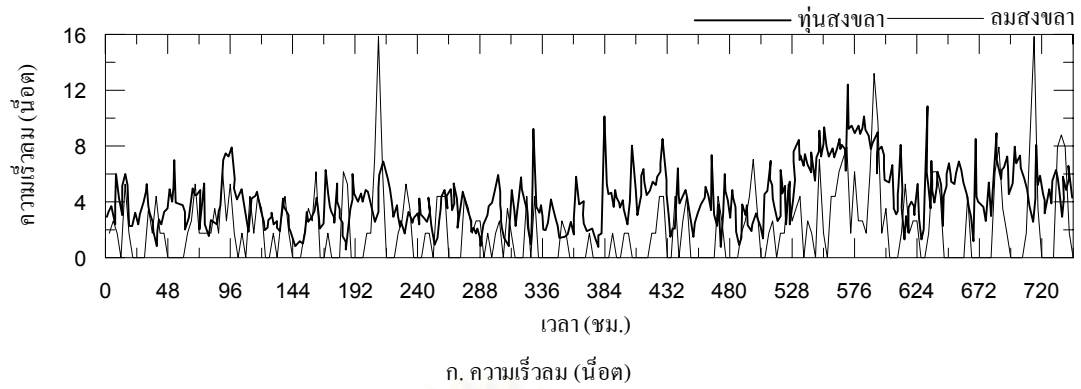
ก. ความเร็วลม (เมตร)



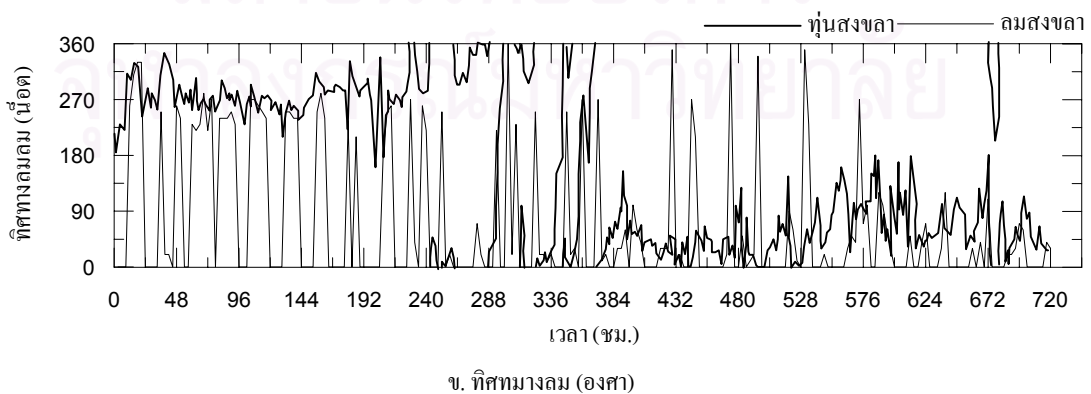
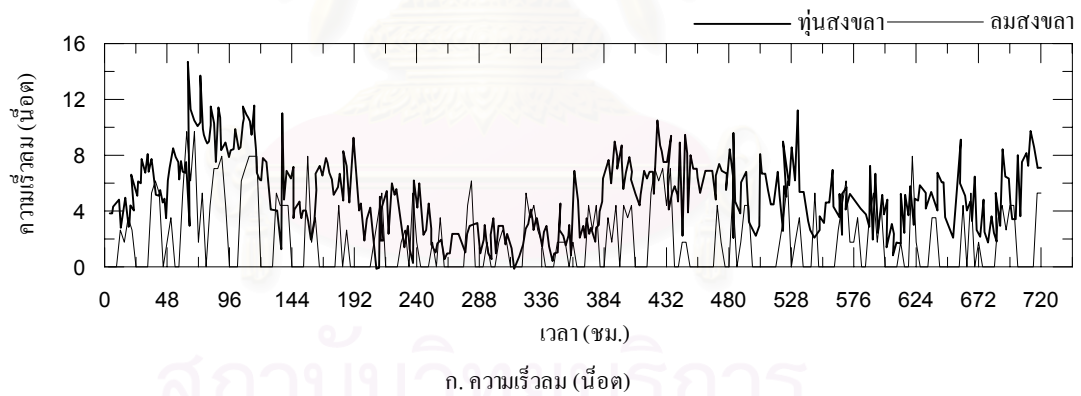
ข. ทิศทางลม (องศา)

รูป ข.2-6 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับ ทุ่นสงขลา เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2537

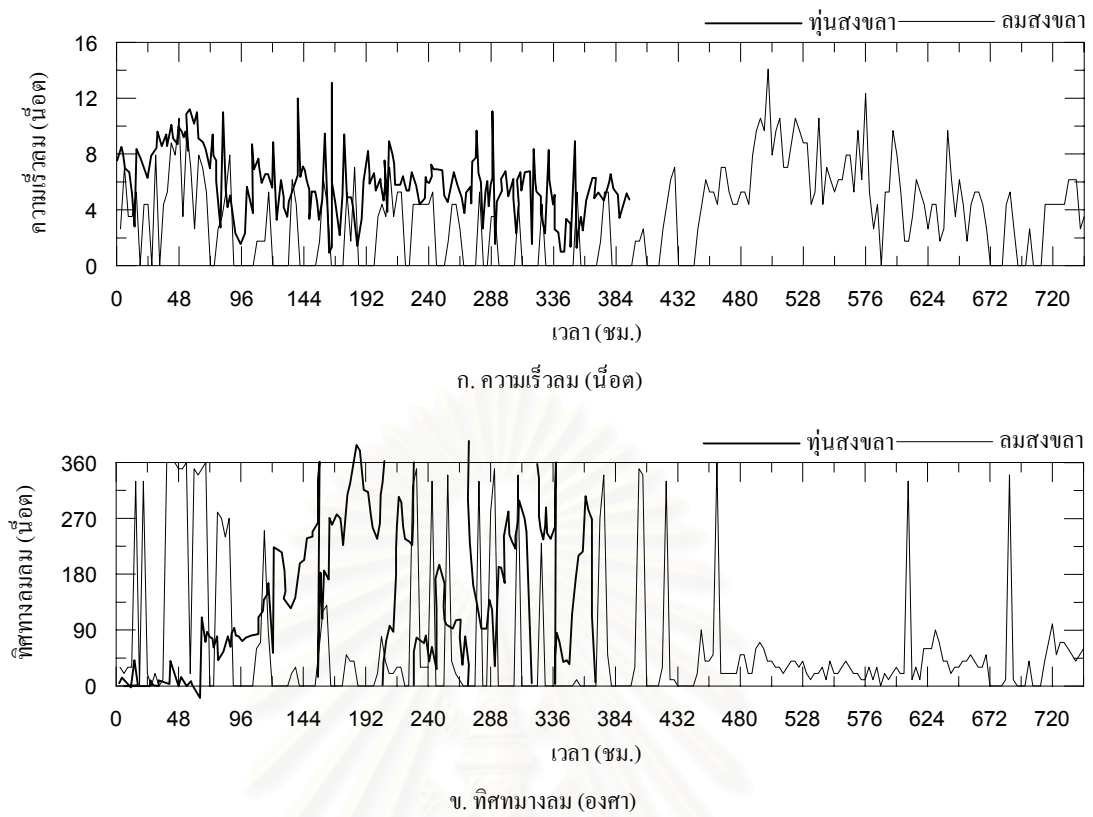




รูป ข.2-7 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับ ทูนสงขลา เดือน ต.ค. พ.ศ. 2542

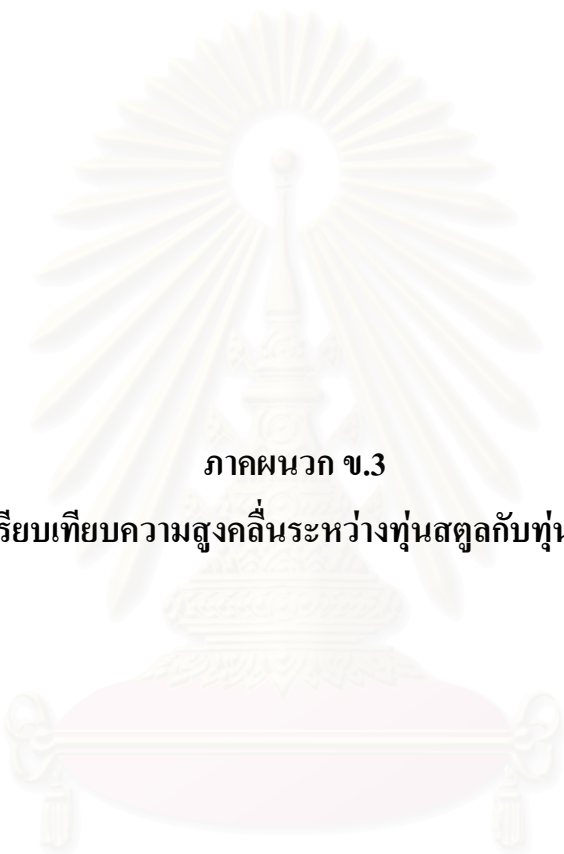


รูป ข.2-8 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับ ทูนสงขลา เดือน พ.ย. พ.ศ. 2542



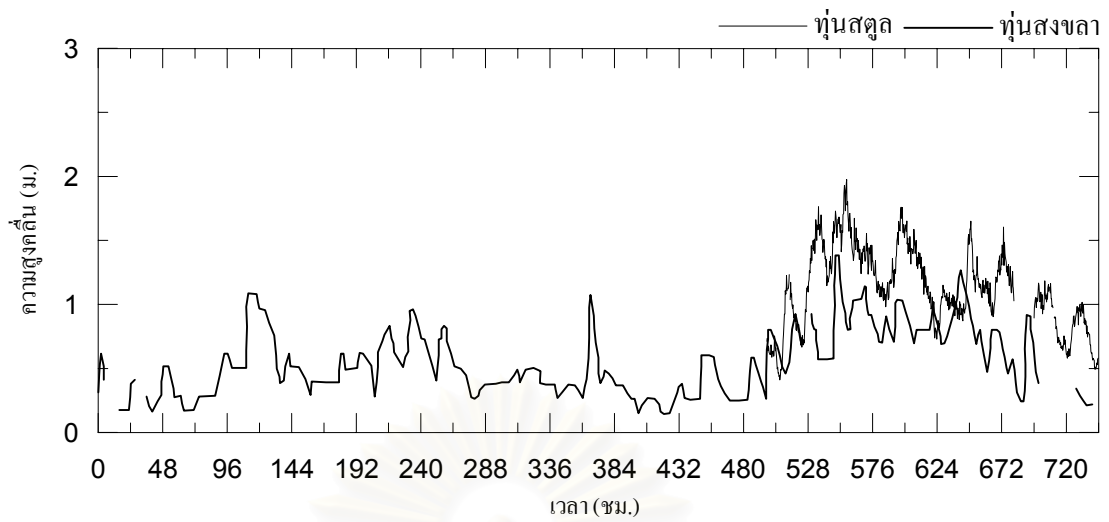
รูป ข.2-9 เปรียบเทียบข้อมูลลมระหว่างลม จ. สงขลา กับ ทุ่นสงขลา เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2542

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

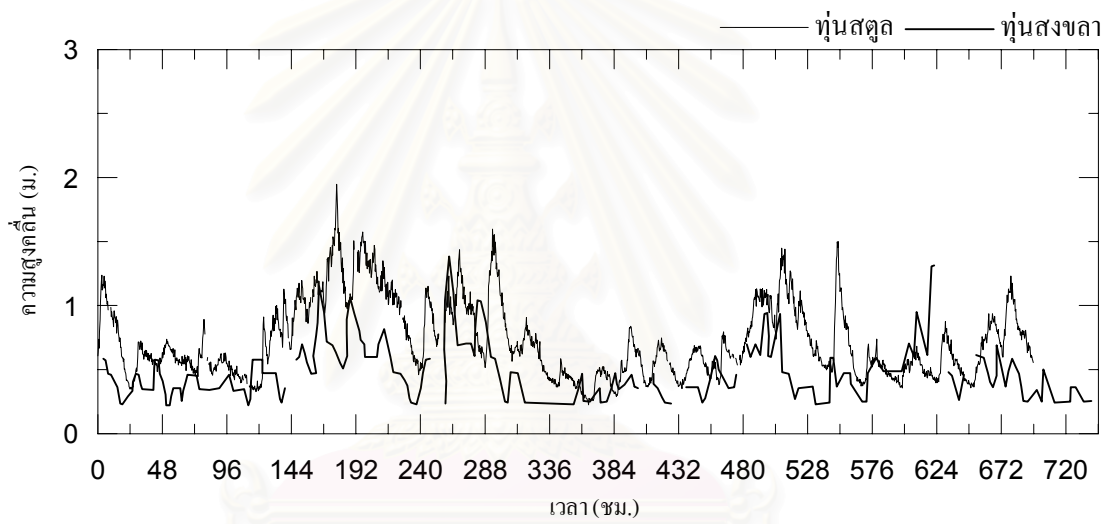


ภาคผนวก ข.3  
รูปเปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทุ่นสตูลกับทุ่นสงขลา

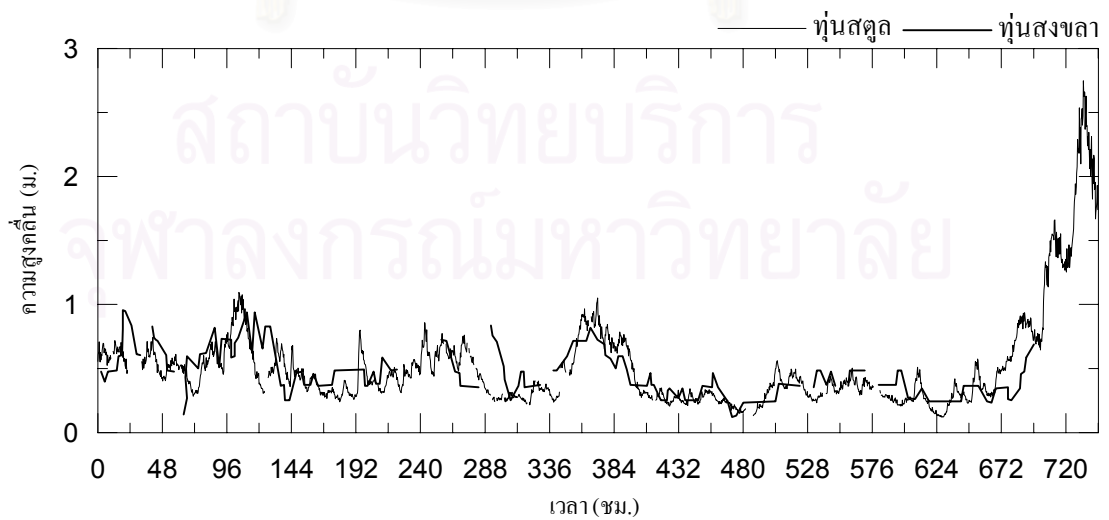
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



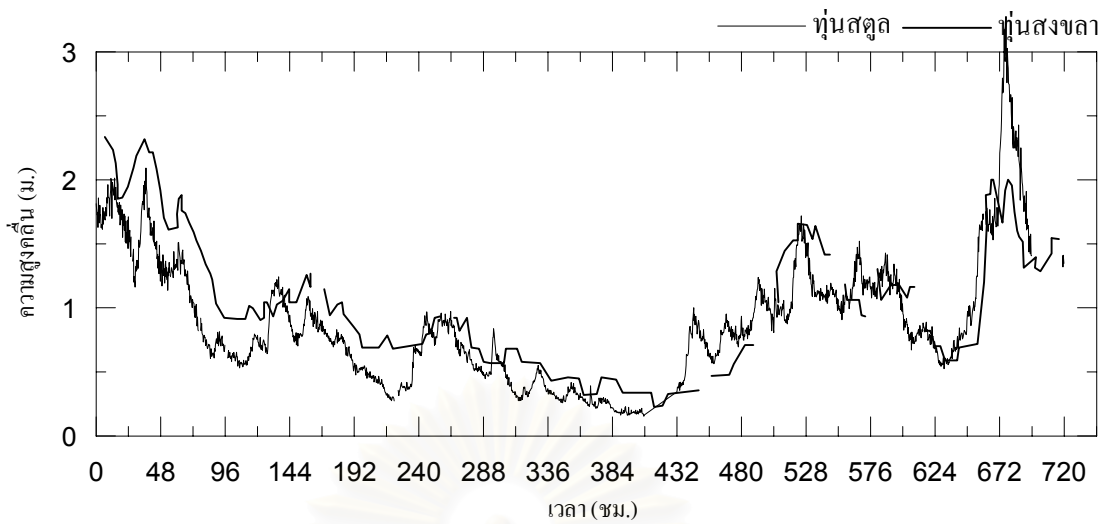
รูป ข.3-1 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน ก.ค. พ.ศ. 2536



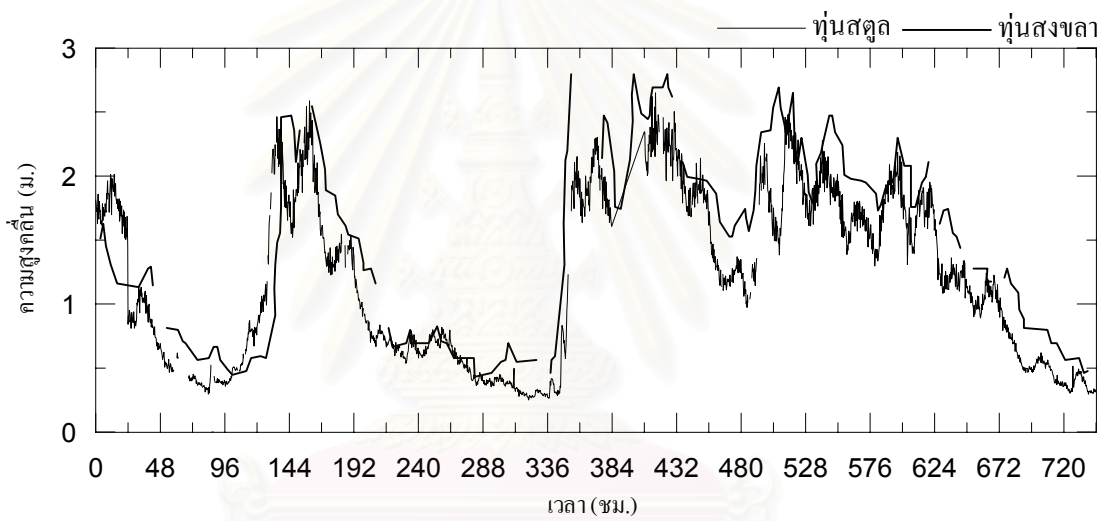
รูป ข.3-2 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน ส.ค. พ.ศ. 2536



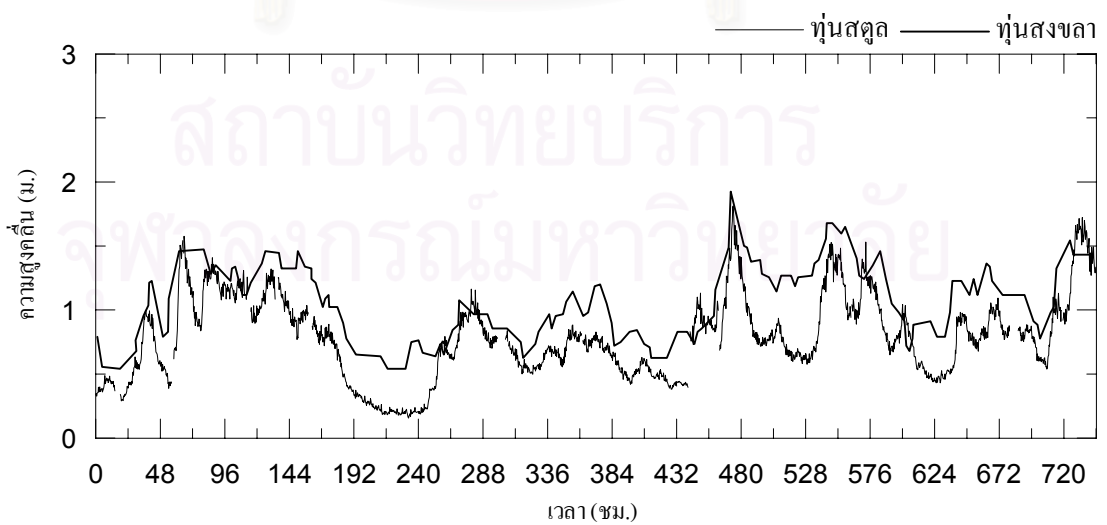
รูป ข.3-3 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน ต.ค. พ.ศ. 2536



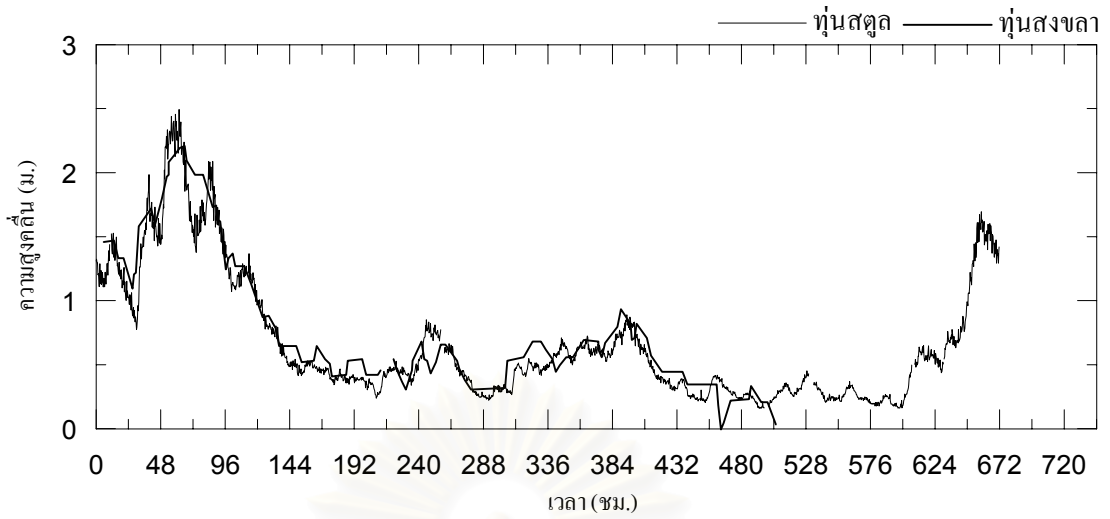
รูป ข.3-4 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน พ.ย. พ.ศ. 2536



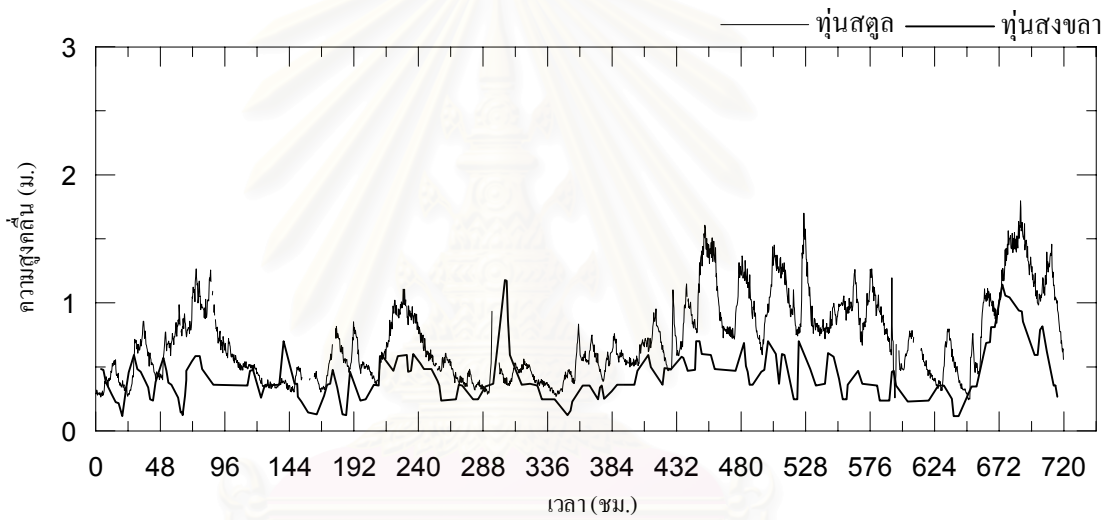
รูป ข.3-5 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2536



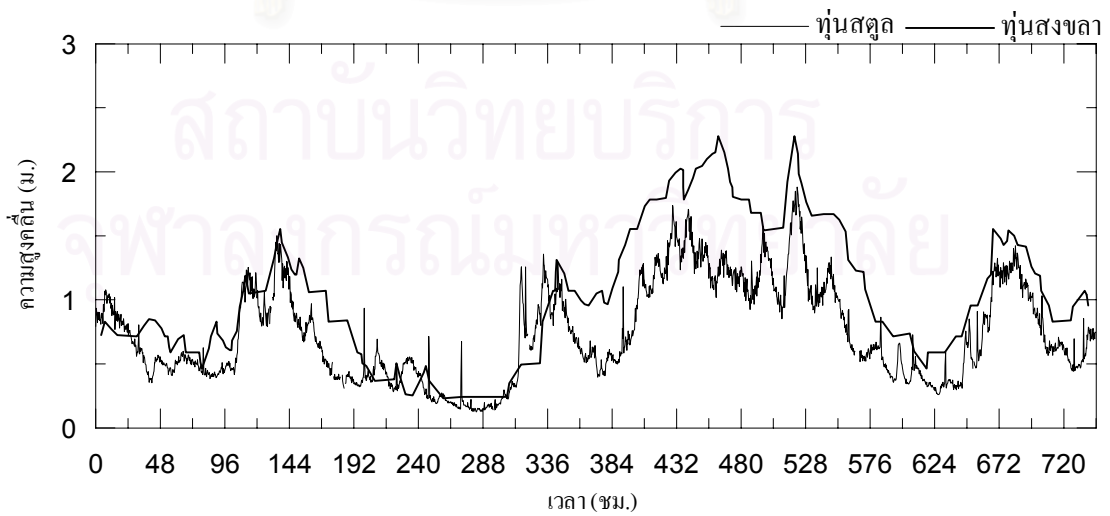
รูป ข.3-6 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน ม.ค. พ.ศ. 2537



รูป ข.3-7 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน ก.พ. พ.ศ. 2537



รูป ข.3-8 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2537



รูป ข.3-9 เปรียบเทียบความสูงคลื่นระหว่างทูนสตูลกับทูนสงขลา เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2537





ภาคผนวก ก  
การทำนายคลื่นจากข้อมูลลม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ค.

### การทำนายคลื่นจากข้อมูลลม

เนื่องจากข้อมูลการสำรวจคลื่นบริเวณ จ.สงขลา มีระยะเวลาเพียง 3 ปี อีกทั้งยังขาดการสำรวจทิศทางและการเคลื่อนที่ของคลื่นอีกด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยการทำนายคลื่นจากข้อมูลลม เพื่อหาขนาดและทิศทางคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา โดยทดสอบการทำนายคลื่นจากลมด้วยข้อมูลจากหุ่นวัดสตูล ซึ่งเป็นสถานีที่มีข้อมูลสมบูรณ์และอยู่สถานีวัดลมอยู่กลางทะเลตามหลักการของการทำนายคลื่น ดังนี้

#### ค.1 การจัดการข้อมูลลม

จากข้อมูลสำรวจลมของหุ่นสตูล ซึ่งทำการวัดทุกช่วง 20 นาที เป็นช่วงเวลา (duration) ที่ค่อนข้างถี่ เป็นข้อมูลจำนวนมาก ดังนั้นจึงเปลี่ยนช่วงเวลามาเป็นทุกๆ 3 ชม. เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลการวัดลมของกรมอุตุนิยมวิทยา จ. สงขลา โดยหาค่าเฉลี่ยความเร็วลมทุกๆ 3 ชั่วโมง หรือในทุกๆ 9 ชุดข้อมูลของข้อมูลลมหุ่นสตูล ส่วนในด้านทิศทางลม ปรับเปลี่ยนทิศทางต่างให้อยู่ในรูปแบบของทิศทางหลักทั้ง 16 ทิศ และเลือกทิศทางหลักที่เกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงนั้นๆเป็นตัวแทนทิศทางลมพัดที่ใช้ในการทำนาย จากนั้นจึงเปลี่ยนแปลงความเร็วลมที่ระดับ 31 ม. เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางให้มาอยู่ที่ระดับความสูง 10 ม. ตามหลักการของทฤษฎี JONSWAP โดยใช้สมการการกระจายลม (wind profile) ของ Pierson (1964) มีรูปแบบดังต่อไปนี้

$$u(10) = u(y) \left( \frac{10}{y} \right)^{1/7} \quad (\text{ค-1})$$

เมื่อ	$U(y)$	คือ ความเร็วลมที่ระดับความสูง $y$ ม.
	$U(10)$	คือ ความเร็วลมที่ระดับความสูง 10 ม.
	$y$	คือ ระดับความสูงของมาตรวัดลมเหนือระดับน้ำทะเล

## ค.2 ความยาวเฟทซ์

สำหรับความยาวเฟทซ์ของสถานีวิทยุโนแคล เนื่องจากตำแหน่งสถานีวัดอยู่กลางอ่าวไทย จึงไม่มีทิศทางที่อัปคลื่น ความยาวเฟทซ์ประสิทธิภาพในทุกทิศทางมีค่าอยู่ระหว่าง 120-350 กม. ดังแสดงในตาราง ค-1

ตาราง ค-1 ความยาวเฟทซ์และความยาวเฟทซ์ประสิทธิภาพทิศทางต่างของสถานีวัดลมยูโนแคล

ทิศทาง (องศาจากทิศ เหนือ)	ควายาว เฟทซ์จริง (กม.)	เฟทซ์ประ สิทธิภาพ (กม.)	ทิศทาง (องศาจากทิศ เหนือ)	ควายาว เฟทซ์จริง (กม.)	เฟทซ์ประ สิทธิภาพ (กม.)	ทิศทาง (องศาจาก ทิศเหนือ)	ควายาว เฟทซ์จริง (กม.)	เฟทซ์ประ สิทธิภาพ (กม.)
5	238	224	125	451	354	245	108	123
10	228	223	130	451	353	250	108	124
15	218	220	135	451	351	255	106	125
20	211	218	140	451	348	260	106	128
25	211	214	145	451	344	265	106	131
30	199	209	150	451	338	270	108	135
35	192	204	155	316	321	275	151	140
40	176	199	160	262	303	280	158	145
45	165	197	165	221	285	285	163	151
50	181	195	170	205	267	290	167	158
55	190	194	175	176	248	295	174	166
60	176	203	180	167	229	300	172	176
65	185	214	185	169	211	305	172	186
70	187	225	190	172	193	310	172	193
75	192	238	195	167	176	315	185	200
80	196	252	200	159	159	320	194	207
85	199	267	205	148	149	325	201	212
90	192	282	210	135	141	330	217	216
95	194	299	215	124	135	335	235	219
100	214	314	220	115	130	340	275	222
105	451	330	225	106	126	345	300	224
110	451	340	230	104	124	350	298	225
115	451	347	235	99	123	355	237	225
120	451	351	240	106	123	360	230	225

### ค.3 การทำนายคลื่นโดยวิธี JONSWAP Method

สมการที่ใช้คำนวณค่าความสูงคลื่นและคาบคลื่นนัยสำคัญ แสดงได้ดังนี้

$$\frac{gH_{1/3}}{U_A^2} = 1.6 \times 10^{-3} \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \quad (\text{ค.2})$$

$$\frac{gT_m}{U_A} = 2.857 \times 10^{-1} \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \quad (\text{ค.3})$$

$$\frac{gt}{U_A} = 6.88 \times 10^{-1} \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{2/3} \quad (\text{ค.4})$$

เมื่อ	$H_{1/3}$	คือ ความสูงคลื่นนัยสำคัญ มีหน่วยเมตร
	$T_m$	คือ คาบเวลาคลื่นสูงสุดของคลื่นสเปกตรัม มีหน่วยวินาที
	$U_A$	คือ Wind-Stress Factor ที่ถูกปรับแก้แล้ว มีหน่วย เมตร/วินาที
	$t$	คือ ระยะเวลาที่เกิดลม มีหน่วยชั่วโมง
	$F$	คือ ความยาวเฟทซ์ มีหน่วยกิโลเมตร

ในขณะที่การก่อตัวของคลื่นลูกหนึ่งไปยังอีกลูก Shore Protection Manual (1988) ได้เสนอให้มีการถ่ายเทพลังงานจากคลื่นลูกก่อนสู่คลื่นลูกหลังด้วย โดยให้พลังงานที่เกิดขึ้นมีค่าคงที่ เรียกว่า เส้นพลังงานที่เท่ากัน (Equi-Energy Line) สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$H^2 T^2 = 2.317 \times 10^{-7} \frac{U_A^6}{g^4} \left( \frac{gF_2}{U_A^2} \right)^{5/3} \quad (\text{ค.5})$$

แก้สมการได้เป็นระยะเวลาลมพัดที่ผ่านมาและนำไปบวกกับระยะเวลาลมพัดที่เกิดขึ้น จะได้ระยะเวลาลมพัดจริง และนำไปคำนวณความสูงคลื่นต่อไป

