

## การไหลเวียนของน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลอันดามัน

สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์

### Abstract

Pornpinatepong, S.

#### Tidal circulation in Andaman Sea

Songklanakarin J. Sci. Technol., 2005, 27(2) : 425-431

The comprehensive understanding of tidal circulation in the Andaman Sea plays an essential role in search and rescue programs. The accurate prediction of water particle trajectories under influence of the tidal force will speed up searching for a floating object. A 2-D vertically-averaged hydrodynamic model has been applied to the southern west coast of Thailand covering the area from 0°N, 95°E to 17°N, 104°E. The model's forces are the seven predominant tidal constituents (M2, S2, N2, K2, K1, O1 and P1), derived from Oregon State University. Comparison between the computed and observed water surface elevation reported by Royal Thai Navy showed good agreement. The model then has been employed to simulate the tidal current along the western coast of Thailand. The prediction of elliptic water-particle orbits was confirmed by two patterns found. In the open "bay" between Satun and Krabi, the orbits would have various orientations, with displacement of 3 km, whereas in the open sea between Phanga and Ranong, the particles moved mainly in the east-west direction with a maximum displacement of 5-6 km.

---

**Key words :** mathematical model, hydrodynamics, Andaman Sea, tidal current

---

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112, Thailand.

---

Ph.D.(Ocean Engineering), ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

E-mail: soomboon.p@psu.ac.th

รับต้นฉบับ 21 มิถุนายน 2547

รับลงพิมพ์ 17 สิงหาคม 2547

## บทคัดย่อ

สมบุรณ์ พรพิเนตพงศ์  
การไหลเวียนของน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลอันดามัน  
ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2548 27(2) : 425-431

ความเข้าใจเกี่ยวกับการไหลเวียนของน้ำในทะเลอันดามันภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล ความแม่นยำในการพยากรณ์อาณาเขตการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาวัตถุที่ลอยไปกับน้ำ ในการศึกษาที่แบบจำลองคณิตศาสตร์ทางอุทกพลศาสตร์แบบ 2 มิติ (2-D vertically averaged hydrodynamic model) ถูกนำมาประยุกต์กับชายฝั่งตะวันตกของประเทศไทย โดยครอบคลุมพิกัดตั้งแต่ lat. 0°N, lon. 95°E ถึง lat. 17°N, lon. 104°E ระดับน้ำที่ใช้ในการขับเคลื่อนแบบจำลองได้มาจาก Oregon State University ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักของน้ำขึ้นน้ำลง 7 ค่า (M2 S2 N2 K2 K1 O1 และ P1) ผลการคำนวณระดับน้ำได้รับการเปรียบเทียบกับมาตราน้ำที่รายงานโดยกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ ซึ่งพบว่าให้คำตอบที่สอดคล้องกันดี การจำลองกระแสสามารถจำแนกการเคลื่อนที่ออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันตอนล่างตั้งแต่กระบี่ถึงสตูล อนุภาคน้ำเคลื่อนที่เป็นวงรีโดยมีระยะขจัดประมาณ 3 กม ขณะที่ชายฝั่งทะเลอันดามันตอนบนตั้งแต่ระนองถึงพังงา การเคลื่อนที่จำกัดอยู่ในแนวตะวันออก-ตกโดยมีระยะการเคลื่อนที่มากที่สุด 5-6 กม

การไหลเวียนของน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลอันดามัน บริเวณชายฝั่งภาคใต้ตะวันตกของประเทศไทยยังไม่ปรากฏการศึกษาอย่างเป็นระบบ เนื่องจากเป็นทะเลเปิดที่ต้องการรายละเอียดในการกำหนดค่าอุทกพลศาสตร์ที่ขอบเขตเปิดของแบบจำลองคณิตศาสตร์ ทำให้การศึกษาสภาพอุทกพลศาสตร์ส่วนใหญ่จำกัดอยู่เฉพาะในพื้นที่ที่สนใจ การพยากรณ์คลื่นในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (สมบุรณ์ และคณะ, 2542) เป็นการประยุกต์แบบจำลองคณิตศาสตร์กับระบบทะเลอันดามันแต่จำกัดอยู่เพียงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากลม โครงการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงทั่วโลกจากข้อมูลดาวเทียม TOPEX/POSEIDON ด้วยโปรแกรม OTPS ที่เผยแพร่โดย Oregon State University (ftp.oce.orst.edu) ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้การศึกษาการไหลเวียนของน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลอันดามันด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์มีความเป็นไปได้และให้คำตอบที่มีความแม่นยำสูง

