

ความคลาดเคลื่อนของแผนที่พื้นมหาสมุทรทั่วไป (GEBCO 30 arc-second) บริเวณอ่าวไทยตอนบน  
Accuracy of the General Bathymetry (GEBCO 30 arc-second) in the Upper Gulf of Thailand

แพชโชค จินตเศรณี\*

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Pachoenchoke Jintasaeranee\*

Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึกของแผนที่พื้นมหาสมุทรทั่วไปบริเวณอ่าวไทยตอนบน ระหว่างแผนที่ GEBCO 30 arc-second (GEBCO30) ความละเอียดประมาณ 926 เมตร และแผนที่เดินเรือของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือจำนวนทั้งสิ้น 17 ระวาง พบว่าร้อยละ 71.47 ของข้อมูลของแผนที่ GEBCO30 มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 2 เมตร บริเวณปากแม่น้ำและพื้นที่ใกล้ปากแม่น้ำมีความคลาดเคลื่อน 2-6 เมตร ในขณะที่พื้นที่บริเวณด้านทิศใต้และด้านทิศตะวันออกของอ่าวไทยตอนบนคลาดเคลื่อน 2-4 เมตร การตรวจสอบแสดงให้เห็นว่าข้อมูลความลึกส่วนใหญ่ของแผนที่ GEBCO 30 arc-second สามารถนำไปใช้ได้โดยมีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

คำสำคัญ : แผนที่พื้นมหาสมุทร อ่าวไทยตอนบน GEBCO 30 arc-second

Abstract

This research is a validation the accuracy of the bathymetric data of the General bathymetry in the upper Gulf of Thailand between the GEBCO 30 arc-second (GEBCO30), with approximated grid resolution 926 m, and seventeen navigational charts of Hydrographic Department, the Royal Thai Navy. The results show that 71.47% of the data of the GEBCO30 has the error less than 2 m. The river mouths and their adjacent areas have the error 2-6 m., while the area in the southern and the eastern part of the upper Gulf of Thailand has the error 2-4 m. The validation illustrated that most of bathymetric data of the GEBCO 30 arc-second can be used with acceptable inaccuracy.

Keyword : bathymetry, upper Gulf of Thailand, GEBCO 30 arc-second

\*E-mail: pachoen@bua.ac.th

## บทนำ

อ่าวไทยตอนบน (ภาพที่ 1) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 10,150 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะเป็นอ่าวถูกกั้นปิดล้อมด้วยจังหวัดชายฝั่งทะเล ได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ ชลบุรี สมุทรสาคร เพชรบุรีและสมุทรสงคราม (ราชกิจจานุเบกษา, 2502) อ่าวไทยตอนบนมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศในฐานะเป็นแหล่งผลิตอาหารทะเลที่สำคัญ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่รองรับน้ำจืดที่เจือปนด้วยสารอาหาร และสารเคมีจากชายฝั่งอีกด้วย หากสารเหล่านี้ลงสู่อ่าวไทยตอนบนมากเกินไปเกินความสามารถในการรองรับก็อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (รวมทรัพย์ ชำนาญธนา, 2549) หรือการรั่วไหลของคราบน้ำมัน ซึ่งมีการติดตามตรวจสอบเป็นประจำโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ (2550, 2551, 2552) นอกจากนี้ยังมีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการไหลเวียนของมวลน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนเพื่อทำนายการกระจายและการผสมผสานของมลสารในอ่าว อย่างไรก็ตาม แบบจำลองจำเป็นต้องใช้ข้อมูลความลึกที่เชื่อถือได้เป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญ ซึ่งจะส่งผลให้การทำนายตามแบบจำลองน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น (อนุกุล บูรณประทีปรัตน์, 2551; อนุกุล บูรณประทีปรัตน์ และคณะ, 2552)

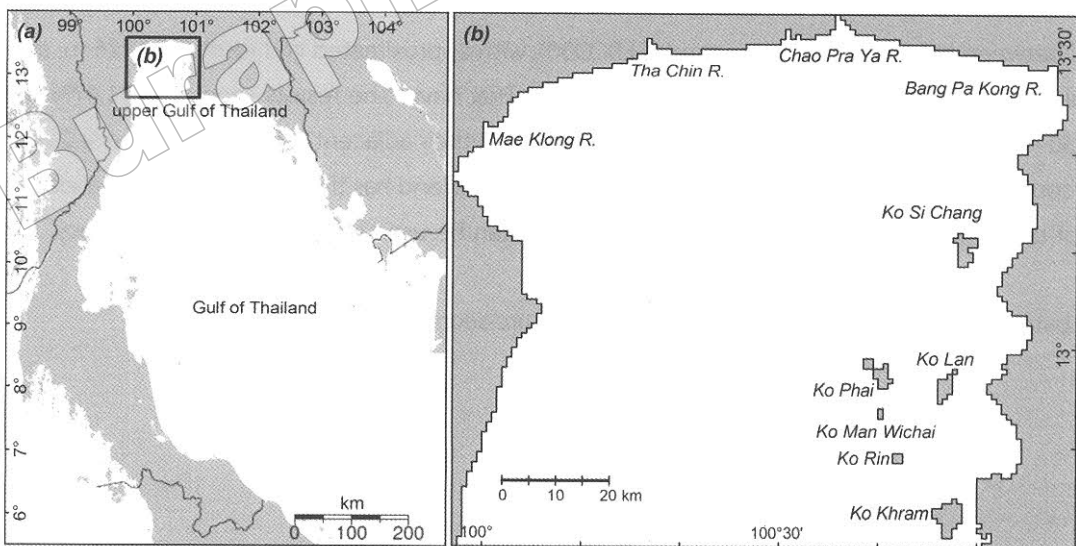
เมื่อเดือนตุลาคม ค.ศ. 2010 มีการเผยแพร่ข้อมูลแผนที่พื้นมหาสมุทรทั่วไป (the General Bathymetric Chart of the Oceans; GEBCO) ชนิด GEBCO 30 arc-second (GEBCO30) (The GEBCO 08 Grid, 2010) นับเป็นแผนที่พื้นมหาสมุทรทั่วไปที่มีความละเอียดดีที่สุดในปัจจุบัน โดยอนุญาตให้นำข้อมูลดังกล่าว

มาใช้เพื่อการศึกษาได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย แต่เนื่องจากเพิ่งจะมีการเผยแพร่ข้อมูลชุดนี้ จึงยังไม่เคยมีการรายงานความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดดังกล่าว ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการใช้ข้อมูลแผนที่พื้นมหาสมุทรทั่วไปในบริเวณชายฝั่ง (Sandwell *et al.*, 2006) อีกทั้งยังไม่เคยมีการนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บริเวณอ่าวไทยตอนบน ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึกของแผนที่ GEBCO30 กับข้อมูลภาคสนามก่อนนำมาใช้

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้ทราบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึกของแผนที่ GEBCO30 ก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึกแผนที่พื้นมหาสมุทร ชนิด GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนบนเป็นครั้งแรก โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลความลึกของแผนที่เดินเรือที่เผยแพร่โดยกองสร้างแผนที่ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (The Royal Thai Navy; RTN)

## วิธีการวิจัย

แผนที่ GEBCO30 ที่นำมาใช้นี้ มีความละเอียด 0.5 ไมล์ทะเล หรือประมาณ 926 เมตร ข้อมูลความลึกในแผนที่ได้จากการตรวจวัดความผิดปกติของแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity anomaly) ด้วยดาวเทียมวัดความสูง (satellite altimetry) เทียบกับจีโออยด์ (geoid) ทั่วโลก มีการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ก่อนนำมาสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะพื้นมหาสมุทรทั่วไป (Sandwell, 1991) แผนที่ GEBCO30 นี้แสดงความลึกของมหาสมุทรเทียบจาก



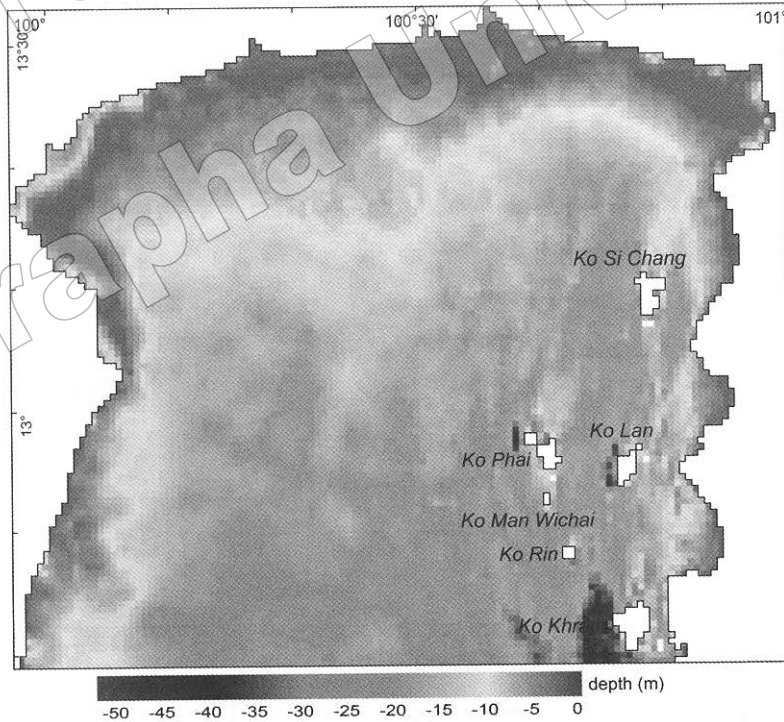
ภาพที่ 1 (a) อ่าวไทยและอ่าวไทยตอนบน (b) ภาพขยายบริเวณพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนบน

ระดับน้ำทะเลปานกลาง (Smith & Sandwell, 2004) วิธีการวิจัย  
 ทำโดยการตัดข้อมูลแผนที่ GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนบน  
 ระหว่างละติจูด 12°39' ถึง 13°33' เหนือ และลองจิจูด 99°57' ถึง  
 101°00' ตะวันออก โดยกำหนดให้ข้อมูลในกริดที่อยู่เหนือผิวน้ำ  
 มีค่าความลึกเป็น 0 เมตร นำข้อมูลที่ตัดแล้วมาสร้างแผนที่แสดง  
 ความลึก ด้วยโครงสร้างแผนที่เป็นแบบเมอเคเตอร์ (Mercator  
 projection) ใช้ระบบพิกัด World Geodetic System 1984  
 (WGS84) พื้นที่เหนือผิวน้ำแสดงด้วยสีขาว ส่วนความลึกบริเวณ  
 พื้นมหาสมุทรแสดงด้วยสีผสม (color-code map) (ภาพที่ 2)  
 การตัดข้อมูลและการแสดงแผนที่ทำโดยใช้ชุดคำสั่งที่เขียนใน  
 โปรแกรม Generic mapping tools; GMT (Wessel & Smith,  
 1998)

แผนที่ RTN บริเวณอ่าวไทยตอนบนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้  
 มีจำนวนทั้งสิ้น 17 ราว มาตราส่วนระหว่าง 1 : 60,00 และ  
 1 : 240,000 (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 3) สำรองโดยกรมอุทกศาสตร์  
 ราชนาวิกโยธิน ระหว่าง พ.ศ. 2478 และ พ.ศ. 2536 โดยเรือสำรวจ  
 อเมริกัน U.S.S. Maury ระหว่าง พ.ศ. 2503 และ พ.ศ. 2504  
 และโดยกองสำรวจร่องน้ำการทำเรือแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2522  
 แผนที่แสดงข้อมูลการหยั่งน้ำเป็นเมตร จากระดับทะเลปานกลาง

โครงสร้างแผนที่เป็นแบบเมอเคเตอร์ ใช้ระบบพิกัดอินเดียเดิม  
 2518 (Indian Datum 1975) วิธีการวิจัยทำโดยการกำหนด  
 แนวชายฝั่งของอ่าวไทยตอนบน ขนาดกริด (grid cell size)  
 และกำหนดให้กริดที่อยู่เหนือผิวน้ำมีค่าความลึกเป็น 0 เมตร  
 เช่นเดียวกับแผนที่ GEBCO30 อ่านข้อมูลความลึก (digitize) ณ  
 จุดกึ่งกลางของแต่ละกริด แปลงข้อมูลแต่ละจุดที่อ่านได้ (point)  
 ให้เป็นข้อมูลประจำแต่ละกริด (grid) นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแผนที่  
 ความลึก (ภาพที่ 4) เช่นเดียวกับแผนที่ GEBCO30

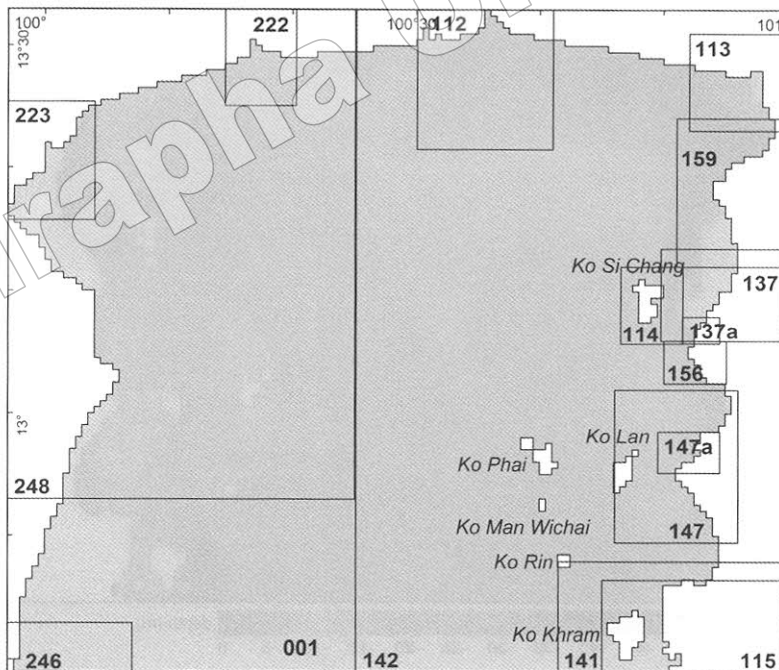
การแปลงพื้นหลักฐานระหว่าง WGS84 และ Indian  
 Datum 1975 โดยกองยี่อเดซีและยี่อฟิลิกส์ กรมแผนที่ทหาร  
 แสดงให้เห็นความแตกต่างในทางราบระหว่างพิกัดทั้งสองระบบ  
 มีค่ามากที่สุดประมาณ 838 เมตร ซึ่งเป็นค่าน้อยกว่าขนาดกริด  
 ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (ประมาณ 926 เมตร) ดังนั้นแม้แผนที่  
 ทั้งสองจะถูกสร้างขึ้นจากระบบพิกัดต่างกัน แต่สามารถเปรียบเทียบ  
 ข้อมูลของกริดที่ตรงกันระหว่างแผนที่ GEBCO30 และ RTN ได้  
 การเปรียบเทียบข้อมูลความลึกแต่ละกริดที่อ่านได้จากแผนที่ RTN  
 ( $(xy)_{RTN}$ ) และจากแผนที่ GEBCO30 ( $(xy)_{GEBCO30}$ ) ดำเนินตามสมการ  
 ที่ 1 ด้วยชุดคำสั่งที่เขียนในโปรแกรม GMT ผลที่ได้แสดงให้เห็น  
 ความคลาดเคลื่อนของความลึกในแต่ละกริดในแผนที่ GEBCO30



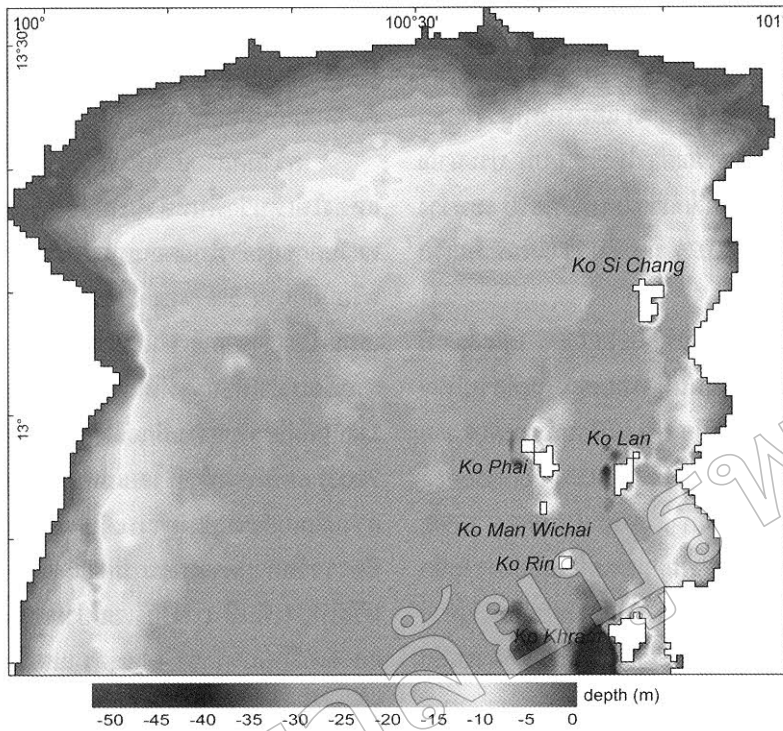
ภาพที่ 2 แบบจำลองพื้นมหาสมุทรทั่วไปบริเวณอ่าวไทยตอนบน สร้างจากข้อมูลความลึกของแผนที่ GEBCO 30 arc-second (GEBCO\_08 Grid, 2010) ความลึก (m) ในแผนที่แสดงด้วยมาตราส่วนสีผสม (color scale)

ตารางที่ 1 หมายเลขระวาง พื้นที่ และมาตราส่วนของแผนที่เดินเรือของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

หมายเลขระวาง	พื้นที่	มาตราส่วน
001	ประจวบคีรีขันธ์ถึงเกาะจวง	1 : 240,000
112	ทางเข้าแม่น้ำเจ้าพระยา	1 : 30,000
113	ทางเข้าแม่น้ำบางปะกง	1 : 25,000
114	เกาะสีชัง	-
115	อ่าวสัดหีบและบริเวณใกล้เคียง	1 : 40,000
137	บางพระถึงอ่าวอุดม	1 : 20,000
137a	อ่าวอุดม	1 : 6,000
141	แหลมทรพิมถึงเกาะคราม	1 : 120,000
142	ปากน้ำเจ้าพระยาถึงเกาะแรด	1 : 120,000
147	เกาะล้านถึงแหลมพิทยา	1 : 25,000
147a	อ่าวพิทยา	1 : 10,000
156	ท่าเรือพาณิชย์แหลมฉบัง	1 : 10,000
159	บางพระถึงบางทราย	1 : 25,000
222	ทางเข้าแม่น้ำท่าจีน	1 : 25,000
223	ทางเข้าแม่น้ำแม่กลอง	1 : 25,000
246	หัวหิน	1 : 40,000
248	หาดเจ้าสำราญถึงสมุทรสาคร	1 : 80,000



ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนบน แสดงหมายเลขระวางของแผนที่เดินเรือ จำนวนทั้งสิ้น 17 ระวาง ที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้



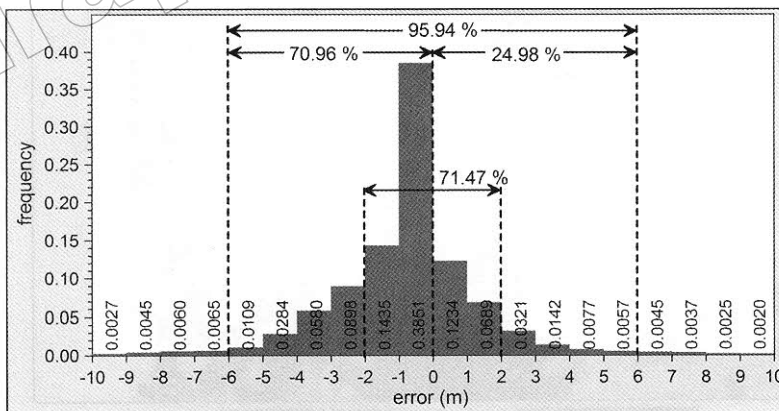
ภาพที่ 4 แบบจำลองพื้นมหาสมุทรบริเวณอ่าวไทยตอนบน สร้างจากข้อมูลความลึกที่อ่านได้จากแผนที่เดินเรือของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ความลึก (m) ในแผนที่แสดงด้วย color scale

มีค่าลึกกว่า (ค่า +) หรือมีค่าตื้นกว่า (ค่า -) เมื่อเทียบกับข้อมูลความลึกในแผนที่ RTN ซึ่งมีขนาดกริดเท่ากัน แสดงผลการเปรียบเทียบเป็นร้อยละของกริดทั้งหมดในรูปของแผนภูมิความถี่สะสม (histograms plot) ตามวิธีของ Marks & Smith (2005) และ Beyer et al. (2005) และแสดงความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ด้วยภาพสีผสม

$$RTN - GEBCO30 = (x,y)_{RTN} - (x,y)_{GEBCO30} \quad \text{สมการที่ 1}$$

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

แผนภูมิความถี่สะสมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน (error) ของข้อมูลความลึกของกริดทั้งหมดในหน่วยเมตร และความถี่สะสม (frequency) (ภาพที่ 5) ที่คำนวณตามสมการที่ 1 พบว่า ความลึกของแผนที่ GEBCO30 ประมาณร้อยละ 95.94 ของกริดทั้งหมด คลาดเคลื่อนจากความลึกของแผนที่



ภาพที่ 5 แผนภูมิแท่งความถี่สะสมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึก (m) ของแผนที่ GEBCO30 และความถี่สะสม

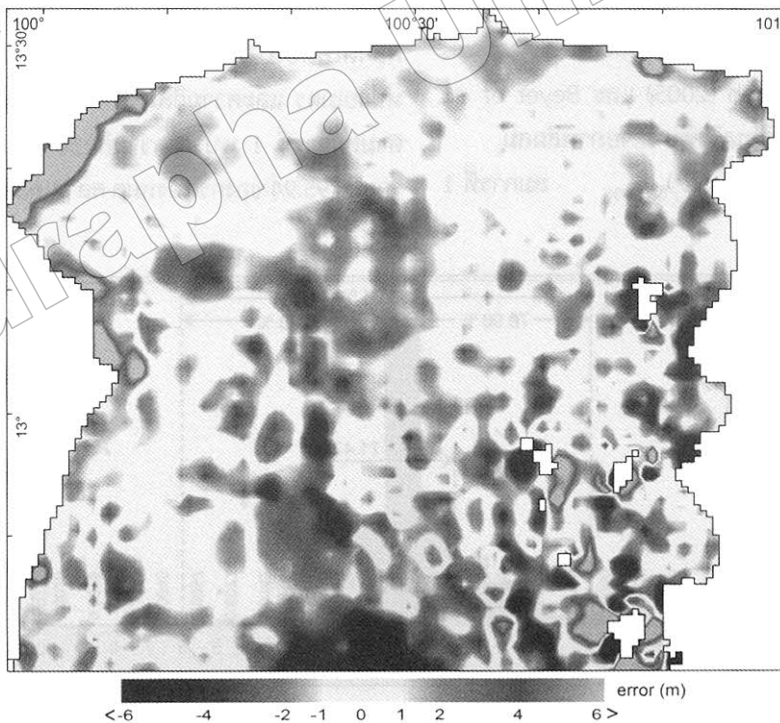


เดินเรือ น้อยกว่า  $\pm 6$  เมตร โดยความลึกประมาณร้อยละ 24.98 มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า +6 เมตร ในขณะที่ประมาณร้อยละ 70.96 มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า -6 เมตร แสดงให้เห็นว่าข้อมูลความลึกของแผนที่ GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนบน ประมาณร้อยละ 24.98 ของกริดทั้งหมด มีค่าลึกกว่าแผนที่เดินเรือ ระหว่าง 1-6 เมตร และประมาณร้อยละ 70.96 มีค่าตื้นกว่าแผนที่เดินเรือ ระหว่าง 1-6 เมตร

เมื่อพิจารณาความลึกของแผนที่ GEBCO30 และแผนที่เดินเรือ (ภาพที่ 2 และ 4) จะเห็นว่า แผนที่ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ซึ่งมีความลึกประมาณ 15-35 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ที่ 5% ของความลึก (95% confidence level) ตามมาตรฐานของแผนที่พื้นมหาสมุทรทั่วไป (IHO, 1998; Marks & Smith, 2005) แล้ว พบว่าความคลาดเคลื่อนของความลึกที่ยอมรับได้สำหรับแผนที่ GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนบนควรมีค่าไม่เกิน  $\pm 2$  เมตร โดยประมาณ จากการวิเคราะห์พบว่าความลึกของแผนที่ GEBCO30 ประมาณร้อยละ 71.47 ของกริดทั้งหมด (ภาพที่ 5) มีความคลาดเคลื่อนจากแผนที่เดินเรือ ในช่วงระหว่าง  $\pm 0-2$  เมตร ซึ่งความลึกประมาณร้อยละ 50.41 ของกริดทั้งหมดของแผนที่ GEBCO30 คลาดเคลื่อนจากแผนที่เดินเรือ ในช่วงระหว่าง  $\pm 0-1$  เมตร และประมาณร้อยละ 21.06 คลาดเคลื่อนช่วง  $\pm 1-2$  เมตร

ข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบนี้ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลความลึกส่วนใหญ่ในแผนที่ GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนบนมีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึกเชิงพื้นที่ (ภาพที่ 6) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณตอนกลางและทางด้านทิศตะวันตกของอ่าวไทยตอนบน มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า  $\pm 2$  เมตร หรือน้อยกว่า 5% ของความลึก ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากลักษณะพื้นมหาสมุทรในบริเวณดังกล่าวค่อนข้างราบเรียบ ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยดาวเทียมในบริเวณนี้มีค่าใกล้เคียงกับความลึกจริง (Sandwell, 1992; Sandwell *et al.*, 2003) แต่ในบางพื้นที่ โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่ง และปากแม่น้ำ ซึ่งความลึกเปลี่ยนแปลงตามระดับความสูงของน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้ข้อมูลที่ตรวจวัดด้วยดาวเทียม มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า +2 เมตร หรือในบางพื้นที่ เช่น บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง ความลึกมีความคลาดเคลื่อนมากกว่า +4 เมตร แสดงให้เห็นว่าบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่แผนที่ GEBCO30 แสดงข้อมูลว่ามีความลึกกว่าแผนที่เดินเรือ จึงควรระมัดระวังในการใช้ข้อมูล GEBCO30 ในบริเวณดังกล่าว ในขณะที่พื้นที่บริเวณด้านทิศตะวันออกและทางด้านทิศใต้ของอ่าว มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า -2 เมตร บางส่วนคลาดเคลื่อนมากกว่า -4 เมตร และบริเวณตอนล่างของแผนที่ที่มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า



ภาพที่ 6. แผนที่แสดงความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเชิงพื้นที่ (m) แสดงด้วย color scale

-6 เมตร แสดงว่าเป็นบริเวณที่แผนที่ GEBCO30 รายงานข้อมูลว่าเป็นบริเวณที่ตื้นกว่าแผนที่เดินเรือ ทั้งนี้เนื่องจากด้านทิศตะวันออกต่อเนื่องไปถึงทิศใต้ของอ่าวไทยตอนบนเป็นบริเวณที่มีเกาะมากและบางบริเวณเป็นร่องน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลที่ตรวจวัดด้วยดาวเทียมได้ นอกจากนี้ การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของแผนที่ในงานวิจัยนี้ยังแสดงถึงความจำเป็นที่ต้องมีการตรวจสอบข้อมูลแผนที่ GEBCO30 ในบริเวณอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ชายฝั่งก่อนการนำข้อมูลความลึกไปใช้ประโยชน์ต่อไป (Sandwell et al., 2006)

## สรุปผลการวิจัย

การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึกระหว่างแผนที่พื้นมหาสมุทรทั่วไป ชนิด GEBCO 30 arc-second (GEBCO30) ความละเอียดประมาณ 926 เมตรและแผนที่เดินเรือที่เผยแพร่โดยกองสร้างแผนที่ กรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ จำนวนทั้งสิ้น 17 ระวัง ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พบว่าความลึกส่วนใหญ่ที่แสดงในแผนที่ GEBCO30 มีความคลาดเคลื่อนจากแผนที่เดินเรือที่ยอมรับได้ โดยข้อมูลร้อยละ 71.47 ของกริดทั้งหมดคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 2 เมตร ข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้นี้ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลบริเวณตอนกลางและด้านทิศตะวันออกของอ่าวไทยตอนบนที่มีความลึกระหว่าง 15-35 เมตร ความลึกที่แสดงในแผนที่ GEBCO30 บริเวณปากแม่น้ำและพื้นที่ใกล้ปากแม่น้ำลึกกว่าแผนที่เดินเรือประมาณ 2-6 เมตร และความลึกของพื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณตอนใต้และด้านทิศตะวันออกของอ่าวไทยตอนบนตื้นกว่าแผนที่เดินเรือประมาณ 2-4 เมตร

## เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2550). รายงานประจำปีสำนักจัดการคุณภาพน้ำ พ.ศ. 2550. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร. 144 หน้า.
- \_\_\_\_\_. (2551). รายงานประจำปีสำนักจัดการคุณภาพน้ำ พ.ศ. 2551. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร. 152 หน้า.
- \_\_\_\_\_. (2552). รายงานประจำปีสำนักจัดการคุณภาพน้ำ พ.ศ. 2552. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร. 138 หน้า.

รวมทรัพย์ ชำนาญธนา. (2549). แพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2549. สถาบันวิจัยและพัฒนาทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 96 หน้า.

ราชกิจจานุเบกษา. (2502). พระราชบัญญัติกำหนดเขตจังหวัดในอ่าวไทยตอนใน พ.ศ. 2502. เล่มที่ 76 ตอนที่ 92 (29 กันยายน พ.ศ. 2502). 430-437.

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์. (2551). การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน: การทบทวนงานวิจัย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 13(1), 75-83.

อนุกุล บุรณประทีปรัตน์, K. Olaf Niemann, Tetsuo Yanagi, Satsuki Matsumura และ ปราโมทย์ ไชจิตุภกร. (2552). การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบนจากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองไฮโดรไดนามิก 3 มิติ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 14(1), 99-113.

Beyer, A., Rathlau, R., and Schenke, H.W. (2005). Multibeam bathymetry of the Hakon Mosby mud volcano. *Marine Geophysical Researches*, 26, 61-75.

International Hydrographic Organization; IHO. (1998). *IHO Standards for Hydrographic Surveys: Special Publication, 44*, International Hydrographic Bureau. Monaco. 26 pp.

Marks, K.M., and Smith, W.H.F. (2005). 2500m isobath from satellite bathymetry: Accuracy assessment in light of IHO S-44 standards. *International Hydrographic Review*, 6(2), 1-11.

Sandwell, D.T. (1991). Geophysical applications of satellite altimetry. *Reviews of Geophysics*, 132-137.

Sandwell, D.T. (1992). Ocean bumps and dips. *Natural Science*, 252-255.

Sandwell, D.T., Gille, S., and Orcutt, J. (2003). Bathymetry from space is now possible. *EOS*, 84(5), 37-38.

Sandwell, D.T., Smith, W.H.F., Gille, S., Kappel, E., Jayne, S., Soofi, K., Coakley, B., and Geli, L. (2006). Bathymetry from space : Rationale and requirements for a new, high-resolution altimetric mission. *C.R. Geoscience*, 338, 1049-1062.

- Smith, W.H.F., and Sandwell, D.T. (2004). Conventional bathymetry, bathymetry from space, and geodetic altimetry. *Oceanography*, 17(1), 8-23.
- The GEBCO\_08 Grid. (2010). version 20100927, <http://www.gebco.net>.
- Wessel, P. and Smith, W.H.F. (1998). New improved version of generic mapping tools release. *EOS Transactions American Geophysical Union*, 79(47), 579.

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University