จากการศึกษาของ Hasselamm และคณะ พบว่าการเกิดคลื่นในลักษณะก่อตัวเต็มที่สามารถตรวจสอบได้ด้วย

$$t_{FAS} = 1.6U_A \quad (\text{ค.6})$$

$$t_{min} = 0.893 \left( \frac{F^2}{U_A} \right)^{1/3} \quad (\text{ค.7})$$

$$F_{FAS} = 2.34U_A^2 \quad (\text{ค.8})$$

เมื่อ	$t_{FAS}$	คือ ระยะเวลาเกิดลมน้อยที่สุด ที่คลื่นก่อตัวใน FAS มีหน่วยเป็น ชั่วโมง
	$t_{min}$	คือ ระยะเวลาเกิดลมน้อยที่สุด ที่ทำให้เกิดคลื่น มีหน่วยเป็น ชั่วโมง
	$F_{FAS}$	คือ ความยาวเฟทซ์น้อยที่สุด ที่คลื่นก่อตัวใน FAS มีหน่วยเป็น ชั่วโมง
	$U_A$	คือ ความเร็วลม (Wind-Stress Factor) ที่ระดับความสูง 10 ม. จากระดับน้ำทะเล มีหน่วย เมตร/วินาที

ความสูงและคาบคลื่นนัยสำคัญเมื่อคลื่นก่อตัวเต็มที่สามารรถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$H_{1/3} = 2.482 \times 10^{-2} U_A^2 \quad (\text{ค-9})$$

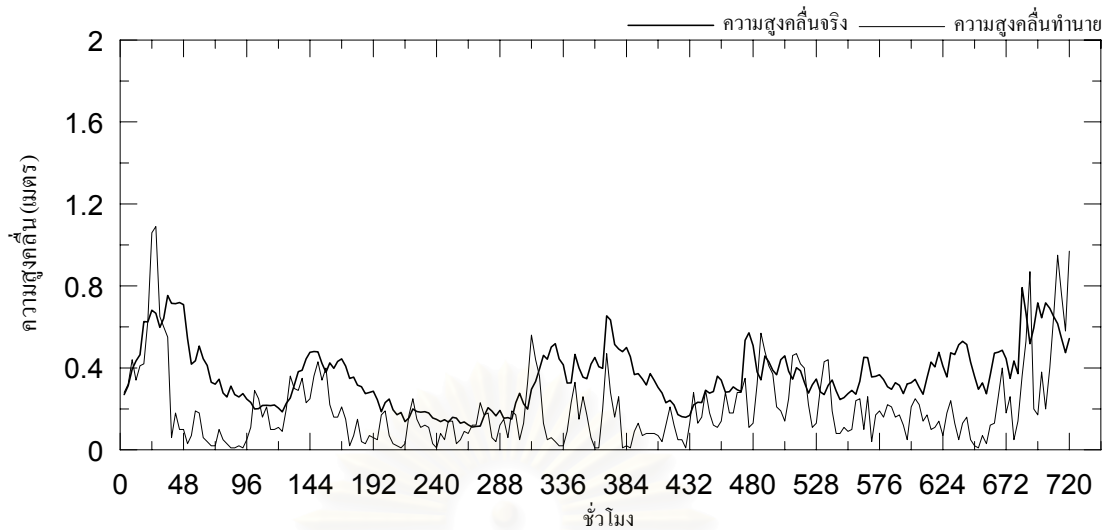
$$T_m = 8.30 \times 10^{-1} U_A \quad (\text{ค-10})$$

$$t = 7.296 \times 10^3 U_A \quad (\text{ค-11})$$

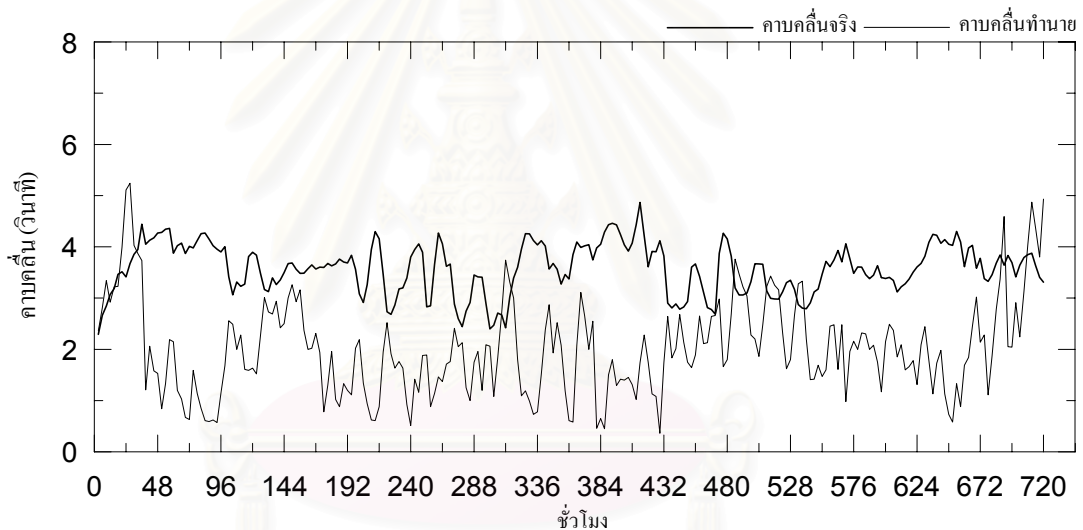
การทำนายคลื่นด้วยวิธี JONSWAP Method มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.) อ่านข้อมูลลม ความเร็วลม ทิศทาง และระยะเวลาที่เกิดลม
- 2.) อ่านระยะเฟทซ์ประสิทธิผล
- 3.) ปรับแก้ความเร็วลมให้อยู่ที่ระดับ 10 ม.จากระดับน้ำทะเล
- 4.) คำนวณค่า  $t_{FAS}$ ,  $t_{min}$  และ  $F_{FAS}$
- 5.) ตรวจสอบลักษณะการเกิดของคลื่นว่าเป็นแบบใด
- 6.) คำนวณความสูงและคาบคลื่นนัยสำคัญ
- 7.) คำนวณการถ่ายเทพลังงานของคลื่น
- 8.) ทำซ้ำขั้นตอน 1-7 อีกครั้งจนกว่าจะหมดชุดข้อมูล

ในการทำนายคลื่นในครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดย สุพจน์ (2534) ชื่อแบบจำลอง WIND-WAVE ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับพื้นที่อ่าวไทยตอนล่างที่อ้างอิงรูปแบบข้อมูลลมจากกรมอุตุฯ วิทยา ผลการทำนายคลื่นราย 3 ชม. โดยใช้ข้อมูลลมจากทุ่นสตูด ดังตัวอย่างการทำนายคลื่นในเดือนเมษายน พ.ศ. 2544 รูปค-1 และ ค-2 เป็นดังต่อไปนี้



รูป ก-1 เปรียบเทียบผลการจำลองความสูงคลื่นที่ทูนยูโนแคล เดือน เมษายน 2544



รูป ก-2 เปรียบเทียบผลการจำลองคาบคลื่นที่ทูนยูโนแคล เดือน เมษายน 2544

- 1.) ความสูงและคาบคลื่นนัยสำคัญที่ได้ มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เพียงแต่เขียนอยู่ในคนละมาตราส่วน โดยขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วลมเป็นหลัก
- 2.) การเปลี่ยนแปลงขนาดและคาบคลื่นเป็นไปอย่างรวดเร็วตามการเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางลมพัด
- 3.) ที่ความเร็วลมน้อยๆ ขนาดและคาบคลื่นที่ทำนายมีค่าต่ำกว่าคลื่นจริงมาก
- 4.) จากผลการคำนวณพบว่าระยะเวลาลมพัดและความยาวเฟทซ์ประสิทธิผล มีอิทธิพลไม่มากนัก คลื่นที่ทำนายได้ส่วนใหญ่ เป็นคลื่นที่ก่อตัวเต็มที่ตามเงื่อนไขของวิธี JONSWAP Method



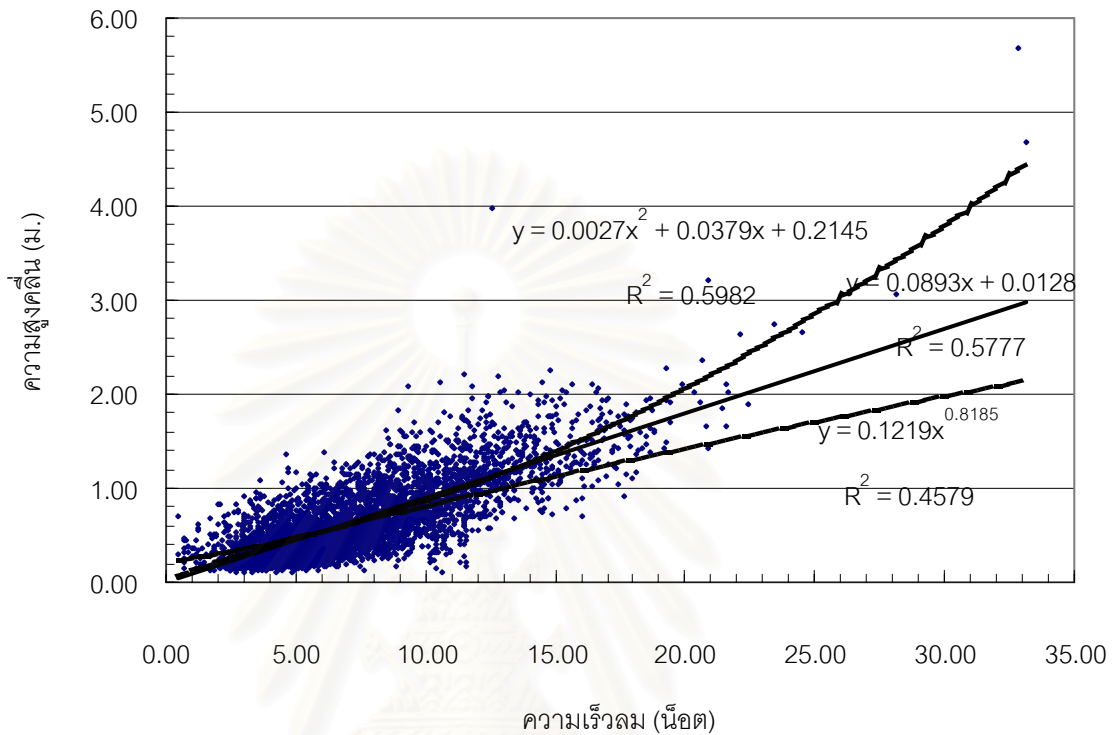
จากการทำนายคลื่นด้วยข้อมูลลม ปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือความเร็วลม ดังนั้นเพื่อแสดงภาพความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความสูงคลื่นให้ชัดเจน จึงหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความสูงคลื่น 3 แบบดังนี้

- 1.) ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นจริง โดยแบ่งความเร็วลมออกเป็นช่วงละ 1 นี้อุต และหาค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นในแต่ละช่วงได้ดังตาราง

ตาราง ค-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับค่าเฉลี่ยความสูงคลื่นจริง

ความเร็วลม (นี้อุต)	ความสูงคลื่นเฉลี่ย (ม.)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ม.)	คลื่นสูงสุด (ม.)	คลื่นต่ำสุด (ม.)
1	0.32	0.13	0.14	0.61
2	0.35	0.18	0.12	0.83
3	0.37	0.19	0.11	0.96
4	0.41	0.19	0.11	1.10
5	0.47	0.21	0.11	1.37
6	0.51	0.22	0.12	1.38
7	0.60	0.24	0.16	1.27
8	0.68	0.26	0.13	1.62
9	0.78	0.31	0.17	2.09
10	0.87	0.29	0.15	1.71
11	0.97	0.34	0.11	2.21
12	1.11	0.35	0.17	2.08
13	1.24	0.39	0.68	3.99
14	1.35	0.29	0.75	2.12
15	1.42	0.36	0.73	2.25
16	1.40	0.30	0.69	2.11
17	1.56	0.27	1.04	2.06
18	1.54	0.27	0.92	1.93
19	1.70	0.25	1.39	2.28
20	2.07	0.64	1.43	3.21
21	2.06	0.36	1.65	2.64

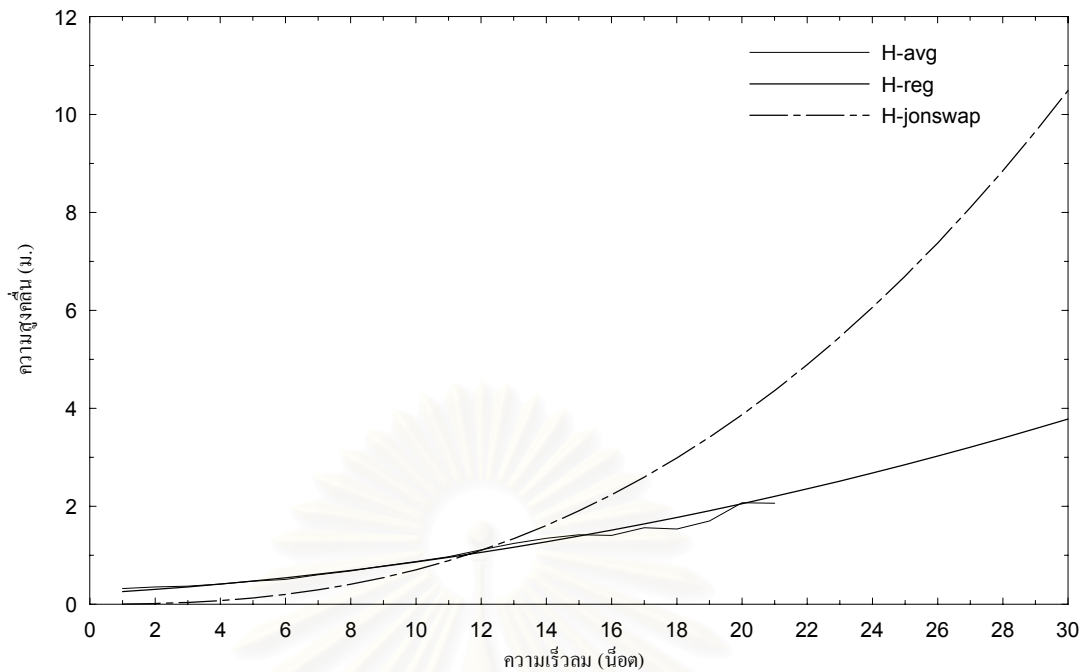
- 2.) หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมกับความสูงคลื่นโดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงถดถอย 3 รูปแบบ ดังรูป ค-4 พบว่าความสัมพันธ์ในรูปแบบ  $y = 0.0027x^2 + 0.0379x + 0.2145$  ดีที่สุด มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.5982



รูป ค-4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงถดถอย

- 3.) กำหนดให้ลักษณะคลื่นที่ทำนายเป็นคลื่นก่อตัวเต็มที่ เพื่อตัดอิทธิพลของระยะเวลาลมพัดและความยาวเฟซประสิทธิผล และเป็นคลื่นที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถเกิดขึ้นได้ ความสูงและคาบคลื่นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ ค-9 และ ค-10 นำมาเขียนกราฟระหว่างความเร็วลมกับความสูงคลื่น

ผลการเปรียบเทียบความสูงคลื่นและลมทั้ง 3 รูปแบบ ดังรูป ค-5 แสดงให้เห็นว่าความสูงคลื่นที่ทำนายด้วยวิธี JONSWAP Method ให้ผลการทำนายที่ใกล้เคียงกับข้อมูลคลื่นเฉลี่ยได้ดีในช่วงความเร็วลมระหว่าง 8-14 นี้อต และจาก Shore Protection Manual มีความเร็วขั้นต่ำที่ใช้ในการทำนายคลื่นที่ 5 นี้อต ดังนั้นช่วงการใช้งานจึงอยู่ระหว่าง 5-14 นี้อต และการทำนายคลื่นจากลมนี้ไม่สามารถทำนายคลื่นที่มีแหล่งกำเนิดจากที่อื่นได้



รูป ค-5 ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงคลื่นกับความเร็วลมทึนยูโนเคล รูปแบบต่างๆ

จากผลการทดสอบข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการทำนายคลื่น ด้วยวิธี JONSWAP Method มีข้อจำกัดเมื่อนำมาทำนายคลื่นเป็นช่วงเวลาต่อเนื่องกันไป ทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของความเร็วลมและทิศทางลมพัด อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไม่มีข้อมูลการวัดคลื่นจริง การนำการทำนายคลื่น ด้วยวิธี JONSWAP Method ยังมีความจำเป็นซึ่งควรที่จะทำนายเพื่อหาคลื่นตัวแทนในช่วงเวลานั้นๆ เช่น รายสัปดาห์ หรือรายเดือน เป็นต้น เพื่อตัดผลกระทบของความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยใช้ความเร็วลมและทิศทางเฉลี่ยในช่วงนั้นๆแทน



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเพิ่มข้อมูลแบบจำลอง GENESIS

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ง.

## ตัวอย่างเพิ่มข้อมูลแบบจำลอง GENESIS

## ง.1 เพิ่มข้อมูลนำเข้า START

```

*****
* INPUT FILE START.DAT TO GENESIS VERSION 3.0 *
*****
A----- MODEL SETUP -----A
A.1 RUN TITLE
SONGKHAL JETTY
A.2 INPUT UNITS (METERS=1; FEET=2): I CONV
1
A.3 TOTAL NUMBER OF CALCULATION CELLS AND CELL LENGTH: NN, DX
73 50
A.4 GRID CELL NUMBER WHERE SIMULATION STARTS AND NUMBER OF CALCULATION
CELLS (N = -1 MEANS N = NN): ISSTART, N
1 -1
A.5 VALUE OF TIME STEP IN HOURS: DT
12
A.6 DATE WHEN SHORELINE SIMULATION STARTS
(DATE FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501): SIMDATS
19930801
A.7 DATE WHEN SHORELINE SIMULATION ENDS OR TOTAL NUMBER OF TIME STEPS
(DATE FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501): SIMDATE
19960731
A.8 NUMBER OF INTERMEDIATE PRINT-OUTS WANTED: NOUT
0
A.9 DATES OR TIME STEPS OF INTERMEDIATE PRINT-OUTS
(DATE FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501, NOUT VALUES): TOUT(I)
A.10 NUMBER OF CALCULATION CELLS IN OFFSHORE CONTOUR SMOOTHING WINDOW
(I SMOOTH = 0 MEANS NO SMOOTHING, I SMOOTH = N MEANS STRAIGHT LINE.
RECOMMENDED DEFAULT VALUE = 11): I SMOOTH
11
A.11 REPEATED WARNING MESSAGES (YES=1; NO=0): IRWM
1
A.12 LONGSHORE SAND TRANSPORT CALIBRATION COEFFICIENTS: K1, K2
0.5 .1
A.13 PRINT-OUT OF TIME STEP NUMBERS? (YES=1, NO=0): I PRINT
1
B----- WAVES -----B
B.1 WAVE HEIGHT CHANGE FACTOR. WAVE ANGLE CHANGE FACTOR AND AMOUNT (DEG)
(NO CHANGE: HCNGF=1, ZCNGF=1, ZCNGA=0): HCNGF, ZCNGF, ZCNGA
1 1 0
B.2 DEPTH OF OFFSHORE WAVE INPUT: DZ
20.
B.3 IS AN EXTERNAL WAVE MODEL BEING USED (YES=1; NO=0): NWD
0
B.4 COMMENT: IF AN EXTERNAL WAVE MODEL IS NOT BEING USED, CONTINUE TO B. 9
B.5 NUMBER OF SHORELINE CALCULATION CELLS PER WAVE MODEL ELEMENT: ISPW
B.6 NUMBER OF HEIGHT BANDS USED IN THE EXTERNAL WAVE MODEL TRANSFORMATIONS
(MINIMUM IS 1, MAXIMUM IS 9): NBANDS
B.7 COMMENT: IF ONLY ONE HEIGHT BAND WAS USED CONTINUE TO B. 9
B.8 MINIMUM WAVE HEIGHT AND BAND WIDTH OF HEIGHT BANDS: HBMIN, HBWIDTH
B.9 VALUE OF TIME STEP IN WAVE DATA FILE IN HOURS (MUST BE AN EVEN MULTIPLE
OF, OR EQUAL TO DT): DTW
12
B.10 NUMBER OF WAVE COMPONENTS PER TIME STEP: NWAVES
1
B.11 DATE WHEN WAVE FILE STARTS (FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501): WDATS
19930801
C----- BEACH -----C
C.1 EFFECTIVE GRAIN SIZE DIAMETER IN MILLI METERS: D50
0.2
C.2 AVERAGE BERM HEIGHT FROM MEAN WATER LEVEL: ABH
2
C.3 CLOSURE DEPTH: DCLOS
7
C.4 ANY OPEN BOUNDARY? (NO=0, YES=1): IOB
1
C.5 COMMENT: IF NO OPEN BOUNDARY, CONTINUE TO D.

```

C. 6 TIME BASE IN BOUNDARY MOVEMENT SPECIFICATION(S)?  
(SIMULATION PERIOD = 1, DAY = 2, TIME STEP = 3): ITB  
1

C. 7 OPEN BOUNDARY ON LEFT-HAND SIDE? (NO=0, YES=1): IOB1  
0

C. 8 COMMENT: IF A GROIN ON LEFT-HAND BOUNDARY, CONTINUE TO C. 10

C. 9 BOUNDARY MOVEMENT PER TIME BASE ON LEFT-HAND BOUNDARY, IN SYSTEM OF  
UNITS SPECIFIED IN A. 2 (PINNED BEACH => YC1 = 0): YC1  
0

C. 10 OPEN BOUNDARY ON RIGHT-HAND SIDE? (NO=0, YES=1): IOBN  
1

C. 11 COMMENT: IF A GROIN ON RIGHT-HAND BOUNDARY, CONTINUE TO D.

C. 12 BOUNDARY MOVEMENT PER TIME BASE ON LEFT-HAND BOUNDARY, IN SYSTEM OF  
UNITS SPECIFIED IN A. 2 (PINNED BEACH => YCN = 0): YCN  
0

D-----D  
D. 1 ANY NON-DIFFRACTING GROINS? (NO=0, YES=1): INDG  
0

D. 2 COMMENT: IF NO NON-DIFFRACTING GROINS, CONTINUE TO E.

D. 3 NUMBER OF NON-DIFFRACTING GROINS: NNDG

D. 4 GRID CELL NUMBERS OF NON-DIFFRACTING GROINS (NNDG VALUES): IXNDG(I)

D. 5 LENGTHS OF NON-DIFFRACTING GROINS FROM X-AXIS (NNDG VALUES): YNDG(I)

E-----E  
E. 1 ANY DIFFRACTING GROINS OR JETTIES? (NO=0, YES=1): IDG  
1

E. 2 COMMENT: IF NO DIFFRACTING GROINS, CONTINUE TO F.

E. 3 NUMBER OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES: NDG  
1

E. 4 GRID CELL NUMBERS OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES (NDG VALUES): IXDG(I)  
1

E. 5 LENGTHS OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES FROM X-AXIS (NDG VALUES): YDG(I)  
1400

E. 6 DEPTHS AT SEAWARD END OF DIFFRACTING GROINS/JETTIES(NDG VALUES): DDG(I)  
3

F-----F  
F. 1 COMMENT: IF NO GROINS OR JETTIES, CONTINUE TO G.

F. 2 PERMEABILITIES OF ALL GROINS AND JETTIES (NNDG+NDG VALUES): PERM(I)  
0

F. 3 IF GROIN OR JETTY ON LEFT-HAND BOUNDARY, DISTANCE FROM SHORELINE  
OUTSIDE GRID TO SEAWARD END OF GROIN OR JETTY: YG1  
600

F. 4 IF GROIN OR JETTY ON RIGHT-HAND BOUNDARY, DISTANCE FROM SHORELINE  
OUTSIDE GRID TO SEAWARD END OF GROIN OR JETTY: YGN

G-----G  
G. 1 ANY DETACHED BREAKWATERS? (NO=0, YES=1): IDB  
1

G. 2 COMMENT: IF NO DETACHED BREAKWATERS, CONTINUE TO H.

G. 3 NUMBER OF DETACHED BREAKWATERS: NDB  
1

G. 4 ANY DETACHED BREAKWATER ACROSS LEFT-HAND CALCULATION BOUNDARY  
(NO=0, YES=1): IDB1  
0

G. 5 ANY DETACHED BREAKWATER ACROSS RIGHT-HAND CALCULATION BOUNDARY  
(NO=0, YES=1): IDBN  
0

G. 6 GRID CELL NUMBERS OF TIPS OF DETACHED BREAKWATERS  
(2 \* NDB - (IDB1+IDBN) VALUES): IXDB(I)  
10 26

G. 7 DISTANCES FROM X-AXIS TO TIPS OF DETACHED BREAKWATERS  
(1 VALUE FOR EACH TIP SPECIFIED IN G. 6): YDB(I)  
2600. 2600.

G. 8 DEPTHS AT DETACHED BREAKWATER TIPS (1 VALUE FOR EACH TIP  
SPECIFIED IN G. 6): DDB(I)  
6. 6.

G. 9 TRANSMISSION COEFFICIENTS FOR DETACHED BREAKWATERS (NDB VALUES): TRANDB(I)  
0. 0

H-----H  
H. 1 ANY SEAWALL ALONG THE SIMULATED SHORELINE? (YES=1; NO=0): ISW  
0

H. 2 COMMENT: IF NO SEAWALL, CONTINUE TO I.

H. 3 GRID CELL NUMBERS OF START AND END OF SEAWALL (ISWEND = -1 MEANS  
ISWEND = N): ISWBEG, ISWEND

I-----I  
I. 1 ANY BEACH FILLS DURING SIMULATION PERIOD? (NO=0, YES=1): IBF  
0

I. 2 COMMENT: IF NO BEACH FILLS, CONTINUE TO K.

I. 3 NUMBER OF BEACH FILLS DURING SIMULATION PERIOD: NBF

I. 4 DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE FILLS START  
(DATE FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501, NBF VALUES): BFDATS(I)

I. 5 DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE FILLS END



(DATE FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501, NBF VALUES): BFDATE(I)

I. 6 GRID CELL NUMBERS OF START OF RESPECTIVE FILLS (NBF VALUES): IBFS(I)

I. 7 GRID CELL NUMBERS OF END OF RESPECTIVE FILLS (NBF VALUES): IBFE(I)

I. 8 ADDED BERM WIDTHS AFTER ADJUSTMENT TO EQUILIBRIUM CONDITIONS  
(NBF VALUES): YADD(I)

J----- BYPASSING -----J

J. 1 ANY BYPASSING OPERATIONS DURING SIMULATION PERIOD? (NO=0, YES=1): IBP  
0

J. 2 COMMENT: IF NO BYPASSING OPERATIONS, CONTINUE TO K.

J. 3 READ BYPASSING RATES FROM A FILE OR SPECIFY BELOW?  
(FILE=1, BELOW=2): IBPF  
2

J. 4 COMMENT: IF BYPASSING OPERATIONS ARE SPECIFIED BELOW, CONTINUE TO J. 8  
-- BYPASSING OPERATIONS SPECIFIED IN SEPARATE DATA FILE --

J. 5 DATE OR TIME STEP WHEN BYPASS DATA FILE STARTS AND ENDS, RESPECTIVELY  
(FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501): QQDATS QQDATE  
0 0

J. 6 CELL NOS. WHERE BYPASS FILE STARTS AND ENDS, RESPECTIVELY: IQQS, IQQE  
0 0

J. 7 COMMENT: END OF BYPASS DATA FILE SECTION. CONTINUE TO K.  
-- BYPASSING OPERATIONS SPECIFIED IN THIS FILE --

J. 8 NUMBER OF BYPASSING OPERATIONS DURING SIMULATION PERIOD: NBP  
1

J. 9 DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE OPERATIONS START  
(DATE FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501, NBP VALUES): BPDATS(I)  
19820601

J. 10 DATES OR TIME STEPS WHEN THE RESPECTIVE OPERATIONS END  
(DATE FORMAT YYYYMMDD: 1 MAY 1992 = 19920501, NBP VALUES): BPDATE(I)  
19820630

J. 11 GRID CELL NUMBERS OF START OF RESPECTIVE OPERATIONS (NBP VALUES): IBPS(I)  
64

J. 12 GRID CELL NUMBERS OF END OF RESPECTIVE OPERATIONS (NBP VALUES): IBPE(I)  
68

J. 13 BYPASSING RATES AS TOTAL AVERAGE VOLUME PER HOUR (CY/HR OR M3/HR,  
ACCORDING TO UNITS GIVEN IN A. 2) FOR RESPECTIVE OPERATIONS  
(NBP VALUES): QBP(I)  
-138. 89

K----- COMMENTS -----K

- \* ALL COORDINATES MUST BE GIVEN IN THE "TOTAL" GRID SYSTEM
- \* ONE VALUE FOR EACH STRUCTURE, TIP ETC. ESPECIALLY IMPORTANT FOR COMBINED STRUCTURES, E. G., TWO DBW'S WHERE THE LOCATION WHERE THEY MEET HAS TO BE TREATED AS TWO TIPS.
- \* ANY GROIN CONNECTED TO A DETACHED BREAKWATER MUST BE REGARDED AS DIFFRACTING
- \* CONNECTED STRUCTURES MUST BE GIVEN THE SAME Y AND D VALUES WHERE THEY CONNECT
- \* IF DOING REAL CASES, THE WAVE.DAT FILE MUST CONTAIN FULL YEARS DATA
- \* DATA FOR START OF BEACH FILL IN SPACE AND TIME SHOULD BE GIVEN IN INCREASING/CHRONOLOGICAL ORDER. DATA FOR END OF BEACH FILL MUST CORRESPOND TO THESE VALUES, AND NOT NECESSARILY BE IN INCREASING ORDER.
- \* DON'T CHANGE THE LABELS OF THE LINES SINCE THEY ARE USED TO IDENTIFY THE LINES BY GENESIS.

----- END -----

## ง.2 ตัวอย่างเพิ่มผลลัพธ์ OUT

RUN: SONGKHAL JETTY

### INITIAL SHORELINE POSITION (M)

843.46	859.62	865.38	843.46	809.42	788.65	779.42	770.19	744.23	706.15
681.35	665.19	658.27	646.73	622.50	594.23	561.92	531.35	500.19	477.12
459.23	443.08	425.77	416.54	407.31	385.96	365.19	350.19	334.04	324.23
317.31	316.15	317.31	320.77	325.38	337.50	359.42	391.73	447.69	531.35
593.08	645.58	698.08	745.38	778.27	818.65	858.46	915.58	980.77	991.15
992.31	981.92	959.42	952.50	945.58	945.58	927.12	901.15	882.69	868.85
857.31	850.38	842.31	835.38	826.73	819.81	808.27	801.35	792.12	781.73
769.04	761.54	752.31							

\*\*\*\*\*

### GROSS TRANSPORT VOLUME (M3/1000) FROM 19930801 TO 19940801

0	127	184	223	250	268	278	278	269	257
248	243	242	238	231	229	228	228	228	228
229	233	238	244	245	239	231	220	207	193
176	156	136	127	129	141	169	206	244	273
283	282	276	266	251	241	232	222	208	190
184	188	207	232	256	274	284	294	305	317
328	338	344	349	351	353	354	355	355	355
355	356	356	356						

### NET TRANSPORT VOLUME (M3/1000) FROM 19930801 TO 19940801

0	-52	-82	-94	-103	-116	-126	-131	-131	-133
-142	-153	-162	-164	-161	-158	-158	-160	-166	-175
-183	-188	-190	-188	-181	-169	-157	-147	-137	-129
-122	-117	-113	-112	-119	-137	-167	-205	-244	-273
-282	-282	-276	-266	-251	-238	-223	-205	-178	-136
-103	-78	-64	-61	-63	-66	-66	-72	-84	-100
-116	-132	-145	-156	-165	-171	-175	-179	-182	-183
-184	-186	-186	-186						

### TRANSPORT VOLUME TO THE LEFT (M3/1000) FROM 19930801 TO 19940801

0	-89	-133	-159	-177	-192	-202	-205	-200	-195
-195	-198	-202	-201	-196	-193	-193	-194	-197	-201
-206	-210	-214	-216	-213	-204	-194	-184	-172	-161
-149	-136	-124	-120	-124	-139	-168	-205	-244	-273
-283	-282	-276	-266	-251	-239	-227	-214	-193	-163
-144	-133	-135	-147	-159	-170	-175	-183	-195	-209
-222	-235	-245	-253	-258	-262	-265	-267	-268	-269
-269	-271	-271	-271						

### TRANSPORT VOLUME TO THE RIGHT (M3/1000) FROM 19930801 TO 19940801

0	37	50	64	73	76	75	73	69	62
52	45	39	36	35	35	35	33	30	26
22	22	24	27	32	35	36	36	35	31
27	19	11	7	4	2	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	4	8	14	26
40	54	71	85	96	104	108	111	110	108
105	102	99	96	93	91	89	87	86	85
85	85	84	84						

\*\*\*\*\*

### OUTPUT OF BREAKING WAVE STATISTICS FOR SELECTED LOCATIONS

N. B. WAVE DIFFRACTION IS NOT ACCOUNTED FOR!

GRID CELL NUMBERS

1	1	2	4	5	7	8	10	11	13
14	16	17	18	20	21	23	24	26	27
29	30	32	33	35	36	37	39	40	42
43	45	46	48	49	51	52	54	55	56
58	59	61	62	64	65	67	68	70	71

### AVERAGE UNDIFFRACTED BREAKING WAVE HEIGHTS (M).

0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32
0.31	0.30	0.27	0.25	0.19	0.19	0.21	0.22	0.23	0.23
0.23	0.23	0.22	0.21	0.19	0.21	0.24	0.27	0.28	0.29
0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

### AVERAGE UNDIFFRACTED BREAKING WAVE ANGLE TO SHORELINE (DEG)

-39.46	-39.46	-1.64	-2.73	-2.99	-3.56	-3.59	-3.23	-3.25	-3.35
-3.23	-2.89	-2.78	-2.70	-2.63	-2.64	-2.63	-2.70	-2.59	-2.57
-2.79	-3.05	-3.91	-4.63	-6.90	-7.88	-8.00	-8.12	-8.52	-8.07
-7.90	-7.50	-7.51	-7.87	-7.81	-5.46	-4.44	-3.58	-3.40	-3.33
-3.07	-3.20	-3.51	-3.69	-3.99	-4.12	-4.34	-4.47	-4.58	-4.62

### AVERAGE LONGSHORE TRANSPORT RATE BASED ON UNDIFFRACTED WAVES \*100 (M3/SEC)

0.66	0.66	-0.28	-0.46	-0.49	-0.54	-0.54	-0.50	-0.48	-0.48
-0.47	-0.43	-0.41	-0.40	-0.39	-0.38	-0.38	-0.38	-0.35	-0.33

-0.30 -0.29 -0.29 -0.31 -0.35 -0.39 -0.43 -0.52 -0.56 -0.56  
 -0.54 -0.50 -0.49 -0.45 -0.42 -0.31 -0.28 -0.26 -0.28 -0.29  
 -0.33 -0.36 -0.42 -0.46 -0.51 -0.54 -0.57 -0.58 -0.60 -0.61

LONGSHORE TRANSPORT FOR LAST TIME STEP \*100 (M3/SEC)

0.00 -0.53 -0.56 -0.66 -0.77 -0.88 -1.00 -1.10 -1.18 -1.25  
 -1.31 -1.38 -1.43 -1.47 -1.48 -1.47 -1.45 -1.43 -1.40 -1.36  
 -1.32 -1.27 -1.22 -1.17 -1.12 -1.05 -0.97 -0.87 -0.77 -0.66  
 -0.53 -0.40 -0.25 -0.12 -0.08 -0.18 -0.34 -0.45 -0.52 -0.57  
 -0.60 -0.62 -0.61 -0.59 -0.55 -0.49 -0.41 -0.31 -0.19 -0.09  
 -0.07 -0.15 -0.29 -0.42 -0.54 -0.65 -0.75 -0.84 -0.93 -1.01  
 -1.08 -1.14 -1.20 -1.25 -1.30 -1.33 -1.37 -1.40 -1.42 -1.44  
 -1.45 -1.46 -1.46 -1.46

CALCULATED FINAL SHORELINE POSITION (M)

1054.79 1017.74 981.50 946.39 912.61 879.98 848.42 817.72 787.65 758.08  
 728.97 700.31 672.04 644.05 616.28 588.69 561.28 534.05 507.02 480.28  
 453.96 428.33 403.72 380.54 359.24 340.23 324.00 311.04 301.94 297.28  
 297.65 303.78 316.79 338.19 368.24 403.42 439.64 476.80 514.90 553.71  
 592.87 632.11 671.18 709.80 747.62 784.28 819.59 853.25 884.69 912.59  
 935.28 952.00 962.94 968.99 970.81 968.96 964.03 956.46 946.71 935.24  
 922.50 908.84 894.60 880.03 865.34 850.67 836.11 821.71 807.50 793.50  
 779.67 765.96 752.31

CALCULATED SEAWARDMOST SHORELINE POSITION (M)

1056.75 1017.74 981.50 946.39 912.61 879.98 848.42 817.72 787.65 758.08  
 728.97 700.31 672.04 646.73 622.50 594.76 571.19 546.69 521.26 496.43  
 472.59 451.17 431.35 416.54 407.31 385.96 366.23 353.38 344.72 338.81  
 336.23 337.57 343.42 354.21 374.57 406.30 444.00 480.28 517.38 555.25  
 593.68 645.60 698.08 745.51 792.66 836.38 875.67 919.98 980.77 991.15  
 992.31 981.92 970.44 973.17 972.28 969.96 964.53 956.66 946.80 935.24  
 922.50 908.84 894.60 880.03 865.34 850.67 836.11 821.71 807.50 793.50  
 779.67 765.96 752.31

CALCULATED LANDWARDMOST SHORELINE POSITION (M)

843.43 837.71 831.00 822.68 809.42 788.65 779.42 760.45 738.44 706.15  
 681.35 665.19 654.81 632.56 608.98 585.32 560.82 531.29 500.19 477.12  
 453.96 428.33 403.71 380.46 359.16 340.09 323.65 310.27 300.75 294.06  
 291.82 295.20 305.50 318.33 325.38 337.50 359.42 391.73 446.33 520.25  
 580.39 632.05 670.78 708.76 745.78 781.64 816.19 849.98 878.29 900.97  
 913.54 922.28 927.48 929.45 928.52 925.01 919.28 901.15 882.69 868.85  
 857.31 850.21 842.31 834.44 825.83 816.77 807.29 798.03 788.92 779.79  
 769.04 761.28 752.31

CALCULATED REPRESENTATIVE OFFSHORE CONTOUR POSITION (M)

1354.79 1321.56 1288.33 1255.11 1221.88 1188.65 1156.60 1125.03 1093.98 1063.48  
 1033.56 1004.24 975.40 947.01 919.05 891.54 864.52 838.06 812.29 787.35  
 763.44 740.80 719.72 700.56 683.70 669.56 658.52 650.94 647.11 647.27  
 651.61 660.23 673.12 690.19 711.18 735.70 763.31 793.51 825.81 859.72  
 894.70 930.21 965.69 1000.59 1034.40 1066.66 1096.96 1124.96 1150.31 1172.71  
 1191.90 1207.72 1220.10 1229.06 1234.70 1237.19 1236.75 1233.65 1228.19 1220.69  
 1211.49 1200.91 1189.26 1176.80 1163.75 1150.29 1136.54 1122.61 1108.55 1094.49  
 1080.43 1066.37 1052.31

CALIBRATION/VERIFICATION ERROR = 49.0894

CALCULATED VOLUMETRIC CHANGE = +5.82E+05 (M3)  
 SIGN CONVENTION: EROSION (-), ACCRETION (+)



### ง.3 ตัวอย่างเพิ่มผลลัพธ์ SETUP

COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER  
&  
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY

```

*****  *****  **  **  *****  *****  *****  *****
*****  *****  **  **  *****  *****  *****  *****
**  **  **  ***  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **
**  **  **  ***  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **
**  **  **  ****  **  **  **  **  **  **  **  **  **
**  *****  *****  *****  *****  *****  **  *****
**  ***  *****  **  *****  *****  *****  **  *****
**  ***  **  **  *****  **  **  **  **  **  **  **
**  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **
**  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **  **
*****  *****  **  **  *****  *****  *****  *****
*****  *****  **  **  *****  *****  *****  *****

```

+-----+  
| VERSION 3.0 |  
+-----+

USER No. 521

VERSION 3.0, DEC 1995

RUN: SONGKHAL JETTY

METRIC UNITS

GROIN X-COORDINATES

1

DISTANCE TO GROIN TIPS FROM X-AXIS

1400.00

GROIN PERMEABILITIES

0.00

X-COORDINATES OF DETACHED BREAKWATER TIPS

10 26

DISTANCE TO BREAKWATER TIPS FROM X-AXIS

2600.00 2600.00

DETACHED BREAKWATER TRANSMISSION COEFFICIENTS

0.00

DX = 50.0 DT = 12.00 ISTART = 1 N = 73 NTS = 2188  
 NWAVES = 1 DCLOS = 7.0 ABH = 2.0 DZ = 12.0 D50 = 0.20  
 HCNGF = 1.0 ZCNGF = 1.0 ZCNGA = 0.0 K1 = 0.50 K2 = 0.10

SHORELINE POSITION AFTER 1. YEARS = 730 TIME STEPS. DATE IS 19940801

960.92	926.09	892.38	863.10	836.74	812.60	790.31	769.11	748.28	727.39
706.23	684.67	662.57	639.86	616.55	592.73	568.52	544.04	519.43	494.86
470.54	446.64	423.29	400.84	379.69	360.16	342.70	327.85	316.23	308.46
305.23	307.48	316.68	335.15	365.38	405.11	442.68	477.74	513.73	551.88
592.04	633.17	673.84	712.92	749.87	784.95	819.25	854.24	888.99	917.58
937.14	948.82	954.43	955.37	952.63	946.96	938.93	929.02	917.70	905.43
892.60	879.57	866.58	853.79	841.30	829.13	817.32	805.90	794.86	784.07
773.41	762.83	752.31							

SHORELINE CHANGE AFTER 1. YEARS = 730 TIME STEPS. DATE IS 19940801

117.46	66.47	27.00	19.64	27.32	23.95	10.89	-1.08	4.05	21.24
24.88	19.48	4.30	-6.87	-5.95	-1.50	6.60	12.69	19.24	17.74
11.31	3.56	-2.48	-15.70	-27.62	-25.80	-22.49	-22.34	-17.81	-15.77
-12.08	-8.67	-0.63	14.38	40.00	67.61	83.26	86.01	66.04	20.53
-1.04	-12.41	-24.24	-32.46	-28.40	-33.70	-39.21	-61.34	-91.78	-73.57
-55.17	-33.10	-4.99	2.87	7.05	1.38	11.81	27.87	35.01	36.58
35.29	29.19	24.27	18.41	14.57	9.32	9.05	4.55	2.74	2.34
4.37	1.29	0.00							

SHORELINE POSITION AFTER 2. YEARS = 1460 TIME STEPS. DATE IS 19950801

1042.59	1000.82	962.77	927.45	894.26	862.70	832.39	803.10	774.65	746.91
719.77	693.18	666.98	641.02	615.18	589.36	563.52	537.65	511.78	486.00
460.43	435.27	410.76	387.23	365.12	344.91	327.15	312.36	301.14	294.09
291.85	295.23	305.53	326.54	361.08	403.08	441.47	478.89	516.58	554.77
593.39	632.18	670.79	708.88	746.17	782.55	818.12	853.38	891.22	925.51
949.11	962.94	970.42	973.15	971.95	967.46	960.23	950.75	939.51	926.96
913.54	899.61	885.44	871.26	857.19	843.30	829.64	816.26	803.17	790.29
777.55	764.91	752.31							

SHORELINE CHANGE AFTER 2. YEARS = 1460 TIME STEPS. DATE IS 19950801

199.13	141.20	97.39	83.99	84.84	74.05	52.97	32.91	30.42	40.76
--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

38.42	27.99	8.71	-5.71	-7.32	-4.87	1.60	6.30	11.59	8.88
1.20	-7.81	-15.01	-29.31	-42.19	-41.05	-38.04	-37.83	-32.90	-30.14
-25.46	-20.92	-11.78	5.77	35.70	65.58	82.05	87.16	68.89	23.42
0.31	-13.40	-27.29	-36.50	-32.10	-36.10	-40.34	-62.20	-89.55	-65.64
-43.20	-18.98	11.00	20.65	26.37	21.88	33.11	49.60	56.82	58.11
56.23	49.23	43.13	35.88	30.46	23.49	21.37	14.91	11.05	8.56
8.51	3.37	0.00							

SHORELINE POSITION AFTER 3. YEARS = 2190 TIME STEPS. DATE IS 19960731

1054.79	1017.74	981.50	946.39	912.61	879.98	848.42	817.72	787.65	758.08
728.97	700.31	672.04	644.05	616.28	588.69	561.28	534.05	507.02	480.28
453.96	428.33	403.72	380.54	359.24	340.23	324.00	311.04	301.94	297.28
297.65	303.78	316.79	338.19	368.24	403.42	439.64	476.80	514.90	553.71
592.87	632.11	671.18	709.80	747.62	784.28	819.59	853.25	884.69	912.59
935.28	952.00	962.94	968.99	970.81	968.96	964.03	956.46	946.71	935.24
922.50	908.84	894.60	880.03	865.34	850.67	836.11	821.71	807.50	793.50
779.67	765.96	752.31							

SHORELINE CHANGE AFTER 3. YEARS = 2190 TIME STEPS. DATE IS 19960731

211.33	158.12	116.12	102.93	103.19	91.33	69.00	47.53	43.42	51.93
47.62	35.12	13.77	-2.68	-6.22	-5.54	-0.64	2.70	6.83	3.16
-5.27	-14.75	-22.05	-36.00	-48.07	-45.73	-41.19	-39.15	-32.10	-26.95
-19.66	-12.37	-0.52	17.42	42.86	65.92	80.22	85.07	67.21	22.36
-0.21	-13.47	-26.90	-35.58	-30.65	-34.37	-38.87	-62.33	-96.08	-78.56
-57.03	-29.92	3.52	16.49	25.23	23.38	36.91	55.31	64.02	66.39
65.19	58.46	52.29	44.65	38.61	30.86	27.84	20.36	15.38	11.77
10.63	4.42	0.00							

OUTPUT LAST TIMESTEP NO. 2190 DATE IS 19960731

OFFSHORE WAVE DATA INPUT:


HZ = 0.000000 T = -99.0000 ZZ = -68.0000

CALIBRATION/VERIFICATION ERROR = 49.0894

CALCULATED VOLUMETRIC CHANGE = +5.82E+05 (M3)

SIGN CONVENTION: EROSION (-), ACCRETION (+)

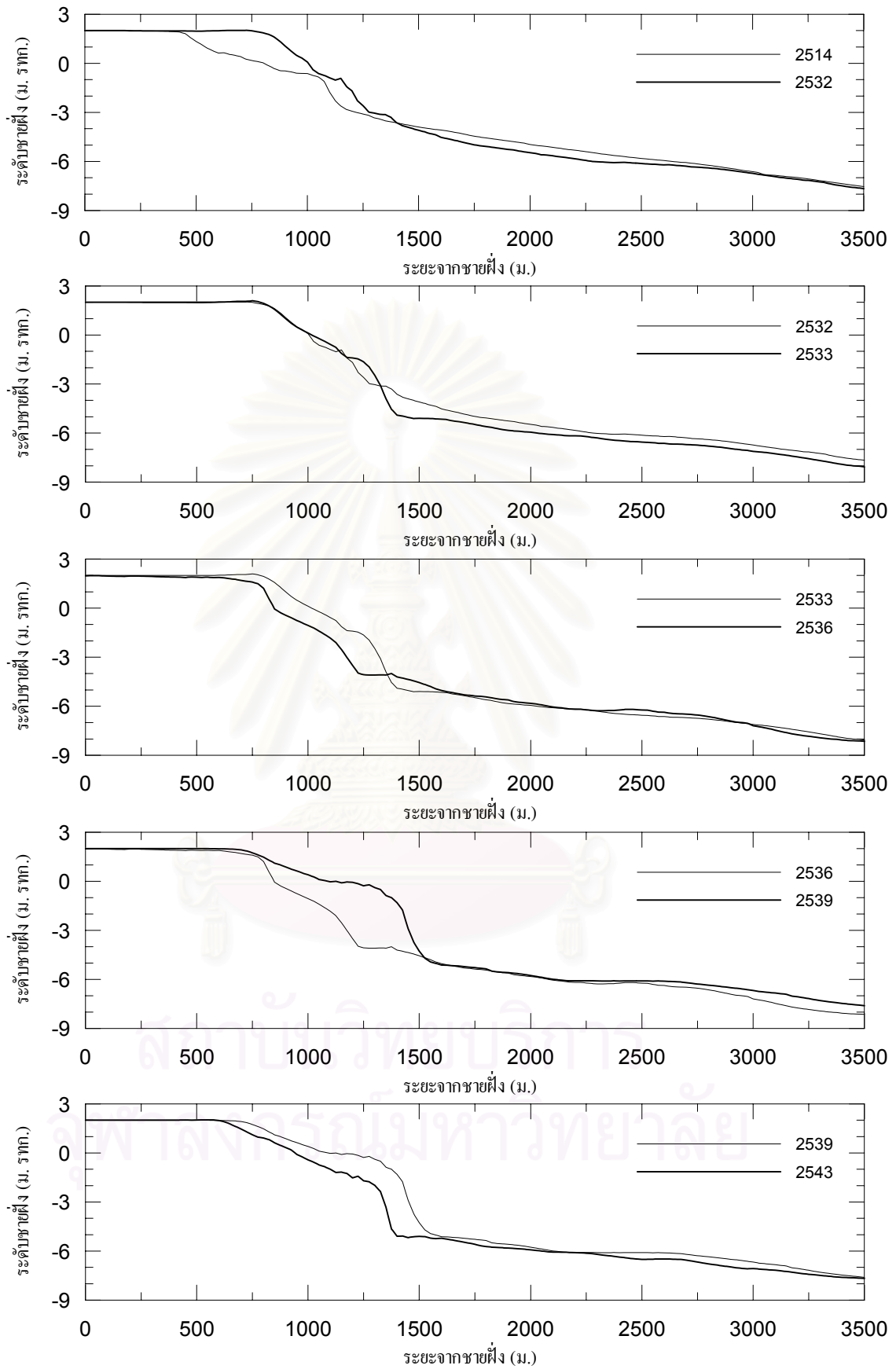




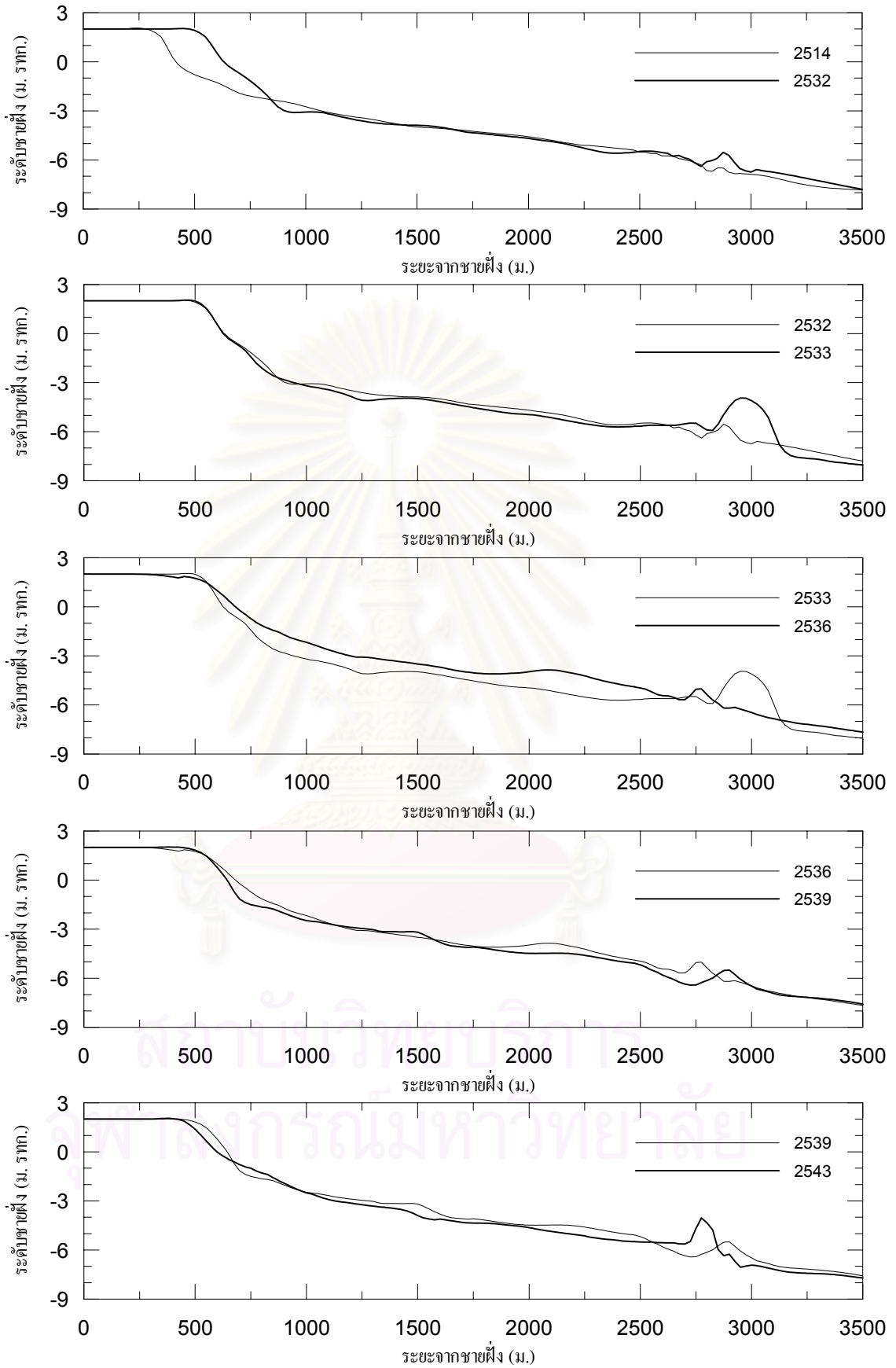
ภาคผนวก จ  
รูปเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับท้องถิ่นชายฝั่ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

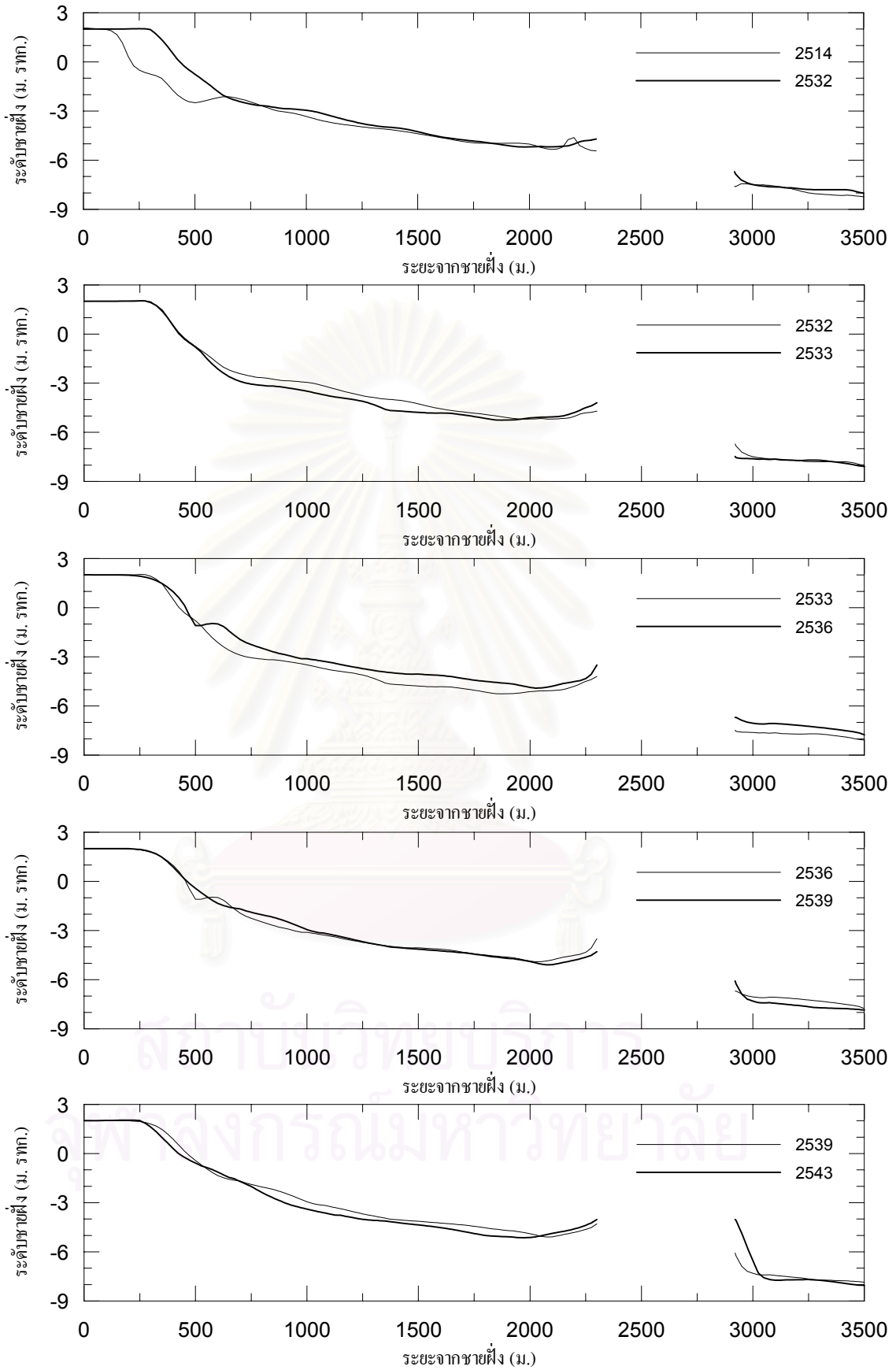




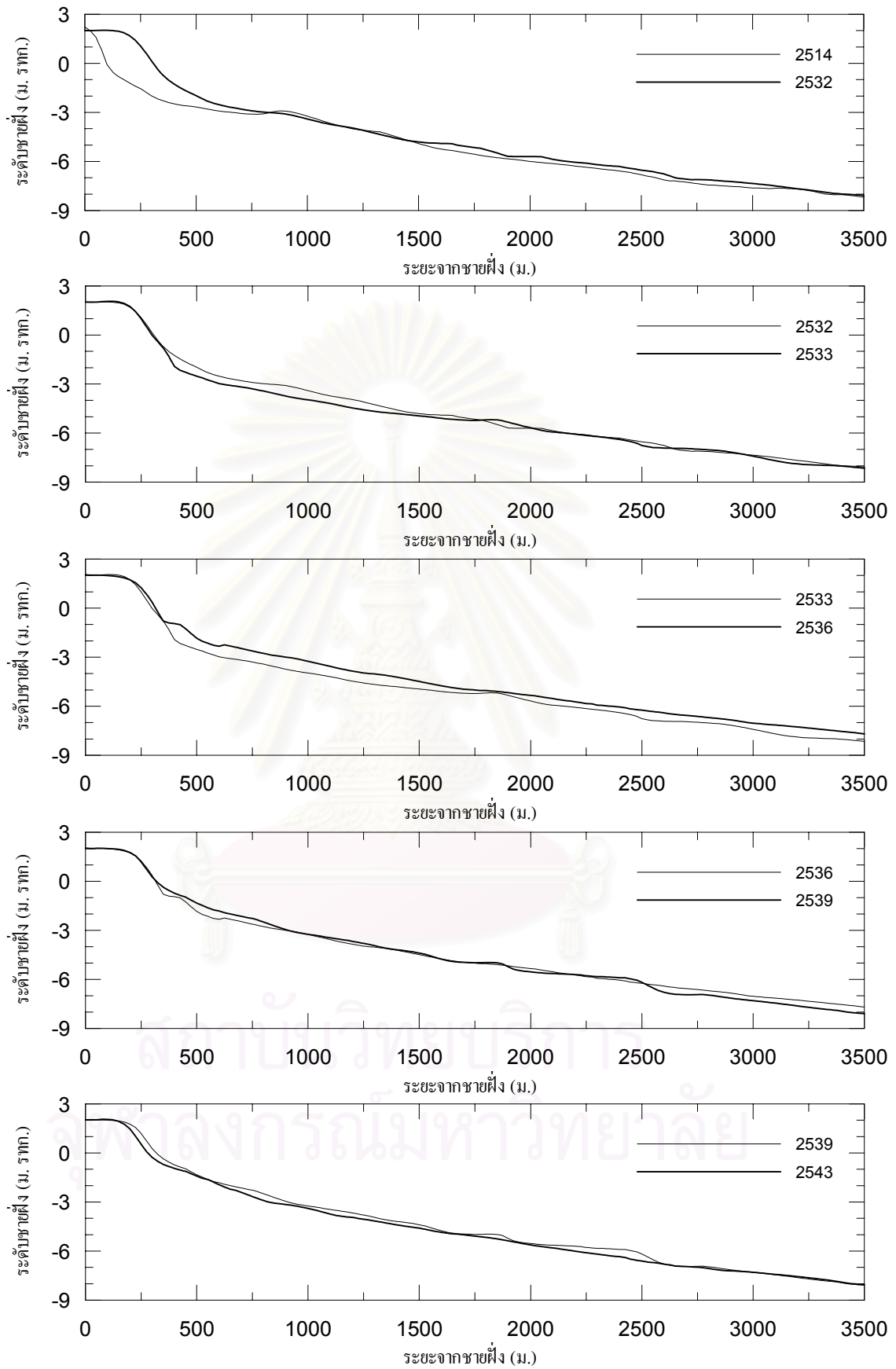
รูป จ-1 การเปลี่ยนแปลงท่อน้ำชายฝั่งระยะ +0.00 ม. จากเขื่อนดักตะกอน



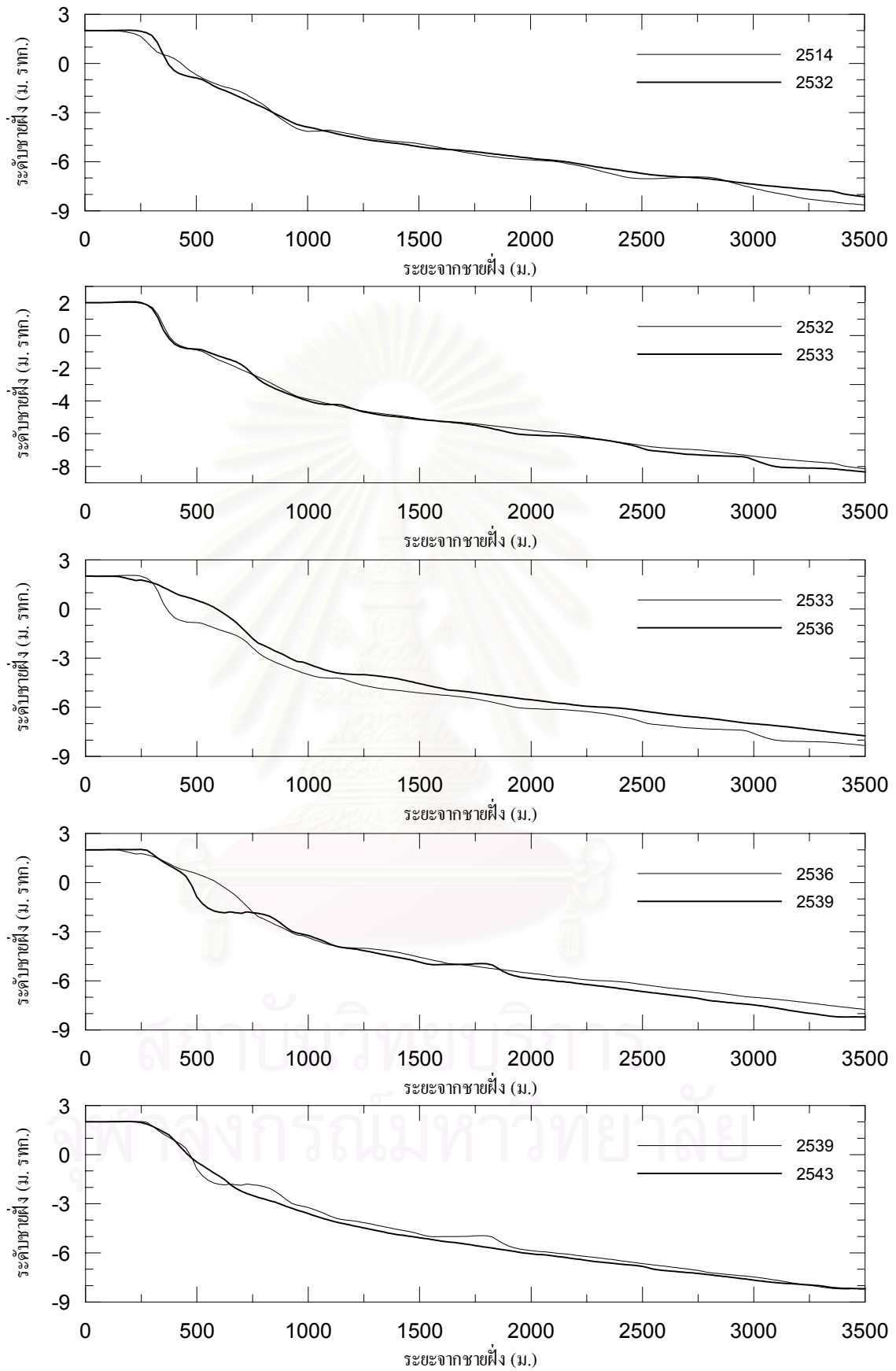
รูป จ-2 การเปลี่ยนแปลงต่อน้ำชายฝั่งระยะ +500 ม. จากเขื่อนตักตะกอน



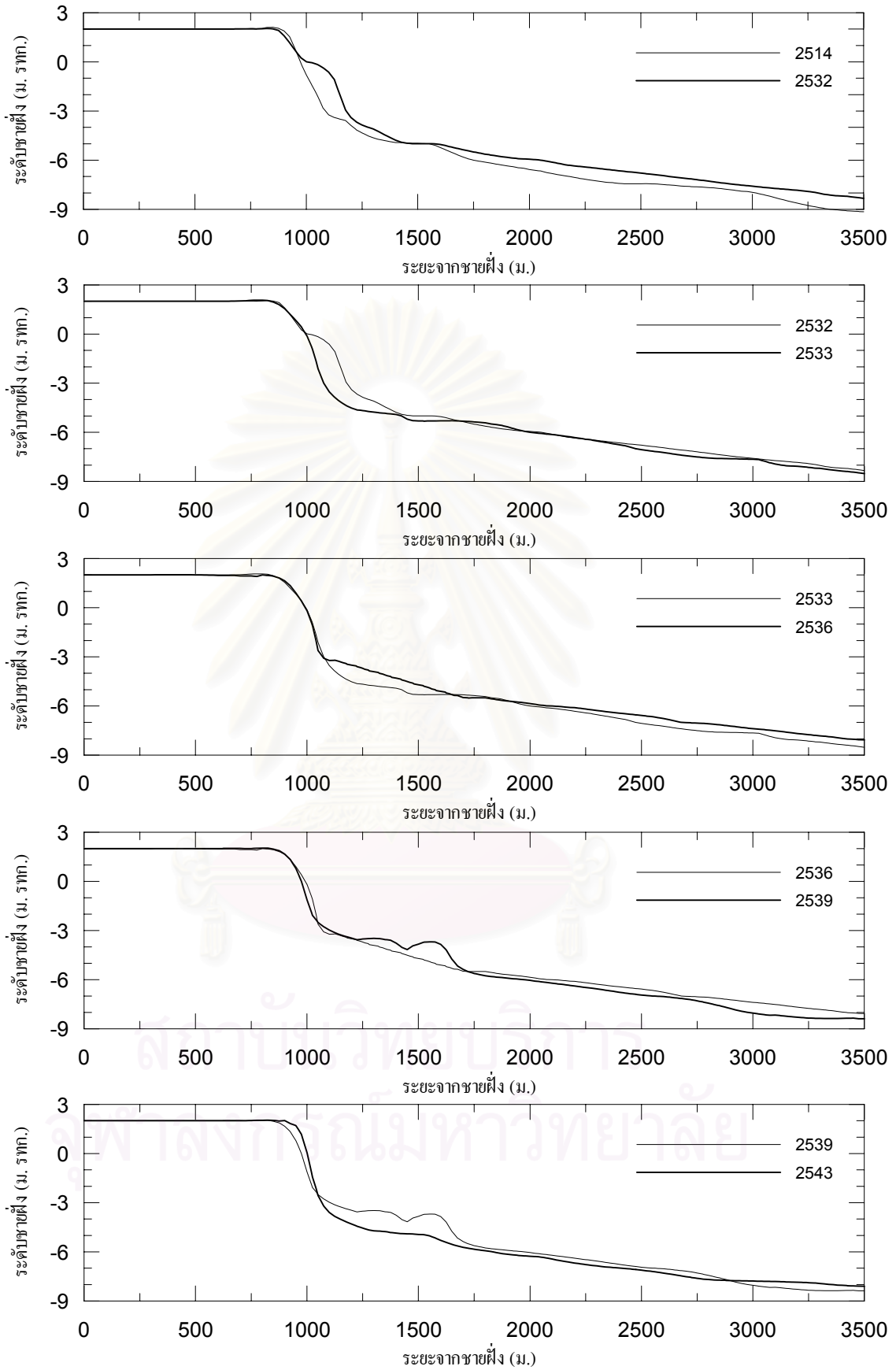
รูป จ-3 การเปลี่ยนแปลงท่อน้ำชายฝั่งระยะ +1000 ม. จากเขื่อนดักตะกอน



รูป จ-4 การเปลี่ยนแปลงท่อน้ำชายฝั่งระยะ +1500 ม. จากเขื่อนดักตะกอน

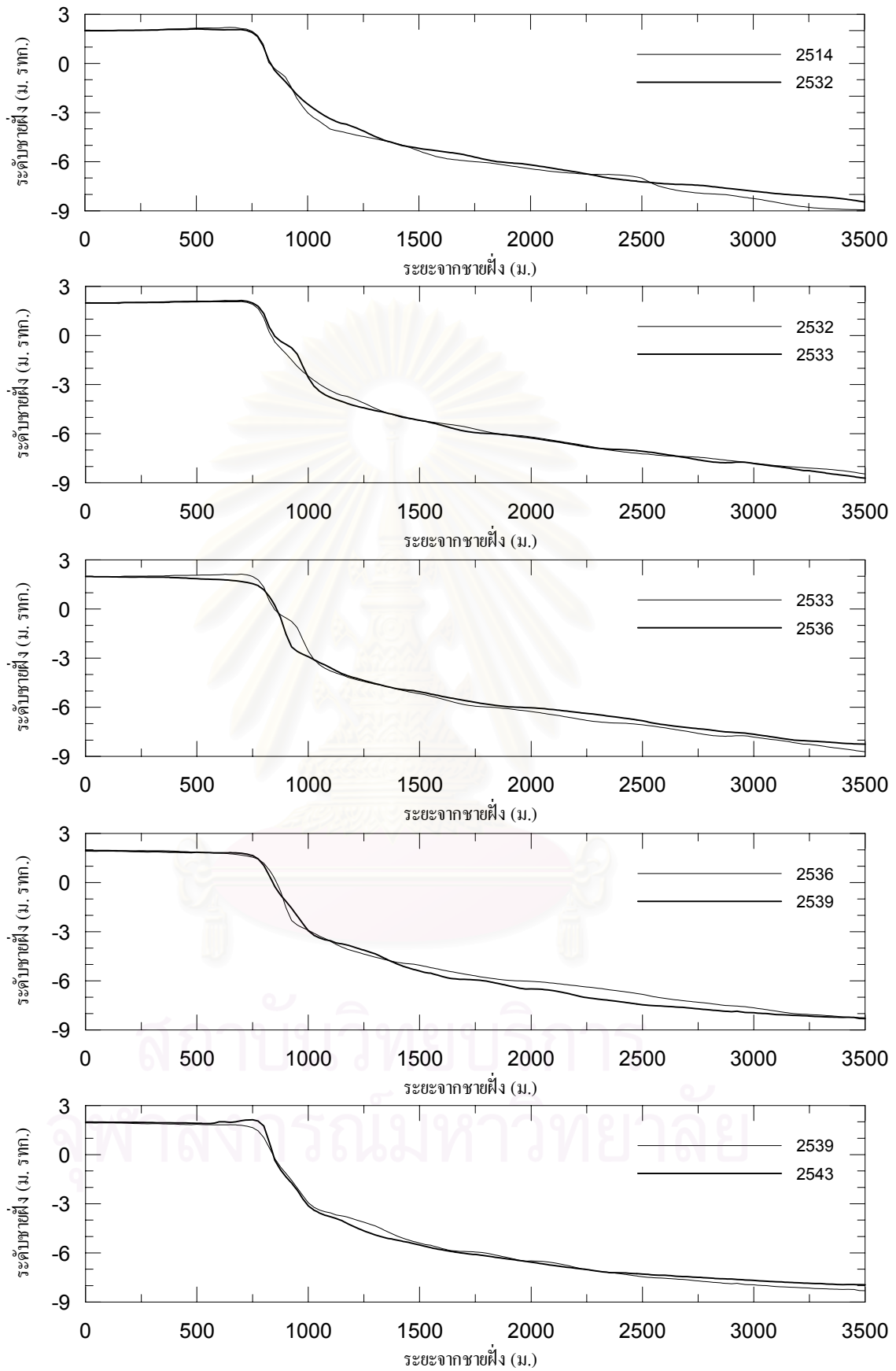


รูป จ-5 การเปลี่ยนแปลงท่อน้ำชายฝั่งระยะ +2000 ม. จากเขื่อนดักตะกอน



รูป จ-6 การเปลี่ยนแปลงท่อน้ำชายฝั่งระยะ +2500 ม. จากเขื่อนดักตะกอน





รูป จ-7 การเปลี่ยนแปลงท่อน้ำชายฝั่งระยะ +3000 ม. จากเขื่อนดักตะกอน



ภาคผนวก ฉ  
แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงห้องน้ำชายฝั่ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก จ

## แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง

## จ.1 ทฤษฎีที่ใช้ในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง

จ.1.1 สมการการเคลื่อนที่ของคลื่น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คำนวณการเคลื่อนที่ของคลื่น ที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับท้องน้ำ การหักเห และการเลี้ยวเบนของคลื่นนั้น โดยใช้สมการ Unsteady mild slope equation ได้พัฒนามาจากสมการโมเมนตัมและสมการการอนุรักษ์มวล ทำการอินทิเกรตจากท้องชายฝั่งถึงระดับน้ำนิ่ง และละทิ้งผลของความชันท้องน้ำชายฝั่ง โดยเขียนให้อยู่ในรูปของระดับผิวน้ำ ( $\eta$ ) และ ฟลักซ์การไหล ( $Q_x, Q_y$ ) ได้ดังนี้

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + c^2 \frac{\partial \eta}{\partial x} = 0 \quad (\text{จ-1})$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + c^2 \frac{\partial \eta}{\partial y} = 0 \quad (\text{จ-2})$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0 \quad (\text{จ-3})$$

เมื่อ  $(Q_x, Q_y)$  คือ ฟลักซ์การไหลในแกน  $x, y$  ตามลำดับ

$u, v$  คือ ความเร็วในแนวราบแกน  $x, y$  ตามลำดับ

จ.1.2 สมการการคำนวณคลื่น - กระแสน้ำ สมการพื้นฐานสำหรับวิเคราะห์กระแสน้ำบริเวณชายฝั่งได้จาก สมการความต่อเนื่อง กับสมการการเคลื่อนที่หรือสมการโมเมนตัมนั่นเอง โดยมีสมมติฐานว่า การเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำในเวลาสั้นกว่าระยะทางน้อยเมื่อเทียบกับขนาดของความยาวคลื่นและคาบคลื่น สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\frac{\partial \bar{\eta}}{\partial t} + \frac{\partial (h + \bar{\eta})u}{\partial x} + \frac{\partial (h + \bar{\eta})v}{\partial y} = 0 \quad (\text{จ-4})$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + R_x = -g \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x} - F_x + M_y \quad (\text{จ-5})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + R_y = -g \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial y} - F_y + M_x \quad (\text{จ-6})$$

เมื่อ  $u, v$  ความเร็วเฉลี่ยในแกน  $x$  และ  $y$  ตามลำดับ (ซม./วินาที)

$t$	เวลา (วินาที)
$h$	ความลึกของน้ำชายฝั่ง (ซม.)
$\eta$	ระดับผิวน้ำ (ซม.)
$g$	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (ซม./วินาที <sup>2</sup> )
$F_x, F_y$	แรงเสียดทานของท้องน้ำในแกน x และ y ตามลำดับ
$R_x, R_y$	แรงเนื่องจาก Radiation stress ในแกน x และ y ตามลำดับ
$M_x, M_y$	แรงเนื่องจาก Lateral mixing ในแกน x และ y ตามลำดับ

**จ.1.3 สมการการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ** อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำสามารถหาได้โดยการแก้สมการเคลื่อนที่ของตะกอนในชั้นท้องน้ำ (bed load layer) Sawaragi และคณะ ได้เสนอเป็นสมการดังนี้

$$Q_b = 47\sigma\pi d_{50}^2 (\psi - \psi_c)^{3/2} \frac{U_c}{U_w} \quad (\text{จ-7})$$

เมื่อ	$d_{50}$	คือ ขนาดตะกอนที่ 50 เปอร์เซนต์ (มม.)
	$\psi$	คือ Shield number
	$\psi_c$	คือ Shield number ที่น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตะกอน
	$U_c$	คือ ความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ย
	$U_w$	คือ ความเร็วที่ท้องน้ำ

**จ.1.4 สมการการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอยจากกระแสน้ำ** Sawaragi และคณะ (1984) ได้เสนอความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอยกับกระแสน้ำชายฝั่งดังนี้

$$Q_s = (1 - \gamma)C_0W_f \left(1 - \frac{U^*}{W_f}\right) + \alpha_s CW_f \quad (\text{จ-8})$$

เมื่อ	$Q_s$	คือ อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอย
	$\gamma$	คือ ค่าบ่งชี้ว่าตะกอนจะลอยอยู่หรือตกลง
	$C_0$	คือ ความเข้มข้นตะกอนอ้างอิงที่ท้องน้ำ
	$W_f$	คือ ความเร็วในการตกตะกอน (setting velocity)
	$U^*$	คือ shear velocity
	$\alpha_s$	คือ ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับปรับค่าความเข้มข้นตะกอนเฉลี่ยในแนวตั้ง

$C$  คือ ความเข้มข้นตะกอนเฉลี่ยในแนวดิ่ง

**ฉ.1.5 สมการคำนวณหาความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย** เป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในแนวดิ่งที่สภาวะคงที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับฟังก์ชันการไหลของตะกอนในแนวดิ่งที่ท้องน้ำ ดังนี้

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} + V \frac{\partial C}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \Delta q_s \quad (\text{ฉ-9})$$

โดยที่

$$K_x = \frac{1}{2} u^* (h_x + \eta_x)$$

$$K_y = \frac{1}{2} u^* (h_y + \eta_y)$$

$$q_s = - \left\{ (1 - \gamma) C_0 W_r \left( 1 - \frac{u^*}{W_r} \right) + \alpha C W_r \right\} / (h + \eta)$$

$$C_0 = 0.347 \left\{ \frac{0.688 U_b^2}{1.13 (\rho_s / \rho - 1) g W_r T} \right\}^{1.77}$$

$$u^* = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}}$$

$$\tau = f \left( \frac{U_w^2}{2} + \frac{UV^2}{4} \right)$$

$$U_w = \frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$$

$$f = \exp \left( -5.977 + 5.213 \left( \frac{a_b}{k_s} \right)^{-0.194} \right)$$

เมื่อ  $C$  คือ ความเข้มข้นตะกอนเฉลี่ยในแนวดิ่ง

$U, V$  คือ ความเร็วกระแสน้ำในแนวแกน  $x$  และ  $y$

$K_x, K_y$  คือ สัมประสิทธิ์การฟุ้งกระจายของตะกอนในแนวแกน  $x$  และ  $y$

$q_s$  คือ ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอย

$u^*$  คือ shear velocity

$C_0$  คือ ความเข้มข้นของตะกอนอ้างอิงที่ท้องน้ำ

$W_r$  คือ ความเร็วในการตกตะกอน

$\gamma$  คือ ค่าคงที่ที่จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าตะกอนจะแขวนลอยอยู่หรือตกลง

$$\text{โดยที่ } \gamma = 0 \text{ เมื่อ } \frac{u^*}{W_r} > 1$$

$$\gamma = 1 \text{ เมื่อ } \frac{u^*}{W_r} < 1$$

- $\alpha$  คือ สัมประสิทธิ์เคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอย มีค่าเท่ากับ 20  
 $d_{50}$  คือ ขนาดตะกอนที่ 50 เปอร์เซนต์  
 $k_s$  คือ  $2D_{50}$  (equivalent roughness)  
 $a_b$  คือ water particle excursion ที่ท้องน้ำ

**ฉ.1.6 สมการการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ** จากหลักการอนุรักษ์มวล การเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำชายฝั่งจึงขึ้นอยู่กับเคลื่อนที่ของตะกอน ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำและการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอย ดังนี้

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{1-\lambda} \left[ \Delta Q_s + \left( \frac{\partial Q_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial Q_{by}}{\partial y} \right) \right] \quad (\text{ฉ-10})$$

โดยที่  $Q_{sx} = CU_B(h + \bar{\eta})$

$$Q_{sy} = CV_B(h + \bar{\eta})$$

$$Q_{bx} = \frac{Q_b u}{U}$$

$$Q_{by} = \frac{Q_b v}{U}$$

เมื่อ  $h$  คือ ระดับท้องน้ำชายฝั่ง

$\lambda$  คือ ความพรุนของตะกอน

$Q_s$  คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอย

$Q_b$  คือ ปริมาณตะกอนท้องน้ำ



## จ.2 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง

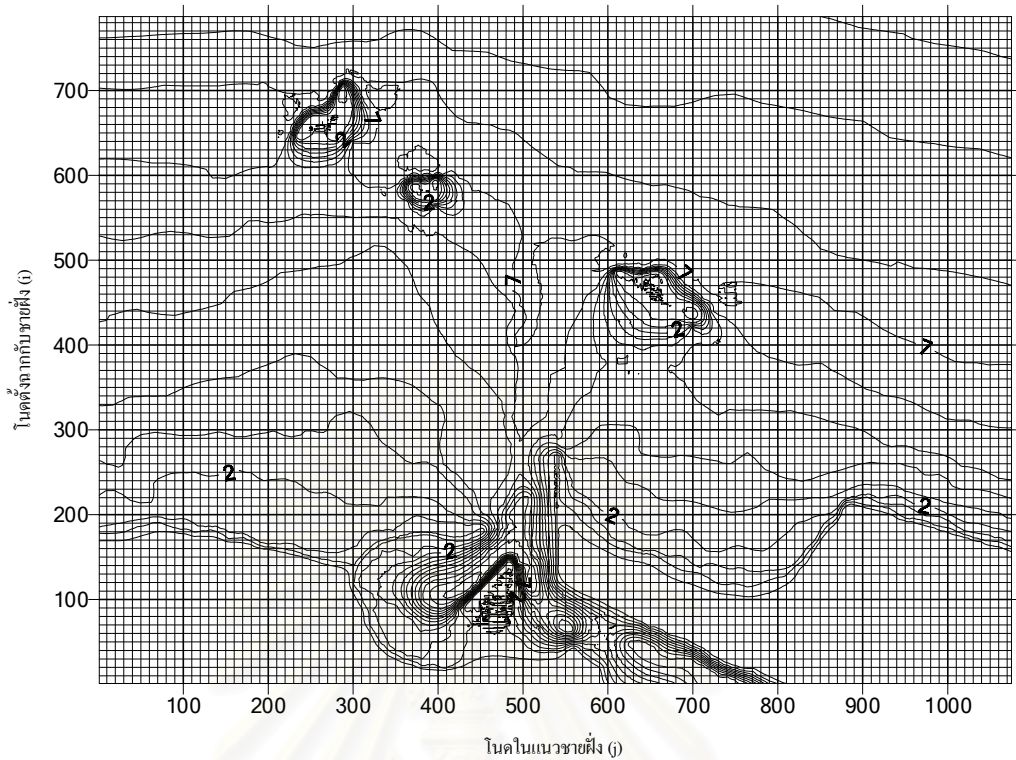
แบบจำลองคณิตศาสตร์การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Prof. Dr. Deguchi Ichiro แห่ง Osaka University ในปี ค.ศ. 1988 ซึ่งได้พัฒนาปรับปรุงมาตลอดจนถึงปัจจุบัน โดยในแบบจำลองนี้จะประกอบไปด้วยแบบจำลองย่อยๆ อีก 3 แบบจำลองที่ครอบคลุมกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งทั้งหมดดังนี้ คือ แบบจำลอง WAVE TRANSFORMATION แบบจำลอง WAVE-INDUCED CURRENT และ แบบจำลอง TOPOGRAPHIC CHANGE หน้าที่หลักๆของแต่ละแบบจำลองเป็นดังนี้ คือ

- 1.) แบบจำลอง WAVE TRANSFORMATION เป็นแบบจำลองสำหรับคำนวณการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคลื่นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าสู่ชายฝั่ง
- 2.) แบบจำลอง WAVE-INDUCED CURRENT เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณหากระแสน้ำชายฝั่งที่เกิดขึ้นเนื่องจากคลื่น
- 3.) แบบจำลอง TOPOGRAPHIC CHANGE เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการจำลองการเปลี่ยนแปลงของสภาพท้องน้ำชายฝั่ง

ในแต่ละแบบจำลองย่อยจะเป็นอิสระต่อกันในการจำลอง เพียงแต่ต้องการใช้แฟ้มผลลัพธ์จากแบบจำลองหนึ่งเพื่อเป็นแฟ้มข้อมูลเข้าของอีกแบบจำลองหนึ่งเท่านั้น รูป จ-1

## จ.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง

การประยุกต์ใช้แบบจำลองในพื้นที่ศึกษา ได้จำลองพื้นที่บริเวณปากทะเลสาบสงขลา มีความยาวชายฝั่งประมาณ 7525 ม. และมีระยะจากชายฝั่งออกไปประมาณ 5320 ม. ครอบคลุมโครงสร้างทางชายฝั่งทั้งหมด ได้แก่ เขื่อนดักตะกอนด้านใต้ ท่าเรือสงขลา และเขื่อนกันคลื่นด้านเหนือตลอดจนเกาะต่างๆที่อยู่นอกชายฝั่งทั้ง 3 เกาะด้วย โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นจำนวน  $761 \times 1075$  โหนด มีระยะห่างโหนดละ 7 ม. แสดงดังรูป จ-2



รูป 5-10 การจำลองชายฝั่งสงขลาของแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง

ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา และคุณลักษณะของตะกอนเป็นดังนี้

ตัวแปร	ค่า	หน่วย	ความหมาย
TANB	0.02	-	ความชันของท้องน้ำชายฝั่ง
RO	1	กรัม/ซม <sup>3</sup>	ความหนาแน่นของน้ำทะเล
D50	0.15	ซม.	ขนาดตะกอนที่ 50%
ROS	2.65	-	ความถ่วงจำเพาะของตะกอน
RAMDA	0.5	-	ค่าความพรุนของตะกอน
COR	0.001	Ppm.	ความเข้มข้นของตะกอนที่ปากแม่น้ำ
COE	0	Ppm.	ความเข้มข้นของตะกอนที่นอกชายฝั่ง
WF	2.0	ซม./วินาที	Setting velocity

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในแต่ละแบบจำลอง จากรายงาน The Master Plan Study for The Coastal Channels and Ports Development in The Kingdom of Thailand ได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆดังนี้

ตัวแปร	ค่า	หน่วย	ความหมาย
G	980	ชม./วินาที <sup>2</sup>	ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก
PAI	3.1416	-	ค่าคงที่ PI
BRK	0.35	-	สัมประสิทธิ์ความเร็วของการแตกตัวของคลื่น
ALPHA	0.15	-	สัมประสิทธิ์การสูญเสียโมเมนตัมเมื่อคลื่นแตกตัว
COR(I)	0.4	-	สัมประสิทธิ์การสะท้อนของโครงสร้าง
AL	0.01	-	ค่าคงที่ใช้ในการคำนวณสัมประสิทธิ์อัตราการแลกเปลี่ยนโมเมนตัม
RDS	0.8	-	ค่าความละเอียดในการหาค่า Radiation Stress
IBLJ	1	-	กำหนดการใช้สูตรในการคำนวณค่า $F_w$
FRIC	1	-	ค่าตัวแปรแรงเสียดทาน ในแบบจำลอง เมื่อ IBLJ = 1
ALPP	20	-	สัมประสิทธิ์การฟุ้งกระจาย
ALPHA	0.1	-	ค่าคงที่ของการเคลื่อนที่ของตะกอนท้องน้ำ

การจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง ได้จำลองสภาพชายฝั่งปัจจุบัน คือ ชายฝั่งในปี 2543 โดยจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งตามทิศทางและขนาดคลื่นหลักที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน เพื่อศึกษาลักษณะของคลื่นที่กระทำต่อชายฝั่ง ทิศทางกระแสน้ำบริเวณชายฝั่ง การเคลื่อนที่ของตะกอนทั้งในด้านปริมาณและตำแหน่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ในแต่ละการจำลองพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในเวลา 10 ชั่วโมง

#### จ.4 ผลการจำลอง

จากการจำลองการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่ง โดยคลื่นที่กระทำต่อชายฝั่ง มีความสูง 1 ม. คาบคลื่น 5 วินาที มีทิศทาง  $-22.5$  องศา ผลเป็นดังนี้

1. ความสูงคลื่น รูป จ-3 คลื่นมีความสูงประมาณ 1.6 ม. ที่ตำแหน่งคลื่นแตกตัว โดยแตกตัวที่ระดับน้ำ  $-2$  ม. ความสูงคลื่นหลังเกาะ ลดลงเหลือประมาณ 0.2-0.4 ม. ในทิศทางที่คลื่นกระทำ

2. กระแสน้ำชายฝั่ง รูป จ-4 ความเร็วกระแสน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 3-10 ซม.ต่อวินาที ในบริเวณที่คลื่นแตกตัวความเร็วเพิ่มขึ้นเป็น 40-60 ซม.ต่อวินาที มีทิศทางการไหลขนานไปตามแนวชายฝั่ง
3. การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งในช่วงเวลา 10 ชม. รูป จ-5 การเปลี่ยนแปลงท้องน้ำชายฝั่งมีทั้งกัดเซาะและทับถม โดยบริเวณหัวหาดแหลมสมิหลาเกิดการทับถมไม่เกิน 2 ซม. นอกนั้นเกิดการกัดเซาะตลอดทั้งหาดสมิหลาไม่เกิน 2 ซม. เช่นเดียวกัน และเกิดการกัดเซาะสูงในบริเวณคลื่นแตกตัว

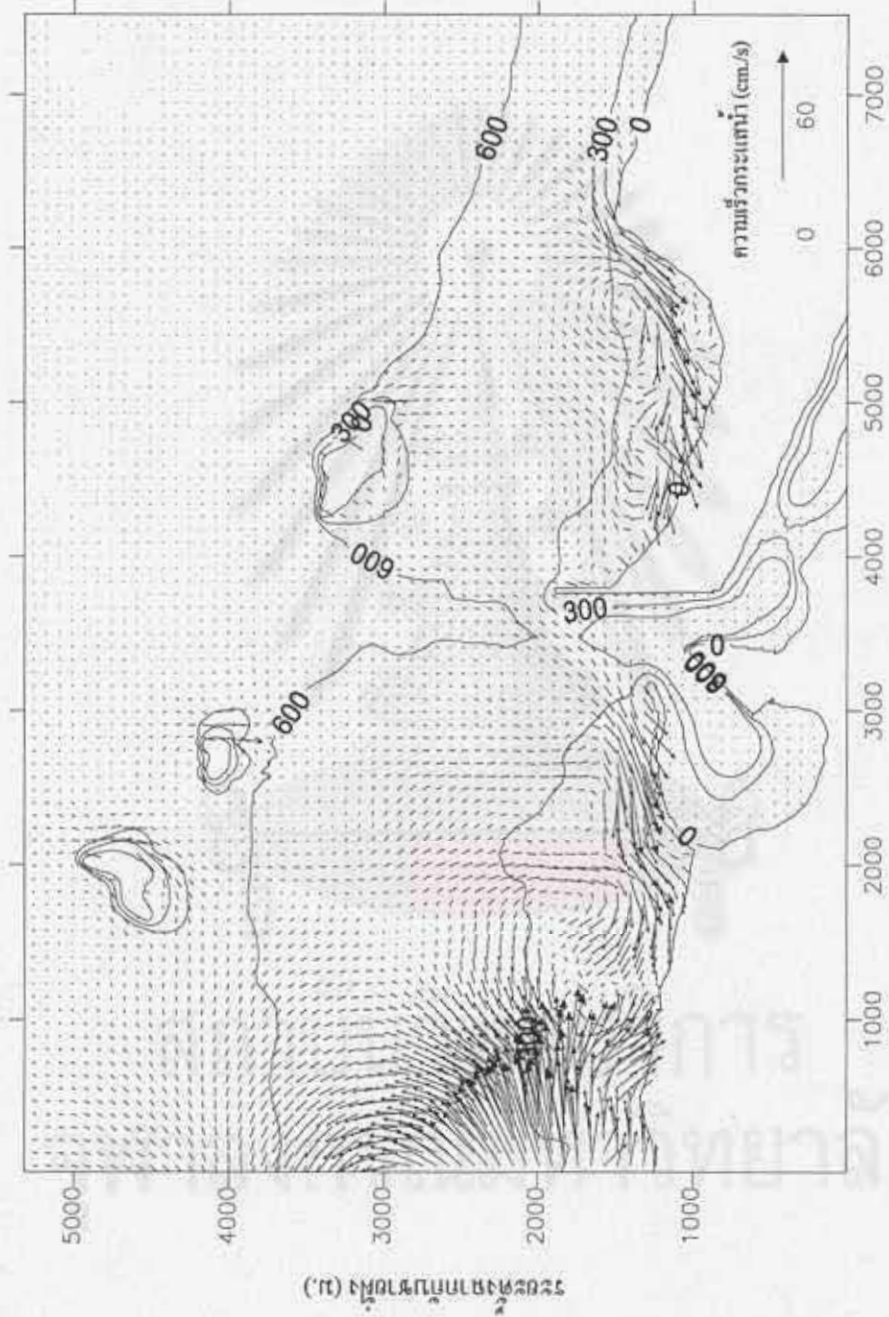
จากผลการจำลองพบว่าแบบจำลองยังมีข้อจำกัดอยู่ดังต่อไปนี้

- ยังไม่สามารถกำหนดเงื่อนไขขอบเขตด้านข้างที่ถูกต้องได้
- การจำลองยังสามารถจำลองคลื่นในทิศทางลบได้เพียงอย่างเดียว
- แบบจำลองต้องการกริดที่ละเอียดมากขึ้นเมื่อจำลองคลื่นที่มีคาบต่ำ (ขนาดกริดควรมีขนาดไม่น้อยกว่า  $L/5$  ) แต่ด้วยพื้นที่จำลองมีขนาดใหญ่จึงเกิดปัญหา ตัวแปรของแบบจำลอง เกินตัวแปรของโปรแกรม Fortran ที่ใช้เป็น compiler



รูป จ.3 ความสูงคลื่นบริเวณชายฝั่งสงขลา

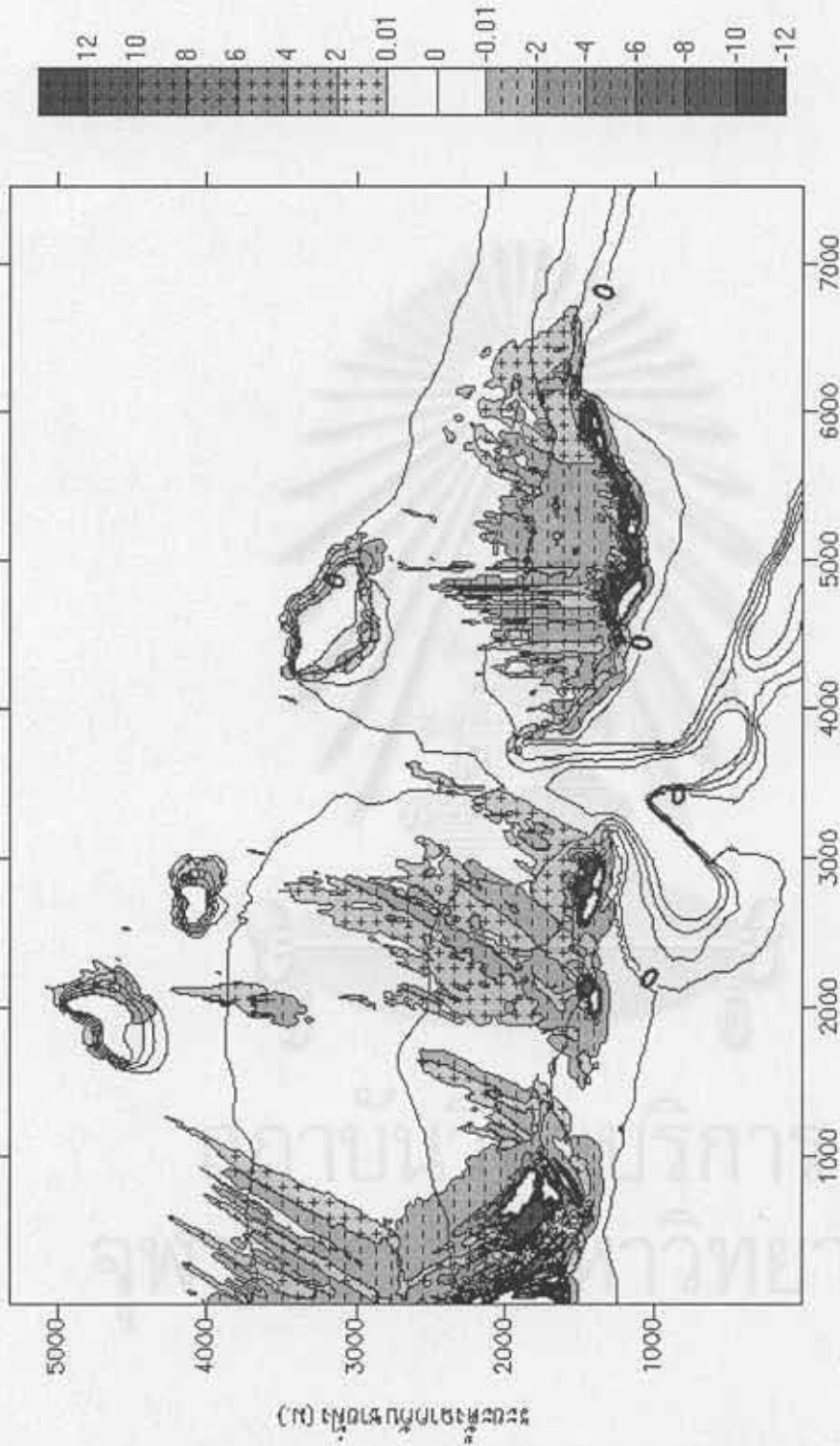




ระยะทางตามแนวชายฝั่ง (ม.)

รูป ก-4 ความเร็วกระแสน้ำชายฝั่ง





รูป จ-5 การเปลี่ยนแปลงของน้ำชายฝั่งสงขลา

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	นาย พงศ์พันธ์ นินเนินนนท์
เกิด	20 สิงหาคม พ.ศ.2519 จ.กรุงเทพมหานคร
การศึกษา	พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) (วศ.บ.โยธา โครงการพิเศษ) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2543 เข้าศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย