

สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้



นายนิคม อ่อนดี

ศูนย์วิจัยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PHYSICAL OCEANOGRAPHY AROUND HAD KHANOM-MU KO THALE TAI



Mr. Nikom Onsri

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

Department of Marine science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้

โดย

นายนิคม อ่อนสี

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ ไชจิศุกร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ นารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิตธิธรรมยง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ ไชจิศุกร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อนุกุล บุรณประทีปรัตน์)

ศูนย์วิทยาศาสตร์พยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ต้นฉบับไม่มีหน้าบทคัดย่อ

NO THIS PAGE IN ORIGINAL

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#4972339623 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEYWORDS : WATER CIRCULATION, DISPERSION OF CORAL'S EGGS, HAD KHANOM-MU KO THALE TAI.

NIKOM ONSRI: PHYSICAL OCEANOGRAPHY AROUND HAD KHANOM-MU KO THALE TAI.

THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PRAMOT SOJISUPORN, Ph.D., 69 pp.

This research project studies Physical Oceanography at Had Khanom- Mu ko thale tai, Changwat Surat Thani through the use of field sampling data and the application of numerical model. The project duration is 1 yr starting from January 2008 to December 2008.

The water circulation in the area was caused by tidal current. The maximum current in the deeper channel was about 0.8 m/s while that near the coast was about 0.4 m/s. Islands in the study area aligned with the tidal current direction (flood:northwestward, ebb:southeastward).

Analysis of the field sampling data revealed that the physical oceanographic data did not significantly change with the monsoon season. The SW monsoon season, wind blew from 190° - 260° with the average speed of 3.5 m/s. Wave height from sight estimation was about 0.3 m and was moving from SW direction. Wave condition on the western side of Ko Wang Nai and Ko Rab was able to stir up the bottom sediment in the shallow part and could do some damage to the coral reef community in the shallow area. The NE monsoon season, the wind blew from 65° - 177° with the average wind speed of 3 m/s. The study area experienced calm sea because it was sheltered from NE wind and wave by the presence of Ko Samui.

The water was clear with the suspended sediment (SS) concentration of only 1-6 mg/l. The low SS concentration was due to little river runoff and less bottom sediment re-suspension. Low SS concentration was good for the coral community. The SS concentration did not vary with monsoon season or depth.

Estimation of the dispersion of coral egg and planula larvae from the numerical circulation model revealed that if the egg were released during the spring tide in February to April, the egg would be carried away by the current and dispersed around the islands in the study. And there was a good chance that the planula larvae could be carried back and could settle down in the spawning area.

Department : MARINE SCIENCE Student's Signature Nikom Onsri

Field of Study : MARINE SCIENCE Advisor's Signature PK

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

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

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ นิตธีรรมยง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง และอาจารย์ ดร.อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ สำหรับคำแนะนำต่างๆในการวิจัย และร่วมเป็นประธานและกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ T_350005/0408

ขอขอบคุณ พี่ๆน้องๆในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เจ้าหน้าที่ในเรือสำรวจภาคสนามที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ เอาใจใส่และห่วงใย สุขภาพตลอดเวลา ตลอดจนให้กำลังใจและกำลังใจทรัพย์เรื่อยมา จนจบการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	12
4. ผลการศึกษา.....	18
5. สรุปผลการศึกษา วิเคราะห์ผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ.....	61
รายการอ้างอิง.....	66
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	69

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี A เกาะวังในบริเวณหน้าแนวปะการัง.....	20
2	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี B บริเวณ เกาะวังนอก.....	24
3	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี C เกาะราบบริเวณหน้าแนวปะการัง.....	28
4	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพ จากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี D บริเวณช่องระหว่างเกาะเตนกับเกาะสมุย.....	32
5	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี E บริเวณช่องระหว่างเกาะวังในกับเกาะวังนอก.....	36
6	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี F บริเวณเกาะเตนทางด้านตะวันตกของเกาะ.....	40
7	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี G บริเวณช่องระหว่างเกาะเตนกับเกาะสมุย.....	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ทิศทางของกระแสน้ำโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในบริเวณอ่าวไทย.....	7
2	แผนที่สังเขปแสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา จุดตรวจวัดกระแสน้ำรายชั่วโมง 7 จุด (A, B, C, D, E, F และ G) (แผนที่ต้นฉบับของกรมอุทกศาสตร์).....	12
3	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและการแบ่งเอลิเมนต์ย่อยๆ และความลึกของพื้นที่ศึกษา คิดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง.....	16
4	ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี A เกาะวังในบริเวณ หน้าแนวปะการัง.....	21
5	การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี A เกาะวังใน บริเวณหน้าแนวปะการัง.....	22
6	ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี B บริเวณ เกาะวัง นอก.....	25
7	การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี B บริเวณ เกาะวังนอก.....	26
8	ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี C เกาะราบบริเวณ หน้าแนวปะการัง.....	29
9	การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี C เกาะราบ บริเวณหน้าแนวปะการัง.....	30
10	ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี D บริเวณช่อง ระหว่างเกาะเตตนกับเกาะสมุย.....	33
11	การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี D บริเวณช่อง ระหว่างเกาะเตตนกับเกาะสมุย.....	34
12	ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี E บริเวณช่อง ระหว่างเกาะวังในกับเกาะวังนอก.....	37
13	การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี E บริเวณช่อง ระหว่างเกาะวังในกับเกาะวังนอก.....	38

14	ขนาดและทิศทางของกระแส น้ำตามระดับความลึก สถานี F บริเวณเกาะแตน ทางด้านตะวันตกของเกาะ.....	41
15	การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี F บริเวณ เกาะแตนทางด้านตะวันตกของเกาะ.....	42
16	ขนาดและทิศทางของกระแส น้ำตามระดับความลึก สถานี G บริเวณช่อง ระหว่างเกาะแตนกับเกาะสมุย.....	45
17	การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี G บริเวณช่อง ระหว่างเกาะแตนกับเกาะสมุย.....	46
18	การปรับเทียบระดับน้ำจากแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำกับสถานีตรวจวัด ระดับน้ำเกาะสมุย เกาะปราบ และเกาะมัดโพน.....	47
19-21	ความเร็วกระแส น้ำจากการตรวจวัดเปรียบเทียบกับแบบจำลองเชิงตัวเลข.....	48
22	รูปแบบการไหลของน้ำขณะน้ำขึ้น และรูปแบบการไหลของน้ำขณะน้ำลงใน บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้.....	50
23	รูปแบบการไหลของน้ำบริเวณรอบเกาะต่างๆขณะน้ำขึ้น(รูปบน) และรูปแบบ การไหลของน้ำขณะน้ำลง(รูปล่าง) ในบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้.....	51
24	ระยะทางกระแส น้ำในรูปเวกเตอร์ในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย.....	54
25-27	ทิศทางกระแสน้ำรายชั่วโมงในช่วง 7 วันระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือน เมษายนในช่วงน้ำเกิด.....	55
28-30	ทิศทางกระแสน้ำรายชั่วโมงในช่วง 7 วันระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือน เมษายนในช่วงน้ำตาย.....	57
31	ขณะน้ำลงไซปะการังจะอยู่ในมวลน้ำแล้วถูกพัดพาออกไปกลางอ่าวไทยมี โอกาสเป็นไปได้สูง.....	59
32	ขณะน้ำขึ้นโอกาสน้อยที่ไซปะการังจะอยู่ในมวลน้ำแล้วถูกพัดพาออกไปกลาง อ่าวไทยมีโอกาสเป็นไปได้น้อย.....	60

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุทยานแห่งชาติหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ ประกอบด้วยพื้นที่ทางบกและทางทะเลรวมกัน โดยพื้นที่ทางบกประกอบด้วย แนวเทือกเขาน้อยใหญ่สลับซับซ้อนทอดตัวจากทิศเหนือสู่ทิศใต้ มีพื้นที่ราบผืนใหญ่ เชิงภูเขาเปิดสู่ฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย มียอดเขาหลวงเป็นจุดสูงสุดที่ประมาณ 814 เมตรจากระดับน้ำทะเล ส่วนพื้นที่ทางทะเล ประกอบด้วยเกาะจำนวน 11 เกาะ ได้แก่ เกาะแตน เกาะราบ เกาะมัดโกง เกาะมัดแดง เกาะวังนอก เกาะวังใน เกาะมัดส้ม เกาะราใหญ่ เกาะท่าไร่ เกาะผี และเกาะน้อย ลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่อุทยานแห่งชาติแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ พื้นที่ซึ่งเป็นกลุ่มเกาะและผืนแผ่นดินใหญ่ ลักษณะภูเขาประกอบด้วยภูเขาหินปูนและหินทราย หินทรายปนกรวด และยังเป็นแหล่งแร่ที่สำคัญได้แก่ โคลไรต์ แบไรท์ แร่อุตสาหกรรมชนิดหินปูนเพื่อผลิตปูนซีเมนต์และเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นต้น อุทยานแห่งชาติหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ มีพื้นที่ส่วนใหญ่จัดเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 ดังนั้น จึงเป็นพื้นที่ต้นน้ำของลำห้วย ลำคลองน้อยใหญ่หลายสาย ซึ่งไหลไปหล่อเลี้ยงพื้นที่โดยรอบส่วนใหญ่ในพื้นที่ซึ่งเป็นเกาะพบว่า บนเกาะวังนอก มีแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็นป่าพรุ สามารถนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค ส่วนเกาะอื่นๆ ไม่พบแหล่งน้ำในธรรมชาติ จากสถิติสภาพภูมิอากาศบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ ซึ่งทำการเก็บข้อมูลที่สถานีตรวจวัดอากาศเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งอยู่ใกล้เคียงพื้นที่อุทยานแห่งชาติมากที่สุด กรมอุตุนิยมวิทยาได้เก็บข้อมูลสภาพอากาศที่สถานีตรวจอากาศเกาะสมุยในช่วงปี 2509-2538 ในช่วงระยะเวลา 30 ปี อิทธิพลต่างๆ จากสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดฤดูกาลแบ่งได้ 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน อยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะเวลานี้เป็นช่วงว่างของฤดูมรสุม หลังจากสิ้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว อากาศจะเริ่มร้อนและจะมีอากาศร้อนจัดที่สุดในเดือนเมษายนต่อเดือนพฤษภาคม ฤดูฝนอยู่ระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงราวๆกลางเดือนตุลาคม เป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมร้อนและลมชื้นจากมหาสมุทรอินเดียพัดปกคลุม ทำให้มีฝนตกทั่วไปและในช่วงฤดูฝนนี้ ยังมีช่วงความกดอากาศต่ำปกคลุมภาคใต้เป็นระยะ จึงทำให้มีฝนตกมาก นอกจากนี้ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดผ่านอ่าวไทยทำให้มีฝนตกมากในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม จากอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดีย และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทยทำให้ได้รับไอน้ำและ

ความชุ่มชื้นมาก อากาศจึงไม่ร้อนจัดในฤดูร้อนและอบอุ่นในฤดูฝน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ประมาณ 28 องศาเซลเซียสและเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุด คือ เดือนธันวาคมและเดือนมกราคมมี อุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 20 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนพฤษภาคม ประมาณ 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 79% ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยจะเกิด ในเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน สูงถึง 92% ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยจะเกิดในเดือน กรกฎาคม 63% ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี 1,910 มิลลิเมตร เดือนพฤศจิกายนมีปริมาณฝนตกมากที่สุดวัดได้ 511 มิลลิเมตรเดือนกุมภาพันธ์มีฝนตกน้อยที่สุดวัดได้ 35 มิลลิเมตร

ด้านสมุทรศาสตร์โดยรวม น้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสมและน้ำเดี่ยว เวนจ์น้ำประมาณ 1 เมตร กระแสน้ำจากน้ำขึ้นน้ำลงจึงไม่รุนแรง การไหลของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก มวลน้ำเป็นสภาพน้ำชายฝั่ง แต่เนื่องจากลักษณะของพื้นที่ศึกษาเป็นช่องแคบที่มีร่องน้ำและ เกาะใหญ่อยู่ตั้งอยู่กระจัดกระจาย ทำให้การไหลเวียนของน้ำ คลื่น และการแพร่กระจายของ ตะกอนแขวนลอยในพื้นที่ศึกษาถูกควบคุมด้วยสภาพแวดล้อมภายในตัวพื้นที่เอง ส่งผลให้การไหล ของกระแสน้ำในบริเวณนี้เกิดความปั่นป่วน เนื่องจากพื้นที่เป็นช่องแคบที่มีร่องน้ำและเกาะ ทำให้ การไหลของกระแสน้ำในแต่ละบริเวณ โดยเฉพาะแนวปะการังมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้พื้นที่ ศึกษาอาจได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า และลมมรสุมด้วย จึงทำให้สภาพทางกายภาพมีการ เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยเฉพาะการกระจายตัวของตะกอนแขวนลอยจากน้ำท่า และคลื่น จากอิทธิพลของลมมรสุมทำให้มวลน้ำขุ่น ดังนั้นสภาพทางสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ อาจเป็นตัวกำหนด ความคงอยู่ของระบบนิเวศแนวปะการังที่พบในบริเวณนี้ เนื่องจากปะการังเป็นสัตว์ที่จำเป็นต้อง อาศัยอยู่ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ปะการังบางชนิดอาจอยู่ได้ในพื้นที่ซึ่งมีปัจจัย สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม แต่อีกหลายชนิดไม่อาจอาศัยอยู่ได้ ในที่นี้จึงกล่าวถึงสภาพทางสมุทร ศาสตร์ฟิสิกส์ ที่เกี่ยวข้องต่อความอยู่รอดของแนวปะการังที่สำคัญประกอบด้วย กระแสน้ำ คลื่น ตะกอนแขวนลอย อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณแสง ความเค็ม

โดยทั่วไปปะการังต้องการพื้นที่ซึ่งมีการไหลเวียนของน้ำดี เพื่อนำธาตุอาหารมาให้ และ ช่วยในการเคลื่อนที่ของไข่และตัวอ่อนของปะการัง แต่ถ้ากระแสน้ำรุนแรงเกินไป ปะการังส่วนใหญ่ อยู่ในบริเวณนั้นไม่ได้ เช่น กระแสน้ำทำให้ตะกอนพื้นท้องน้ำเกิดการฟุ้งกระจาย อาจส่งผลต่อ ความอยู่รอดของปะการัง คลื่นมีส่วนช่วยให้มวลน้ำเกิดการหมุนเวียนและนำธาตุอาหาร และทำให้ ตะกอนท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมา แต่ถ้ามีคลื่นหรือกระแสน้ำรุนแรงเกินไป ปะการังส่วนใหญ่อยู่ใน บริเวณนั้นไม่ได้ อาทิ คลื่นพัดปะการังจนแตกหัก บางครั้งเมื่อเกิดพายุ ส่งผลให้ปะการังเกิดการ แตกหักพังทลายได้ เช่น ปะการังที่เกาะอาดัง-ราวี(สตูล) ปะการังที่เกาะเต่า(สุราษฎร์ธานี) ถูก

ทำลายโดยพายุไต้ฝุ่นเกย์ ซึ่งทำให้เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่คลื่นเป็นตัวกำหนดบริเวณที่อยู่ของปะการัง ยังพบว่าตะกอนแขวนลอย นอกจากทำให้น้ำขุ่นแสงส่องผ่านไปได้น้อยลง ตะกอนยังตกทับถมลงบนปะการัง ทำให้ขาดอาหารและขาดออกซิเจน ปะการังต้องเสียพลังงานในการกำจัดตะกอนจึงอ่อนแอ บางครั้งหากตะกอนมีปริมาณมาก อาจทำให้ปะการังตายได้ เช่น แนวปะการังที่อ่าวบางเทา(ภูเก็ต) เคยได้รับผลกระทบจากตะกอนเหมืองแร่ จนทำให้ปะการังตายเป็นบริเวณกว้าง ปัจจัยทางด้านอุณหภูมิของน้ำทะเล ปะการังเติบโตได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 18-29 องศาเซลเซียส เราจึงพบแนวปะการังเฉพาะในเขตร้อนโดยมีขอบเขตระหว่างตอนใต้ของประเทศญี่ปุ่น (ซีกโลกด้านเหนือ) ถึงตอนใต้ของประเทศออสเตรเลีย (ซีกโลกด้านใต้) ปัจจัยทางด้านแสงปะการังมีสาหร่ายเซลล์เดียวอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อ สาหร่ายต้องการแสงเพื่อสังเคราะห์แสงให้พลังงาน บางส่วนแก่ปะการัง บริเวณที่มีแสงน้อยเกินไป เนื่องจากอยู่ในเขตน้ำขุ่นหรือในที่ลึก จะไม่พบแนวปะการัง สำหรับประเทศไทย แนวปะการังลึกที่สุดอยู่ในระดับ 40 เมตร ได้แก่ เกาะโลซิน (นราธิวาส) และหมู่เกาะสิมิลัน(พังงา) แต่ส่วนใหญ่แล้วมีความลึกไม่เกิน 10 เมตรในอ่าวไทย และไม่เกิน 20 เมตรในทะเลอันดามัน และทั่วไปพบปะการังอาศัยอยู่ในช่วงความเค็ม 30-36 psu เราไม่พบแนวปะการังอยู่ในเขตที่มีความเค็มต่ำ อาทิ ปากแม่น้ำ แต่บางครั้งอาจพบปะการังบางชนิดอาศัยอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีความเค็มต่ำกว่าที่ระบุ เช่น เกาะพิง(ประจวบคีรีขันธ์) พบปะการังฟุ่มเป็นจำนวนมากขึ้นอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีความเค็มเพียง 26 psu แต่กรณีนั้นเกิดขึ้นเฉพาะที่ และแนวปะการังมีความหลากหลายต่ำ ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นปะการังฟุ่มและปะการังก้อน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลด้านสภาพทางสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ที่กล่าวมาเบื้องต้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อประเมินความอยู่รอดของระบบนิเวศแนวปะการังในพื้นที่ศึกษา การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาในลักษณะเชิงสำรวจและจำลองการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่ศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสภาพทางสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้
2. ประยุกต์แบบจำลองเชิงตัวเลข เพื่ออธิบายลักษณะการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่ศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเคลื่อนตัวของไข่และตัวอ่อนปะการัง

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาสภาพทางสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ โดยการสำรวจภาคสนาม และประยุกต์แบบจำลองเชิงตัวเลข ระยะเวลาศึกษา ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2551 จนถึง ธันวาคม พ.ศ.2551 เป็นระยะเวลา 1 ปี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

องค์ความรู้เกี่ยวกับสภาพทางสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ เป็นข้อมูลเพื่อประเมินความคงอยู่ของปะการัง และการวางแผนอนุรักษ์ทรัพยากรแนวปะการังในบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในอดีตที่ผ่านมาพบว่าได้มีนักวิจัยทำการศึกษาเกี่ยวกับการไหลของกระแสไฟฟ้า โดยแต่ละท่านได้ใช้แนวความคิดและวิธีการศึกษาที่แตกต่างกันเช่น การศึกษาการคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำทะเลโดยการออกสำรวจ และทำการตรวจวัดโดยตรง การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ทำนายรูปแบบการไหลเวียนของกระแสไฟฟ้า จากแนวความคิดรวมถึงวิธีการศึกษาที่แตกต่างกันจึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มามีความแตกต่างกัน ซึ่งพอจะสรุปแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

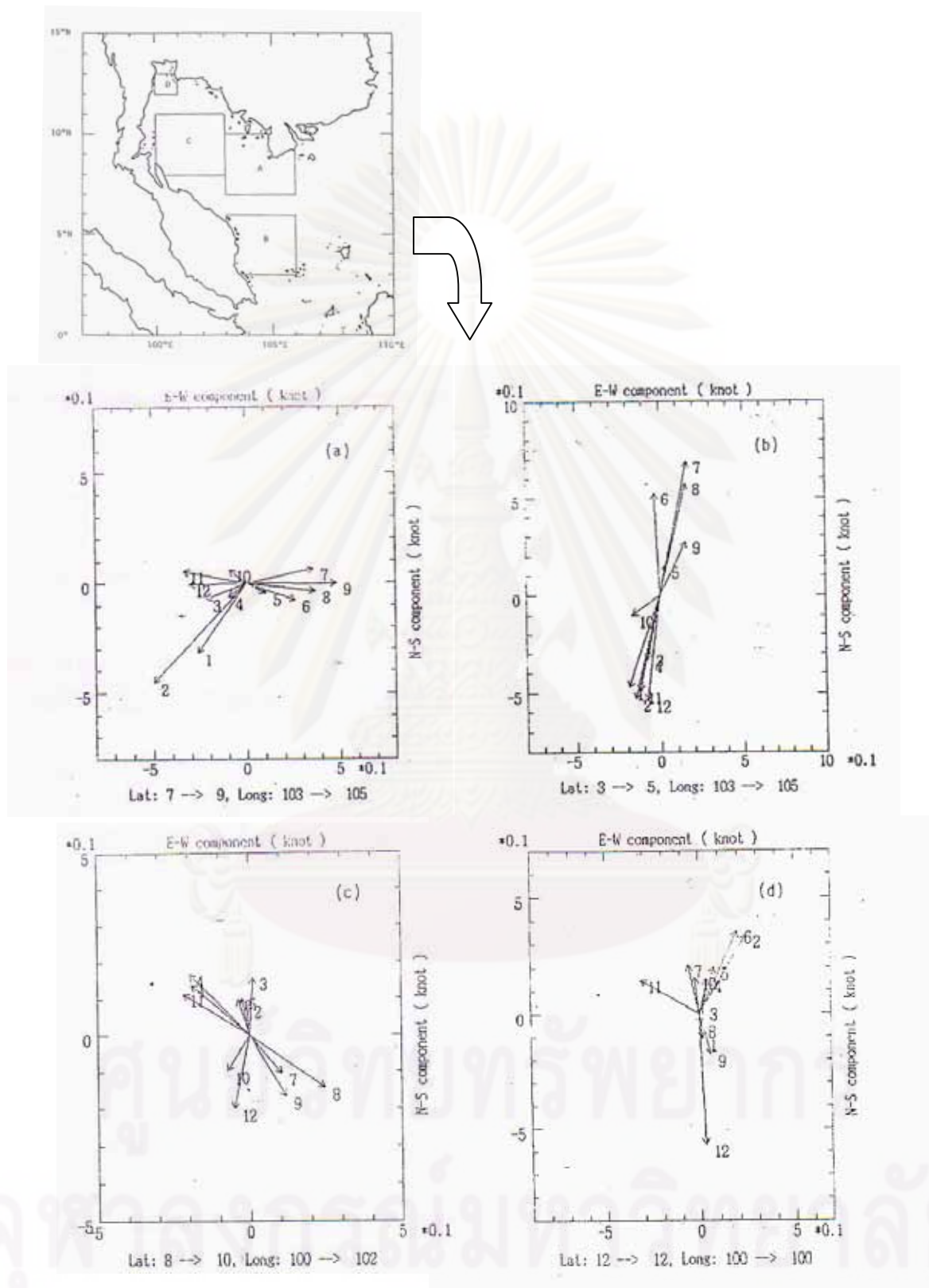
กระแสไฟฟ้าในอ่าวไทยจากการสำรวจทางสมุทรศาสตร์ จากการตรวจสอบข้อมูลทางด้านสมุทรศาสตร์ของอ่าวไทยเท่าที่มีมา พบว่ามีการศึกษาเกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้า และลักษณะของมวลน้ำในอ่าวไทยอย่างเป็นระบบเริ่มตั้งแต่ Naga Expedition โดย Robinson (1974) เป็นคนแรก ที่อธิบายถึงกระแสไฟฟ้าในอ่าวไทยว่าประกอบด้วยอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ลม และความหนาแน่นของน้ำ จากการสำรวจของ Naga ในเดือนมกราคม ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามวลน้ำความเค็มสูง-อุณหภูมิต่ำจากตอนเหนือ และตะวันออกเฉียงใต้ไหลเข้ามาในอ่าวไทยทุกระดับความลึกของชั้นน้ำแต่ไหลเข้าไปได้ไม่ไกลนัก และที่ระดับผิวมีน้ำไหลออกทางฝั่งตะวันตกของอ่าว น้ำที่ไหลออกมาจากอ่าวไทยตอนบน มีทิศไปทางตะวันออกเฉียงใต้ตามแกนกลางอ่าว และมีส่วนหนึ่งวนไปทางตะวันออกและขึ้นไปทางเหนือ การไหลส่วนใหญ่จะแผ่ลงทางใต้ และวกไปทางฝั่งตะวันตกแล้ววกลงทางใต้อย่างรวดเร็วออกจากอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1960 ซึ่งเป็นช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พบว่ามีการไหลเข้ามาในอ่าวไทยทั้งสองฝั่ง แต่การไหลเข้าฝั่งตะวันออกที่ผิวและ 30 เมตรไหลเข้าไปไม่ไกลนัก ส่วนทางฝั่งตะวันตกมีการไหลขึ้นไปทางเหนือ บริเวณกลางอ่าวไหลตามเข็มนาฬิกาและปรากฏการไหลออกจากอ่าวทางฝั่งตะวันตกห่างฝั่งโกตาบารูทุกระดับ

นอกจากนี้ข้อมูล GEK (Geoelectrokinetograph) และการล่องลอยของเรือที่ผิวน้ำ โดยเฉลี่ย 3 เดือนต่อพื้นที่ทุกๆ 1 องศา จาก Siripong (1985) ได้แสดงการไหลเวียนของกระแสไฟฟ้าในอ่าวไทยที่ระดับผิว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กระแสไฟฟ้าจากทะเลจีนใต้ไหลเข้าสู่อ่าวไทยฝั่งตะวันออก วนวนเข็มนาฬิกาและไหลออกทางฝั่งตะวันตก ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่อ่าวไทยทางฝั่งตะวันตก วนตามเข็มนาฬิกาและไหลออกทางฝั่งตะวันออก ต่อมาได้มีการการใช้ Argos Bouys และข้อมูลจาก GEK และการล่องลอยของเรือที่ผิวน้ำ ซึ่งศึกษาโดย Tomosada and Srisaengthong (1990) ได้ทำการเฉลี่ยกระแสไฟฟ้ารายเดือน

ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม ซึ่งแบ่งพื้นที่เป็น 4 ส่วน (รูปที่ 1) บริเวณพื้นที่ A ซึ่งเป็นบริเวณปากอ่าวไทยฝั่งตะวันออกพบว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และกระแสน้ำมีความเร็วช้า เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในพื้นที่ B ซึ่งเป็นบริเวณปากอ่าวไทยฝั่งตะวันตกพบว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และกระแสน้ำมีความเร็วช้ากว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย ในพื้นที่ C ซึ่งเป็นบริเวณกลางอ่าวไทย พบว่าในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ แต่มีบางช่วงเวลาที่กระแสน้ำไหลไปทางทิศเหนือ ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ แต่มีบางช่วงเวลาที่กระแสน้ำไหลไปทางทิศใต้ และในพื้นที่ D ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่บริเวณอ่าวไทยตอนบนที่ถูกล้อมรอบด้วยชายฝั่งตะวันออกและชายฝั่งตะวันตก ดังนั้นจึงทำให้เห็นทิศทางกระแสน้ำในแนวเหนือใต้เท่านั้น กล่าวคือในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำไหลไปทางทิศเหนือ ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลไปทางทิศใต้

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1 ทิศทางของกระแสน้ำโดยเฉลี่ยเป็นรายเดือนในอ่าวไทย (Tomosada and Srisaengthong, 1990)

วิโรจน์ พิทยภรณ์ (2529) รายงานผลการตรวจกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนว่าเป็นลักษณะของ Tidal Stream มีรูปแบบเป็น Rotary Type ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดกระแสน้ำในอ่าวไทย คือ น้ำขึ้นน้ำลง โดยที่ปัจจัยอื่นๆ เช่นลม หรือความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อย จากผลการศึกษาพบว่า ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนอิทธิพลของลมทำให้กระแสน้ำมีความเร็วไม่เกิน 0.2 นอต และพบว่าอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงทำให้กระแสน้ำมีความเร็วประมาณ 1.5 ถึง 2.0 นอต ต่อมา คงวัฒน์ นีละศรี (2522) ได้ทำการตรวจวัดกระแสน้ำจากเรือสำรวจสมุทรศาสตร์และรายงานวาทิศทางของกระแสน้ำที่ผิวหน้าน้ำทะเลจะมีทิศเบี่ยงเบนไปทางขวามือของกระแสลมเป็นมุม 55 องศา และจะเบนมากขึ้นเมื่อความลึกของน้ำมากขึ้นซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีกระแสน้ำที่เกิดจากลมของเอกแมน (Ekman)

กรมอุทกศาสตร์(2538) ได้รายงานวาทิศทางโดยทั่วไปกระแสน้ำในอ่าวไทยมีลักษณะการไหลเวียนรอบจุดที่ทำการตรวจวัดขณะน้ำขึ้นกระแสน้ำส่วนใหญ่ไหลสู่กันอ่าว ส่วนขณะน้ำลงกระแสน้ำมีทิศทางการไหลออกจากอ่าวที่ระดับผิวน้ำ อิทธิพลของลมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของทิศทางและความเร็วกระแสน้ำมากกว่าระดับอื่น โดยในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำบางส่วนจะไหลกระจายออกไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำบางส่วนจะไหลกระจายไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และในช่วงเปลี่ยนแปลงมรสุมกระแสน้ำมีทั้งทิศทางที่ไหลกระจายไปทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีความแรงของกระแสน้ำอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 1.4 นอต ยกเว้นในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมกระแสน้ำจะเบากว่าฤดูอื่นเล็กน้อย

จากผลงานที่ผ่านมาสังเกตได้ว่าการตรวจวัดกระแสน้ำรวมถึงข้อมูลที่น่ามาใช้วิจัยยังมีข้อจำกัด กล่าวคือ ในบางช่วงเวลาและบางสถานที่ที่มีข้อมูลน้อยมาก และข้อมูลที่ได้มานั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากการเฉลี่ยในระยะเวลานั้นและเป็นพื้นที่ใหญ่ ซึ่งอาจทำให้ผลการศึกษาที่ได้นั้นไม่ละเอียดและไม่ชัดเจนเท่าที่ควร อย่างไรก็ตามการศึกษาเหล่านี้ไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัดเกี่ยวกับลักษณะการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยฝั่งตะวันตก เนื่องจากจากการสำรวจเอกสารเป็นการศึกษาในภาพรวมทั้งอ่าวไทยไม่ได้เน้นรายละเอียดในพื้นที่ศึกษา

การศึกษากระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้แบบจำลอง

จากการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักวิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์หลายท่านด้วยกัน โดยเริ่มจาก Liengcharernsit (1979) ได้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาลักษณะของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน และนำมาปรับปรุงใช้กับการศึกษาถึงผลกระทบจากน้ำเสียที่ลงสู่ทะเลโดยมีแหล่งที่มาจากรองานอุตสาหกรรมและบ้านเรือน การสร้างแบบจำลองกระแสน้ำมีสมการควบคุม (governing equation) ที่ประกอบด้วย continuity และ momentum equation โดยใช้เทคนิคไฟไนต์เอลิเมนต์เพราะว่าวิธีนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายทั้งแผ่นงานที่แสดงและเงื่อนไขขอบเขตที่วางไว้และสามารถสอดแทรกฟังก์ชันในแบบจำลองทางพลศาสตร์ได้ง่าย โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะต้องมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนๆ คือ ในชั้นน้ำลึก และชั้นน้ำตื้นความเร็วกระแสน้ำจะต้องมีการคำนวณแยกออกจากกัน การคำนวณที่ได้มาจะต้องขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำเข้า และรูปแบบของการแจกแจงและการไหลเวียนของมวลน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงทุกๆ ชั่วโมง ซึ่งผลการศึกษาของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบนมีการทดสอบ และพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะใช้ได้ทุกพื้นที่

การพัฒนาและการประยุกต์แบบจำลองทางพลศาสตร์และแบบจำลองคุณภาพน้ำที่คำนวณถึงการผันแปรของรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำและการแจกแจงของสสารและแร่ธาตุ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนปรากฏว่า ปริมาณน้ำท่าและความเข้มข้นของสสารในแม่น้ำมีผลทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไป และความเร็วกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลองทางพลศาสตร์มาเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดโดยตรงนั้นน่าเชื่อถือได้และมีความแม่นยำ ต่อมาได้มีการรายงานถึงวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขในแนว 3 มิติ โดย Tee (1979, 1980) ได้กล่าวถึงวิธีการเชิงคำนวณที่คำนวณจาก first order ในแนว 3 มิติ ของน้ำชั้นน้ำลงซึ่งวิธีการนี้จะอ้างถึงการแก้ปัญหาจากสมการที่ใช้คำนวณหาค่าของความเร็วกระแสน้ำในระดับความลึกเฉลี่ย และความแตกต่างของความเร็วในแนวตั้ง โดยมีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทานที่บริเวณพื้นท้องน้ำ แบบจำลองนี้สามารถที่จะประยุกต์ใช้มาจากแบบจำลอง 2 มิติ เพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงตามแนวตั้งของกระแสน้ำชั้นน้ำลง ซึ่งเป็นฟังก์ชันของความเร็วยในระดัปลึกเฉลี่ย โดยผลที่ได้จะแปรผันจากค่าของความหนืดในแนวตั้ง (Vertical eddy viscosity) โดยที่ผลการศึกษานี้จะสอดคล้องกับสมการควบคุม (governing equation) ที่ประกอบด้วยแรงเสียดทาน และเมื่อนำแบบจำลองมาทดสอบแล้วปรากฏว่าการใช้แบบจำลอง 3 มิติ นี้จะได้ผลดีกว่าการใช้แบบจำลอง 2 มิติ เพื่อศึกษาการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งที่เป็นผลมาจากน้ำขึ้นน้ำลงและลม ซึ่งแบบจำลองนี้จะใช้วิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์และไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อจะใช้ในการแก้ปัญหาในเรื่องของโมเมนตัมของของ

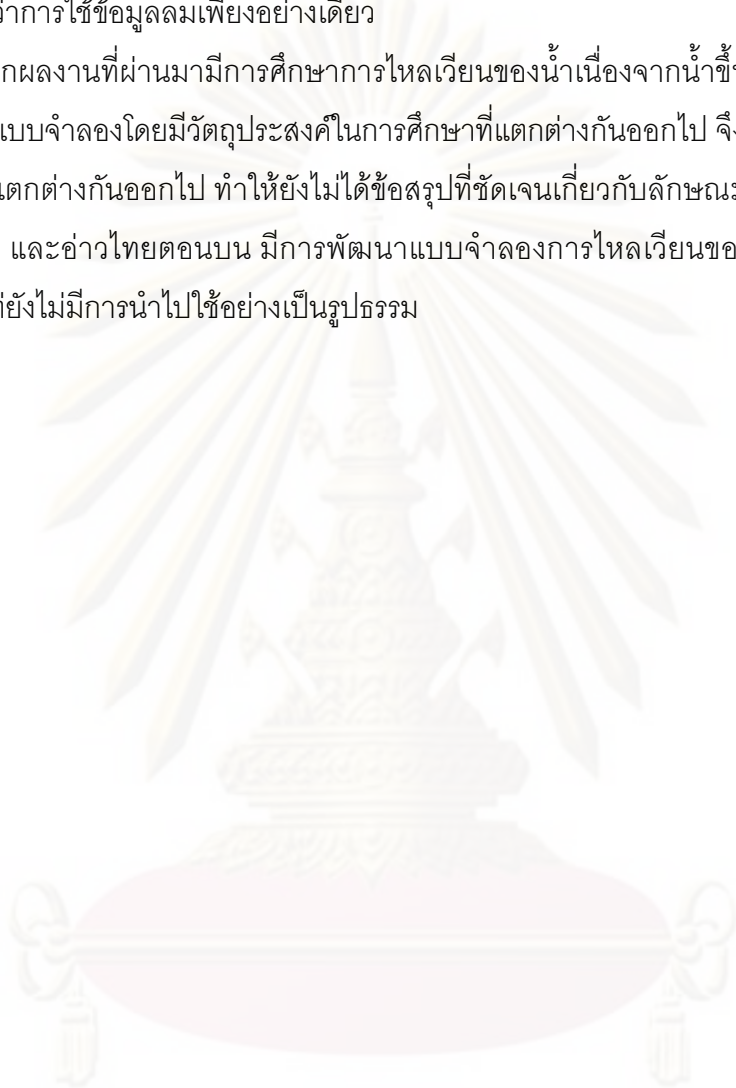
ไหล (fluid momentum) และสมการความต่อเนื่อง (continuity equation) โดยที่จะใช้เทคนิคในการย่อขนาดและแบ่งขนาดของแบบจำลอง เพื่อแก้ปัญหาออกเป็นส่วนๆ ในขณะที่ไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นวิธีการที่ง่ายที่จะใช้ในการศึกษาถึงการไหลของน้ำในระดับลึก แต่ต้องระวังค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการคำนวณ โดยวิธีแบบเชิงตัวเลข ซึ่งค่าที่ผิดพลาดนี้จะต้องมีค่าน้อยที่สุด

Charushornchonkul (1988) ได้มีการศึกษาลักษณะของกระแสในอ่าวไทยตอนบน โดยใช้แบบจำลอง 2 มิติ ในส่วนของสมการควบคุม (governing equation) ประกอบด้วยเทอมต่างๆ คือ acceleration, convective acceleration, pressure gradient force, bottom friction, coriolis force และ effective shear stress โดยไม่รวมเอา surface wind stress ไว้ในสมการด้วย แบบจำลองนี้ได้ใช้เทคนิคที่ผสมผสานกันระหว่าง implicit และ explicit scheme ที่เรียกว่า Alternating Direction Implicit (ADI) finite difference scheme โดยที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการแยกพื้นที่เป็น 3 ส่วน ส่วนของอ่าวไทยตอนบนทั้งหมด บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและบริเวณท่าเรือแหลมฉบัง ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับความเร็วกระแสที่เกิดจากจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง เมื่อตรวจสอบแบบจำลองแล้วผลที่ได้ตรงกับผลการตรวจวัดจริง

จากนั้นได้มีการศึกษากระแสในอ่าวไทยตอนบน โดยปราโมทย์ โคจิศุภกร (2527) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่องแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากอิทธิพลของลมในอ่าวไทยตอนบน ในรูปแบบการจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อคำนวณลักษณะการไหลเวียนของน้ำในสภาวะที่คงที่ไม่มี การไหลเข้าของแม่น้ำสายต่างๆ ผลการศึกษาพบว่าทิศทางการไหลของกระแสน้ำมีทิศเบนไปทางขวาตามแรงโคริโอลิสซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ คงวัฒน์ นีละศรี แต่บางจุดมีการเบี่ยงเบนของกระแสน้ำไปทางซ้ายเนื่องจากรูปร่างภูมิประเทศของอ่าวไทยเอง ลักษณะการเบนจะเพิ่มมากขึ้นตามความลึกและมีขนาดลดลง ต่อมา สมชาย ศรีปัญญาวิชัย (2532) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่องแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลมในอ่าวไทย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นายโครงสร้างของการไหลเวียนของน้ำใน 3 มิติที่เกิดจากลม และแสดงการแจกแจกของความเค็มจากแม่น้ำสายต่างๆ ในอ่าวไทยตอนบน โดยวิธีไฟไนท์ดิฟเฟอเรนซ์ พบว่าในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีการไหลของน้ำเข้าทางด้านบนและออกทางด้านล่าง และช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีการไหลเข้าทางด้านล่างและออกทางด้านบน โดยกระแสน้ำมีการเบี่ยงเบนจากทิศทางของลมเล็กน้อยและความแตกต่างของความเค็มทั้งสองฤดูมีเพียงเล็กน้อย และต่อมาได้มีการปรับปรุงแบบจำลองไฮโดรไดนามิกส์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำมันที่รั่วในอ่าวไทยโดย อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ (2540) ได้ทำการปรับปรุงแบบจำลองคณิตศาสตร์แบบ 2 มิติ โดยใช้เทคนิคเอดีไอไฟไนท์ดิฟเฟอเรนซ์ เพื่อให้สามารถคำนวณลักษณะ

กระแสน้ำในอ่าวไทย โดยใช้ข้อมูลที่น่าเข้าที่สำคัญคือ ข้อมูลลม ระดับน้ำขึ้นน้ำลง จากนั้นได้มีการทดสอบแบบจำลองทำนายเส้นทางการเคลื่อนที่ของน้ำมันดิบที่รั่วไหลในทะเล พบว่าผลการทำนายดีกว่าการใช้ข้อมูลลมเพียงอย่างเดียว

จากผลงานที่ผ่านมาได้มีการศึกษาการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง และเนื่องจากลม ใช้งานแบบจำลองโดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาที่แตกต่างกันออกไป จึงทำให้ผลการศึกษาที่ได้มีความแตกต่างกันออกไป ทำให้ยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับลักษณะการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทย และอ่าวไทยตอนบน มีการพัฒนาแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำในอ่าวไทยอย่างต่อเนื่อง แต่ยังไม่มีการนำไปใช้อย่างเป็นรูปธรรม

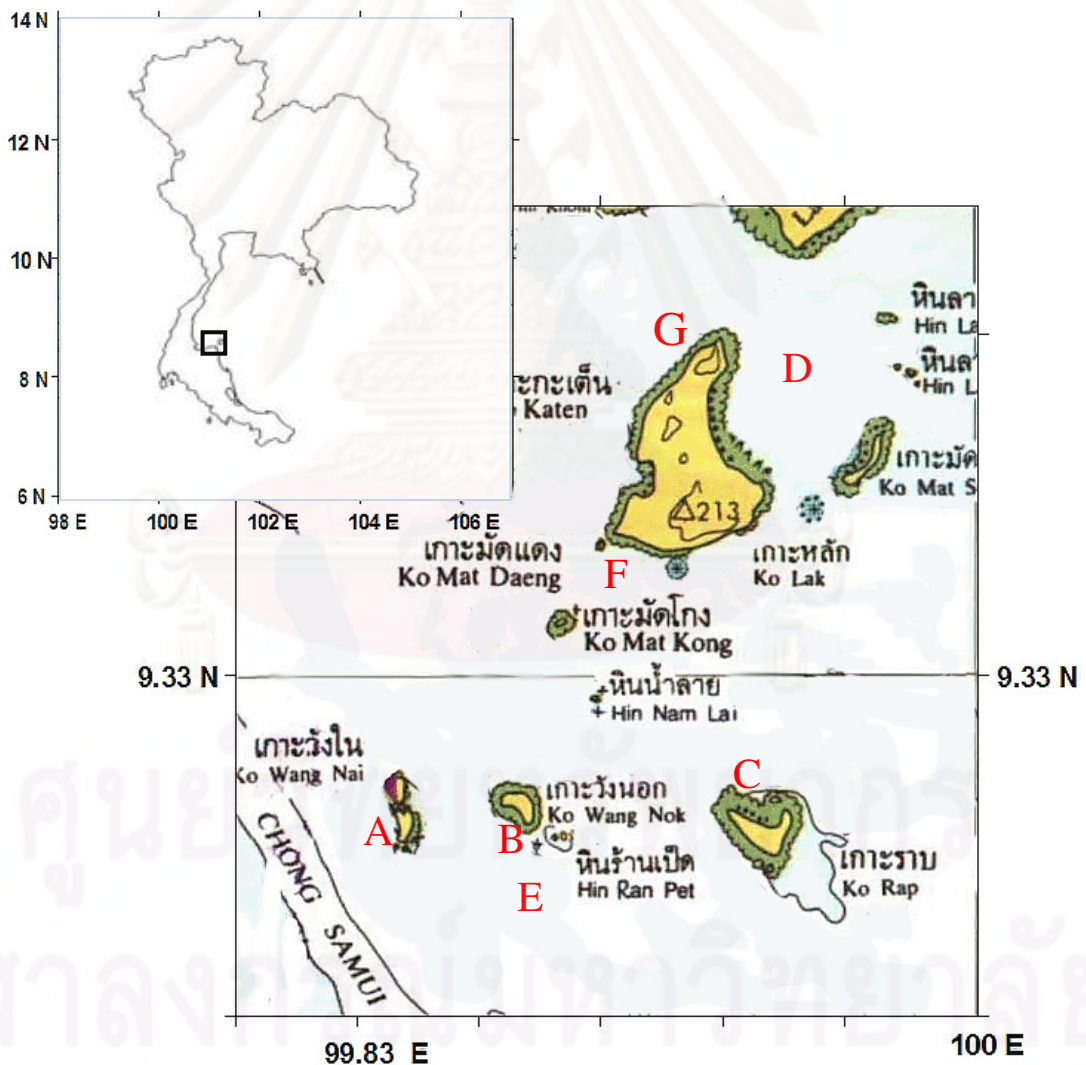


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

แนวทางในการดำเนินงานประกอบไปด้วยการเก็บข้อมูลภาคสนาม 2 ครั้ง ครอบคลุมช่วงมรสุมหลักทั้ง 2 ฤดูกาลคือ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ หลังจากนั้นจะนำข้อมูลภาคสนามรวมกับข้อมูลทุติยภูมิมาวิเคราะห์ เพื่อแสดงให้เห็นสภาพภูมิประเทศภูมิอากาศ และสมุทรศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา จากข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำ ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้



รูปที่ 2 แผนที่สังเขปแสดงขอบเขตพื้นที่ศึกษา จุดตรวจวัดกระแสน้ำรายชั่วโมง 7 จุด (A, B, C, D, E, F และ G) (แผนที่ต้นฉบับของกรมอุทกศาสตร์)

3.1 การสำรวจทางสมุทรศาสตร์ในภาคสนาม

การสำรวจทางสมุทรศาสตร์ในภาคสนามเพื่อศึกษาการไหลเวียนของน้ำและการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอย ความเค็ม อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ การดำเนินการศึกษาภาคสนามได้ดำเนินการศึกษาใน 2 ฤดูกาล คือ ระหว่างวันที่ 12-16 มิถุนายน 2551 เป็นตัวแทนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จุดตรวจวัดกระแสน้ำรายชั่วโมง 4 จุด (A, B, C และ D) โดยจุดตรวจวัดเน้นไปที่บริเวณหน้าแนวปะการัง และระหว่างวันที่ 1-4 พฤศจิกายน 2551 เป็นตัวแทนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จุดตรวจวัดกระแสน้ำรายชั่วโมง 3 จุด (E, F และ G) โดยจุดตรวจวัดเน้นไปที่บริเวณร่องน้ำ

การตรวจวัดข้อมูลเป็นรายชั่วโมงต่อเนื่องกัน 25 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 12-15 มิถุนายน 2551 เป็นตัวแทนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จุดตรวจวัดอยู่กับที่จำนวน 4 จุดโดยใช้เครื่องวัดกระแสน้ำ ADCP (RD Instrument รุ่น Sentinel 600 kz) ติดตั้งที่ผิวหน้าเพื่อวัดความเร็วและทิศทางกระแสน้ำทุกๆ ความลึก 2 เมตรจากผิวน้ำถึงท้องน้ำทุกๆ 15 นาทีต่อเนื่องกัน 25 ชั่วโมง ตลอดช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ ในแต่ละชั่วโมงจะทำการตรวจวัดสภาพอุตุนิยามวิทยา (ความเร็วลม ทิศทางลม และอุณหภูมิอากาศ) ความเค็ม อุณหภูมิพื้นทะเล ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนละลาย โดยใช้ Multiprobe (YSI รุ่น 6000) ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยโดยใช้เครื่อง TOA-DKK TB25A การตรวจวัดขึ้นอยู่กับความลึกน้ำขณะที่ทำการตรวจวัด และทำการตรวจวัดคลื่นโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า จำนวน 4 สถานี เนื่องจากมีความยุ่งยากในการติดตั้งเครื่องมือการตรวจวัดคลื่น

ระหว่างวันที่ 1-8 พฤศจิกายน 2551 เป็นตัวแทนในฤดูตะวันออกเฉียงเหนือ ได้ทำการตรวจวัดข้อมูลเป็นรายชั่วโมงต่อเนื่องกัน 25 ชั่วโมง มีจุดตรวจวัดอยู่กับที่จำนวน 3 จุด วิธีการตรวจวัดเช่นเดียวกับการตรวจวัดเมื่อวันที่ 12-15 มิถุนายน 2551

3.2 แบบจำลองเชิงตัวเลข (โปรแกรม RMA 2) เพื่อศึกษาการไหลเวียนของกระแสน้ำ

เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาที่มีความซับซ้อนจนไม่สามารถคาดเดาลักษณะการไหลของน้ำโดยใช้การตรวจวัดกระแสน้ำเพียงอย่างเดียวได้ จึงต้องประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อศึกษาลักษณะการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้แบบจำลองชุด SMS 8.1 ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรม RMA2 โดยแบบจำลองนี้ได้รับการพัฒนาโดยห้องวิจัยแบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Modeling Research

Laboratory: EMRL) ที่มหาวิทยาลัยบริกแฮมยัง (Brigham Young University) โปรแกรม RMA2 เป็นแบบจำลองเชิงตัวเลขไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับจำลองสถานการณ์การไหลเฉลี่ยของน้ำตามความลึกแบบ 2 มิติ คำนวณหาคำตอบด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element) จากสมการควบคุม คือ สมการโมเมนตัม (Momentum Equation) หรือสมการนาเวียร์-สโตกส์ (Navier - Stokes Equation) สำหรับการไหลอย่างปั่นป่วน (Turbulent Flows) และสมการอนุรักษ์มวลหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าสมการความต่อเนื่อง (Conservation of Mass or Continuity Equation) โปรแกรมจะอ่านไฟล์พื้นที่ศึกษาจากโปรแกรม GFGEN ซึ่งเป็น Binary File ร่วมกับระบบสมการของการไหล จากนั้นคำนวณหาความเร็วของกระแสน้ำ 2 มิติในแนวราบ สำหรับผลลัพธ์ของแบบจำลองนี้จะทำให้สามารถวิเคราะห์ความหมายในรูปเวกเตอร์หรือด้วยรูปภาพสีได้

การทำงานของแบบจำลองเริ่มด้วยการกำหนดค่าระดับน้ำที่ขอบเขตเปิดทำให้ระดับน้ำที่ขอบเขตเปิดไม่เท่ากับพื้นที่ด้านใน ก็จะเกิดการไหลของน้ำเข้าออกจากพื้นที่ศึกษา เมื่อมีการไหลเกิดขึ้นจะทำให้ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไป เพื่อชดเชยมวลน้ำที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับน้ำก็จะทำให้ความเร็วของกระแสน้ำเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นระดับน้ำและกระแสน้ำจะเป็นเหตุและปัจจัยซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและกระแสน้ำตามสมการโมเมนตัมและสมการอนุรักษ์มวลน้ำ

สมการควบคุม

สมการโมเมนตัม (Momentum Equation) ในแนวแกน X และ Y

$$h \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left[E_{xx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] + gh \left[\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial a}{\partial y} \right] + \frac{gun^2}{\left(\frac{1}{h^6} \right)^2} (u^2 + v^2)^{\frac{1}{2}} - \xi V_a^2 \cos \psi - 2hv\omega \sin \Phi = 0 \quad (1)$$

$$h \frac{\partial v}{\partial t} + hu \frac{\partial v}{\partial x} + hv \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left[E_{yx} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_{yy} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] + gh \left[\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial a}{\partial y} \right] + \frac{gvn^2}{\left(\frac{1}{h^6} \right)^2} (u^2 + v^2)^{\frac{1}{2}} - \xi V_a^2 \sin \psi + 2hu\omega \sin \Phi = 0 \quad (2)$$

สมการอนุรักษ์มวล (Conservation of Mass or Continuity Equation)

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

เมื่อ

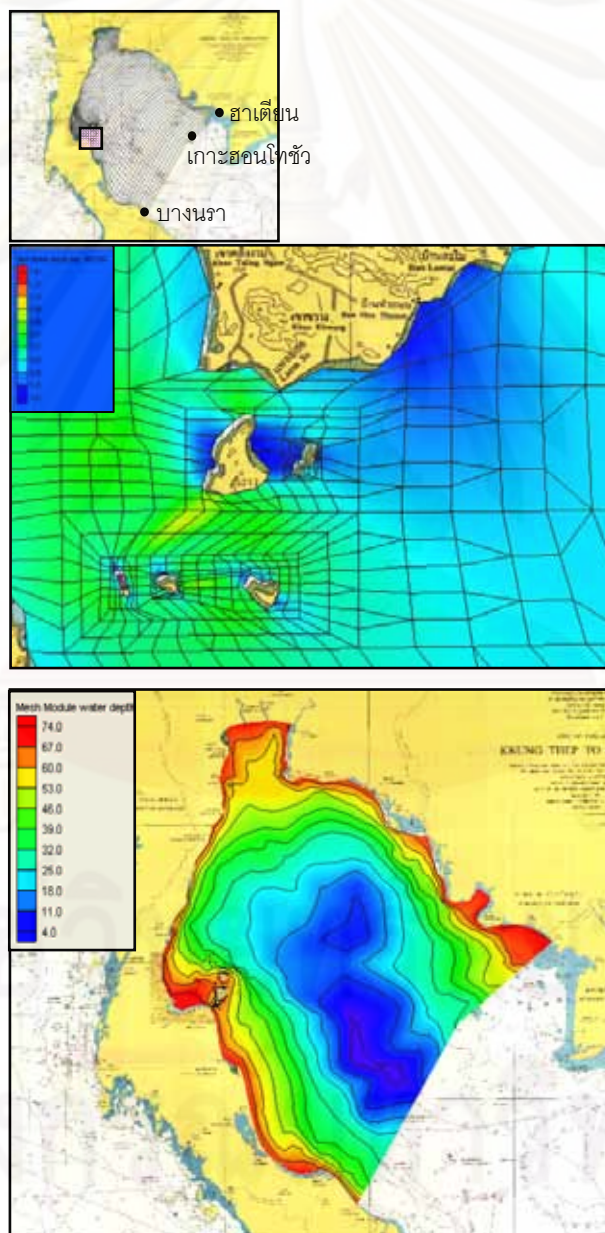
h	=	ความลึกของน้ำ (m)
u, v	=	ความเร็วของกระแส น้ำ (m/s)
x, y, t	=	โคออร์ดิเนตในระบบพิกัดฉาก (m) และเวลา (s)
ρ	=	ความหนาแน่นของน้ำ (น้ำเค็ม $\rho = 1,026 \text{ kg/m}^3$)
E	=	สัมประสิทธิ์ของความหนืด (Eddy viscosity coefficient)
g	=	ความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81 m/s^2)
a	=	ระดับของพื้นที่องทะเล (m)
n	=	ความขรุขระของท้องน้ำ (Mannings' n value)
ξ	=	สัมประสิทธิ์ของความเค้น เนื่องจากลม
V_a	=	ความเร็วของลม (m/s)
ψ	=	ทิศทางของลม (องศา)
ω	=	ความเร็วเชิงมุมที่โลกหมุนรอบตัวเอง ($7.29 \times 10^{-5} /s$)
Φ	=	ละติจูด ณ พื้นที่แบบจำลอง (องศา)

การพัฒนา ปรับเทียบ และตรวจทานชุดแบบจำลองสำหรับบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้