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล (Search and Rescue Program) ที่มุ่งหวังในการเพิ่มประสิทธิภาพการค้นหาวัตถุที่ลอยไปกับกระแสน้ำ ทั้งนี้พบว่ากระแสน้ำขึ้นน้ำลงเป็นส่วนสำคัญในการพัดพาวัตถุนอกเหนือไปจากกระแสน้ำเนื่องจากคลื่น

และลม

คุณลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลอันดามัน อาจอธิบายได้จากข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงบริเวณชายฝั่งจำนวน 5 สถานีที่รายงานโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือไทย คือ จังหวัดสตูล ตรัง กระบี่ ภูเก็ต และระนอง และอีก 2 สถานีที่ชายฝั่งประเทศมาเลเซีย คือ Pinang และ Kelang ซึ่งรายละเอียดสามารถดูได้ที่ University of Hawaii Sea Level Center (UHSLC) (<http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhs/c/html/1038G.html>) Table 1 แสดงคุณลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงทั้ง 7 สถานี ซึ่งพบว่าเป็นแบบน้ำคู่ (semi-diurnal) มีคาบเท่ากับ 12.42 ชั่วโมง โดยพิสัยน้ำขึ้นน้ำลง (range) ที่ Kelang มีค่ามากถึง 5.6 ม และลดลงเป็น 2.9 ม ที่ Pinang จากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยที่ชายฝั่งจังหวัดสตูล-ภูเก็ต ซึ่งมีพิสัยอยู่ระหว่าง 3.1-3.6 ม และเพิ่มขึ้นอย่างมากตามแนวชายฝั่งจังหวัดพังงา-ระนอง โดยมีค่าสูงถึง 4.4 ม (Figure 1) เป็นที่น่าสังเกตว่าพิสัยในช่วงน้ำตายตามแนวชายฝั่งจังหวัดสตูล-ภูเก็ตมีค่าน้อยมาก (0.2-0.4 ม)

นอกจากการขึ้นลงของระดับน้ำรายวันแล้ว ยังพบว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง (MSL) มีการแกว่งตลอดปีอยู่ระหว่าง 0.3-0.5 ม โดยระดับน้ำทะเลปานกลางต่ำสุดอยู่

**Table 1. Tidal characteristics along coastline of Thailand and Malaysia, 2002**

Station	Spring Range (m)	Neap Range (m)	Mean Sea Level Range (m)	Characteristics
Satun	3.1	0.2	0.42	semi-diurnal
Trang	3.3	0.4	0.48	semi-diurnal
Krabi	3.6	0.3	0.41	semi-diurnal
Phuket	3.1	0.4	0.31	semi-diurnal
Ranong	4.4	0.9	0.46	semi-diurnal
Pinang	2.85	0.57	0.49	semi-diurnal
Kelang	5.6	0.76	0.43	semi-diurnal

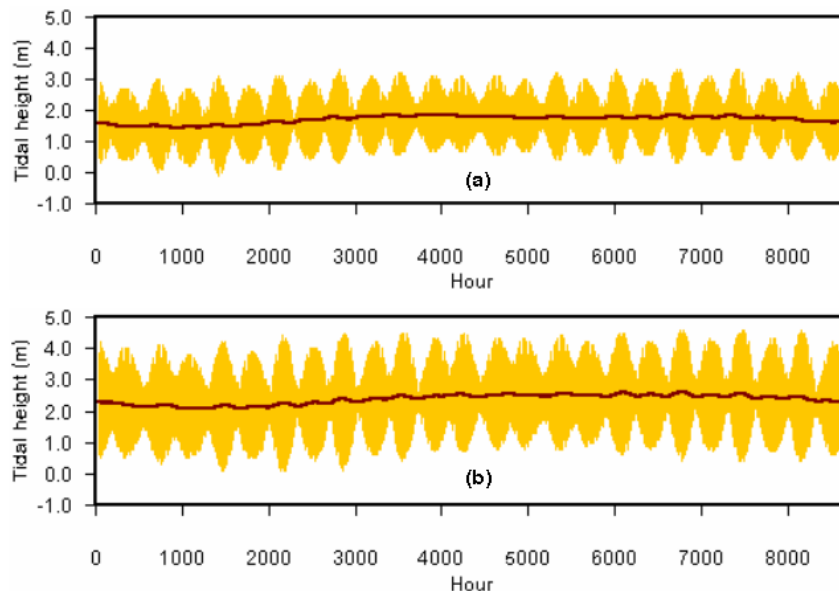
ระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ และสูงสุดในเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

**อุปกรณ์และวิธีการ**

**แบบจำลองคณิตศาสตร์**

รูปทรงสันฐานของแนวชายฝั่งและความลึกท้องทะเลที่ไม่เป็นระเบียบ ทำให้การไหลในธรรมชาติมีความซับซ้อนจึงต้องทำการศึกษาด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การไหลเวียนภายใต้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงสามารถ

อธิบายได้ด้วยสมมติฐานของ shallow water wave และ Boussinesq approximation ในที่นี้แบบจำลองคณิตศาสตร์ทางอุทกพลศาสตร์แบบ 2 มิติ บนพิกัดทรงกลม (Spherical Coordinate) ที่พัฒนาโดย Spaulding (1984) และ Swanson (1986) ถูกนำมาใช้พยากรณ์การไหลเวียนในทะเลอันดามัน ปัจจุบันแบบจำลองฯ นี้มีชื่อว่า Water Quality Mapping (WQMAP) ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท Applied Science Associates (ASA), Inc., USA รายละเอียดของแบบจำลองฯ ศึกษาได้ที่ <http://www.appsci.com/>



**Figure 1. Tides at (a) Satun and (b) Ranong**

### การประยุกต์แบบจำลองกับทะเลอันดามัน

ทะเลอันดามันมีลักษณะเป็นทะเลเปิด ทำให้ต้องการข้อมูลอุทกพลศาสตร์จำนวนมากที่ขอบเขตเปิดของแบบจำลอง (open boundaries) ในการศึกษาจึงเลือกประยุกต์แบบจำลองกับทะเลอันดามันให้มีอาณาเขต (model domain) ที่เหมาะสมคือ ครอบคลุมพื้นที่ระหว่างพิกัด lat. 0°N, lon. 95°E ถึง lat. 17°N, lon. 104°E โดยทิศตะวันตกเป็นทะเลเปิดเริ่มจากทิศเหนือของปลายเกาะสุมาตราไปจนถึงชายฝั่งของประเทศพม่า ทิศเหนือครอบคลุมอ่าวมาเดมะ ทิศตะวันออกเป็นแนวชายฝั่งตะวันตกของประเทศพม่า-ประเทศไทย-มาเลเซีย ส่วนทิศใต้เป็นแนวชายฝั่งของเกาะสุมาตราและช่องแคบมะละกา-ประเทศสิงคโปร์ (Figure 2) เพื่อให้สามารถอธิบายการไหลเวียนชายฝั่งได้แม่นยำ กริดขนาด 10x10 ลิปดา (~18.3x18.3 กม.) ถูกนำมาใช้ในการคำนวณ

### ข้อมูลอุทกพลศาสตร์ที่ขอบเขตเปิดของแบบจำลอง

แอมพลิจูดและเฟสขององค์ประกอบหลักของน้ำขึ้นน้ำลงจำนวน 7 ค่า คือ M2 S2 N2 K2 K1 O1 และ P1 ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำที่วัดด้วยดาวเทียม TOPEX/POSEIDON ที่เผยแพร่โดย Oregon State University (<http://www.coas.oregonstate.edu/research/po/research/tide/global.html>) ถูกใช้เป็นแรงขับเคลื่อนมวลน้ำที่ขอบเขตเปิดของแบบจำลอง ดังตัวอย่างขององค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงแสดงใน Figure 3 (แอมพลิจูดแสดงด้วยแถบสีและเฟสแสดงด้วยเส้นองศา)

### การตรวจสอบแบบจำลอง

แบบจำลอง ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับระดับน้ำจากมาตราน้ำที่รายงานโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (Hydrographic Department) จำนวน 5 สถานี คือ สตูล ตรัง กระบี่ ภูเก็ต และระนอง และจาก University of Hawaii Sea Level Center (UHSLC) อีก 2 สถานี คือ Pinang และ Kelang ของประเทศมาเลเซีย ตัวอย่างการเปรียบเทียบแสดงใน Figure 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบจำลอง สามารถคำนวณระดับน้ำได้ค่อนข้างแม่นยำ อย่างไรก็ตามแบบจำลองพยากรณ์ค่าของพิสัยน้ำขึ้นน้ำลงที่ชายฝั่งจังหวัดภูเก็ต-

ระนอง น้อยกว่ามาตราน้ำของกรมอุทกศาสตร์อยู่เล็กน้อย

### ผลการศึกษา

#### กระแส

รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงที่พยากรณ์ด้วยแบบจำลอง แสดงใน Figure 5 จะเห็นว่าในช่องแคบมะละกากระแสน้ำมีกำลังแรง ความเร็วสูงสุดคำนวณได้ระหว่าง 0.75-1 เมตร/วินาที และอ่อนกำลังลงเมื่อเข้าสู่่าน้ำของประเทศไทย สังเกตว่ากระแสน้ำบริเวณทิศตะวันตกของทะเลอันดามันมีค่าน้อยมากจนเกือบเป็นน้ำนิ่ง ขณะที่บริเวณจังหวัดสตูล-กระบี่การไหลเวียนมีทิศทางหมุนเป็นวงตามเข็มนาฬิกา ความเร็วมีค่าน้อยกว่า 0.25 เมตร/วินาที และที่ชายฝั่งจังหวัดพังงา-ระนอง การเคลื่อนที่จะอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (NE-SW) ความเร็วสูงสุดมีค่าประมาณ 0.25 เมตร/วินาที

#### การโคจรของอนุภาคน้ำชายฝั่งทะเล

รายละเอียดการพยากรณ์การเคลื่อนที่ของมวลน้ำชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทยได้รับการรายงานไว้ในการศึกษาวิจัยด้านภัยพิบัติทางทะเล (ธวัช และคณะ 2547) ซึ่งสามารถอธิบายคุณลักษณะโดยภาพรวมของการโคจรและระยะขจัดต่อเนื่องกัน 3 วัน (Figure 6) ได้ดังนี้

1. ที่ชายฝั่งจังหวัดสตูล อนุภาคน้ำเคลื่อนที่คล้ายวงกลมที่มีรัศมีประมาณ 3 กม. และวงโคจรค่อยๆ เคลื่อนลงทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นระยะทางประมาณ 1.3 กม
2. ตั้งแต่จังหวัดตรัง-ภูเก็ต อนุภาคน้ำเคลื่อนที่เป็นวงรี โดยที่บริเวณจังหวัดตรังการเคลื่อนที่อยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (NE-SW) เป็นระยะทางประมาณ 3 กม ขณะที่บริเวณจังหวัดภูเก็ตการเคลื่อนที่จะเป็นวงรีแคบๆ ในแนว E-W มีระยะขจัดประมาณ 1.5 กม
3. ชายฝั่งจังหวัดพังงา วงโคจรมีรูปร่างค่อนข้างซับซ้อน โดยมีระยะทางเคลื่อนที่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 1.7 กม และในแนวตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 1 กม
4. ส่วนที่ชายฝั่งจังหวัดระนอง อนุภาคน้ำเคลื่อนที่

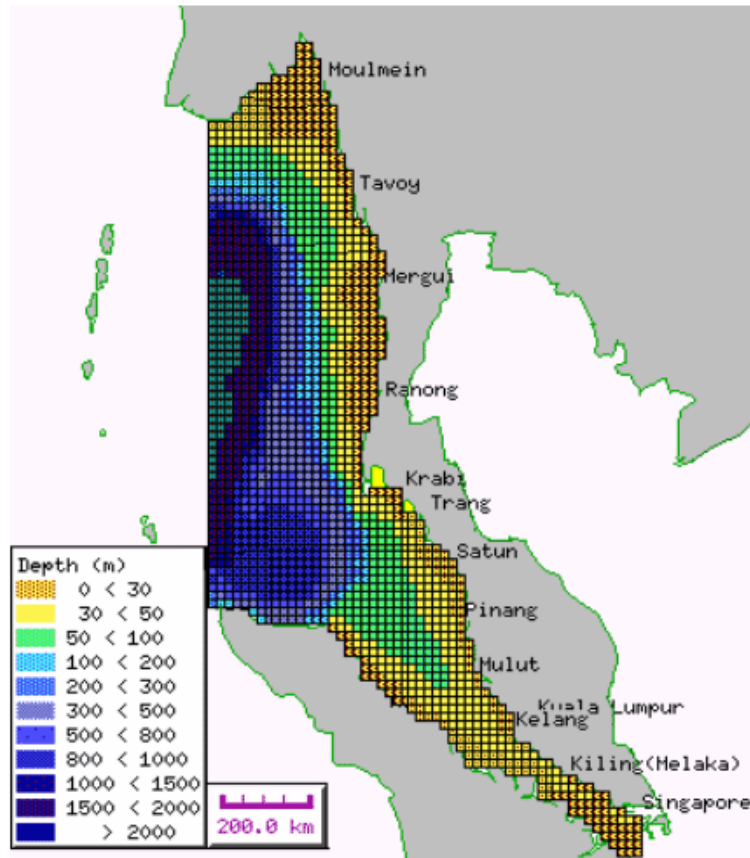


Figure 2. Model domain and grid system

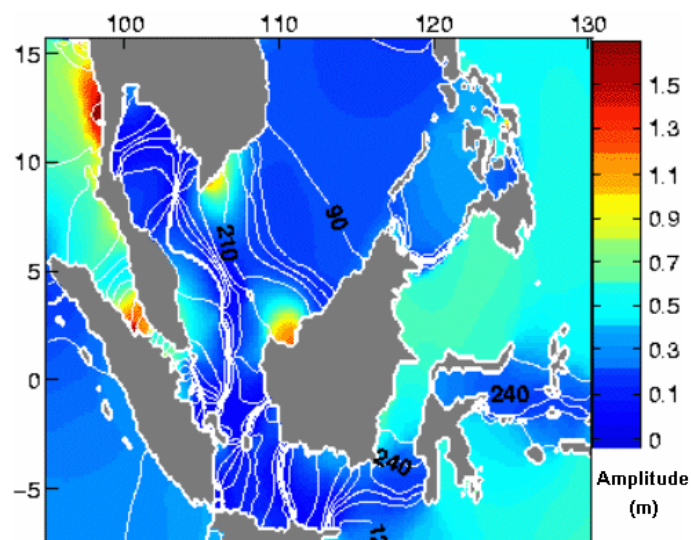


Figure 3. Predominant tidal constituent M2 (Source: The OSU TOPEX/Poseidon)

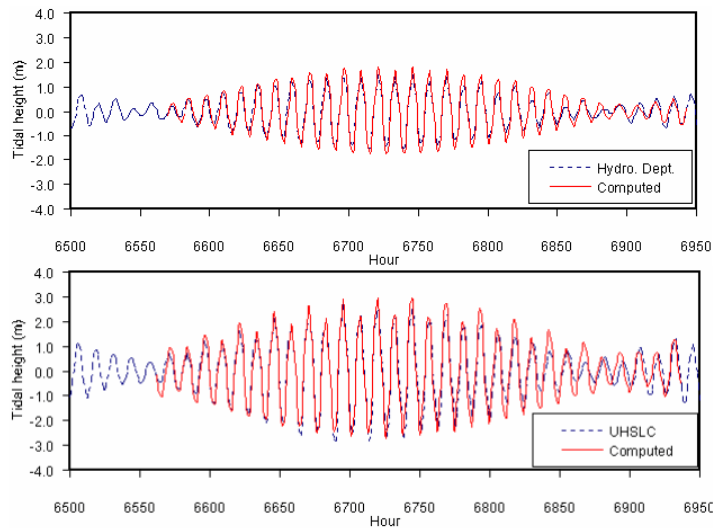


Figure 4. Comparison of computed and reported water level at (a) Satun and (b) Kelang

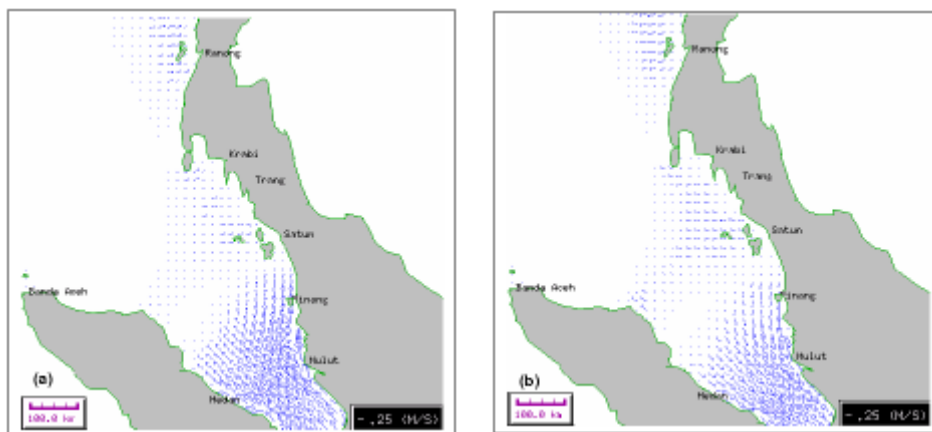


Figure 5. Predicted circulation pattern in Andaman Sea (a) flood and (b) ebb

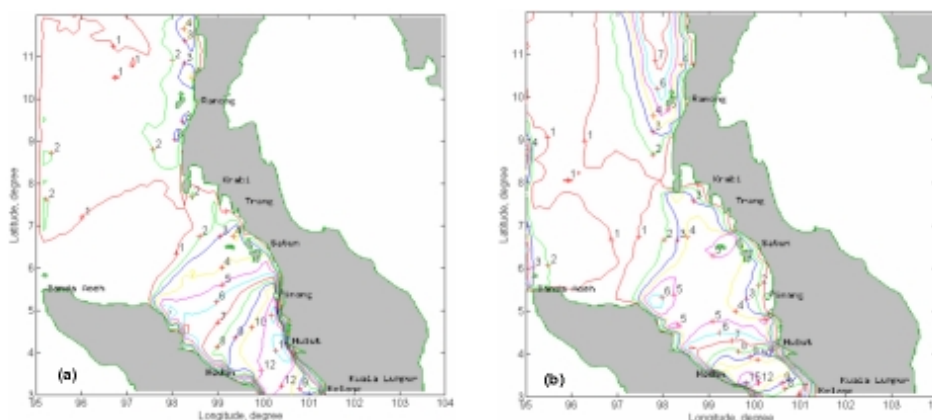


Figure 6. Water particle orbit displacement (unit : km) (a) N-S and (b) E-W

จำกัดอยู่ในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีระยะขจัดประมาณ 5 กม.

ใน Figure 6 จะเห็นว่าบริเวณชายฝั่งจังหวัดระนอง ระยะทางการเคลื่อนที่ในทิศทางแนวเหนือ-ใต้ มีค่าอยู่ระหว่าง 2-3 กม (Figure 6a) ขณะที่ในทิศทางตะวันออก-ตะวันตกมีค่า 5-6 กม (Figure 6b)

### สรุปและวิจารณ์

การศึกษาการไหลเวียนของน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลอันดามันนี้เป็นส่วนหนึ่งของชุดวิจัยการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเล (Search and Rescue in the Sea) การวิเคราะห์น้ำขึ้นน้ำลงชายฝั่งภาคใต้ฝั่งตะวันตกของไทย จำนวน 5 สถานีจากมาตราน้ำที่รายงานโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ พบว่ามีคุณลักษณะเป็นน้ำคู่ (semi-diurnal) มีคาบเท่ากับ 12.42 ชั่วโมง และพิสัยช่วงน้ำเกิดอยู่ระหว่าง 3.6-4.4 ม แบบจำลองคณิตศาสตร์แบบ 2 มิติถูกนำมาพยากรณ์สภาพอุทกพลศาสตร์ในทะเลอันดามันและตรวจสอบ โดยการเปรียบเทียบผลการคำนวณระดับน้ำชายฝั่งกับมาตราน้ำ ซึ่งพบว่าให้คำตอบที่สอดคล้องกัน การพยากรณ์รูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำ พบว่าบริเวณช่องแคบมะละกากระแสน้ำมีกำลังแรงและอ่อนกำลังลงเมื่อเข้าสู่บริเวณชายฝั่งของประเทศไทย โดยที่ชายฝั่งจังหวัดสตูล-กระบี่ความเร็วมีค่าน้อยกว่า 0.25 เมตร/วินาที อนุภาคน้ำเคลื่อนที่เป็นวงรีในแนว ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (NE-SW) เป็นระยะทางประมาณ 3 กม ส่วนที่ชายฝั่งจังหวัดพังงา-ระนอง ความเร็วมีค่าประมาณ 0.25 เมตร/วินาที โดยที่จังหวัดระนองอนุภาคน้ำเคลื่อนที่จำกัดอยู่ในทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ (NE-SW) เป็นระยะขจัด 5-6 กม เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณจังหวัดภูเก็ต อนุภาคน้ำเคลื่อนที่เป็นวงรีขนาดเล็ก ระยะขจัดประมาณ 1.5 กม ในการค้นหาผู้ประสบภัยจำเป็นต้องพิจารณาถึงรูปแบบของกระแสน้ำที่แต่ละตำแหน่งอย่างละเอียดร่วมกับสภาพคลื่นลม ซึ่งมีความสำคัญเพิ่มขึ้นตามขนาดของพายุก่อตัวขึ้นอีกประการหนึ่งคือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของวัตถุที่จมใต้ผิวน้ำจะน้อยกว่าอนุภาคน้ำ อันเนื่องมาจากพฤติกรรมทางอุทกพลศาสตร์ที่ซับซ้อน ซึ่งควรทำการวิจัยต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว) ประจำปี 2545-47 ผู้วิจัยขอขอบคุณนาวาเอกสอง เอกมหาชัย และเรือเอกวิริยะ เหลืองอร่าม กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือไทย ที่ให้ข้อมูลมาตราน้ำชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งตะวันตก ขอขอบคุณบริษัท Applied Science Associates (ASA), Inc. สำหรับแบบจำลองคณิตศาสตร์ และขอขอบคุณ คุณจิตรารภรณ์ พักโสภา และคุณนริศรา นุธรรมโชติ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบน้ำขึ้นน้ำลงที่ขอบเขตเปิดของแบบจำลองคณิตศาสตร์

### เอกสารอ้างอิง

- ธวัช วิรัตน์พงศ์ สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์ สอง เอกมหาชัย วิริยะ เหลืองอร่าม Paul May กฤษณเดช เจริญสุธาสิทธิ์ ปราโมทย์ ไชยจิตรกร. 2547. การวิจัยด้านภัยพิบัติทางทะเล, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กทม.
- สมบูรณ์ พรพิเนตพงศ์ ธวัช วิรัตน์พงศ์ Paul Wittmann สอง เอกมหาชัย กัตัญญ์ ศรีตั้งนันท์ วิริยะ เหลืองอร่าม ประสิทธิ์ จันทร บงกช สโมสร วัฒนา กันบัว บุญธรรม ตั้งล้ำเลิศ. 2542. การพยากรณ์คลื่นในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน, ว.สงขลานครินทร์ วทท. 2542 21(2): 207-212.
- Spaulding M.L. 1984. A Vertically Averaged Circulation Model Using Boundary-Fitted Coordinates, *J. of Physical Oceanography*, 14: 973-982.
- Swanson J.C. 1986. A Three Dimensional Numerical Model of Coastal Circulation and Water Quality, Ph.D. Dissertation, Department of Ocean Engineering, U. Of Rhode Island, USA.
- Oregon State University/OTPS: ftp.oce.orst.edu [Feb 3, 2004].
- The OSU TOPEX/Poseidon, Global Inverse Solution Version 6. (<http://www.coas.oregonstate.edu/research/po/research/tide/global.html>) [Jan 10, 2004].
- University of Hawaii Sea Level Center (UHSLC): (<http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhs/c/html/d/1038G.html>) [Feb 9, 2004].