การพัฒนาแบบจำลองเชิงตัวเลข เริ่มต้นจากการนำแผนที่เดินเรือของกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ หมายเลข 204 แหลมคอกวางถึงหลังสวน (อ่าวไทย-ฝั่งตะวันตก) และแผนที่เดินเรือของกรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ หมายเลข 045 (อ่าวไทย) มาซ้อนทับกันในโปรแกรม SMS ปรับแต่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geo - Referenced) ซึ่งใช้โคออร์ดิเนตเป็น UTM ในระบบหน่วยเมตริก มาเป็นแผนที่ตั้งต้นทำการ digitize ขอบเขตพื้นที่ศึกษาแล้วแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมหรือสามเหลี่ยมย่อยๆ ซึ่งพื้นที่ย่อยๆ เหล่านี้เรียกว่า เอลิเมนต์ โดยมีเอลิเมนต์ประกอบด้วยเอลิเมนต์รูปสามเหลี่ยม (Triangular element) และเอลิเมนต์รูปสี่เหลี่ยม (Rectangular element) ต่อมา digitize ความลึกน้ำจากแผนที่แล้วจึง interpolate ความลึกน้ำให้กับโหนด (node) ที่เป็นจุดปลายของเส้นที่ประกอบกันเป็นเอลิเมนต์ในพื้นที่ศึกษา ค่าความลึกน้ำคิดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

และเนื่องจากน้ำในอ่าวไทยค่อนข้างตื้นจึงต้องกำหนดความลึกน้ำทั่วพื้นที่ศึกษาไว้ไม่น้อยกว่า 1 เมตรเพื่อให้พื้นที่ศึกษาไหลผ่านน้ำในช่วงน้ำลง

ในพื้นที่ศึกษามีขอบเขตเปิด (Open boundary) คือขอบเขตที่ต่อกับผิวน้ำนอกเขตพื้นที่ศึกษา) อยู่บริเวณบางนรา ฮาเตียน และเกาะฮอนโท้ว เป็นตัวแทนระดับน้ำของขอบเขตเปิด (Open Boundary) ครอบคลุมพื้นที่ในอ่าวไทยระหว่างปลายแหลมบางนรา จังหวัดนราธิวาสไปจนถึงปลายแหลมของฮาเตียนในประเทศเวียดนาม



รูปที่ 3 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา และการแบ่งเอลิเมนต์ย่อยๆ(ภาพบน) และความลึกของพื้นที่ศึกษา คิดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ภาพล่าง)

ก่อนการใช้งานแบบจำลองเชิงตัวเลขใดๆ จำเป็นต้องมีการปรับเทียบและตรวจทานผลของแบบจำลองกับผลการตรวจวัดจริง ในที่นี่จะทำการปรับเทียบแบบจำลองเชิงตัวเลข RMA2 โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดบริเวณร่องน้ำ 3 จุดด้วยกัน แรงขับเคลื่อนการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่คือน้ำขึ้นน้ำลงที่ขอบเขตเปิดปากอ่าวไทย เนื่องจากไม่มีข้อมูลระดับน้ำที่ปากอ่าวจึงต้องใช้ข้อมูลจากการหาค่าสามอนิคของระดับน้ำจากสถานีวัดระดับน้ำบางนรา ฮาเตียน และเกาะฮอนโทซัว (ADMIRALTY TIDE TABLES VOLUME 3, 2004) เป็นตัวแทนระดับน้ำของขอบเขตเปิด (Open Boundary) ครอบคลุมพื้นที่ในอ่าวไทยระหว่างปลายแหลมบางนรา จังหวัดนราธิวาสไปจนถึงปลายแหลมของฮาเตียนในประเทศเวียดนาม

การปรับแก้แบบจำลอง RMA2 ซึ่งใช้คำนวณความเร็วและทิศทางของกระแสหน้านั้นสามารถทำได้โดยการปรับแรงเสียดทานท้องน้ำ ซึ่งใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ (Manning's n) เป็นตัวบ่งบอกแรงต้านทานการไหลเวียนจากท้องน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระท้องน้ำที่ใช้เท่ากันทุกบริเวณคือ 0.023 พารามิเตอร์อีกตัวหนึ่ง สำหรับปรับแก้แบบจำลอง RMA2 คือค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด (eddy viscosity) คือ ความหนืดซึ่งต้านทานการไหลของมวลน้ำ ในแบบจำลอง RMA2 ไม่ได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดโดยตรง แต่จะกำหนดค่า Peclet number ซึ่งแปรผันตรงกับความหนาแน่นของน้ำ ความเร็วกระแสในขณะนั้น และความยาวของช่องกริด (เอลิเมนต์) แต่เป็นสัดส่วนผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดในแต่ละเอลิเมนต์จะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น ค่า Peclet number สำหรับอ่าวไทยในแบบจำลอง มีค่าเท่ากับ 10 หากเปรียบเทียบผลของความเสียดทานท้องน้ำกับสัมประสิทธิ์ความหนืดแล้วจะพบว่าความเสียดทานมีผลต่อความเร็วของกระแสมากกว่าสัมประสิทธิ์ความหนืดมาก ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดจะมีผลต่อรูปแบบการไหลเวียนเพียงเล็กน้อย ในแบบจำลองบางชุดจึงตัดเทอมสัมประสิทธิ์ความหนืดทิ้งไป

เมื่อกำหนดค่าระดับน้ำที่ปากอ่าวไทยค่า Manning's n และ Peclet number จึงเริ่มใช้งานแบบจำลองโดยใช้ขั้นเวลาเท่ากับ 0.5 ชั่วโมง (คำนวณความเร็วกระแสทุกๆครึ่งชั่วโมง) กำหนดช่วงเวลาจำลองให้ตรงกับช่วงเวลาที่ทำการสำรวจภาคสนาม เมื่อได้ผลลัพธ์จากแบบจำลองนำมาเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดจริง

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามครั้งที่ 1 ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ตารางที่ 1 และรูปที่ 4, 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่จุดสำรวจ A เกาะวัง ในบริเวณหน้าแนวปะการัง พิกัด $9^{\circ} 18' 35.63''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 53' 20.60''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 12-13 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น. จากเวกเตอร์กระแสน้ำจะพบการไหลเวียนของกระแสน้ำซึ่งเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสมที่มีน้ำเค็มเด่น ขณะสำรวจเป็นช่วงน้ำตายมีเรณัจน้ำประมาณ 0.8 เมตร กระแสน้ำไหลลงมีความแรงสุด 0.31 เมตรต่อวินาที ทิศ 171 องศา และกระแสน้ำขึ้นแรงสุด 0.22 เมตรต่อวินาที ทิศ 355 องศา และมีกระแสน้ำสุทธิไหลลงด้วยความเร็ว 0.09 เมตรต่อวินาที ทิศทาง 124 องศา ทิศทางการไหลของน้ำถูกบังคับด้วยแนวการวางตัวของเกาะ ความเร็วของกระแสน้ำแรงสุดที่ผิวน้ำแล้วลดลงตามระดับความลึกของชั้นน้ำ ทิศทางของกระแสน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกันตามความลึกของชั้นน้ำ จะเห็นได้ว่าสภาพทางสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ในบริเวณนี้ โดยเฉพาะอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้มวลน้ำมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาและมีการผสมกันดีตลอดคอลัมน์น้ำส่งผลทำให้ปัจจัยทางด้านสารอาหารในมวลน้ำมีการหมุนเวียนตลอดเวลาเป็นปัจจัยส่งเสริมให้มีการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะระบบนิเวศแนวปะการัง และยังพบว่าบริเวณหน้าแนวปะการัง อิทธิพลของกระแสน้ำจากน้ำขึ้นน้ำลงไม่ทำให้ตะกอนพื้นท้องน้ำเกิดการฟุ้งกระจาย

สภาพลมในช่วงที่ทำการสำรวจพบว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดอยู่ระหว่างทิศ 190-260 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 3.8 เมตรต่อวินาที ความสูงคลื่นจากการสังเกตด้วยตาเปล่าไม่เกิน 0.5 เมตร คลื่นเกิดการปะทะกับแนวชายหาดบริเวณแนวปะการังน้ำตื้นทางฝั่งตะวันตกของเกาะวังในทำให้ตะกอนเกิดการฟุ้งกระจายในแนวปะการังน้ำตื้น ส่งผลให้น้ำขุ่นพอสมควร จากการดำน้ำแบบสนอร์เกิล สำรวจในระหว่างวันที่ 12-13 มิถุนายน พ.ศ. 2551 พบว่าคลื่นทำให้ปะการังบริเวณน้ำตื้นเกิดความเสียหายในระดับหนึ่ง

การแพร่กระจายของความเค็มน้ำตามความลึกพบว่ามีค่าระหว่าง 33.24-33.66 psu ค่าเฉลี่ย 33.45 psu โดยทั่วไปค่าความเค็มจะเพิ่มขึ้นตามความลึก แต่เนื่องจากความลึกน้ำที่จุด

สำรวจก่อนข้างต้น มวลน้ำผสมผสานกันดีในแนวตั้งจึงไม่มีการแบ่งชั้นของมวลน้ำ ความเค็มมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในรอบวันแสดงว่าบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลของน้ำท่าจากชายฝั่งเพียงเล็กน้อย

การแพร่กระจายของอุณหภูมิน้ำตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 29.3-29.78 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 29.54 องศาเซลเซียส คลื่นลมและกระแสน้ำทำให้เกิดการผสมผสานของมวลน้ำในแนวตั้งได้ดี เป็นสาเหตุให้อุณหภูมิของน้ำใกล้เคียงกันตลอดความลึกน้ำ อุณหภูมิน้ำในรอบวันมีค่าเพิ่มขึ้น-ลดลงเล็กน้อยตามปริมาณรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ได้รับและการคายความร้อนจากผิวน้ำทะเลสู่อากาศ

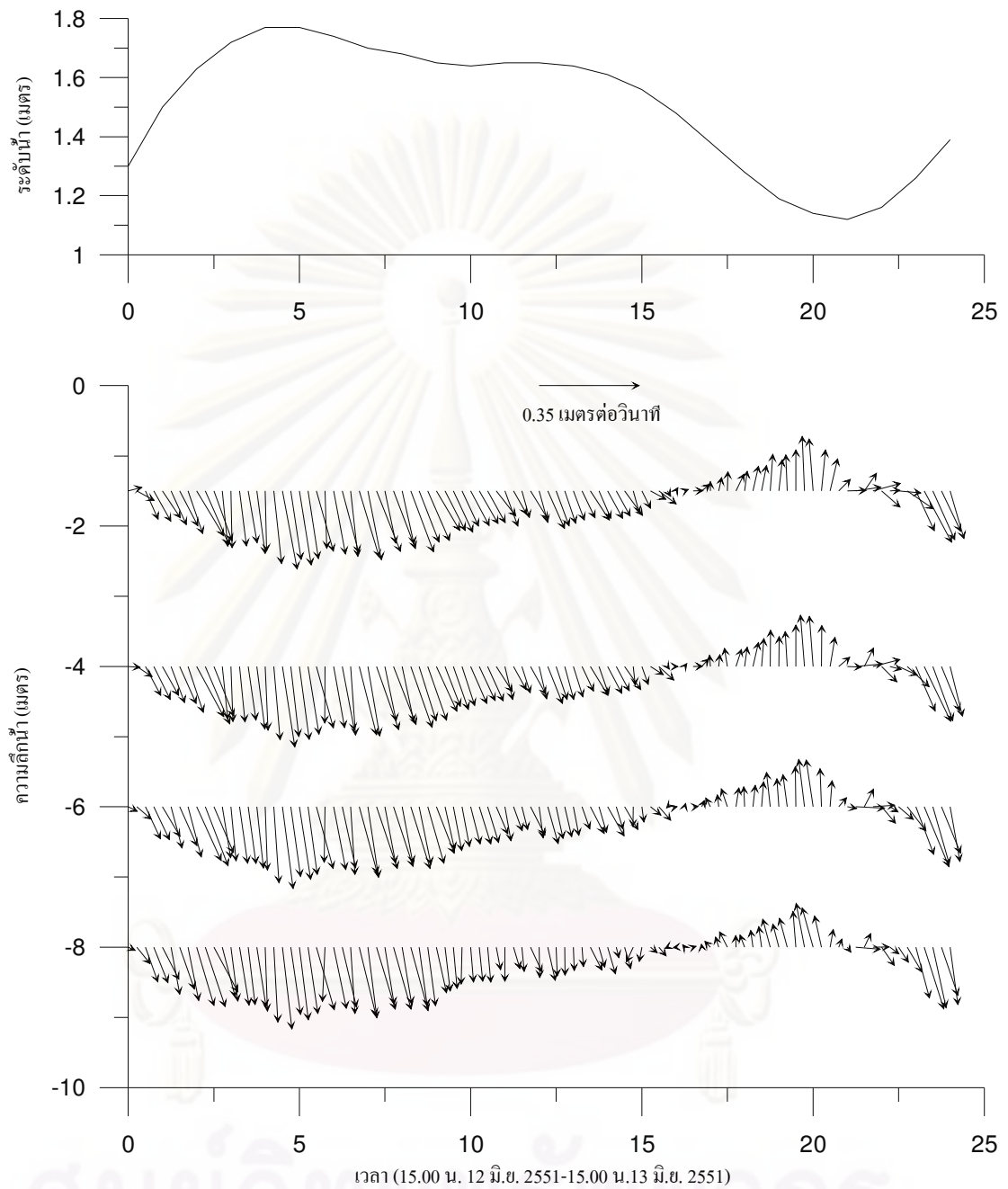
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 5.54-7.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรอบวันมีค่าเฉลี่ย 6.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงเล็กน้อยตามความลึก ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้ท้องน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งแสดงว่าคุณภาพยังเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตใกล้ท้องน้ำ

ปริมาณตะกอนตามความลึกในรอบวันต่ำประมาณ 3-5 มิลลิกรัมต่อลิตรเนื่องจากพื้นที่รักษาไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า ความเข้มข้นตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้นเมื่อกระแสน้ำไหลแรงทำให้ปริมาณตะกอนเกิดฟุ้งกระจายขึ้นมาเล็กน้อย

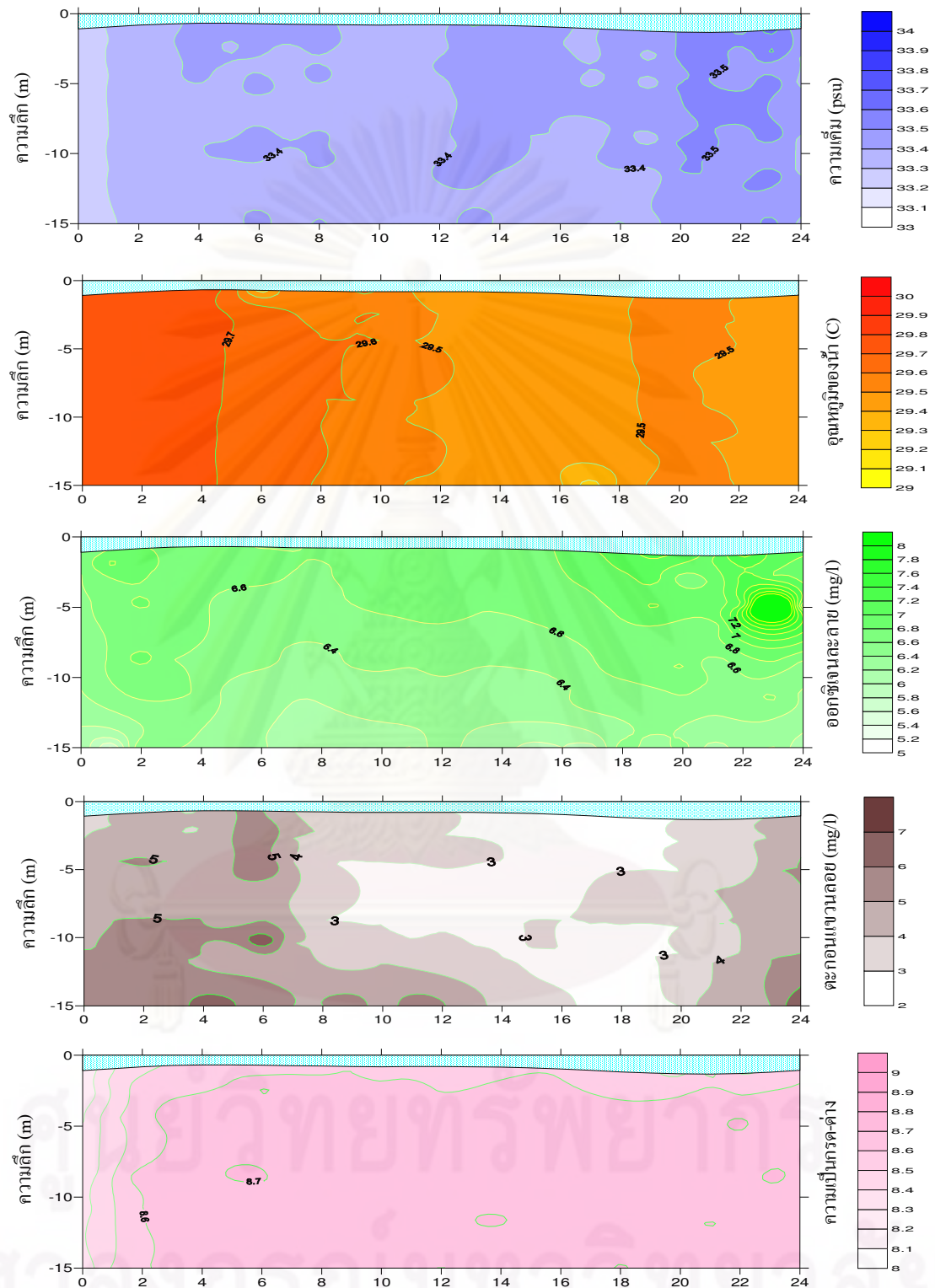
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 8.21-8.72 ในรอบวันมีค่าเฉลี่ย 8.52 การเปลี่ยนแปลงในรอบวันจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืนและจะลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 1 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี A เกาะวังในบริเวณหน้าแนวปะการัง พิกัด $9^{\circ} 18' 35.63''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 53' 20.60''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 12-13 มิถุนายน 2551 เวลา 15.00-15.00 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	28.9 / 30.2 / 31.5
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	1.9 / 3.8 / 5.8
ทิศทางลม (องศา)	190-260 องศา (SW)
กระแสน้ำไหลลงสูงสุด	0.31 m/s ทิศ 171 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นสูงสุด	0.22 m/s ทิศ 355 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.09 m/s ทิศ 124 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	29.37 / 29.54 / 29.78
ความเค็ม (psu)	33.24 / 33.45 / 33.66
DO (mg/l)	5.54 / 6.85 / 7.55
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	3 / 4 / 5
pH	8.21 / 8.52 / 8.72



รูปที่ 4 ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี A เกาะวังในบริเวณหน้าแนวปะการัง พิกัด $9^{\circ} 18' 35.63''$ องศาเหนือและ $99^{\circ} 53' 20.60''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 12-13 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น.



รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี A เกาะวังไผ่บริเวณหน้าแนวปะการัง พิกัด $9^{\circ} 18' 35.63''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 53' 20.60''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 12-13 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น.

ตารางที่ 2 และรูปที่ 6, 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่จุดสำรวจ B บริเวณ เกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 36.28''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 54' 44.66''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 13-14 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 17.00-17.00 น. ยังพบการไหลเวียนของกระแสน้ำซึ่งเกิดจาก อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำเดียว เป็นช่วงน้ำตายมีเรณัจน้ำ ประมาณ 0.8 เมตร กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุดประมาณ 0.53 เมตรต่อวินาที ทิศ 313 องศา กระแสน้ำลงแรงสุด 0.2 เมตรต่อวินาที ทิศ 107 องศา และกระแสน้ำสุทธิไหลขึ้นด้วยความเร็ว 0.14 เมตรต่อวินาที ทิศ 317 องศา ความเร็วของกระแสน้ำแรงสุดที่ผิวน้ำแล้วลดลงตามระดับ ความลึกของชั้นน้ำ ทิศทางของกระแสน้ำมีทิศทางเดียวกันตามระดับความลึกของชั้นน้ำ จะเห็นได้ว่าอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงทำให้มวลน้ำมีการเคลื่อนที่และผสมกันดีตลอดคอลัมน์น้ำ ส่งผลทำให้ สารอาหารในมวลน้ำมีการหมุนเวียนตลอดเวลาเป็นปัจจัยส่งเสริมให้มีการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะระบบนิเวศแนวปะการัง และยังพบว่าบริเวณหน้าแนวปะการัง มีอิทธิพลของกระแสน้ำ ที่ไม่ทำให้ตะกอนพื้นท้องน้ำเกิดการฟุ้งกระจาย

ลมทางฝั่งตะวันตกของเกาะวังนอกในช่วงที่สำรวจพัดอยู่ระหว่างทิศ 190-260 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 3.0 เมตรต่อวินาที ชายฝั่งตะวันตกบริเวณเกาะวังนอกความสูงคลื่น จากการสังเกตด้วยตาเปล่าไม่เกิน 0.5 เมตร คลื่นเกิดการปะทะกับแนวโขดหินบริเวณแนวปะการัง น้ำตื้นทางฝั่งตะวันตกของเกาะ ทำให้ตะกอนเกิดการฟุ้งกระจายในแนวปะการังน้ำตื้น ส่งผลให้น้ำ ชุ่นพอสมควร จากการดำน้ำแบบสนอร์เกิลสำรวจ

ความเค็มของน้ำที่จุดตรวจวัดตามความลึกมีค่าระหว่าง 33.27-33.78 psu ค่าเฉลี่ย 33.50 psu โดยทั่วไปค่าความเค็มจะเพิ่มขึ้นตามความลึก แต่เนื่องจากมวลน้ำในบริเวณนี้ไม่มีการ แบ่งชั้น มวลน้ำมีการผสมผสานกันดี ดังนั้นความเค็มไม่เปลี่ยนแปลงตามความลึก แต่มีการ เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในรอบวัน

อุณหภูมิผิวน้ำตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 29.29-29.48 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 29.31 องศาเซลเซียสอุณหภูมิของน้ำใกล้เคียงกันตลอดความลึกน้ำ เนื่องจากมวลน้ำในบริเวณนี้ไม่มีการ แบ่งชั้น มวลน้ำมีการผสมผสานกันได้ดี อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงน้อยมากในระหว่างวัน

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 5.0-7.88 มิลลิกรัมต่อ ลิตร ค่าเฉลี่ย 6.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงเล็กน้อยตามความลึก ปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้ท้องน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตรถือว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี

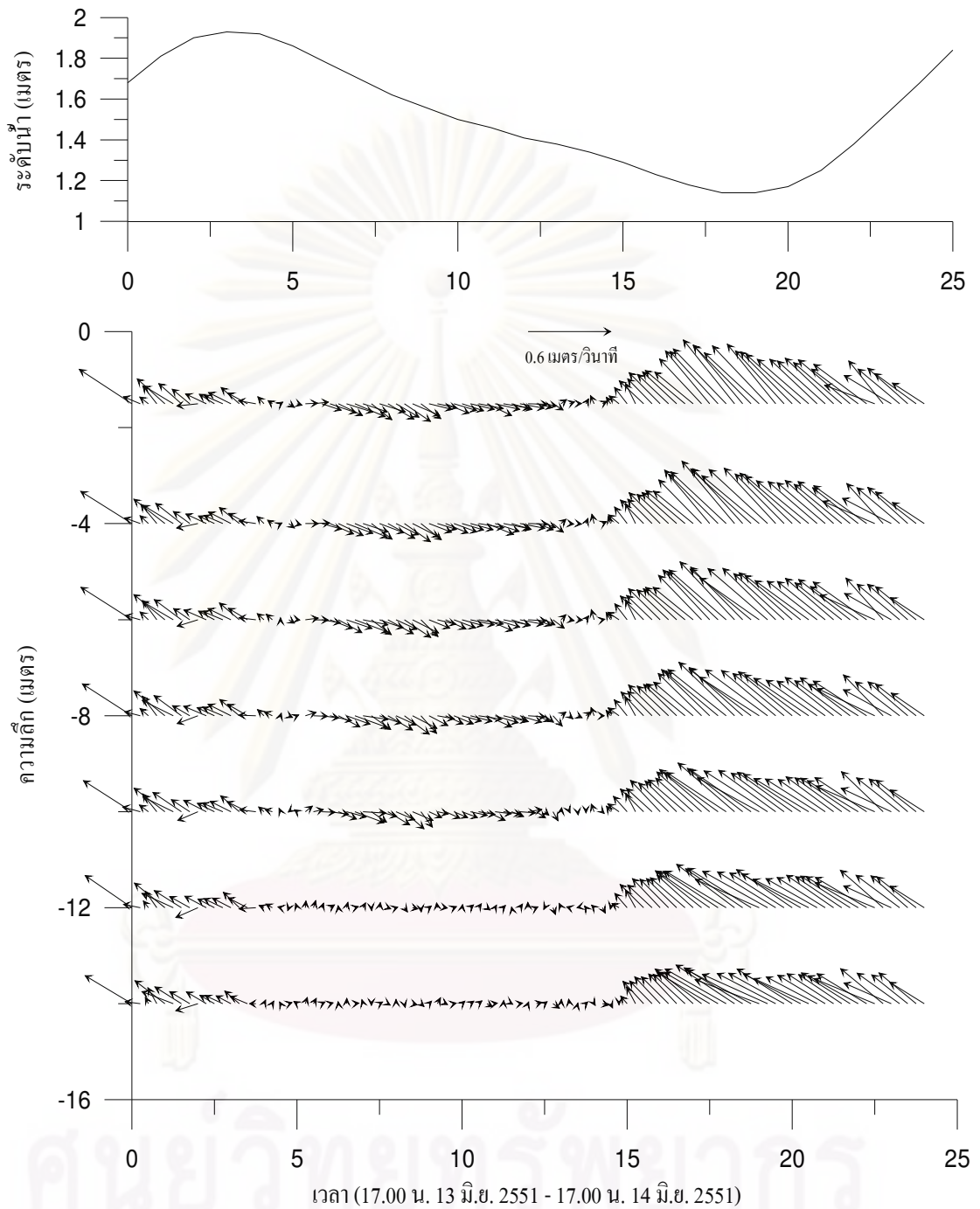
ปริมาณตะกอนแขวนลอยตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 2-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยเพียง 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าต่ำเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า คลื่นและ

กระแสน้ำไม่รุนแรงทำให้ตะกอนที่ท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมาน้อย เมื่อเทียบกับความเร็วกระแสน้ำ ขณะลดลงค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยก็ลดลงด้วย

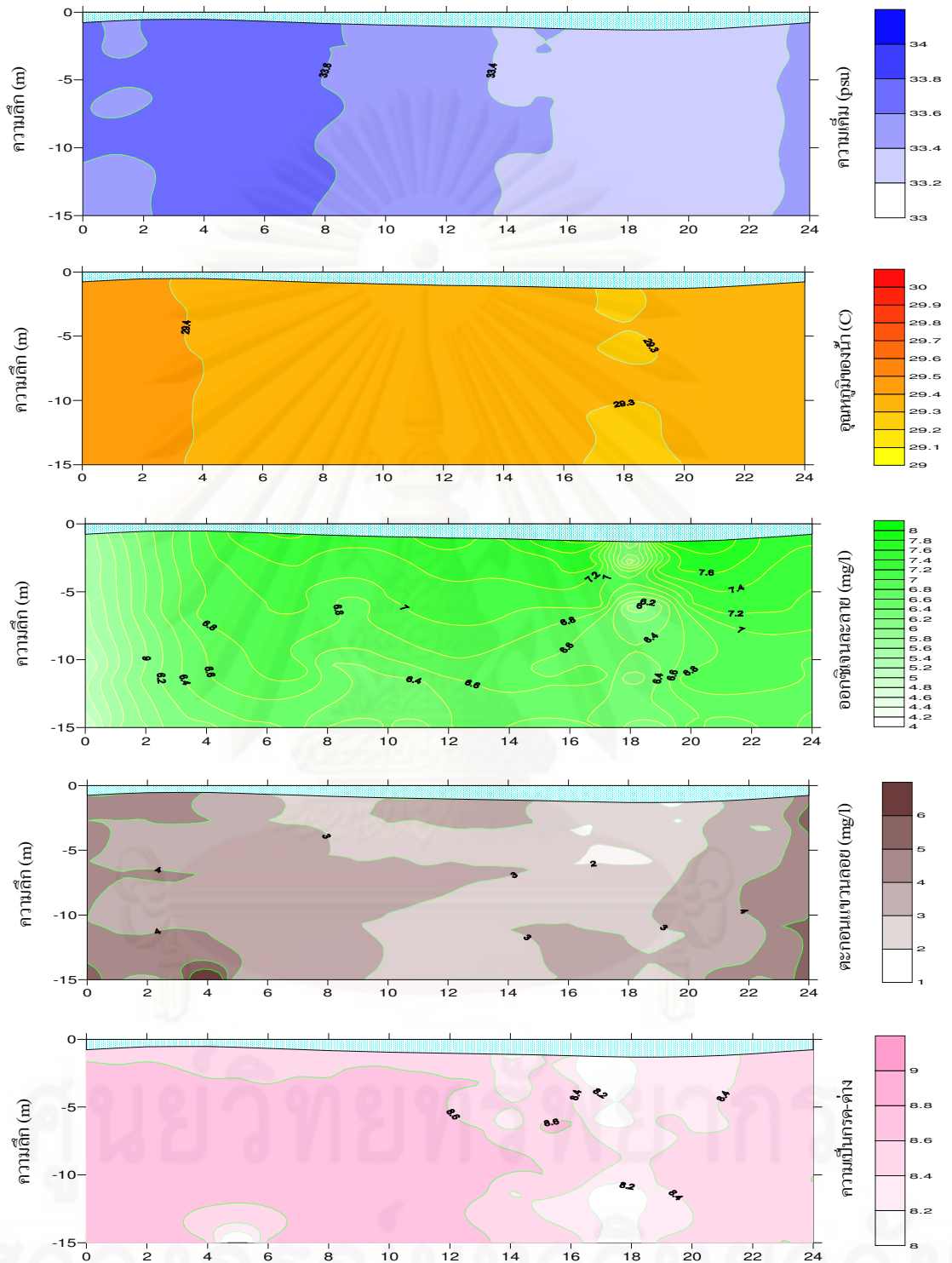
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 7.80-8.72 ในรอบวันมีค่าเฉลี่ย 8.09 โดยการเปลี่ยนแปลงในรอบวันจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืน และลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 2 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี B บริเวณ เกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 36.28''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 54' 44.66''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 13-14 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 17.00-17.00 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	28.3 / 29.5 / 30.7
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	0.6 / 3.0 / 5.4
ทิศทางลม (องศา)	190-260 องศา (SW)
กระแสน้ำไหลลงแรงสุด	0.2 m/s ทิศ 107 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด	0.53 m/s ทิศ 313 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.14 m/s ทิศ 317 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	29.27 / 29.31 / 29.48
ความเค็ม (psu)	33.27/ 33.50 / 33.78
DO (mg/l)	5.0 / 6.68 / 7.88
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	2 / 4 / 5
pH	7.80 / 8.09 / 8.72



รูปที่ 6 ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี B บริเวณ เกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 36.28''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 54' 44.66''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 13-14 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 17.00-17.00 น.



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี B บริเวณ เกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 36.28''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 54' 44.66''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 13-14 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 17.00-17.00 น.

ตารางที่ 3 และรูปที่ 8, 9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่จุดสำรวจ C เกาะราบบริเวณหน้าแนวปะการังพิกัด $9^{\circ} 18' 51.33''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 15.06''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 14-15 มิถุนายน พ.ศ.2551 เวลา 18.00-18.00 น. พบการไหลเวียนของน้ำ เนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณนี้เป็นน้ำเดี่ยว เป็นช่วงน้ำตายมีเรณัจ น้ำประมาณ 0.7 เมตร กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุดประมาณ 0.27 เมตรต่อวินาที ทิศทาง 256 องศา กระแสน้ำลงแรงสุด 0.29 เมตรต่อวินาที ทิศ 100 องศา และกระแสน้ำสุทธิในรอบ 25 ชั่วโมงไหลลง ด้วยความเร็ว 0.03 เมตรต่อวินาที ทิศทาง 122 องศา ความเร็วของกระแสน้ำแรงเฉพาะชั้นบนหนา ประมาณ 6 เมตรแล้วลดลงตามระดับความลึกของชั้นน้ำ ทิศทางของกระแสน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดคอลัมน์น้ำ จะเห็นได้ว่าอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงทำให้มวลน้ำมีการไหลเวียนและผสมกันดีตลอดคอลัมน์น้ำ ส่งผลต่อการหมุนเวียนของสารอาหารในมวลน้ำและการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะระบบนิเวศแนวปะการัง และยังพบว่าอิทธิพลของกระแสน้ำไม่ทำให้ตะกอนพื้นท้องน้ำเกิดการฟุ้งกระจายบริเวณแนวปะการัง

ลมในช่วงที่ตรวจวัดอยู่ระหว่างทิศ 240-300 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 2.0 เมตรต่อวินาที ทางทิศเหนือของเกาะราบบริเวณนี้สงบจากการสังเกตด้วยตาเปล่าเนื่องจากจุดสำรวจมีเกาะราบบช่วยกำบังคลื่นลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนทางฝั่งตะวันตกของเกาะราบบมีคลื่นสูงเล็กน้อยเนื่องจากพื้นที่เปิดรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ความเค็มตามความลึกมีค่าระหว่าง 33.46-33.62 psu ค่าเฉลี่ย 33.54 psu ค่าความเค็มคงที่ตามความลึกเนื่องจากมวลน้ำในบริเวณนี้ผสมผสานกันดีไม่มีการแบ่งชั้นน้ำ ค่าความเค็มเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในรอบ 25 ชั่วโมง

อุณหภูมิน้ำตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 29.11-29.70 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 29.40 องศาเซลเซียส โดยที่มวลน้ำผสมกันดีไม่มีการแบ่งชั้น ทำให้อุณหภูมิน้ำใกล้เคียงกันตลอดคอลัมน์น้ำ ค่าอุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงในรอบวันตามปริมาณรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และการคายความร้อนจากผิวน้ำให้กับบรรยากาศ

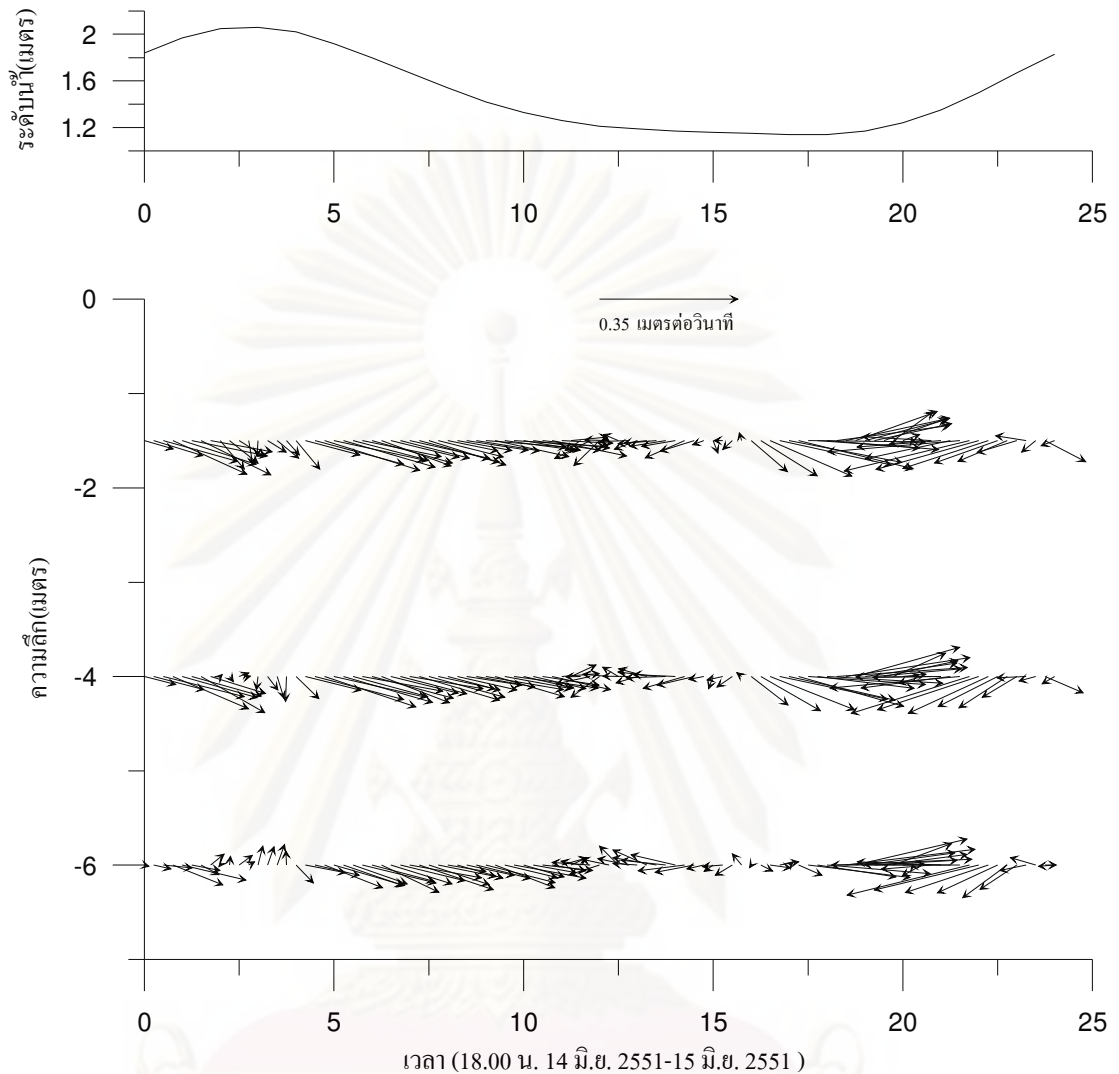
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตามความลึกมีค่าระหว่าง 5.84-8.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรอบ 25 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ย 7.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงเล็กน้อยตามความลึก เนื่องจากมีการใช้ออกซิเจนโดยสิ่งมีชีวิตในมวลน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้ท้องน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตรถือว่าคุณภาพน้ำยังอยู่ในสภาพที่ดี

ค่าตะกอนแขวนลอยในรอบวันตามความลึกมีค่าระหว่าง 1-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าตะกอนแขวนลอยที่จุดสำรวจมีค่าต่ำมากเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า คลื่นสงบและความเร็วกระแส น้ำต่ำ

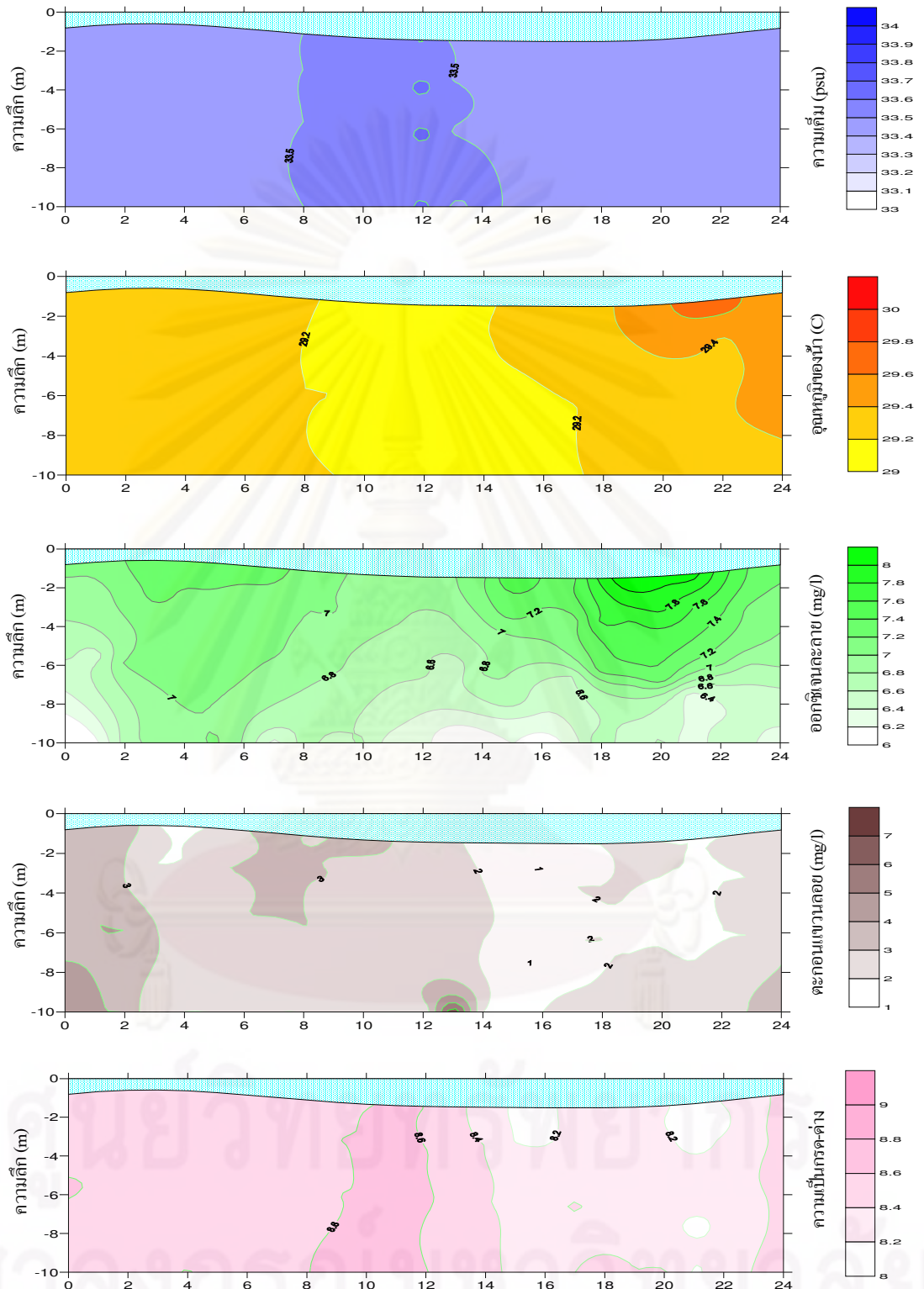
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 7.97- 8.69 ในรอบวันมีค่าเฉลี่ย 8.38 โดยการเปลี่ยนแปลงในรอบวันจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืนและจะลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 3 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี C เกาะرابบริเวณหน้าแนวปะการัง พิกัด $9^{\circ} 18' 51.33''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 15.06''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 14-15 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 18.00-18.00 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	28.3 / 29.7 / 31.1
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	0 / 1.75 / 3.5
ทิศทางลม (องศา)	240-300 องศา (SW)
กระแสน้ำไหลลงแรงสุด	0.29m/s ทิศ 100 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด	0.21 m/s ทิศ 75 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.03 m/s. ทิศ 122 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	29.11 / 29.40 / 29.70
ความเค็ม (psu)	33.46 / 33.54 / 33.62
DO (mg/l)	5.84 / 7.24 / 8.22
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	1 / 3 / 4
pH	7.97 / 8.38/ 8.69



รูปที่ 8 ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี C เกาะราบบริเวณหน้าแนวปะการัง พิกัด $9^{\circ} 18' 51.33''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 15.06''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 14-15 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 18.00-18.00 น.



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี C เกาะราบบริเวณหน้าแนวปะการัง พิกัด $9^{\circ} 18' 51.33''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 15.06''$ องศาตะวันออกในระหว่างวันที่ 14-15 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 18.00-18.00 น.

ตารางที่ 4 และรูปที่ 10, 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่จุดสำรวจ D บริเวณช่องระหว่างเกาะแตงกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 20.59''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 34.79''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 15-16 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 19.00-19.00 น. ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นน้ำเดี่ยว เป็นช่วงน้ำตาย มีเรณัจน้ำประมาณ 0.6 เมตร การไหลเวียนของกระแสน้ำซึ่งเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด 0.67 เมตรต่อวินาที ทิศ 298 องศา กระแสน้ำไหลแรงสุดประมาณ 0.81 เมตรต่อวินาที ทิศ 106 องศา กระแสน้ำสุทธิในรอบ 25 ชั่วโมงไหลลงด้วยความเร็วเฉลี่ย 0.15 เมตรต่อวินาที ทิศทาง 103 องศา ความเร็วของกระแสน้ำมีค่าใกล้เคียงกันตลอดความลึกของน้ำ ทิศทางของกระแสน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกันตามความลึกเช่นกัน กระแสน้ำบริเวณช่องแคบระหว่างเกาะแตงกับเกาะสมุยมีความรุนแรง เนื่องจากเป็นช่องแคบที่มีความลึกน้ำถึง 40 เมตร (ทำการตรวจวัดในน้ำลึกเพียง 15 เมตร เนื่องจากกระแสน้ำมีความรุนแรงไม่สามารถหย่อนอุปกรณ์ตรวจวัดลงไปได้ต่ำกว่านี้)

ลมในช่วงที่ตรวจวัดพัดอยู่ระหว่างทิศ 230-340 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 1.6 เมตรต่อวินาที จากการสังเกตด้วยตาเปล่าพบว่าคลื่นลมบริเวณนี้สงบเนื่องจากเกาะช่วยกำบังคลื่นลม

ความเค็มของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 33.22-33.49 psu ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 33.38 psu ความเค็มมีค่าคงที่ตามความลึกเนื่องจากมวลน้ำผสมกันได้ดีไม่มีการแบ่งชั้น ค่าความเค็มเปลี่ยนแปลงตามเวลาเล็กน้อยตามมวลน้ำที่เคลื่อนที่ผ่านจุดสำรวจในแต่ละชั่วโมง

อุณหภูมิน้ำตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 29.10-29.65 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 29.30 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิคงที่ในแนวตั้งในแนวตั้งเช่นเดียวกับความเค็ม และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในระหว่างวันขึ้นกับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์และการคายความร้อนของมวลน้ำ

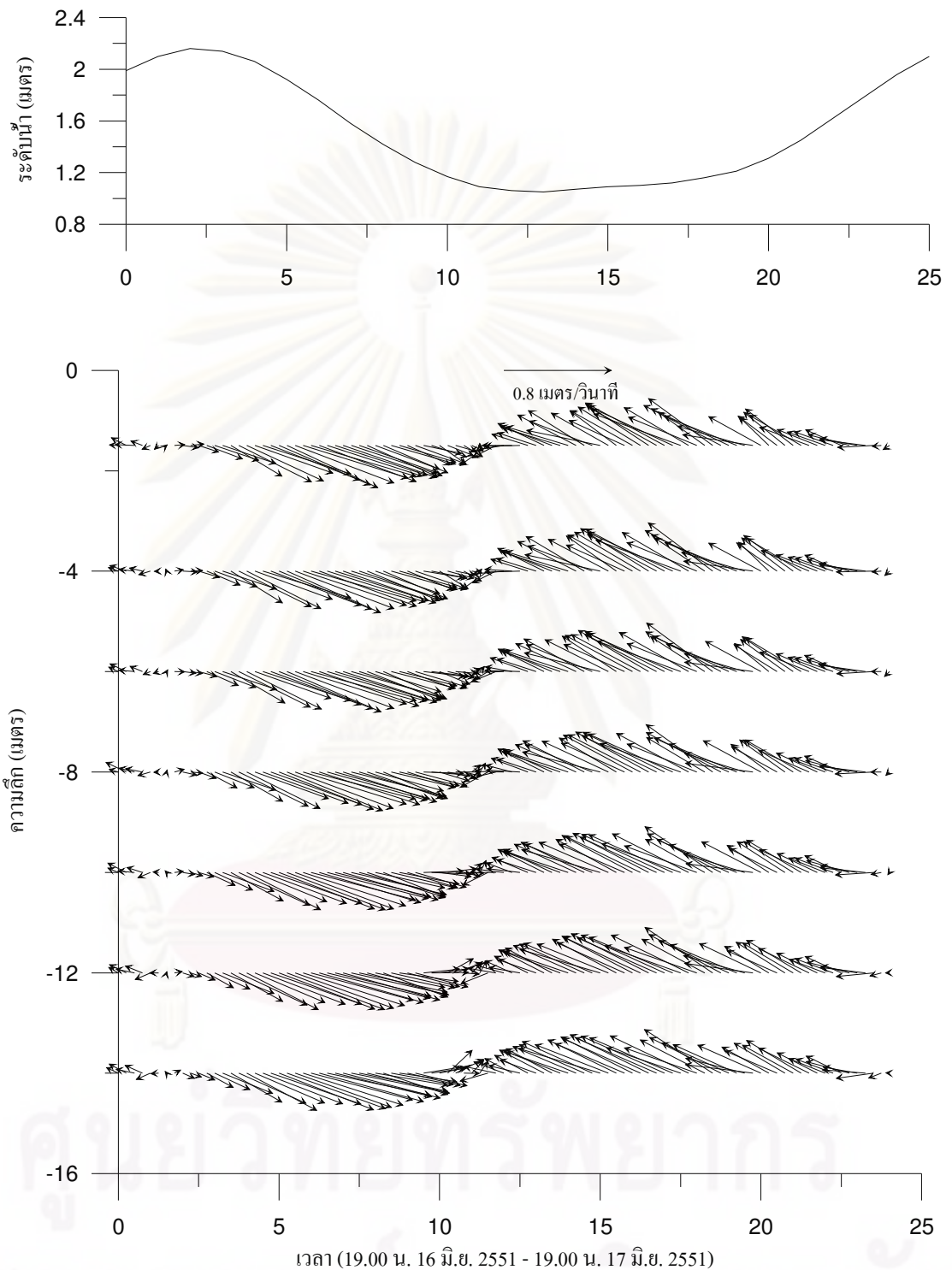
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 5.53-7.95 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 7.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงตามความลึกเนื่องจากออกซิเจนถูกใช้โดยสิ่งมีชีวิตในมวลน้ำ

ตะกอนแขวนลอยตามความลึกในรอบวันมีค่าระหว่าง 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าตะกอนแขวนลอยต่ำมาก เนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า น้ำค่อนข้างลึกจนกระแสน้ำและคลื่นไม่สามารถกวาดตะกอนท้องน้ำให้ฟุ้งกระจายขึ้นมาได้

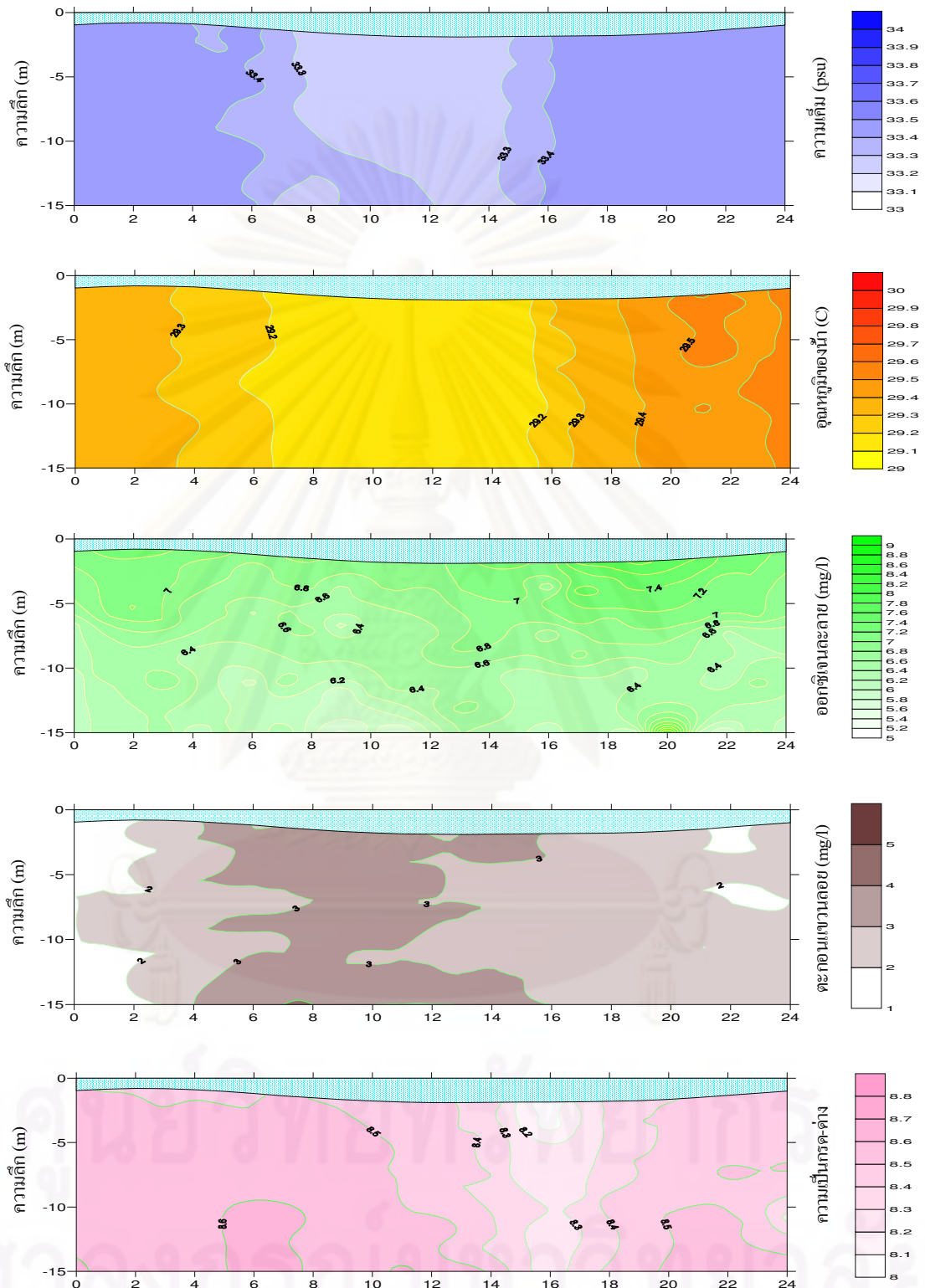
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 7.98-8.65 ค่าเฉลี่ย 8.42 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลในรอบวันจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืน และจะลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 4 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพ จากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี D บริเวณช่องระหว่างเกาะเตนกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 20.59''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 34.79''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 15-16 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 19.00-19.00 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	28.2 / 28.7 / 31.1
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	0 / 2.0 / 4.1
ทิศทางลม (องศา)	230-340 องศา (SW)
กระแสน้ำไหลลงแรงสุด	0.81 m/s ทิศ 106 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด	0.67 m/s ทิศ 298 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.15 m/s ทิศ 103 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	29.10 / 29.30 / 29.65
ความเค็ม (psu)	33.22 / 33.38 / 33.49
DO (mg/l)	5.53 / 7.25 / 7.95
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	2 / 3 / 4
pH	7.98 / 8.42 / 8.65



รูปที่ 10 ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี D บริเวณช่องระหว่างเกาะแดนกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 20.59''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 34.79''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 15-16 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 19.00-19.00 น.



รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี D บริเวณช่องระหว่างเกาะเต๋นกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 20.59''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 57' 34.79''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 15-16 มิถุนายน พ.ศ. 2551 เวลา 19.00-19.00 น.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามครั้งที่ 2 ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 5 และรูปที่ 12,13 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่จุดสำรวจ E บริเวณช่องแคบระหว่างเกาะวังในกับเกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 5.71''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 37.82''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 1-2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 12.00-12.00 น. ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสมที่มีน้ำเค็มเด่น ในช่วงน้ำเกิดซึ่งมีแรงดันน้ำประมาณ 1.25 เมตร การไหลเวียนของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด 0.38 เมตรต่อวินาที ทิศ 335 องศา กระแสน้ำไหลแรงสุดประมาณ 0.44 เมตรต่อวินาที ทิศ 170 องศา และกระแสน้ำในรอบ 25 ชั่วโมงไหลขึ้นเฉลี่ย 0.13 เมตรต่อวินาที ทิศทาง 45 องศา ความเร็วของกระแสน้ำจะลดลงบริเวณใกล้พื้นที่ของน้ำ ทิศทางของกระแสน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกันตามความลึกของชั้นน้ำ ดังนั้นบริเวณร่องน้ำระหว่างเกาะวังในกับเกาะวังนอกกระแสน้ำจะถูกบีบบังคับให้มวลน้ำไหลไปตามร่องน้ำระหว่างเกาะ

ลมในช่วงที่สำรวจพัดอยู่ระหว่างทิศ 65-177 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 3.5 เมตรต่อวินาที บริเวณช่องระหว่างเกาะวังในกับเกาะนอก คลื่นลมบริเวณนี้สงบ จากการสังเกตด้วยตาเปล่า เนื่องจากบริเวณนี้มีเป็นช่องแคบอยู่ระหว่างเกาะวังในกับเกาะนอก จึงไม่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ความเค็มน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 33.30-33.36 psu ค่าเฉลี่ย 33.33 psu การเปลี่ยนแปลงของค่าความเค็มน้อยมากทั้งในแนวดิ่งและตามเวลาเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลของน้ำท่าจากชายฝั่ง

อุณหภูมิมีค่าตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 26.90-27.33 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 27.12 องศาเซลเซียส อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงตามความลึกและเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในรอบ 25 ชั่วโมง

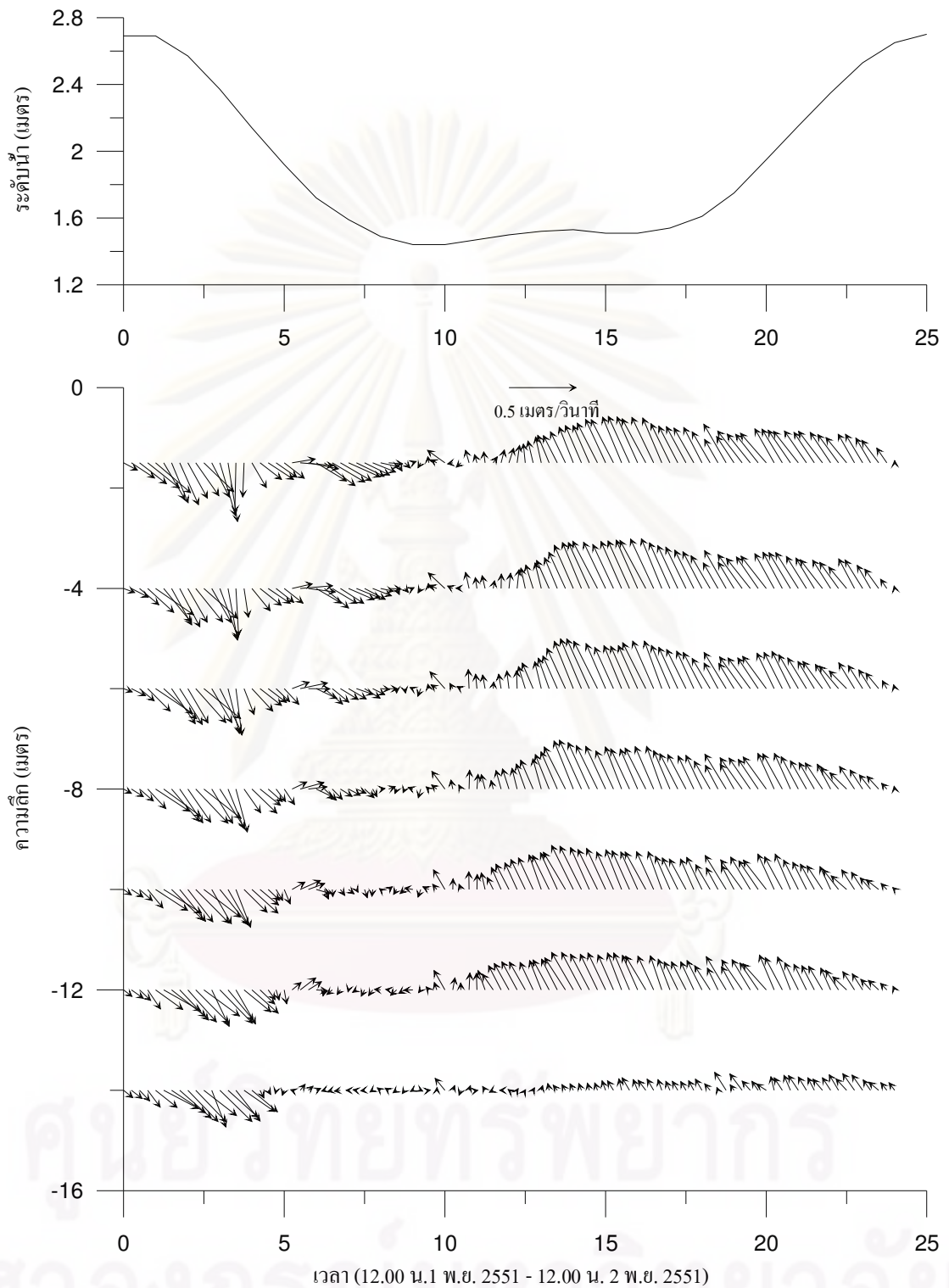
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 5.75-7.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมง 6.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงเล็กน้อยตามความลึกและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้ท้องน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งแสดงว่าคุณภาพน้ำยังอยู่ในสภาพที่ดี

ตะกอนแขวนลอยตามความลึกมีค่าต่ำในช่วง 2-6 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าตะกอนแขวนลอยต่ำเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า และคลื่น-กระแสน้ำไม่รุนแรง

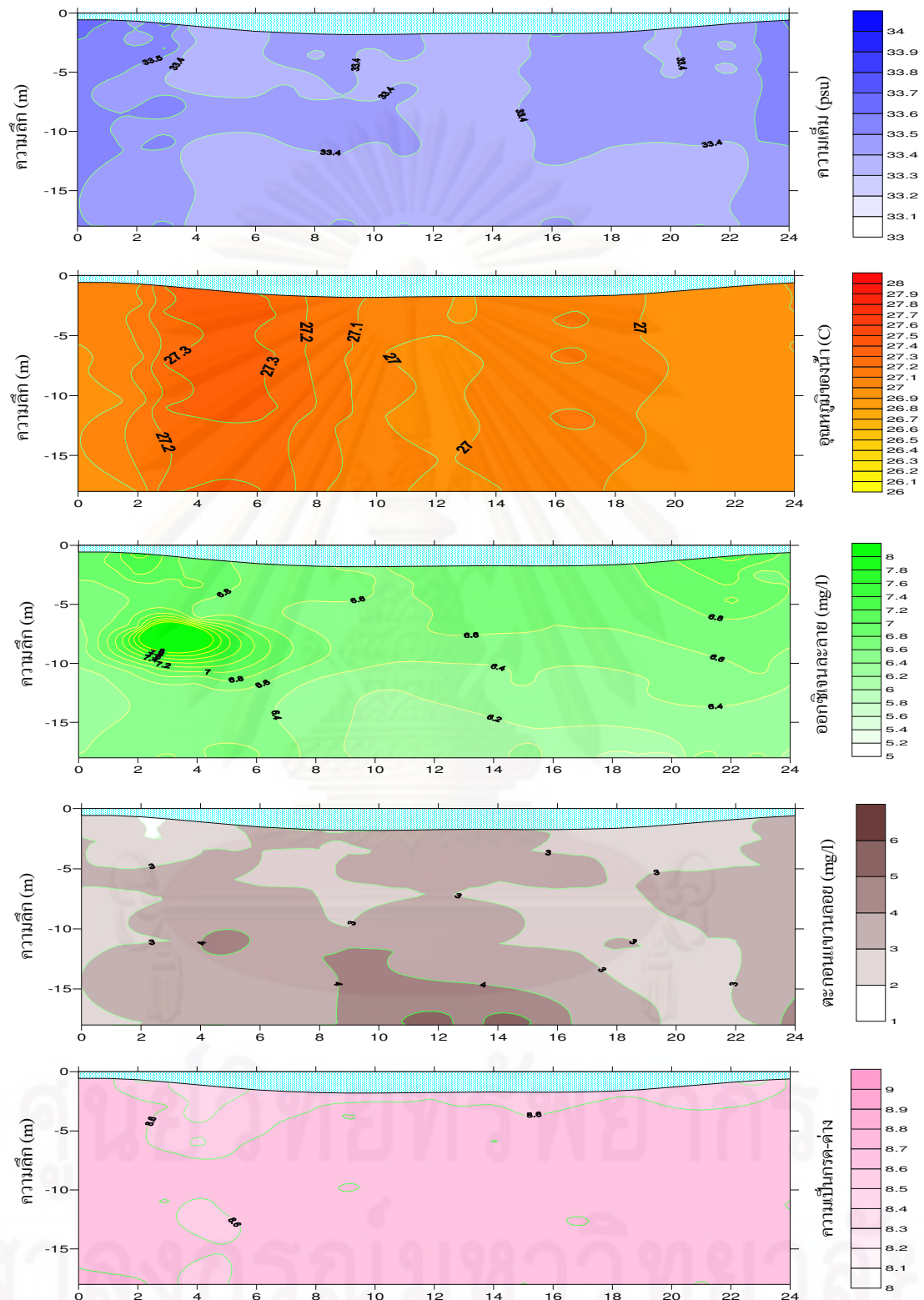
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 8.39-8.72 ในรอบวัน ค่าเฉลี่ย 8.52 โดยการเปลี่ยนแปลงในรอบวันจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืนและจะลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 5 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี E บริเวณช่องระหว่างเกาะวังในกับเกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 5.71''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 37.82''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 1-2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 12.00-12.00 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	24.1 / 27.6 / 31.1
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	0 / 3.5 / 7
ทิศทางลม (องศา)	65-177 องศา
กระแสน้ำไหลลงแรงสุด	0.41 m/s ทิศ 124 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด	0.38 m/s ทิศ 335 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.13 m/s ทิศ 45 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	26.90 / 27.12 / 27.33
ความเค็ม (psu)	33.30 / 33.33 / 33.36
DO (mg/l)	5.75 / 6.65 / 7.55
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	2 / 4 / 6
pH	8.39 / 8.52 / 8.72



รูปที่ 12 ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี E บริเวณช่องระหว่างเกาะวังไนกับเกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 5.71''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 37.82''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 1-2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 12.00-12.00 น.



รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี E บริเวณช่องระหว่างเกาะวังในกับเกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 5.71''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 37.82''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 1-2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 12.00-12.00 น.

ตารางที่ 6 และรูปที่ 14,15 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่จุดสำรวจ F บริเวณเกาะแตนทางด้านตะวันตกของเกาะ พิกัด $9^{\circ} 20' 47.06''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 39.83''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 2-3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 14.00-14.00 น. ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นน้ำเดี่ยว ในช่วงน้ำเกิดโดยมีเรณัจน้ำประมาณ 1.20 เมตร การไหลเวียนของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุดประมาณ 0.80 เมตรต่อวินาที ทิศ 283 องศา กระแสน้ำไหลลงแรงสุด 0.78 เมตรต่อวินาที ทิศ 125 องศา กระแสน้ำสุทธิในรอบ 25 ชั่วโมงไหลขึ้นด้วยความเร็วเฉลี่ย 0.20 เมตรต่อวินาที ทิศ 283 องศา ความเร็วของกระแสน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกันตลอดความลึกของน้ำและทิศทางของกระแสน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกันตามความลึกของชั้นน้ำ

ลมบริเวณเกาะแตนในช่วงที่สำรวจพัดอยู่ระหว่างทิศ 65-177 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 3.0 เมตรต่อวินาที คลื่นลมที่จุดสำรวจเนื่องจากเกาะแตนช่วยกำบังคลื่นลม

ความเค็มน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 33.27-33.78 psu ค่าเฉลี่ย 33.53 psu โดยทั่วไปค่าความเค็มจะเพิ่มขึ้นตามความลึกแต่เนื่องจากมวลน้ำบริเวณนี้ไม่มีการแบ่งชั้นและมวลน้ำมีการผสมผสานกันดี ทำให้ความเค็มคงที่ตามความลึก ค่าความเค็มเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในรอบ 25 ชั่วโมง

อุณหภูมิน้ำทะเลตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 27.10-27.33 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 27.17 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิกึ่งที่ตามความลึกเนื่องจากมวลน้ำผสมกันดีในแนวตั้งและไม่มีการแบ่งชั้นน้ำ และค่าอุณหภูมิก่อนข้างคงที่ในรอบ 25 ชั่วโมง

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 5.90-7.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 6.84 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงเล็กน้อยตามความลึกและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้ท้องน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตะกอนแขวนลอยตามความลึกในรอบ 25 ชั่วโมงมีค่าต่ำในช่วง 2-6 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าตะกอนแขวนลอยต่ำเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า และคลื่น-กระแสน้ำไม่รุนแรง

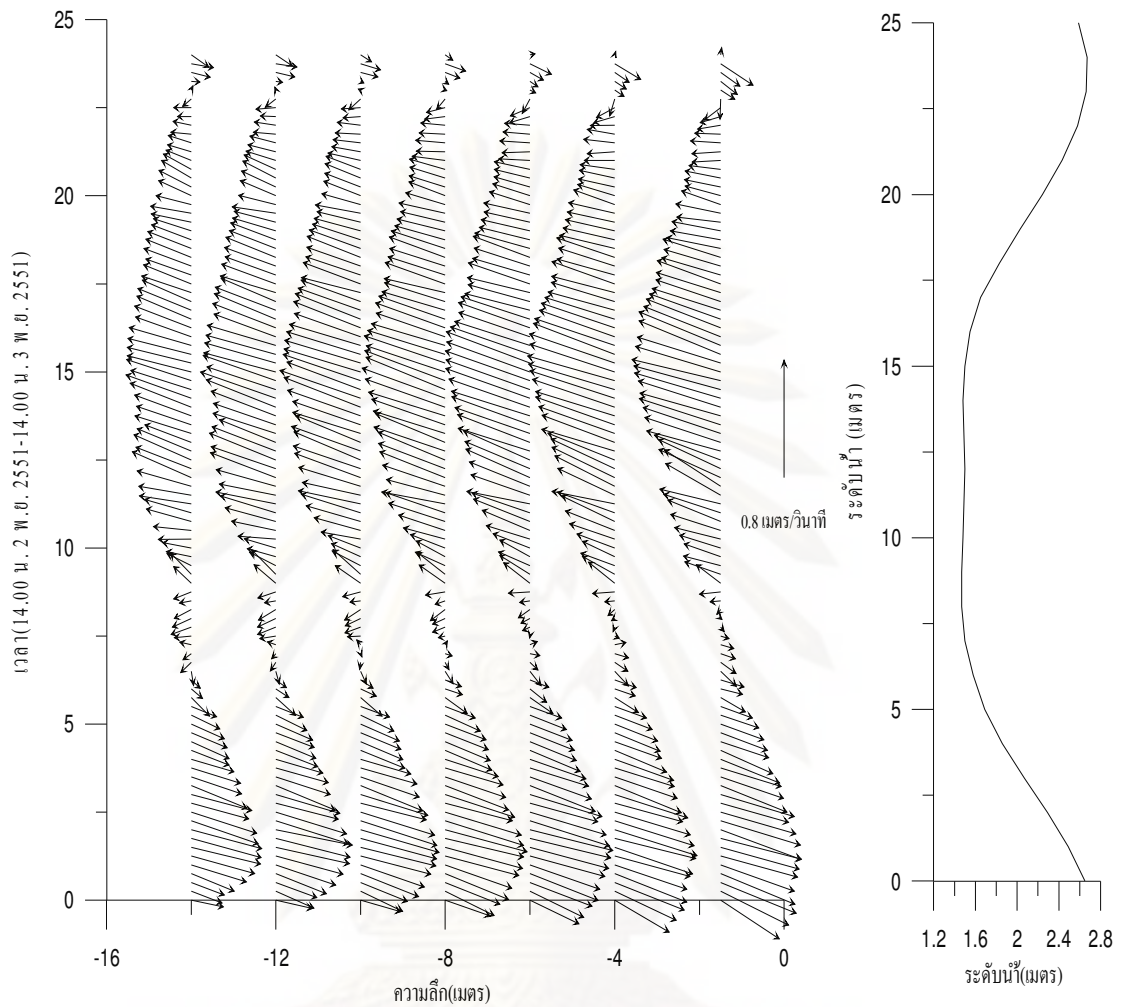
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 8.01-8.7 ในรอบวันมีค่าเฉลี่ย 8.52 โดยการเปลี่ยนแปลงในรอบวันจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืนและจะลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 6 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี F บริเวณเกาะแตนทางด้านตะวันตกของเกาะ พิกัด $9^{\circ} 20' 47.06''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 39.83''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 2-3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 14.00-14.00 น.

พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	24.5 / 27.3 / 30.1
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	0 / 3.0 / 6
ทิศทางลม (องศา)	65-177 องศา
กระแสน้ำไหลลงแรงสุด	0.78 m/s ทิศ 125 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด	0.80 m/s ทิศ 283 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.20 m/s ทิศ 283 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	27.0 / 27.17 / 27.33
ความเค็ม (psu)	33.27/ 33.53 / 33.78
DO (mg/l)	5.90 / 6.84 / 7.93
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	2 / 4 / 6
pH	8.01 / 8.52 / 8.72

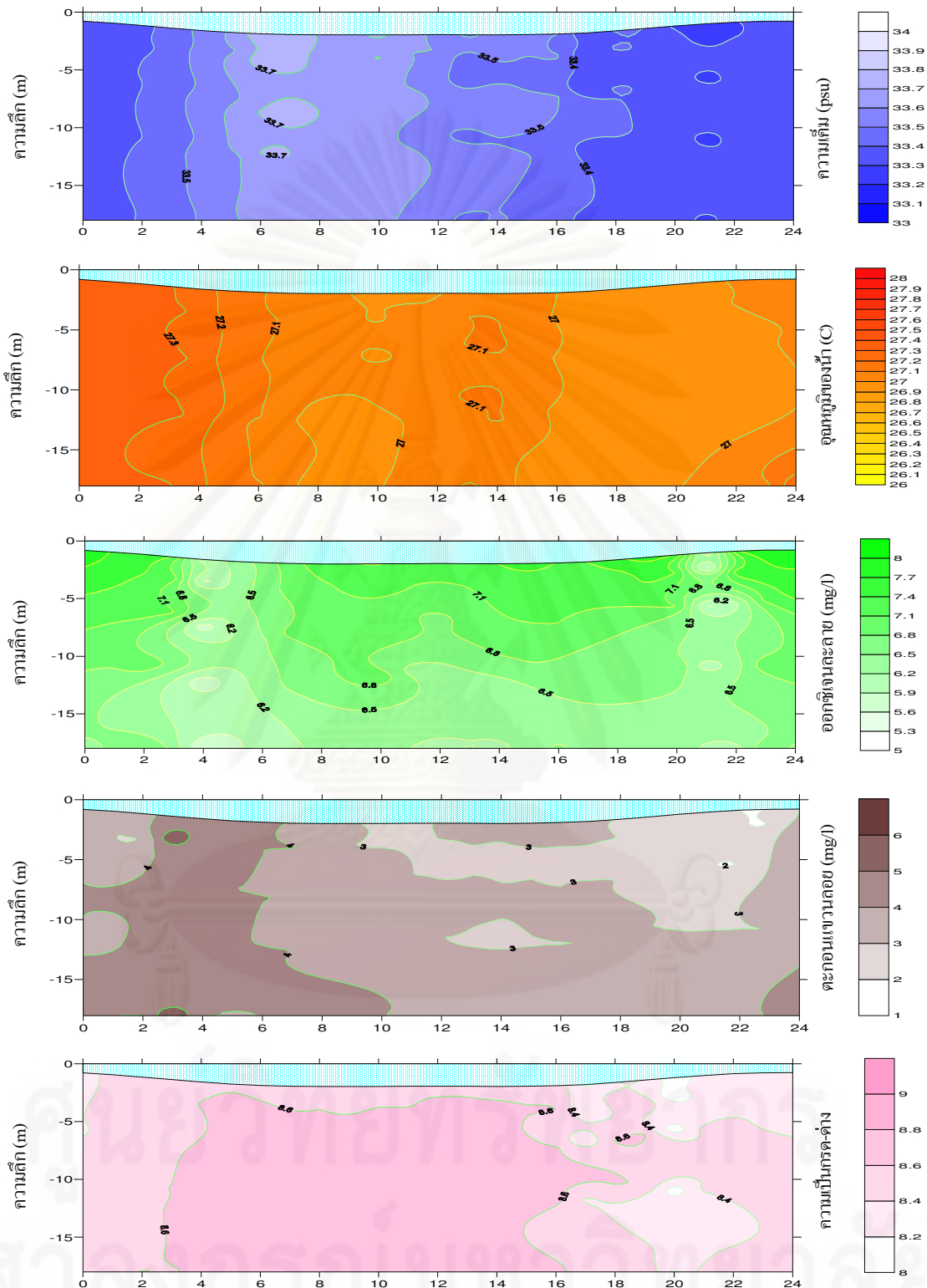
ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 14 ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี F บริเวณเกาะเตนทางด้านตะวันตกของเกาะ พิกัด $9^{\circ} 20' 47.06''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 39.83''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 2-3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 14.00-14.00 น.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี F บริเวณเกาะเตน ทางด้านตะวันตกของเกาะ พิกัด $9^{\circ} 20' 47.06''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 39.83''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 2-3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 14.00-14.00 น

ตารางที่ 7 และรูปที่ 16,17 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์ที่จุดสำรวจ G บริเวณช่องระหว่างเกาะเตตนกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 50.22''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 56' 41.45''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 3-4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น. ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำเดี่ยว เป็นช่วงน้ำเกิดที่มีเรณัจน้ำประมาณ 1.16 เมตร การไหลเวียนของน้ำซึ่งเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด 0.75 เมตรต่อวินาที ทิศ 261 องศา กระแสน้ำลงแรงสุด 0.85 เมตรต่อวินาที ทิศ 100 องศา กระแสสุทธิในรอบ 25 ชั่วโมงไหลลงด้วยความเร็วเฉลี่ย 0.05 เมตรต่อวินาที ทิศ 179 องศา ความเร็วของกระแสน้ำจะค่อยๆ ลดลงตามความลึกของชั้นน้ำ ทิศทางของกระแสน้ำเป็นไปในทิศทางเดียวกันตามความลึกของชั้นน้ำ ดังนั้นบริเวณร่องน้ำระหว่างเกาะเตตนกับเกาะสมุยกระแสน้ำจะถูกบีบบังคับให้มวลน้ำไหลไปตามร่องน้ำระหว่างเกาะ

ลมบริเวณเกาะเตตนในช่วงที่สำรวจพัดอยู่ระหว่างทิศ 0-100 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวันเพียง 1.5 เมตรต่อวินาที จากการสังเกตคลื่นด้วยตาเปล่าบริเวณช่องระหว่างเกาะเตตนกับเกาะสมุยพบว่าคลื่นลมสงบเนื่องจากเกาะสมุยและเกาะเตตนช่วยกำบังคลื่นลมที่จุดสำรวจ

ความเค็มน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 33.22-33.49 psu ค่าเฉลี่ย 33.36 psu ค่าความเค็มคงที่ตามความลึกเนื่องจากมวลน้ำผสมกันดีในแนวตั้ง ค่าความเค็มคงที่ในรอบ 25 ชั่วโมงเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า

อุณหภูมิน้ำตามความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 26.7-27.35 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ย 27.02 องศาเซลเซียส มวลน้ำบริเวณนี้ไม่มีการแบ่งชั้น มวลน้ำมีการผสมผสานกันดีเป็นเหตุให้อุณหภูมิของน้ำใกล้เคียงกันตลอดความลึกน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 5.32-8.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยในรอบ 25 ชั่วโมงเท่ากับ 6.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงเล็กน้อยตามความลึก และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำใกล้ท้องน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตะกอนแขวนลอยตามความลึกในรอบวันมีค่าต่ำในช่วง 2-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าตะกอนแขวนลอยต่ำเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า และคลื่นไม่รุนแรง

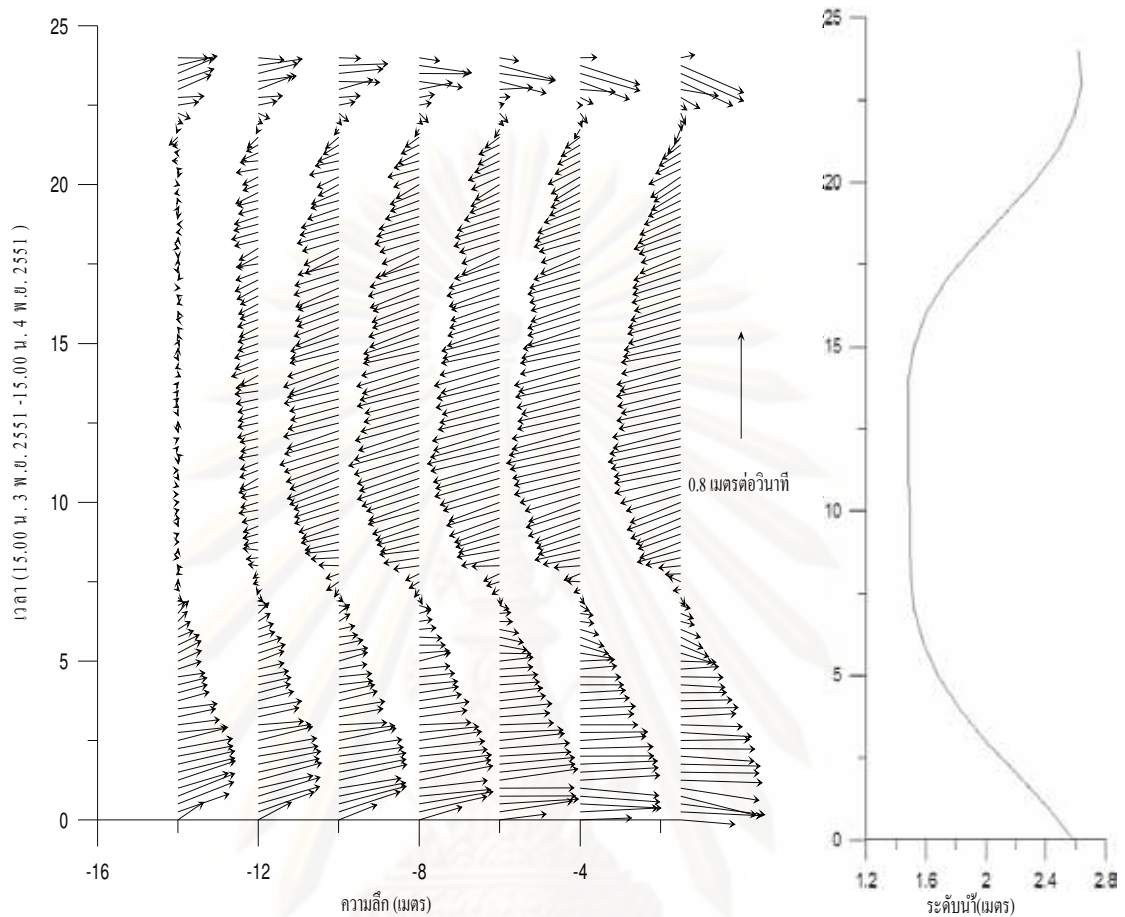
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตามความลึกมีค่าระหว่าง 7.98-8.68 ค่าเฉลี่ย 8.53 โดยการเปลี่ยนแปลงในรอบวันจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืนและจะลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

ตารางที่ 7 ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุดของข้อมูลสมุทรศาสตร์กายภาพจากการตรวจวัดในรอบ 25 ชั่วโมง สถานี G บริเวณช่องระหว่างเกาะแดนกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ}23'50.22''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ}56'41.45''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 3-4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น

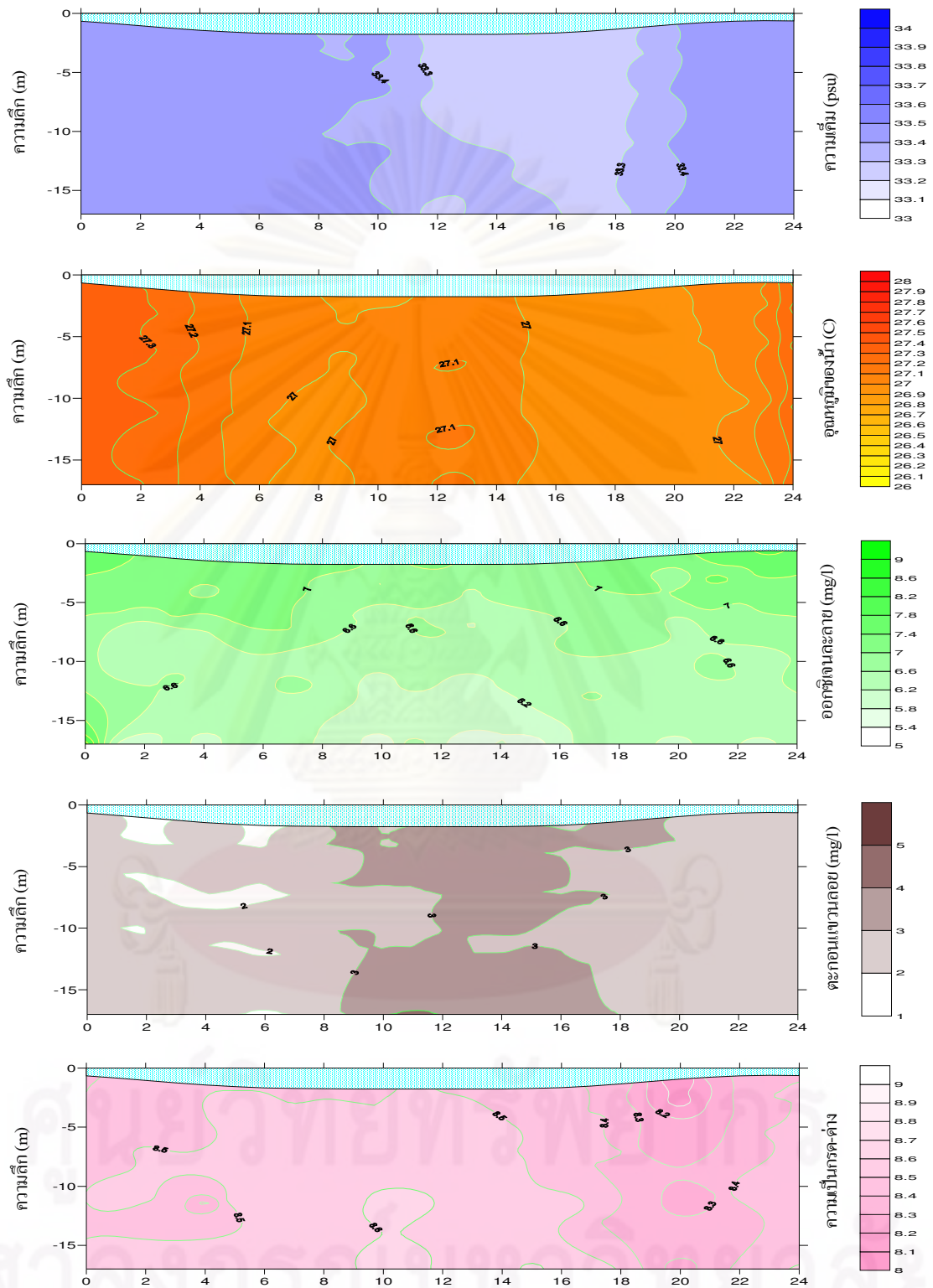
พารามิเตอร์	ค่าต่ำสุด/ค่าเฉลี่ย/ค่าสูงสุด
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	24.8 / 27.65 / 30.5
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	0 / 1.5 / 3
ทิศทางลม (องศา)	0-100 องศา
กระแสน้ำไหลลงแรงสุด	0.85 m/s ทิศ 100 องศา
กระแสน้ำไหลขึ้นแรงสุด	0.75 m/s ทิศ 261 องศา
กระแสน้ำสุทธิ	0.05m/s ทิศ 179 องศา
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	26.7 / 27.02 / 27.35
ความเค็ม (psu)	33.22 / 33.36 / 33.49
DO (mg/l)	5.32 / 6.75 / 8.46
ตะกอนแขวนลอย (mg/l)	2 / 3 / 4
pH	7.98 / 8.53 / 8.68

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



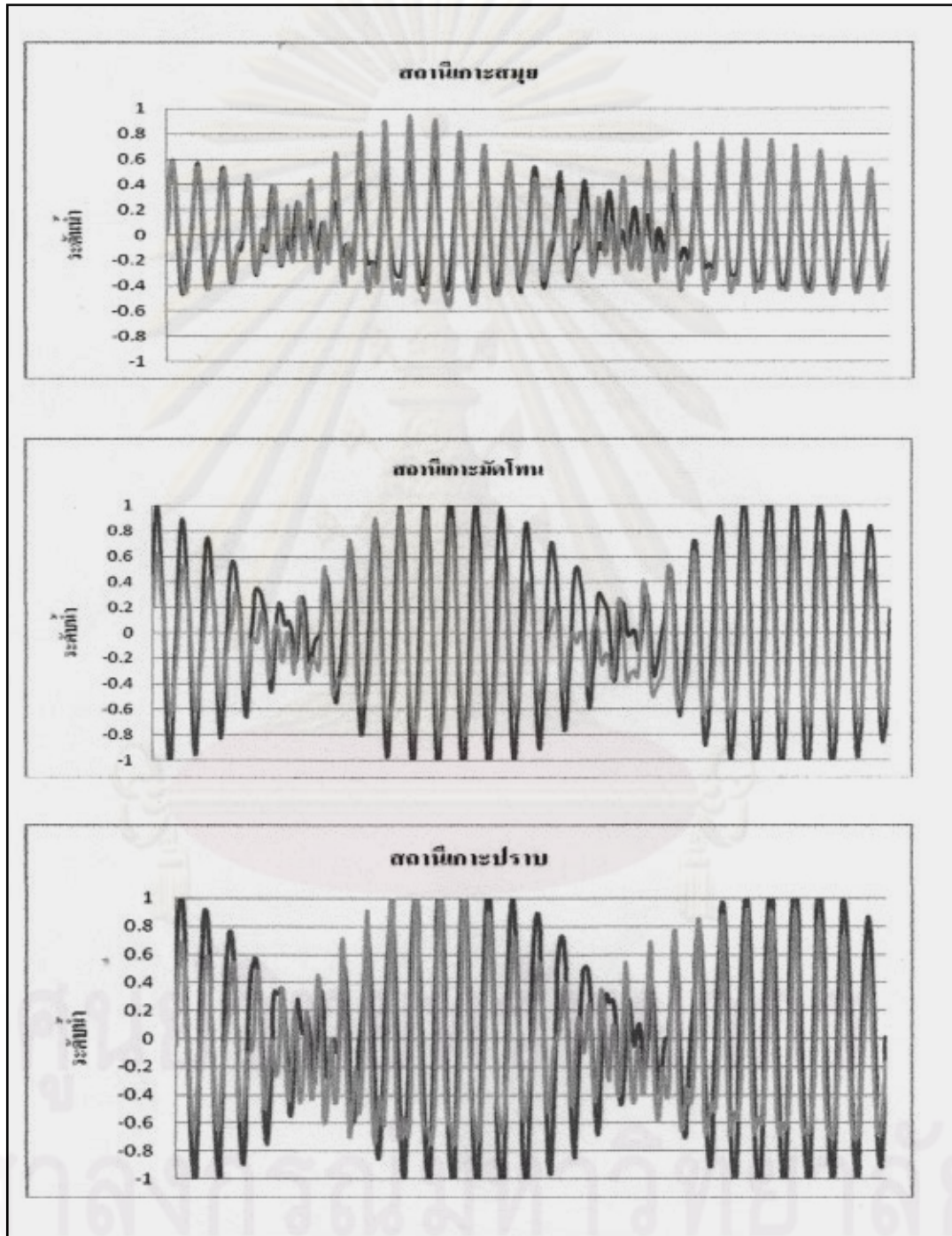
รูปที่ 16 ขนาดและทิศทางของกระแสน้ำตามระดับความลึก สถานี G บริเวณช่องระหว่างเกาะ
 แตนกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 50.22''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 56' 41.45''$ องศาตะวันออก ในระหว่าง
 วันที่ 3-4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น.



รูปที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ตามความลึกของน้ำทะเล สถานี G บริเวณช่องระหว่างเกาะเตนกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 50.22''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 56' 41.45''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 3-4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น.

4.2 ผลการเปรียบเทียบในแบบจำลองเชิงตัวเลข RMA2

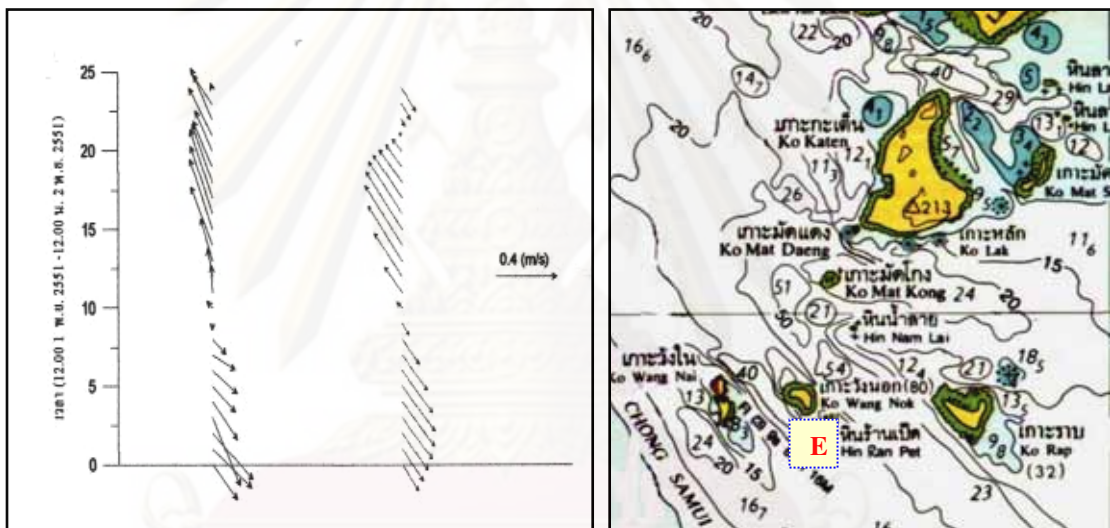
ผลการเปรียบเทียบระดับน้ำจากแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำ (RMA2)



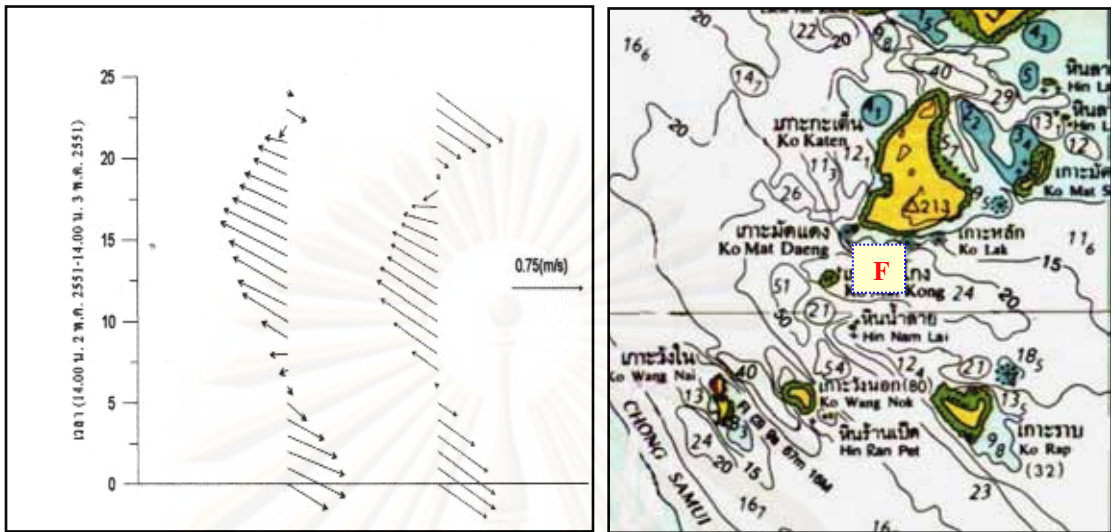
รูปที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบระดับน้ำจากแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำ(เส้นสีดำ) กับสถานีตรวจวัดระดับน้ำเกาะสมุย เกาะปราบ และเกาะมัดโพน(สีเทา)

รูปที่ 18 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับที่ได้จากแบบจำลองเชิงตัวเลข RMA2 กับข้อมูลระดับน้ำทำนายที่สถานีตรวจวัดระดับน้ำเกาะสมุย เกาะมัดโพน และเกาะปราบ จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ระดับน้ำที่ขอบเขตได้ใกล้เคียงกับระดับน้ำจริง แบบจำลองเชิงตัวเลข RMA2 ก็จะสามารถจำลองระดับน้ำภายในอ่าวไทยได้ จากรูปจะเห็นได้ว่า เฟสของน้ำขึ้นน้ำลงตรงกันแต่แอมพลิจูดจะแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งเกิดเนื่องจากในแบบจำลองเชิงตัวเลขใช้องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงไม่ครบทุกตัว

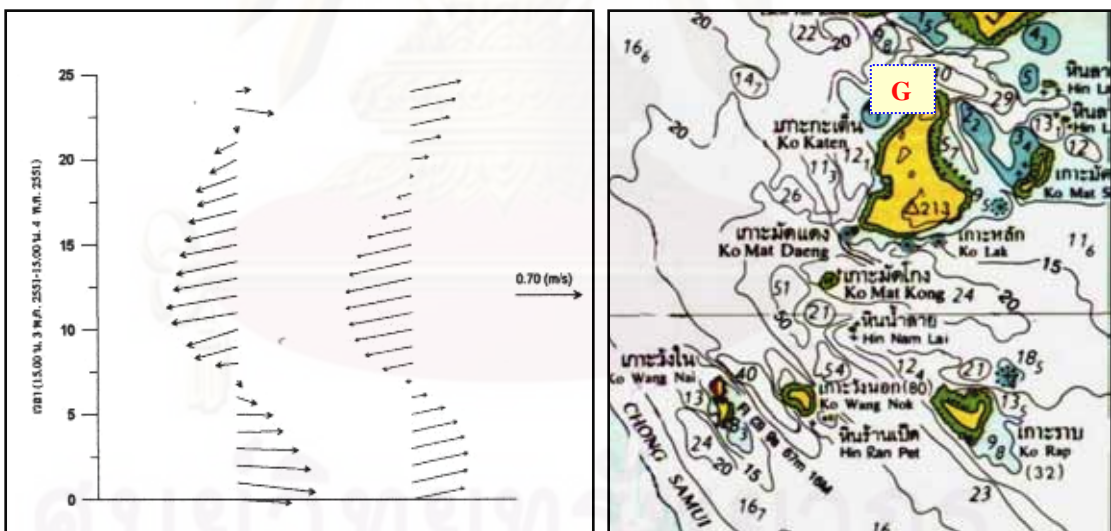
ผลการเปรียบเทียบความเร็วและทิศทางกระแสน้ำจากแบบจำลองการไหลเวียนของน้ำ (RMA2)



รูปที่ 19 ความเร็วกระแสน้ำจากการตรวจวัด(ซ้าย)เปรียบเทียบกับแบบจำลอง (ขวา) สถานี E บริเวณร่องน้ำระหว่างเกาะวังไต่กับเกาะวังนอก พิกัด $9^{\circ} 18' 5.71''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 37.82''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 1-2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 12.00-12.00 น.



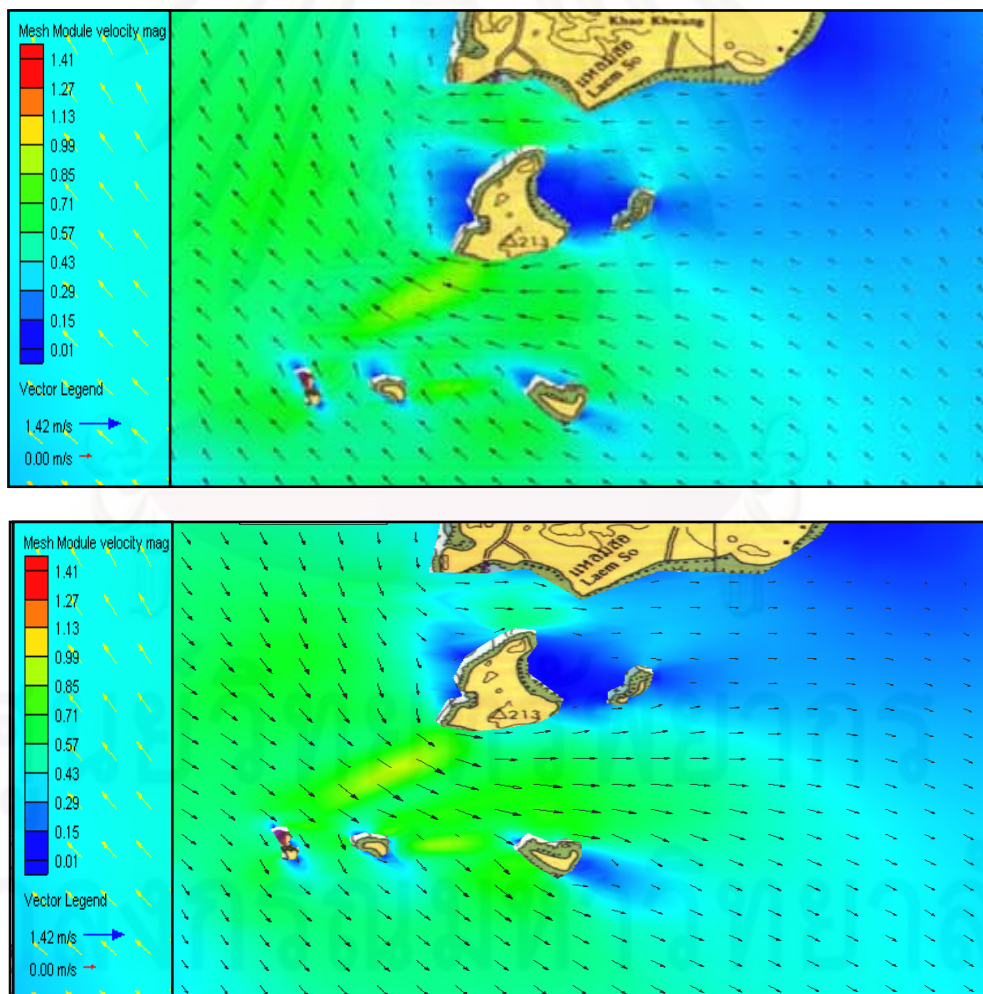
รูปที่ 20 ความเร็วกระแสน้ำจากการตรวจวัด (ซ้าย) เปรียบเทียบกับแบบจำลอง (ขวา) สถานี F บริเวณเกาะเตนทางทิศตะวันตก พิกัด $9^{\circ} 20' 47.06''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 55' 39.83''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 2-3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 14.00-14.00 น.



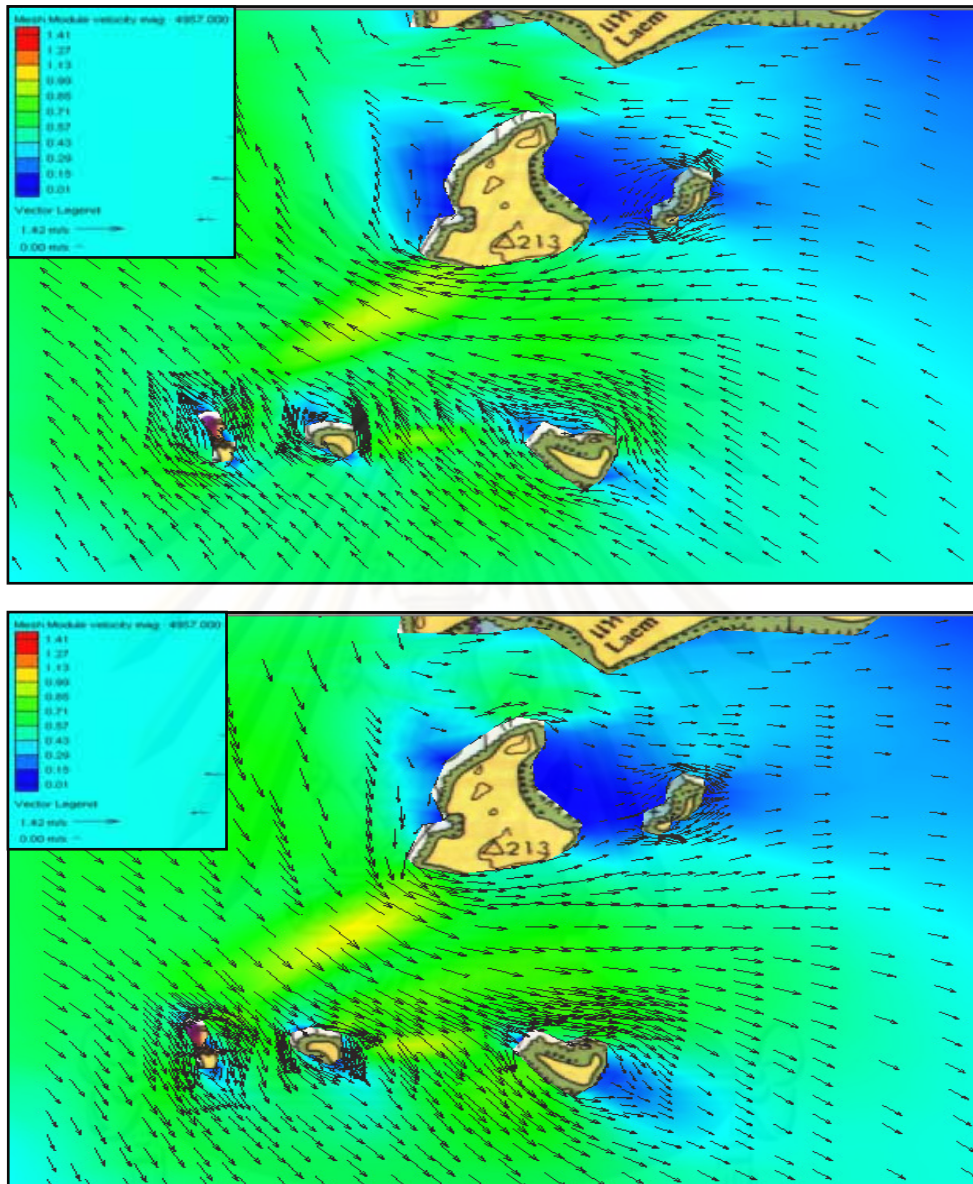
รูปที่ 21 ความเร็วกระแสน้ำจากการตรวจวัด (ซ้าย) เปรียบเทียบกับแบบจำลอง (ขวา) สถานี G บริเวณช่องระหว่างเกาะเตนกับเกาะสมุย พิกัด $9^{\circ} 23' 50.22''$ องศาเหนือ และ $99^{\circ} 56' 41.45''$ องศาตะวันออก ในระหว่างวันที่ 3-4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551 เวลา 15.00-15.00 น.

รูปที่ 20-22 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วของกระแสน้ำในแบบจำลองกับค่าที่วัดจริง ในช่วงน้ำตายในช่วงวันที่ 1-4 พฤศจิกายน 2551 ของทั้ง 3 สถานี พบว่าทิศทางและความเร็วของ กระแสน้ำจากแบบจำลองมีทิศทางและความเร็วสอดคล้องกับค่าที่วัดได้จริงทั้ง 3 สถานี ผล ออกมาค่อนข้างดี จากผลการเปรียบเทียบข้างต้นแสดงว่า แบบจำลองเชิงตัวเลข RMA2 สามารถ คำนวณการไหลของกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงได้เหมาะสม สามารถที่จะนำข้อมูลความเร็ว และทิศทางกระแสน้ำไปใช้ได้ในพื้นที่จริง เพื่อนำไปอธิบายการไหลเวียนในภาพรวมของกระแสน้ำ ในบริเวณพื้นที่ศึกษาต่อไป

4.3 การไหลเวียนของน้ำจากแบบจำลองเชิงตัวเลข RMA2 เนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำ ลง



รูปที่ 22 รูปแบบการไหลของน้ำขณะน้ำขึ้น(รูปบน) และรูปแบบการไหลของน้ำขณะน้ำลง(รูปล่าง) ในบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้



รูปที่ 23 รูปแบบการไหลของน้ำบริเวณรอบเกาะต่างๆขณะน้ำขึ้น(รูปบน) และรูปแบบการไหลของน้ำขณะน้ำลง(รูปล่าง) ในบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้

ผลการจำลองกระแสน้ำบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้แสดงให้เห็นว่าความเร็วของกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณรอบเกาะต่างๆทางตอนใต้ของสมุย มีค่าค่อนข้างต่ำไม่เกิน 0.4 เมตรต่อวินาที และกระแสน้ำจะมีความแรงบริเวณร่องน้ำไม่เกิน 0.8 เมตรต่อวินาที จากการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสน้ำพบว่า กระแสน้ำที่เกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงในพื้นที่ศึกษาทำความเสียหายต่อระบบนิเวศแนวปะการังได้น้อยมาก และยังพบว่ากระแสน้ำมีการไหลวนรอบเกาะ

ในช่วงน้ำขึ้นกระแสน้ำมีการไหลเลียบเกาะขึ้นไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ กระแสน้ำมีการไหลแยกออกบริเวณท้ายเกาะทางทิศใต้ และไหลเลียบเกาะไปรวมกันบริเวณหัวเกาะทางทิศเหนือ ขณะเดียวกัน ในช่วงน้ำลงกระแสน้ำมีการไหลเลียบเกาะลงมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ กระแสน้ำมีการไหลแยกออกบริเวณหัวเกาะทางทิศเหนือและไหลเลียบเกาะไปรวมกันบริเวณท้ายเกาะทางทิศใต้ ทำให้การไหลเวียนของกระแสน้ำมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยบริเวณใกล้ฝั่งหรือเขตนํ้าตื้น เมื่อกระแสน้ำไหลมาปะทะเกาะหรือแนวปะการังด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน จะทำให้เกิดการปั่นป่วนในลักษณะการหมุนวนของมวลน้ำ (eddies) มวลน้ำไหลแยกออกจากกัน (divergence) หรือมวลน้ำเบนเข้าหากัน (convergence) นอกจากนี้ลักษณะของเกาะทางตอนใต้ของเกาะสมุยมีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และยังพบว่าการวางตัวของแนวเกาะมีความสัมพันธ์กับทิศทางการไหลของกระแสน้ำ เนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง ส่งผลให้กระแสน้ำมีการไหลเวียนของมวลน้ำได้เป็นอย่างดี กระแสน้ำช่วยพัดพา-แพร่กระจายสารอาหารเข้าสู่ระบบนิเวศแนวปะการังและช่วยในการเคลื่อนที่-กระจายของไข่และตัวอ่อนของปะการัง จึงทำให้สามารถพบแนวปะการังได้ทั่วไปในพื้นที่ศึกษา

ประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่ออธิบายการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงต่อการเคลื่อนตัวของไข่และตัวอ่อนปะการัง

เนื่องจากกระแสน้ำเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระยะทางการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการัง โดยตรงซึ่งลักษณะการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายประการได้แก่ น้ำขึ้นน้ำลง ลม ลักษณะพื้นที่ท้องทะเล รูปร่างของเกาะ และขอบเขตของแนวปะการัง (Lee *et al.*, 1992) จึงได้มีการศึกษาการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงต่อการแพร่กระจายของไข่และตัวอ่อนปะการัง โดยพบว่าปะการังจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หลังจากที่ดวงจันทร์เต็มดวง (ขึ้น 15 ค่ำ) (krupp, 1983; Harrison *et al.*, 1984; Dai *et al.*, 1992; Babcock *et al.*, 1994; Baird *et al.*, 2000) และปะการังบางส่วนปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงน้ำตายซึ่งเป็นช่วงที่กระแสน้ำเคลื่อนที่ช้าหรือในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำน้อย เพื่อเพิ่มโอกาสในการปฏิสนธิของไข่และน้ำเชื้อของปะการัง (Heyward *et al.*, 1987)

จากแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง พบว่าลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงมีทั้งแบบน้ำผสมและน้ำเดี่ยวขึ้นกับวัฏจักรน้ำเกิดน้ำตาย จึงได้มีการคาดคะเนการกระจายของไข่และตัวอ่อนปะการังบริเวณพื้นที่หาดขอม-หมู่เกาะทะเลใต้ช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย หากไข่และตัวอ่อนปะการังแพร่กระจายในช่วงน้ำเกิดซึ่งมีลักษณะน้ำเป็นแบบน้ำเดี่ยวโดยแต่ละวันมียอดน้ำ

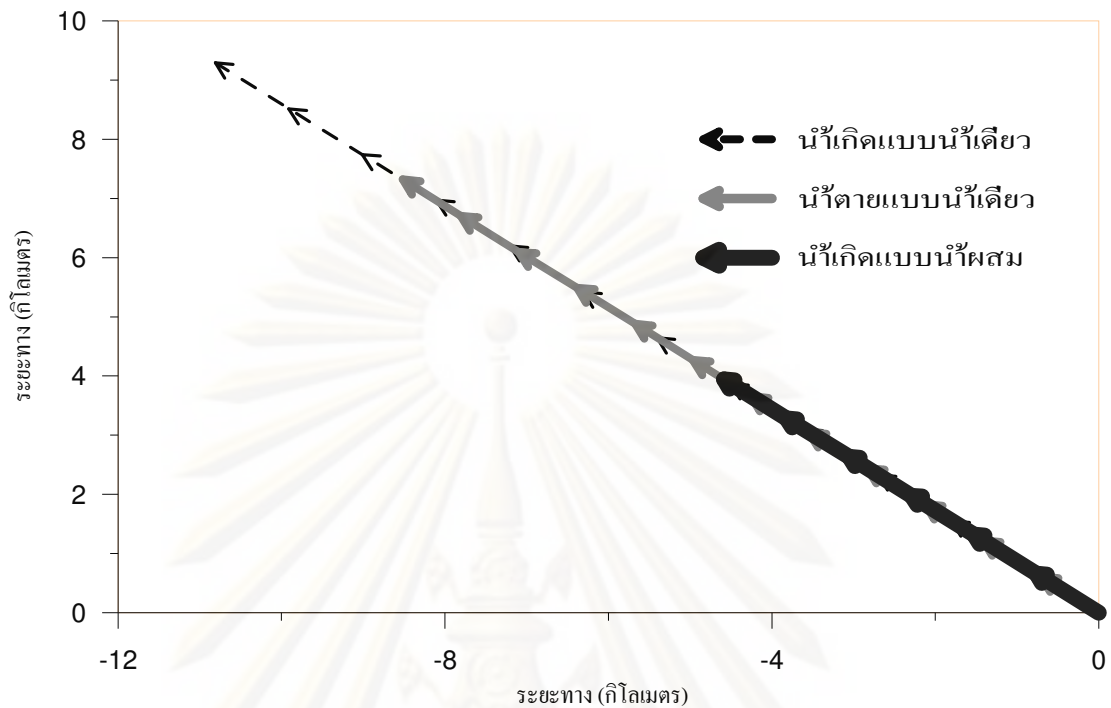
ขึ้นสูงสุดและยอดน้ำลงต่ำสุดวันละครั้ง ทำให้มีแนวโน้มว่าตัวอ่อนปะการังจะเคลื่อนที่ออกไปได้ไกลจากแนวปะการังพ่อแม่เนื่องจากกระแสน้ำเปลี่ยนทิศทางภายในช่วงเวลา 12 ชั่วโมงในรอบวัน โดยกระแสน้ำสามารถพัดพาไข่ และตัวอ่อนปะการังออกจากพื้นที่พ่อแม่เป็นระยะทางไกลประมาณ 14 กิโลเมตร (ภาพที่ 24) ทำให้ไข่และตัวอ่อนของปะการังมีการแพร่กระจายออกไปเป็นวงกว้างส่งผลให้โอกาสที่ตัวอ่อนปะการังจะกลับมามองเกาะในแนวปะการังเดิมมีน้อย แต่มีโอกาสพบตัวอ่อนปะการังลงเกาะไกลออกไปจากแนวปะการังต้นกำเนิด

หากปะการังปล่อยไข่หรือมีการแพร่กระจายของตัวอ่อนในมวนน้ำในช่วงน้ำตาย พบว่าน้ำขึ้นน้ำลงโดยส่วนใหญ่ในช่วงน้ำตายเป็นน้ำเดียว ทำให้โอกาสที่ตัวอ่อนปะการังจะแพร่กระจายออกไปได้ไกลจากแนวปะการังพ่อแม่มีโอกาสสูงมากเช่นเดียวกับช่วงน้ำเกิด โดยกระแสน้ำสามารถพัดพาไข่ และตัวอ่อนปะการังออกจากแนวปะการังพ่อแม่เป็นระยะทางไกลประมาณ 11 กิโลเมตร ไข่และตัวอ่อนของปะการังมีการแพร่กระจายในวงกว้าง แต่กระแสน้ำและระดับน้ำจะมีความเร็ว และมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำน้อยกว่าในช่วงน้ำเกิดที่เป็นน้ำเดียว ส่งผลให้มีโอกาสที่ตัวอ่อนปะการังสามารถกลับมามองเกาะในพื้นที่แนวปะการังเดิม แต่จะมีโอกาสพบตัวอ่อนปะการังลงเกาะไกลออกไปจากแนวปะการังต้นกำเนิดได้มากกว่า

หากชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงในช่วงน้ำเกิดเป็นน้ำผสม โอกาสที่ตัวอ่อนปะการังลงเกาะในแนวปะการังเดิมมีสูงกว่าในช่วงน้ำเกิดที่เป็นน้ำเดียว เนื่องจากชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำผสมคือ มียอดน้ำขึ้น 2 ครั้งและน้ำลง 2 ครั้งในรอบวัน กระแสน้ำเปลี่ยนทิศทางภายในช่วงเวลา 6 ชั่วโมง โดยกระแสน้ำสามารถพัดพาปะการังไปได้ไม่ไกลมากประมาณ 5 กิโลเมตร ทำให้การเคลื่อนที่และแพร่กระจายของไข่และตัวอ่อนปะการังอยู่เป็นวงแคบ ส่งผลให้ตัวอ่อนปะการังมีโอกาสกลับมามองเกาะในพื้นที่แนวปะการังพ่อแม่หรือพื้นที่ใกล้เคียง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

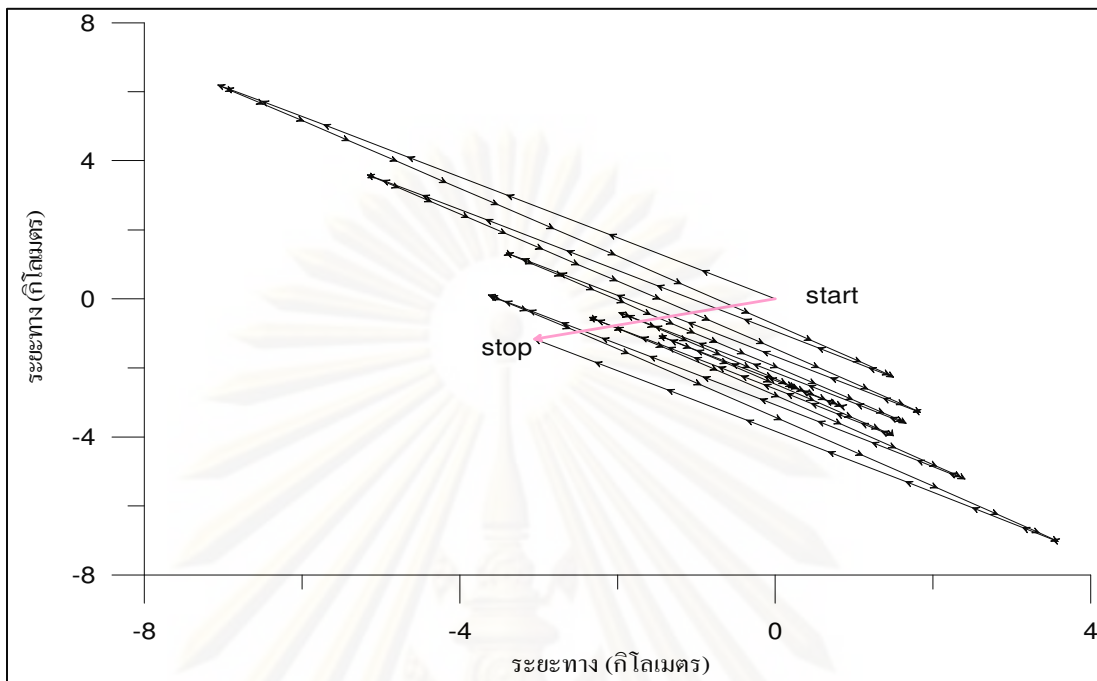
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



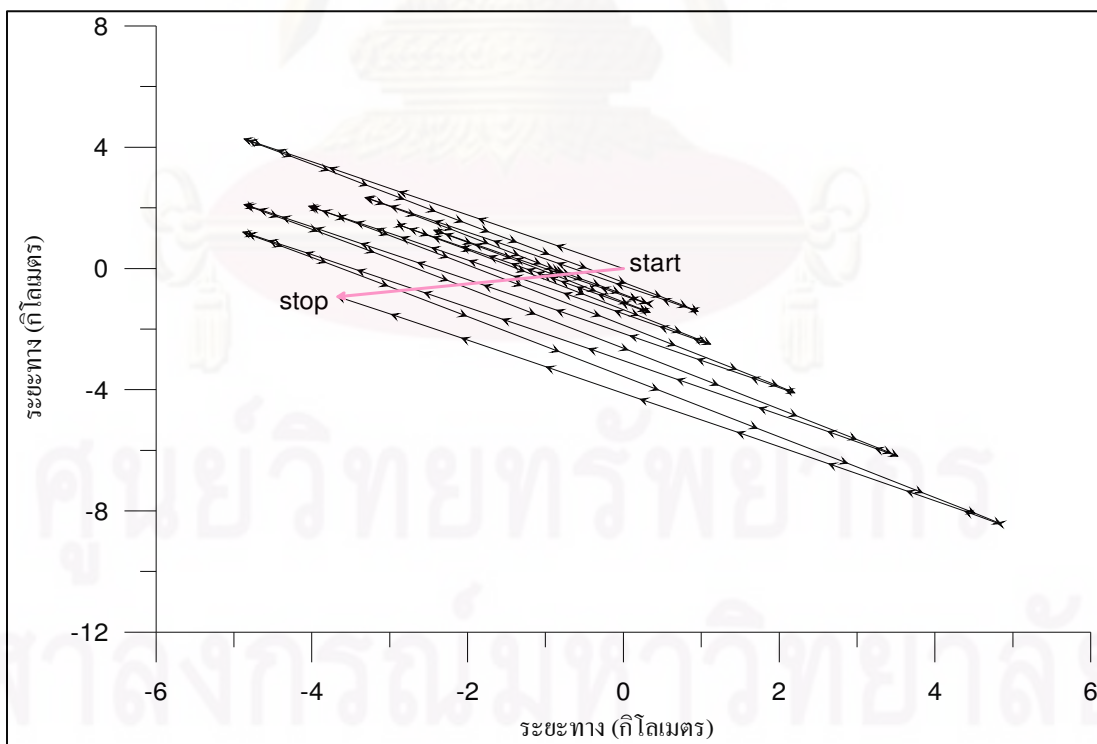
รูปที่ 24 ระยะทางกระแสน้ำเฉลี่ยในรูปเวกเตอร์ในช่วงน้ำเกิดและน้ำน้ำตาย

เนื่องจากมีรายงานว่าปะการังเขากวางในอ่าวไทยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตามฤดูกาล โดยส่วนใหญ่ในช่วงฤดูร้อนก่อนหน้ามรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน (ศรีสกุล ภิรมย์วารากร และคณะ, 2549) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาผลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงต่อโอกาสลงเกาะและการกระจายของตัวอ่อนปะการังในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนในช่วงน้ำเกิด (ขึ้น 15 ค่ำ) และน้ำตาย (ขึ้น 8 ค่ำ) โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำและกระแสน้ำรายชั่วโมงบริเวณเกาะวังนอกเป็นตัวแทนระดับน้ำและกระแสน้ำในพื้นที่ศึกษา

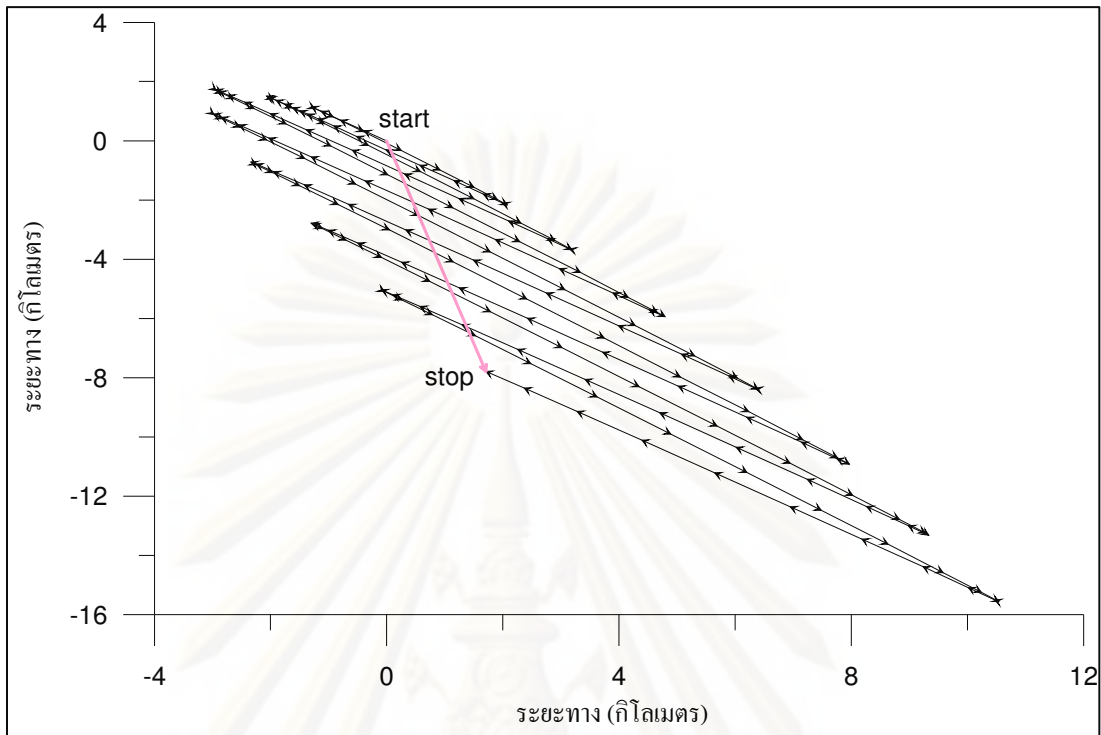
ผลการศึกษาพบว่าในช่วงน้ำเกิด (ขึ้น 15 ค่ำ) น้ำขึ้นน้ำลงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนจะเป็นน้ำผสมซึ่งกระแสน้ำเปลี่ยนทิศทางภายในช่วงเวลา 6 ชั่วโมง โดยเฉพาะเดือนมีนาคมและเมษายนมวลน้ำในรอบวันไหลไปไหลกลับอยู่บริเวณใกล้ๆกับแนวปะการังพ่อแม่ (ภาพที่ 25-27) ทำให้โอกาสที่จะพบตัวอ่อนปะการังลงเกาะในแนวปะการังพ่อแม่และพื้นที่ใกล้เคียงมีความเป็นไปได้สูง



รูปที่ 25 ทิศทางกระแสน้ำรายชั่วโมงในช่วง 8 วันระหว่างวันที่ 21-28 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 21.00-21.00 ในช่วงน้ำเกิด (ขึ้น 15 ค่ำ)



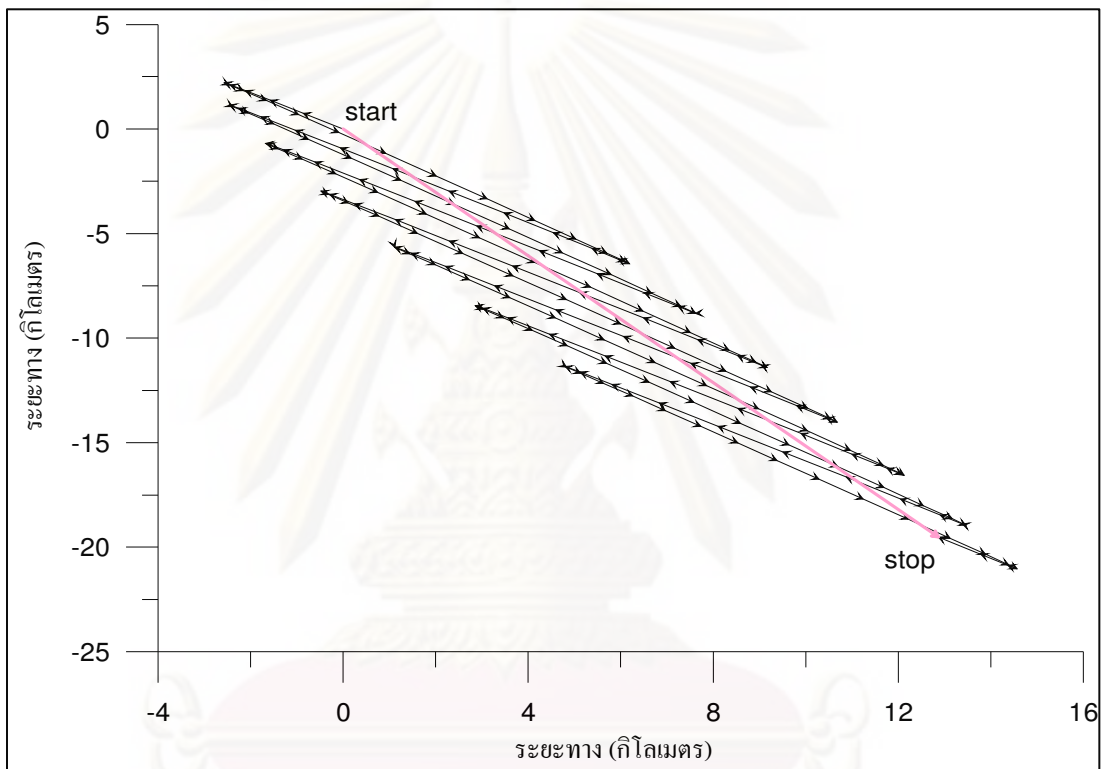
รูปที่ 26 ทิศทางกระแสน้ำรายชั่วโมงในช่วง 8 วันระหว่างวันที่ 21-28 มีนาคม 2551 เวลา 21.00-21.00 ในช่วงน้ำเกิด (ขึ้น 15 ค่ำ)



รูปที่ 27 ทิศทางกระแส น้ำรายชั่วโมงในช่วง 8 วันระหว่างวันที่ 20-27 เมษายน 2551 เวลา 21.00-21.00 ในช่วงน้ำเกิด (ขึ้น 15 ค่ำ)

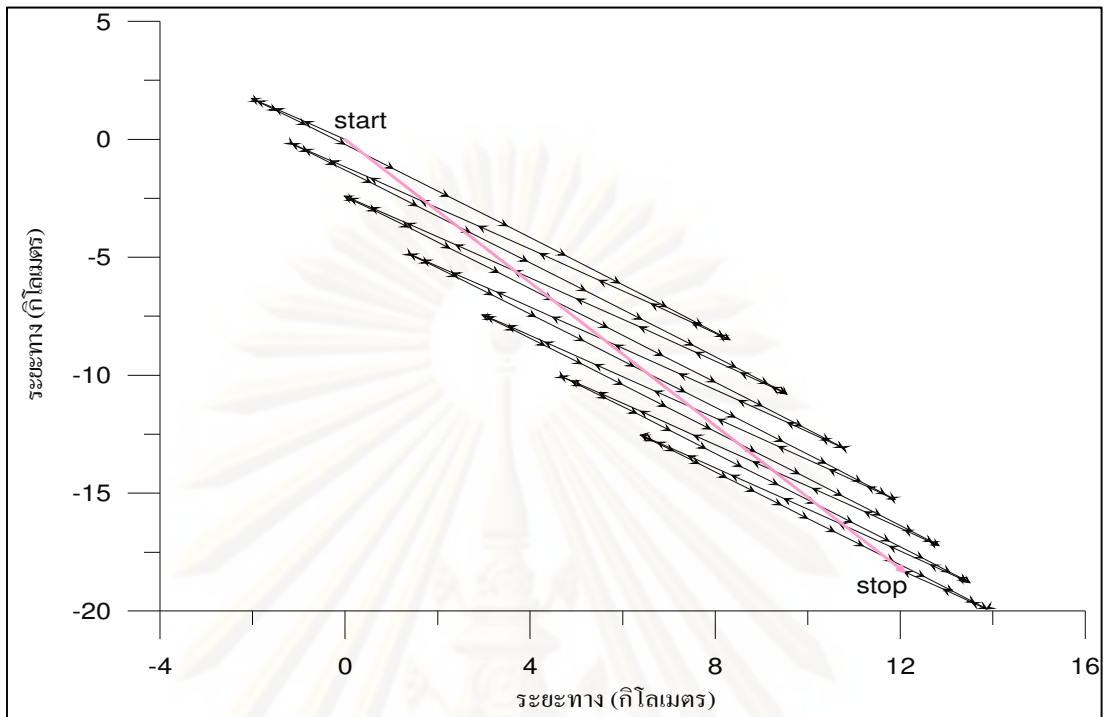
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้ำขึ้นน้ำลงช่วงน้ำตาย (ขึ้น 8 ค่ำ) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน (ภาพที่ 28-30) จะเป็นน้ำเดี่ยวกระแสน้ำพัดพาไข่และตัวอ่อนปะการังไปได้ไกล โดยมวลน้ำจะค่อยๆ เคลื่อนตัวลง ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของจุดกำเนิด ทำให้โอกาสที่จะพบตัวอ่อนของปะการังลงเกาะในแนวปะการังพ่อแม่เป็นไปได้ค่อนข้างน้อย แต่จะมีโอกาสพบตัวอ่อนปะการังลงเกาะไกลไปจากแนวปะการังพ่อแม่และมีโอกาสไหลออกไปกลางอ่าวไทย

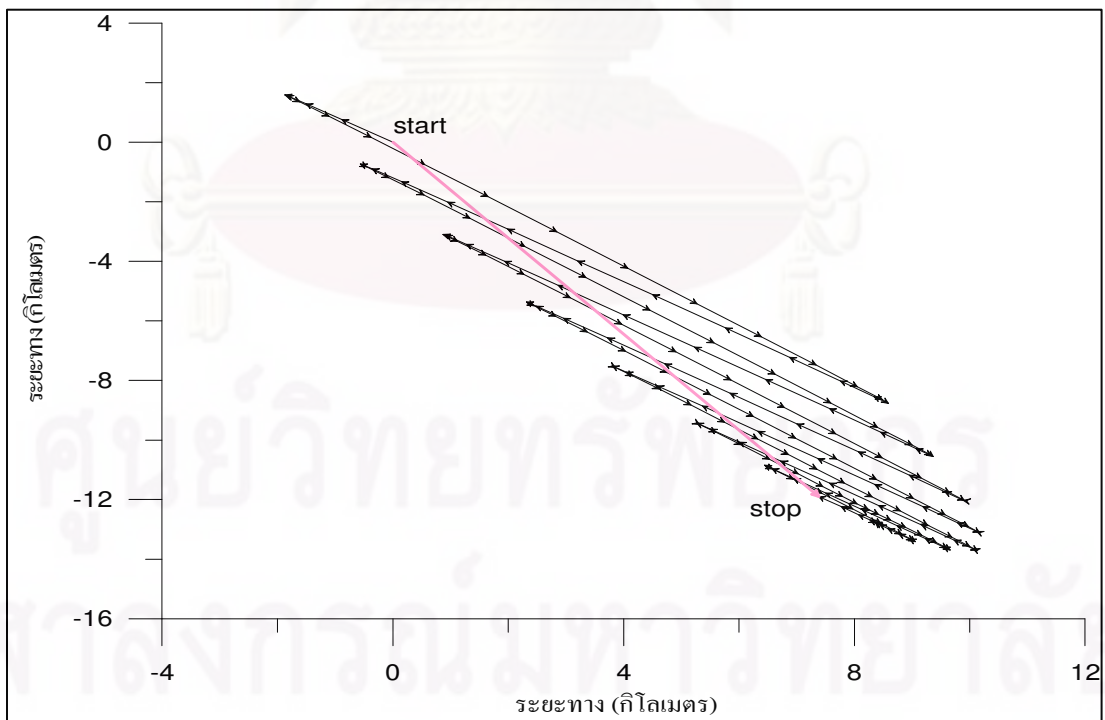


รูปที่ 28 ทิศทางกระแสน้ำรายชั่วโมงในช่วง 8 วันระหว่างวันที่ 14-21 กุมภาพันธ์ 2551 เวลา 21.00-21.00 ในช่วงน้ำตาย (ขึ้น 8 ค่ำ)

ศูนย์วิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

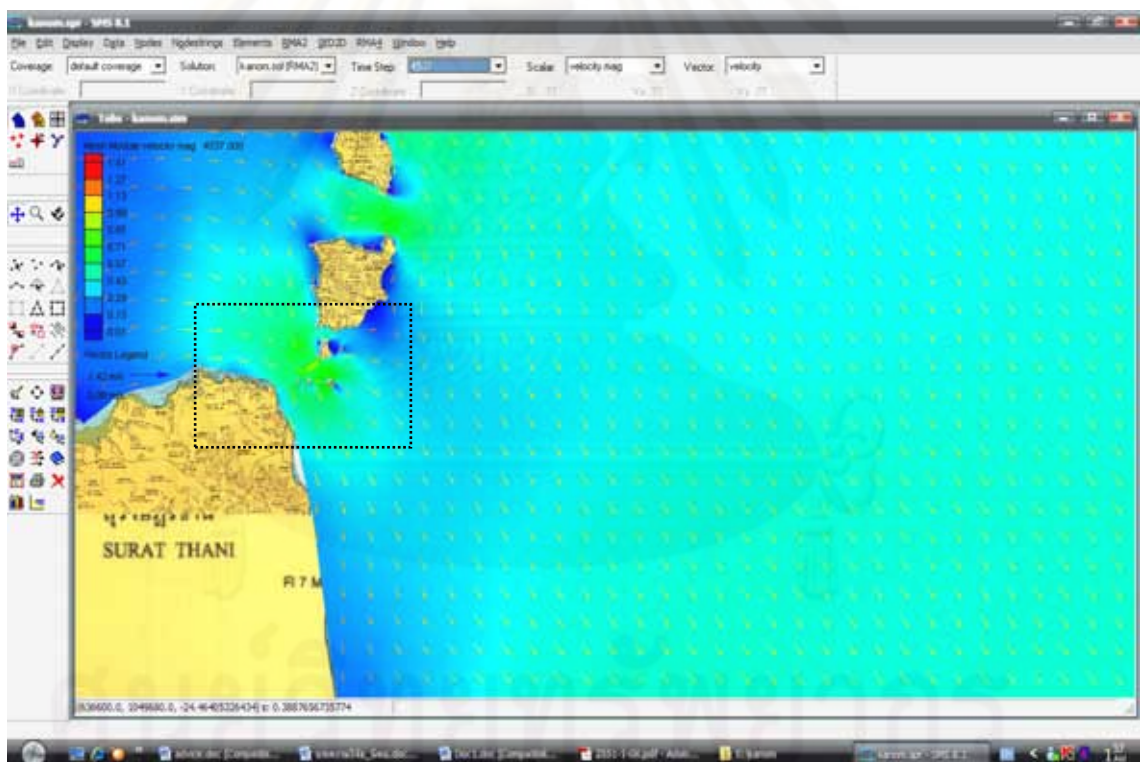


รูปที่ 29 ทิศทางกระแส น้ำรายชั่วโมงในช่วง 8 วันระหว่างวันที่ 14-21 มีนาคม 2551 เวลา 21.00-21.00 ในช่วงน้ำตาย (ขึ้น 8 ค่ำ)



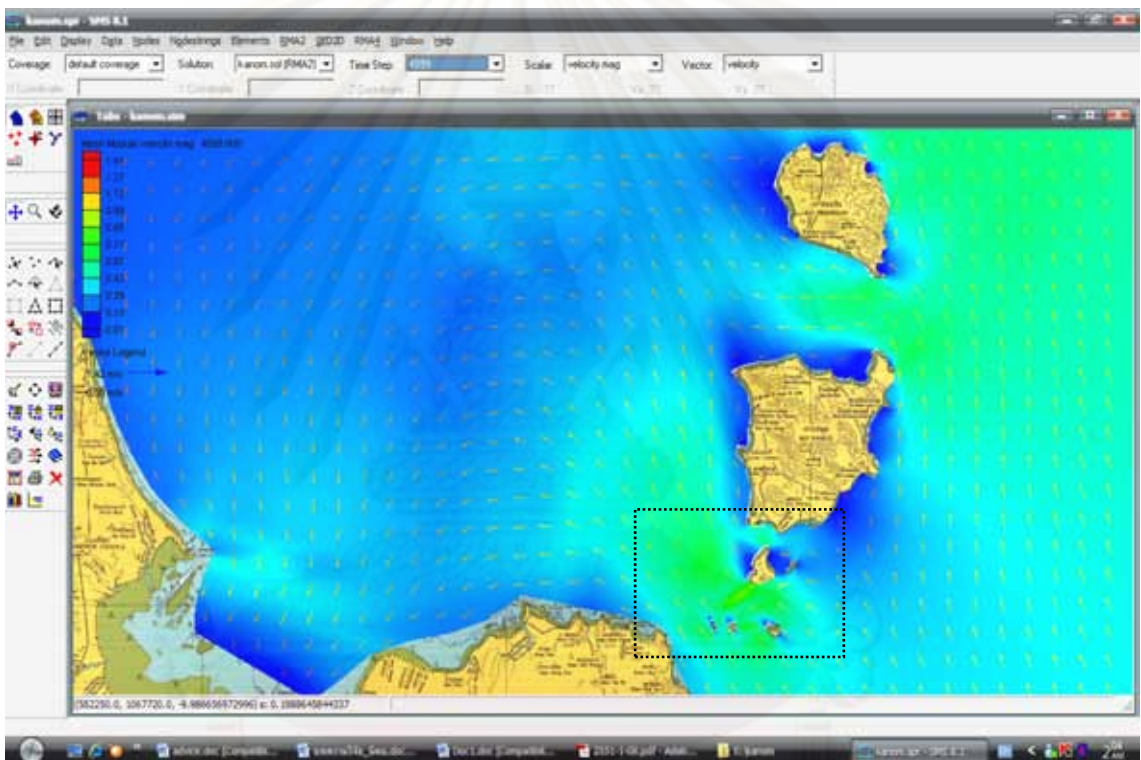
รูปที่ 30 ทิศทางกระแส น้ำรายชั่วโมงในช่วง 8 วันระหว่างวันที่ 13-20 เมษายน 2551 เวลา 21.00-21.00 ในช่วงน้ำตาย (ขึ้น 8 ค่ำ)

ในพื้นที่ศึกษาที่ไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจนเกี่ยวกับช่วงเวลาการปล่อยไข่ของปะการังในมวลงน้ำจึงได้ทำการศึกษาเบื้องต้นโดยมีสมมติฐานว่า ถ้าไข่ของปะการังถูกปล่อยในช่วงน้ำขึ้นหรือน้ำลง ไข่ปะการังจะมีโอกาสอยู่ในมวลงน้ำแล้วถูกกระแสน้ำพัดพาไปในรูปแบบใด พบว่าถ้าไข่ปะการังถูกปล่อยในช่วงน้ำลงทิศทางของกระแสน้ำขณะน้ำลงจะไหลออกทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่ทางใต้เป็นทะเลเปิด ทิศทางของกระแสน้ำไหลออกสู่กลางอ่าวไทย(รูปที่ 31) ทำให้โอกาสที่ไข่ของปะการังจะถูกกระแสน้ำพัดพาออกไปกลางอ่าวไทยมีสูงมาก และโอกาสที่กระแสน้ำจะพัดพาไข่และตัวอ่อนของปะการังไหลย้อนกลับมาเป็นไปได้เหมือนกัน แต่ทิศทางหลักของน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทยอยู่ในแนวเหนือใต้ ทำให้มีโอกาสที่ตัวอ่อนปะการังมีการกระจายไปลงเกาะทางทิศตะวันออกเฉียงของเกาะสมุยได้เช่นกัน



รูปที่ 31 ขณะน้ำลงไข่ปะการังจะอยู่ในมวลงน้ำแล้วถูกพัดพาออกไปกลางอ่าวไทยมีโอกาสเป็นไปได้สูง

แต่ถ้าปะการังมีการปล่อยไข่ในช่วงระหว่างน้ำขึ้น ทิศทางของกระแสน้ำขณะน้ำขึ้นจะไหลเข้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา(รูปที่32) กระแสน้ำจะพัดพาไข่และตัวอ่อนไปทางทิศนี้ด้วยเช่นกัน ทำให้ตัวอ่อนน่าจะมีการกระจายอยู่ทางตอนบนของพื้นที่ศึกษา และน่าจะมีโอกาสเคลื่อนที่ไปมาอยู่ในบริเวณใกล้ๆกับจุดกำเนิด ทำให้ตัวอ่อนปะการังมีโอกาสในการลงเกาะได้มากกว่า จะเห็นได้ว่าลักษณะของพื้นที่ตอนบนของพื้นที่ศึกษาเป็นตัวเพิ่มโอกาสให้มีการเพิ่มสมาชิกรุ่นใหม่ให้กับพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 32 ขณะน้ำขึ้นโอกาสน้อยที่ไข่ปะการังจะอยู่ในมวลน้ำแล้วถูกพัดพาออกไปกลางอ่าวไทยมีโอกาสเป็นไปได้น้อย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา วิจัยณ์ผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจทั้งหมดพบว่า ข้อมูลสมุทรศาสตร์ส่วนใหญ่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศหรือตามฤดูกาลเพียงเล็กน้อย โดยทั่วไปฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะเริ่มจากอ่าวไทยตอนล่างและแผ่ปกคลุมขึ้นไปทางก้นอ่าว โดยลมมรสุมจะปกคลุมอ่าวไทย ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน อิทธิพลของลมมรสุมทำให้อ่าวไทยฝั่งตะวันออกรวมถึงกลางอ่าวเปิดรับลมเต็มที่ที่มีคลื่นแรง ส่วนฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยคลื่นลมสงบจากการสำรวจฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ ระหว่างวันที่ 12-16 มิถุนายน 2551 ซึ่งเป็นตัวแทนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าลมพัดอยู่ระหว่างทิศ 190-260 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 3.5 เมตรต่อวินาที ความสูงคลื่นจากการสังเกตด้วยตาเปล่า ความสูงของคลื่นไม่เกิน 0.5 เมตรและคลื่นที่มาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยอิทธิพลของคลื่นส่งผลกระทบต่อบริเวณน้ำตื้นทางฝั่งตะวันตกของเกาะวังใน เกาะวังนอก และเกาะราบ คลื่นเกิดการปะทะกับแนวหาดหินบริเวณแนวปะการังน้ำตื้นทำให้สภาพปะการังในบริเวณน้ำตื้นเกิดความเสียหายในระดับหนึ่ง และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะเริ่มจากก้นอ่าวไทยตอนบนและเคลื่อนตัวลงไปทางใต้เรื่อยๆ ประมาณเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะปกคลุมทั่วอ่าวไทย ทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยคลื่นลมสงบเป็นส่วนใหญ่ แต่ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยเปิดรับลมมรสุมเต็มที่จึงมีคลื่นลมแรง จากการสำรวจระหว่างวันที่ 1-4 พฤศจิกายน 2551 ซึ่งเป็นตัวแทนในฤดูตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าลมพัดอยู่ระหว่างทิศ 65-177 องศา ความเร็วลมเฉลี่ยในรอบวัน 3.0 เมตรต่อวินาที ชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ คลื่นลมบริเวณนี้สงบ เนื่องจากเกาะสมุยกำบังคลื่นลมให้กับกลุ่มเกาะในพื้นที่ศึกษา

ผลการสำรวจพบว่าการไหลเวียนของกระแสน้ำที่จุดสำรวจทั้งในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงเป็นหลัก โดยความเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยในรอบวันจะขึ้นอยู่กับจุดที่ทำการตรวจวัด ความเร็วของกระแสน้ำแรงสุดที่ผิวน้ำแล้วลดลงตามระดับความลึก ทิศทางของกระแสน้ำไหลไปในทิศทางเดียวกันตลอดคอลัมน์น้ำ ความเร็วกระแสน้ำสูงสุดในร่องน้ำไม่เกิน 0.8 เมตรต่อวินาที ส่วนความเร็วของกระแสน้ำสูงสุดในแนวปะการังไม่เกิน 0.4 เมตรต่อวินาที ซึ่งไม่รุนแรงพอที่จะสร้างความเสียหายให้กับแนวปะการังในพื้นที่ศึกษาได้

การแพร่กระจายของความเค็มน้ำทะเลในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความเค็มของน้ำทั้งสองฤดูกาลไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าระหว่าง 33-34 psu ค่าความเค็มไม่เปลี่ยนแปลงตามความลึกเนื่องจากมวลน้ำผสมผสานกันดีในแนวตั้งจึงไม่เกิดการแบ่งชั้นของมวลน้ำ และค่าความเค็มเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในรอบวันเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลของน้ำท่า

อุณหภูมิในในแต่ละฤดูมรสุมมีความแตกต่างกันพอสมควร โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ อุณหภูมิที่ผิวน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 29.24-29.78 องศา และในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออุณหภูมิที่ผิวน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 26.9-27.35 องศา คลื่นลมและกระแสน้ำทำให้เกิดการผสมผสานของมวลน้ำในแนวตั้งจึงทำให้อุณหภูมิของน้ำใกล้เคียงกันตลอดความลึกน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าระหว่าง 5-9 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนลดลงตามความลึกเล็กน้อย ปริมาณออกซิเจนในน้ำใกล้ท้องน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งบ่งบอกได้ว่าในพื้นที่ศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตลอดความลึกของน้ำมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแนวปะการังซึ่งอาศัยอยู่ที่ท้องน้ำ

ปริมาณตะกอนแขวนลอยบริเวณจุดสำรวจทั้งในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าระหว่าง 1-6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยในแต่ละสถานีเพียง 3-4 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่านั้น และค่าไม่เปลี่ยนแปลงตลอดคอลัมน์น้ำเนื่องจากไม่ได้รับตะกอนจากน้ำท่าอีกทั้งคลื่นและกระแสน้ำไม่รุนแรงพอที่จะทำให้ตะกอนท้องน้ำฟุ้งกระจายขึ้นมา ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่ำจึงไม่น่าจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศแนวปะการัง

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลที่ผิวน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าประมาณ 8.2 ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงกลางคืนและจะลดลงเล็กน้อยในช่วงกลางวัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจทั้งหมดพอจะสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และปัจจัยทางด้านสมุทรศาสตร์กายภาพมีความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแนวปะการัง บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้ ยกเว้นอิทธิพลของคลื่นที่เกิดจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มวลน้ำบริเวณในแนวปะการังน้ำตื้นขุ่น ส่งผลให้สภาพปะการังในบริเวณน้ำตื้นเกิดความเสียหายในระดับหนึ่ง

สรุปผลการจำลองจากแบบจำลอง RMA2

ผลการจำลองกระแสน้ำในบริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้แสดงให้เห็นว่ามีการไหลของน้ำขึ้นน้ำลงรอบเกาะต่างๆทางตอนใต้ของเกาะสมุยมีความเร็วค่อนข้างอ่อน และความเร็วของกระแสน้ำเพิ่มขึ้นบริเวณร่องน้ำ กระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงทำให้ระบบนิเวศแนวปะการังในพื้นที่ศึกษาเกิดความเสียหายได้น้อยมาก ส่วนใหญ่อิทธิพลของกระแสน้ำที่เกิดจากลม และคลื่นจะสร้างความเสียหายให้แก่ระบบนิเวศแนวปะการังได้มากกว่า และยังพบว่ากระแสน้ำมีการไหลวนรอบเกาะ ในช่วงน้ำขึ้นกระแสน้ำไหลเลียบเกาะขึ้นไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ในช่วงน้ำลงกระแสน้ำมีการไหลเลียบเกาะลงมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ส่งผลให้เกิดความปั่นป่วนของกระแสน้ำหรือเกิดการหมุนวนของมวลน้ำในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง นอกจากนี้หมู่เกาะทางตอนใต้ของเกาะสมุยมีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ซึ่งไม่กีดขวางการไหลของน้ำขึ้นน้ำลง ส่งผลให้กระแสน้ำมีการไหลเวียนของมวลน้ำได้ดี ทำให้ปริมาณสารอาหารมีความเพียงพอต่อระบบนิเวศแนวปะการัง และช่วยในการเคลื่อนที่ของไข่และตัวอ่อนของปะการัง ทำให้สามารถพบแนวปะการังมีการกระจายอยู่รอบเกาะต่างๆของพื้นที่ศึกษา

ผลจากแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลงพบว่าหากปะการังปล่องไข่และมีการแพร่กระจายของตัวอ่อนในมวลน้ำในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ขณะน้ำเกิด (ขึ้น 15 ค่ำ) ตัวอ่อนปะการังก็จะมีโอกาสกลับมาลงเกาะในพื้นที่แนวปะการังพ่อแม่หรือพื้นที่ใกล้เคียง แต่หากปะการังปล่องไข่ในช่วงเดือนดังกล่าวขณะน้ำตาย (ขึ้น 8 ค่ำ) ตัวอ่อนปะการังก็มีความเป็นไปได้สูงที่จะไปลงเกาะไกลออกไปจากจุดกำเนิด

การศึกษาโอกาสในการลงเกาะและการกระจายของตัวอ่อนปะการังในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนในขณะน้ำเกิด (ขึ้น 15 ค่ำ) และน้ำตาย (ขึ้น 8 ค่ำ) โดยใช้กระแสน้ำรายชั่วโมงในบริเวณเกาะวังนอกเป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา แสดงให้เห็นชัดเจนว่าโอกาสในการลงเกาะและการกระจายของตัวอ่อนปะการังขึ้นอยู่กับเวลาที่ไข่ปะการังถูกปล่อยออกมาในมวลน้ำ

การศึกษาความสัมพันธ์ของช่วงเวลาปล่อยไข่กับวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงในรอบวันพบว่า ถ้าไข่ปะการังถูกปล่อยในช่วงน้ำลงทิศทางของกระแสน้ำขณะน้ำลงจะไหลออกทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่ทางตอนใต้เป็นทะเลเปิด ทิศทางของกระแสน้ำไหลออกสู่กลางอ่าวไทย ทำให้โอกาสที่ไข่ของปะการังจะถูกกระแสน้ำพัดพาออกไปกลางอ่าวไทยมีสูง และโอกาสที่กระแสน้ำจะพัดพาไข่และตัวอ่อนของปะการังไหลย้อนกลับมาเป็นไปได้เหมือนกัน แต่ทิศทางหลักของน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทยอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ทำให้มีโอกาสที่ตัวอ่อนปะการังมีการกระจายไปลงเกาะทางทิศตะวันออกของเกาะสมุยได้เช่นกัน แต่หากปะการังปล่องไข่ในช่วงน้ำขึ้นไข่และตัวอ่อน

จะถูกกระแสน้ำพัดพาไปมาในบริเวณหมู่เกาะของพื้นที่ศึกษาและตัวอ่อนปะการังมีโอกาสกลับมาลงเกาะในพื้นที่เดิมหรือพื้นที่ใกล้เคียง

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการสำรวจทางด้านสมุทรศาสตร์บริเวณหาดขนอม-หมู่เกาะทะเลใต้คาดว่าแนวปะการังบริเวณนี้สามารถที่จะดำรงชีพอยู่ได้ เนื่องจากพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากการสำรวจมีความเหมาะสมต่อระบบนิเวศแนวปะการัง ยกเว้นอิทธิพลของคลื่นที่เกิดจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่ส่งผลกระทบต่อแนวปะการังบริเวณน้ำตื้นโดยตรง ทำให้มวลน้ำขุ่นบริเวณแนวปะการังน้ำตื้นทางฝั่งตะวันตกของเกาะวังไฉน เกาะวังนอก และเกาะราบ แต่ระดับความรุนแรงของคลื่นส่งผลกระทบต่อแนวปะการังในระดับหนึ่ง อาจทำให้ปะการังบริเวณนี้เจริญเติบโตช้ากว่าปกติหรือมีการตายให้เห็นบ้าง มิได้ทำลายล้างอย่างรุนแรง และในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จากผลการสำรวจอิทธิพลของคลื่นส่งผลกระทบต่อแนวปะการังได้น้อยมาก เนื่องจากถูกกำบังด้วยเกาะสมุย แต่ผลการสำรวจยังไม่ได้รวมถึงอิทธิพลที่เกิดจากพายุจรที่เคลื่อนที่ผ่านอ่าวไทยทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ในช่วงเดือนตุลาคม เดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม อาจเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้แนวปะการังในบริเวณนี้เกิดความเสียหายได้ เนื่องจากมีความรุนแรงกว่าลมมรสุม และการสำรวจยังไม่ครอบคลุมถึงจุดนี้

จากผลการศึกษาการไหลเวียนของน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทย โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข RMA 2 ทำให้สรุปได้ว่าแบบจำลองสามารถจำลองระดับน้ำและการไหลของน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทยได้ โดยค่าระดับจริงที่ได้มีค่าแอมพลิจูดโดยรวมมีขนาดเล็กกว่าแบบจำลองเชิงตัวเลขเล็กน้อย และอีกสาเหตุหนึ่งเนื่องจากพื้นที่เป็นขอบเขตเปิดของโมเดลไม่มีระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดตลอดแนวขอบเขตขอบเขตเปิดของตัวโมเดลจึงได้ระดับน้ำที่จากการหาค่าเฉลี่ยระหว่างสถานี ดังนั้นจึงอาจเป็นอีกเหตุผลที่ทำให้การคำนวณระดับน้ำจากแบบจำลองเชิงตัวเลขเกิดความผิดพลาดไปบ้าง ส่วนค่าระดับน้ำรายชั่วโมงจากแบบจำลองเชิงตัวเลขกับผลการตรวจวัด พบว่าค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกัน และค่าแอมพลิจูดที่ได้มีค่าเร็วกว่าผลการตรวจวัดเพียงเล็กน้อย กระแสน้ำที่ได้มีทิศทางโดยรวมไปในทิศเดียวกัน นอกจากนี้แบบจำลองสามารถจำลองการไหลเวียนขององค์ประกอบน้ำเดี่ยวในอ่าวไทยได้ดี แต่องค์ประกอบน้ำผสมจากแบบจำลองยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเนื่องจากในแบบจำลองเชิงตัวเลขใช้องค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงไม่ครบทุกองค์ประกอบ

โดยแบบจำลองเชิงตัวเลขมีข้อจำกัดของการจำลองและข้อมูลคือ การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ใส่ข้อมูลปริมาณ ลม น้ำฝน และปริมาณการระเหยของน้ำในแบบจำลอง และเนื่องจากไม่มีข้อมูลระดับน้ำตลอดแนวของขอบเขตเปิดของตัวโมเดล ดังนั้นในแบบจำลองจึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณจากค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลอง ซึ่งอาจทำให้ผลของระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองมีความผิดพลาดบ้าง จากข้อจำกัดของการจำลองและข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผลที่ได้จากแบบจำลองไม่อาจเหมือนในสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติทั้งหมดได้ แต่ในทางทฤษฎี และหลักการของการสร้างแบบจำลองนั้นถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นลักษณะของการศึกษาในทางทฤษฎีและหลักการในภาพรวมกว้าง ๆ เท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เน้นเกี่ยวกับการวิจัยทางด้านสมุทรศาสตร์กายภาพในแนวปะการังของพื้นที่ศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์และจัดการแนวปะการังในอนาคต จึงมีแนวคิดว่าการศึกษารุ่นต่อไปควรมีการศึกษาเกี่ยวกับลำดับความสำคัญว่าเกาะไหนเป็นแหล่งตัวอ่อนของปะการังในบริเวณนี้ (Source Reef) เพื่อจะได้มีการอนุรักษ์ และจัดการแนวปะการังได้อย่างยั่งยืนและถูกต้อง เนื่องจากพื้นที่ศึกษาประกอบไปด้วยหมู่เกาะจำนวนมาก ทำให้ยากแก่การอนุรักษ์และจัดการแนวปะการัง จึงเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ และจัดการแนวปะการัง โดยการหาพื้นที่แหล่งตัวอ่อนปะการังเพื่อเป็นพื้นที่พ่อแม่พันธุ์ในพื้นที่ศึกษา เพื่อถ่ายทอดการอนุรักษ์และจัดการแนวปะการังในบริเวณนี้ให้มีประสิทธิภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คงวัฒน์ นีละศรี. 2522. ผลการวิเคราะห์กระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนระหว่างช่วงเปลี่ยนฤดู
มรสุม. การสัมมนาการวิจัยคุณภาพทรัพยากรชีวิตในน่านน้ำไทย. 2 : 57.

ปราโมทย์ ไชยศิริ. 2527. แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของการไหลเวียนของน้ำเนื่องจากลมใน
อ่าวไทยตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิโรจน์ พินโยภรณ์. 2529. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของลักษณะของมวลน้ำในอ่าวไทยและ
ทะเลจีนใต้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมชาย ศรีปัญญาวิชัย. 2529. แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ของการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากลม
ในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศรีสกุล ภิรมย์วรากร ลลิตา ปัจฉิม นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี รณวัน บุญประกอบ และ
อัญชลี จันทร์คง. 2549. ฤดูปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังเขากวาง (สกุล *Acropora*) ใน
อ่าวไทย. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (Section T) ปีที่ 5 ฉบับที่ 1/2549: 39-49.

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์. 2540. แบบจำลองไฮโดรไดนามิกส์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำมันที่รั่ว
ในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุทกศาสตร์, กรม. 2538. การวิเคราะห์ข้อมูลสมุทรศาสตร์เขตกลางอ่าวไทย พ.ศ. 2525-2536.

กองสมุทรศาสตร์, กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

ภาษาอังกฤษ

Babcock, R.C. B.L. Wills, and C.J. Simpson. 1994. Mass spawning of coral on a high latitude coral reef. Coral Reefs 13, 161-169.

Baird, A.H., P.A. Marshall, and J. Wolstenholme. 2000. Latitudinal variation in the reproduction of *Acropora* in the Coral sea. Proc 9th International Coral Reef Symposium, Oct 2000: Bali, Indonesia.

Charushunchonkul, S. 1988. Oceanographical Circulation in the Upper Gulf of Thailand. Master's Thesis, Department of Water Resources Engineering, Graduate School, The Asian Institute of Technology. Bangkok, Thailand.

Dai, C.F., K. Soong, and T.Y. Fan. 1992. Sexual Reproduction of Corals in Northern and Southern Taiwan. Proc 9th International Coral Reef Symposium, Guam.

Harrison, P.L., R.C. Babcock, G.D. Bull, J.K. Oliver, C.C. Wallace, and B.L. Willis. 1984. Mass spawning in tropical reef corals. Science 223: 1186-1189.

Heyward, A., K. Yamazato, T. Yeemin, and M. Minei. 1987. Sexual reproduction of corals in Okinawa. Galaxea 6: 331-343

Krupp, D.A. 1983. Sexual Reproduction and Early Development of the solitary coral *Fungia scutaria* (Anthozoa: Scleractinia). Coral reefs 2: 159-164.

Lee, N. L., C.Rooth, E. Williams, M. McGowan, A. F. Szmant, and M. E. Clarke. 1992. Influence of Florida current, gyres and wind-driven circulation on transport of larvae and recruitment in the Florida Keys coral. Continental Shel Research 12: 971-1002.

- Liengcharensit, W. 1979. Mathematical Models for Hydrodynamic Circulation and Dispersion of Select Water Quality Constituents with Application to the Upper Gulf of Thailand. Master's Thesis, Department of Environment Engineering, Graduate School, The Asian Institute of Technology. Bangkok, Thailand.
- Robinson, M.K. 1974. The Physical Oceanography of the Gulf of Thailand, Naga Expedition. In Naga Report. (Brinton, E. and Newman, W.A. eds.) Vol. 3 pt 1. The University of California, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California.
- Siripong, A. 1985. The Hydrography of the South China Sea and the Gulf of Thailand. United Nations Environment Programme. (UNEP) 4 : 171-212.
- Tee, K.T. 1979. The Structure of Three-Dimensional Tide-Generating Current, Part I, Oscillating Current, Journal of Physical Oceanography 9 : 930-944.
- Tee, K.T. 1980. The Structure of Three-Dimension Tide-Induced Current, Part II, Residual Current, Journal of Physical Oceanography 10 : 2035-2057.
- Tomosada, A. and Srisaengthong, D. 1990. Joint Research on Application of Remote Sensing Technology to Fisheries in the Gulf of Thailand. (March 1990) : 8-53.
- United Kingdom Hydrographic Office, 2004. Admiralty Tide Tables. Volume 3 : Indian Ocean & South China Sea (including Tidal Stream Tables).

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายนิคม อ่อนสี เกิดวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนตรังคริสเตียนศึกษา ในปี 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจาก ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในปีการศึกษา 2548 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย