ข้อมูลแผนที่พื้นทะเลรายละเอียดสูงบริเวณอ่าวไทยตอนใน

A High Resolution Bathymetric Data for the Inner Gulf of Thailand

เผชิญโชค จินตเศรณี*

Pachoenchoke Jintasaeranee*

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

Received : 19 June 2018

Accepted : 28 October 2018

Published online : 2 November 2018

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อปรับแก้ความถูกต้องข้อมูลพื้นทะเลทั่วไป ชนิด GEBCO 30 arc-second (GEBCO30) ชนิดข้อมูลพื้นทะเลรายละเอียดสูงบริเวณอ่าวไทยตอนใน โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการหยั่งน้ำที่อ่านได้จากแผนที่เดินเรือ ของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ รวมทั้งสิ้น 18 ระวาง ผลการศึกษาพบว่าข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูลแผนที่เดินเรือ ระวาง 223 ที่ถูกปรับขนาดกริดเป็น 0.05 ไมล์ทะเล (92.6 เมตร) มีค่าความไม่แน่นอนในแนวดิ่งรวม (Total Vertical Uncertainty; TVU) ที่แสดงในหน่วยเมตรร้อยละ 99.82 และที่แสดงในหน่วยร้อยละของความลึกน้ำร้อยละ 99.93 ที่ระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน IHO (2008) ซึ่งมากกว่าข้อมูล GEBCO30 ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล และข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล นอกจากนี้ผลการศึกษายังทำให้ได้ข้อมูลความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในชนิด GEBCO 30 arc-second รวมกับข้อมูลแผนที่เดินเรือ ระวาง 223 ที่ปรับแก้ความถูกต้องแล้ว และเป็นข้อมูลพื้นทะเลรายละเอียดสูง รวมทั้งสิ้น 234,920 ข้อมูล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ : อ่าวไทยตอนใน, อ่าวไทยตอนบน, ข้อมูลพื้นทะเล, แผนที่พื้นทะเลรายละเอียดสูง

***Corresponding author. E-mail** : pachoenc@buu.ac.th

Abstract

This research aims to correct a high resolution bathymetric data GEBCO 30 arc-second (GEBCO30) and for the inner Gulf of Thailand by comparison with ship-line sounding digitized data from 18 Navigation Charts of Hydrographic Department, the Royal Thai Navy. The results show that the data of GEBCO30 and the digitized Navigation Chart 223 which is adjusted their resolution to 0.05 nautical miles (92.6 meter) has a total vertical uncertainty (TVU) of 59.82% in meter and 99.93% in % of water depth under the confidence level of IHO standard (2008), thus it is higher than the data of GEBCO30 resolution 0.5 nautical miles and the combination between the data of GEBCO30 and the digitized Navigation Chart 223 resolution 0.5 nautical miles. Moreover, the results give the depth data of the inner Gulf of Thailand which for the corrected data of GEBCO30 and the digitized Navigation Chart 223 with a high resolution bathymetric data about 234,920 data in total for application in various purposes.

Keyword : the inner Gulf of Thailand , the upper Gulf of Thailand, bathymetric data, high resolution bathymetry

บทนำ

อ่าวไทยตอนในมีลักษณะเป็นอ่าวกึ่งปิดล้อมด้วยจังหวัดชายฝั่งทะเล ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 100×100 ตารางกิโลเมตร ส่วนธรณีวิทยาทางทะเล สำนักเทคโนโลยี กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (DMR, 2012) มีการตรวจวัดความลึกและลักษณะธรณีวิทยาใต้พื้นท้องทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในระหว่างปี 2554-2555 ด้วยเครื่อง Parametric echo-sounder และสร้างแผนที่ธรณีวิทยาพื้นทะเล พบว่าระดับน้ำในพื้นที่สำรวจบริเวณอ่าวไทยตอนในมีความลึกระหว่าง (-1)-(-54) เมตรจากระดับทะเลปานกลาง และมีการตรวจวัดความลึกของอ่าวไทยตอนในด้วยวิธีหยั่งน้ำ (Ship-line sounding) และเผยแพร่ในรูปของแผนที่เดินเรือ (Navigation charts; NC) โดยกองสร้างแผนที่ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (Hydrographic Department, 2009) เนื่องจากมีความจำเป็นต้องตรวจวัดข้อมูลความลึกในพื้นที่ชายฝั่งและปากแม่น้ำอย่างละเอียดเพื่อความปลอดภัยในการเดินเรือบริเวณใกล้ชายฝั่ง แผนที่เดินเรือจึงแสดงข้อมูลที่มีความละเอียดสูงบริเวณชายฝั่ง และมีความละเอียดน้อยกว่าบริเวณกลางอ่าว มีการเผยแพร่ข้อมูลความลึกของพื้นมหาสมุทรทั่วไปชนิดที่มีความละเอียด 0.5 ไมล์ทะเลหรือประมาณ 926 เมตร (the GEneral Bathymetric Chart of the Oceans 30 arc-second; GEBCO30) (The GEBCO_08 Grid, 2010) เมื่อปี 2010 เนื่องจากข้อมูลชุดดังกล่าวเพิ่งมีการเผยแพร่ จึงยังไม่มีการรายงานความลึกที่ถูกต้องบริเวณชายฝั่งมากนัก (Marks & Smith, 2005; Sandwell *et al*., 2006) โดยเฉพาะบริเวณอ่าวไทยตอนใน แม้เคยมีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนและปรับแก้ความถูกต้องข้อมูลความลึกแผนที่พื้นมหาสมุทรชนิด GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนในแล้วก็ตาม (Jintasaeranee, 2012) แต่ข้อมูลที่ได้ยังคงมีความละเอียด (Resolution) 926 เมตร ซึ่งควรต้องมีการปรับให้ข้อมูลมีความละเอียดมากขึ้น

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อปรับแก้ความถูกต้องข้อมูลพื้นทะเล ชนิด GEBCO30 และปรับความละเอียดข้อมูลบริเวณอ่าวไทยตอนใน (ภาพที่ 1) เพื่อใช้ประโยชน์ในการอธิบายลักษณะพื้นทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนใน ข้อมูลความลึกที่

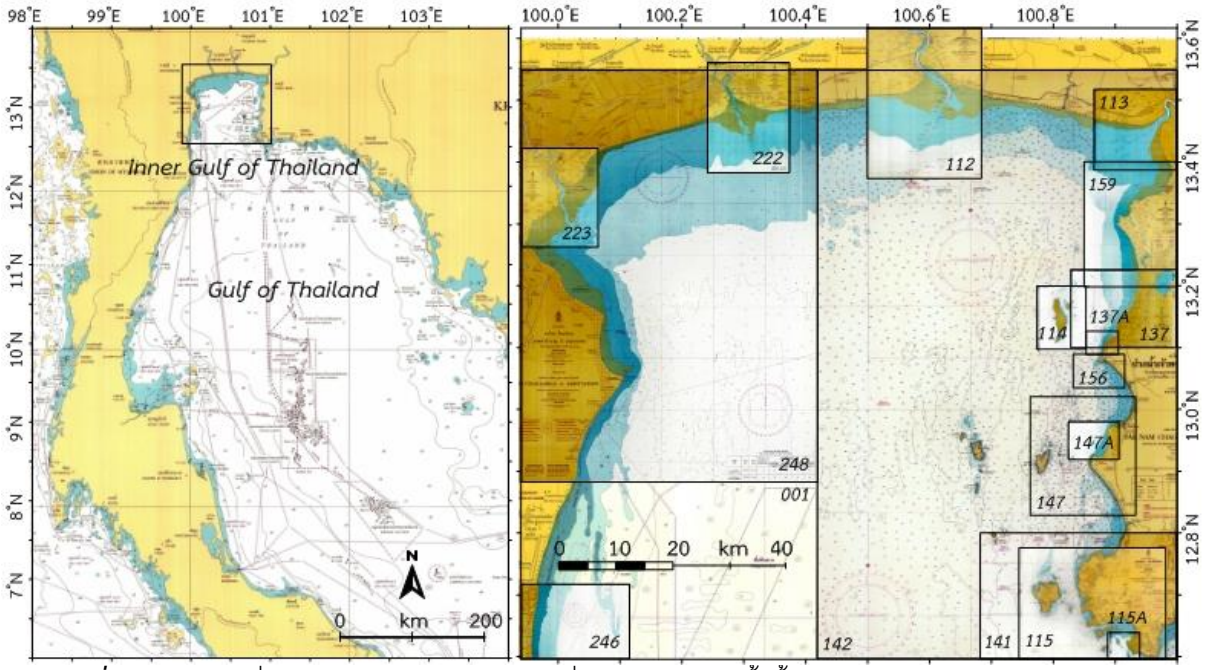
ถูกต้องสนับสนุนผลการคำนวณการเคลื่อนที่ของมวลน้ำจากจำลองการไหลเวียนและการผสมผสานของมวลน้ำในอ่าว และเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อการตัดสินใจวางแผนสำรวจและวิจัยในบริเวณดังกล่าวต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนใน เป็นข้อมูลที่แสดงในแผนที่เดินเรือ รวมจำนวนทั้งสิ้น 18 ระวาง (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) ข้อมูลความลึก NC บริเวณอ่าวไทยตอนในทั้งหมดทำโดยการหยั่งน้ำหลายครั้ง ความลึกแสดงเป็นเมตรหักลงหาระดับน้ำลงต่ำที่สุด โครงสร้างแผนที่แบบเมอเคเตอร์ ระบบพิกัด Indian Datum 1975 (InD75) ส่วนข้อมูล GEBCO30 แสดงความลึกเป็นเมตรจากระดับทะเลปานกลาง โครงสร้างแผนที่แบบเมอเคเตอร์ ระบบพิกัด World Geodetic System 1984 (WGS84)

ตารางที่ 1 แสดงหมายเลขระวาง พื้นที่และมาตราส่วนของแผนที่ ครั้งที่ปรับปรุงข้อมูลและปีที่เผยแพร่แผนที่เดินเรือของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (Hydrographic Department, 2009)

Map	Area (Natural scale)	Publication	Map	Area (Natural scale)	Publication
001	Prachuap Khirikhan to Koh Chuang (1:240,000)	19th, 2004	137	Sri Racha (1:20,000)	8th, 2005
141	Laem Thoraphim to Koh Khram (1:120,000)	14th, 2004	137A	Ao Udom (1:6,000)	3nd, 1995
142	Paknam Chao Phraya to Koh Raet (1:120,000)	9th, 2004	159	Bang Phra to Bang Sai (1:25,000)	1st, 1997
115	Ao Sattahip and Approaches (1:40,000)	12th, 1997	113	Bang Pakong river mouth (1:25,000)	7th, 1999
115A	Sattahip commercial port (1:8,000)	5th, 2004	112	Chao Phraya river mouth (1:30,000)	19th, 1997
147	Koh Lan to Laem Phatthaya (1:25,000)	5th, 1995	248	Hat Chao Samran to Samut Sakhon (1:80,000)	5th, 2004
147A	Ao Pattaya (1:10,000)	1st, 1996	222	Tha Chin river mouth (1:25,000)	8th, 2004
156	Laem Chabang Harbor (1:10,000)	1st, 1992	223	Mae Klong river mouth (1:25,000)	8th, 2004
114	Koh Sichang (1:14,000)	16th, 2004	246	Hua Hin (1:40,000)	5th, 2001



ภาพที่ 1 แสดงแผนที่เดินเรือบริเวณอ่าวไทยตอนในที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (Hydrographic Department, 2009)

วิธีการวิจัยทำโดยนำแผนที่เดินเรือเข้าโปรแกรม Surfer version 7 ปรับค่าระบบพิกัดของแผนที่เดินเรือทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษานี้จาก InD75 เป็น WGS84 โดยลบค่าละติจูดด้วย 0.11 ลิปดา และบวกค่าลองจิจูดด้วย 0.20 ลิปดา ตามที่กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือแสดงไว้ในแผนที่เดินเรือบริเวณอ่าวไทยตอนในแต่ละระวาง (Hydrographic Department, 2009) แล้วซ้อนทับแผนที่ระวางที่มีมาตราส่วนละเอียดไว้หน้าระวางที่มีมาตราส่วนหยาบ กำหนดความละเอียด (Resolution) หรือขนาดกริด (Grid cell size) บริเวณอ่าวไทยตอนในเป็น 30 second (0.5 ไมล์ทะเล หรือ 926 เมตร หรือ 0.008333°) อ่านข้อมูล (Digitize) ค่าลองจิจูด ละติจูด และความลึกทั้งหมดในแต่ละกริด โดยกำหนดให้กริดที่ครอบคลุมแผ่นดินอ่านค่าความลึกเป็น 0 เมตร ส่วนกริดที่ครอบคลุมทะเลอ่าวไทยตอนใน ปรับค่าความลึกที่อ่านเทียบกับระดับทะเลปานกลางด้วยค่าเฉลี่ยระดับทะเลปานกลางเหนือเส้นเกณฑ์ที่แสดงไว้ในแต่ละระวางแผนที่ (Hydrographic Department, 2009) การอ่านข้อมูล GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนในทำด้วยชุดคำสั่ง (Script) ที่เขียนด้วยโปรแกรม Generic Mapping Tools; GMT (Wessel & Smith, 1998) และแสดงความลึกจากข้อมูลที่ได้ทั้งสองชุดบริเวณอ่าวไทยตอนในด้วยภาพสีผสม (Color-code map) โครงสร้างแผนที่แบบเมอเคเตอร์ (Mercator projection) และใช้ระบบพิกัด WGS84 หลังจากนั้นทำการแปลงข้อมูล NC ทั้งหมดที่อ่านได้ให้เป็นข้อมูลประจำแต่ละกริดเพื่อใช้คำนวณต่อไป

การตรวจสอบความคลาดเคลื่อน (Discrepancy) ทำโดยการลบข้อมูล NC ($(X_iY_i)_{NC}$) ด้วยข้อมูล GEBCO30 ($(X_iY_i)_{GEBCO30}$) แต่ละกริดแบบเมตริกซ์ตามสมการที่ 1 ด้วยชุดคำสั่งที่เขียนด้วยโปรแกรม GMT โดยค่าความคลาดเคลื่อนข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้ร้อยละ 95 (95% confidence level) ตามมาตรฐาน IHO (2008) ข้อ 1a และ 1b กำหนดว่าเมื่อข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) ความน่าเชื่อถือข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้ต้องมีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าร้อยละ 5 ของความลึกน้ำ ซึ่งอ่าวไทยตอนในมีความลึกมากที่สุด 54 เมตร จึงควรมีความคลาดเคลื่อนข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้น้อยกว่า ±2.7 เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลความลึกที่ได้จากการตรวจวัดในภาคสนาม

ความคลาดเคลื่อนข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้แสดงด้วยแผนภูมิความถี่สะสม (Histograms plot) นำข้อมูลความลึกและความคลาดเคลื่อนมาสร้างแบบจำลองแสดงลักษณะพื้นทะเลด้วยภาพสีผสม (Marks & Smith, 2005; Beyer *et al*., 2005, Sandwell *et al*., 2006) โครงสร้างแผนที่เป็นแบบเมอเคเตอร์ (Mercator projection) การปรับแก้ความถูกต้องข้อมูล GEBCO30 เชิงพื้นที่ (Corrected GEBCO30; CORGEBCO30) ทำโดยหักลบข้อมูลความลึก GEBCO30 ($(X_iY_i)_{GEBCO30}$) ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนที่ตรวจสอบแล้ว (Discrepancy) แต่ละกริดแบบเมตริกซ์ตามสมการที่ 2 ด้วยชุดคำสั่งที่เขียนด้วยโปรแกรม GMT หลังจากนั้นแปลงข้อมูลชุดใหม่ที่ได้ให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลขที่ง่ายต่อการนำไปใช้งานต่อไป หลังจากนั้นทำการปรับขนาดกริด (Resampling grid) ของข้อมูลทั้งสองชุดให้มีขนาด 3 second (0.05 ไมล์ทะเล หรือ 92.6 เมตร) แล้วตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% confidence level) ตามมาตรฐาน IHO (2008) โดยตรวจสอบค่าความไม่แน่นอนในแนวดิ่งรวม (Total Vertical Uncertainty; TVU) ตามสมการที่ 3 เมื่อ a คือสัดส่วนความไม่แน่นอนที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามความลึก (มีค่าเป็น 0.5), b คือสัมประสิทธิ์ความไม่แน่นอนที่เปลี่ยนแปลงตามความลึก (มีค่าเป็น 0.013) และ d คือความลึกในหน่วยเมตร ค่า TVU ในหน่วยเมตรแสดงในรูป TVU(m) ในหน่วยร้อยละของความลึกน้ำ แสดงในรูป TVU (% of water depth) (Beyer *et al*., 2003; 2005)

$$\text{Discrepancy (m)} = (x_iy_i)_{NC} - (x_iy_i)_{GEBCO30} \quad (1)$$

$$(x_iy_i)_{GEBCO30} - \text{Discrepancy (m)} = \text{Corrected GEBCO30} \quad (2)$$

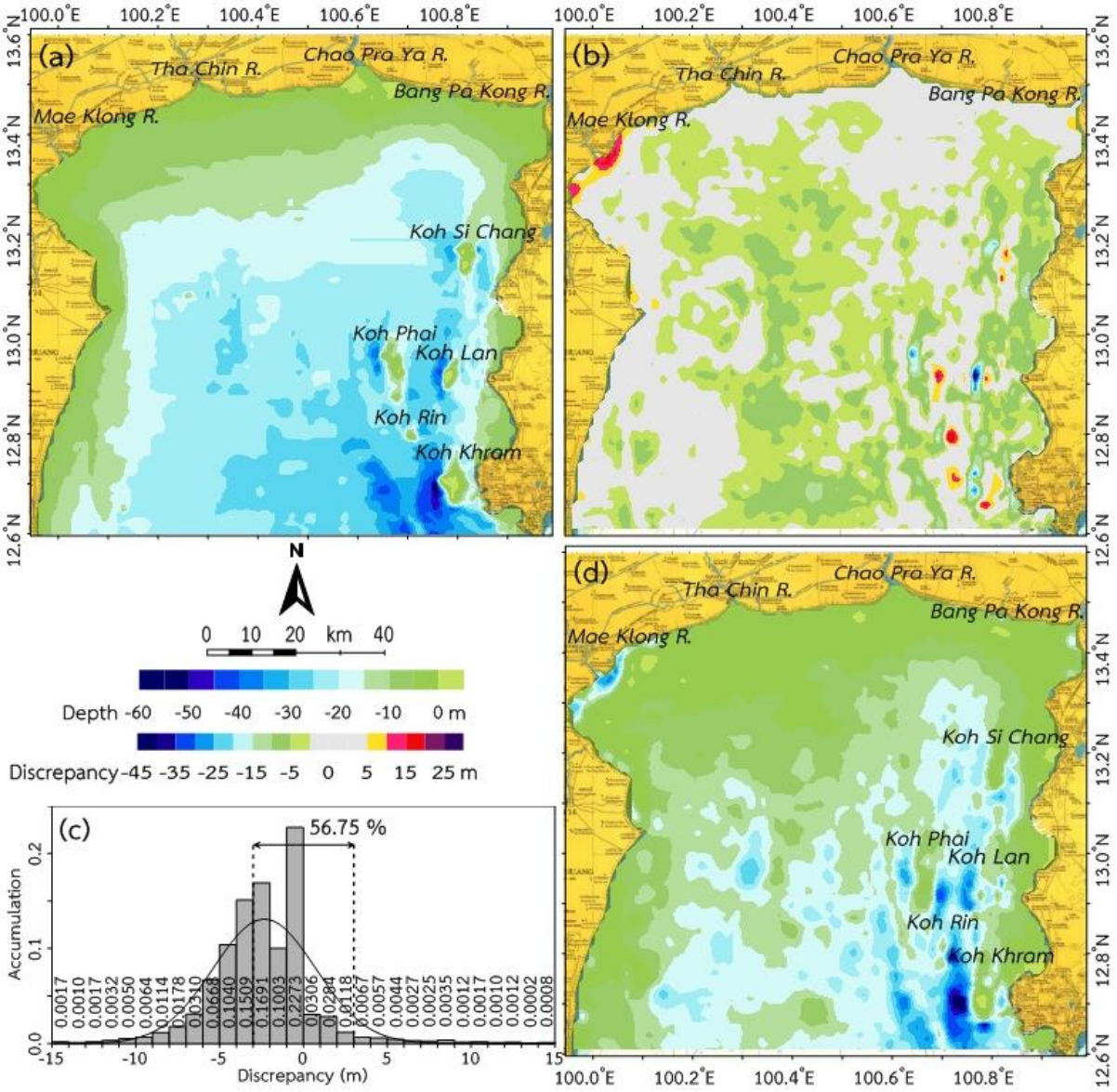
$$\text{TVU(m)} = \pm\sqrt{a^2+(b\times d)^2} \quad (3)$$

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

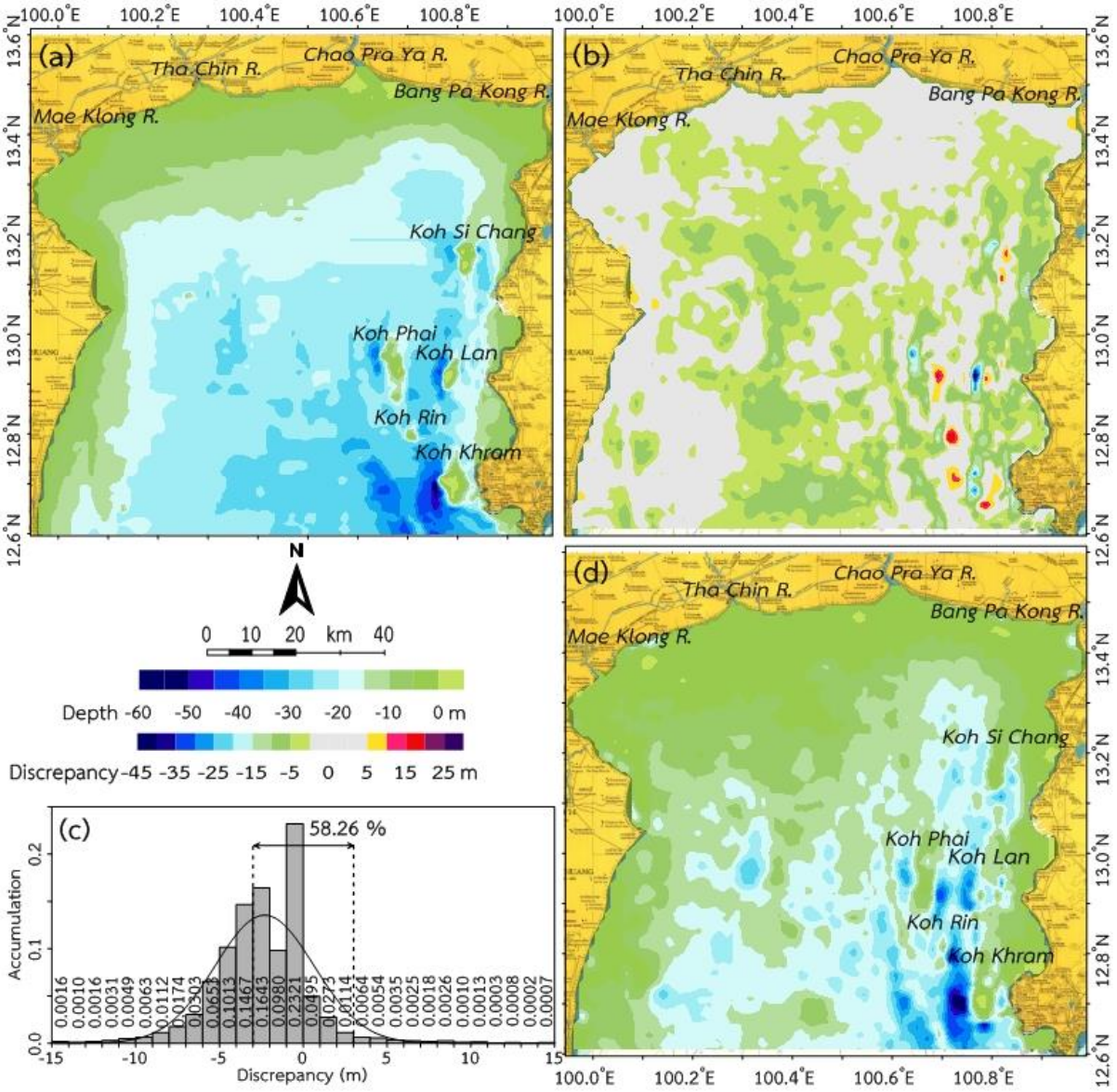
ข้อมูล NC ที่อ่านได้จากแผนที่เดินเรือและข้อมูล GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนใน ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล คิดเป็นข้อมูล NC รวมทั้งสิ้น 13,675 ข้อมูล และข้อมูล GEBCO30 รวมทั้งสิ้น 13,794 ข้อมูล ข้อมูล NC ที่ได้มีจำนวนน้อยกว่าข้อมูล GEBCO30 จำนวน 119 ข้อมูล เนื่องจากบางกริดในแผนที่เดินเรือไม่มีตัวเลขแสดงข้อมูลความลึก โดยเฉพาะบริเวณกลางอ่าว จึงอ่านข้อมูลความลึกไม่ได้ทุกกริด และพบว่าข้อมูล NC แสดงความลึกช่วง 0-(-58.29) เมตร ส่วนข้อมูล GEBCO30 แสดงความลึกช่วง 0-(-55) เมตร ความลึกจากการอ่านข้อมูลความลึกแผนที่เดินเรือทั้งหมดบริเวณอ่าวไทยตอนในแสดงด้วยภาพสีผสม โครงสร้างแผนที่แบบเมอเคเตอร์ ระบบพิกัด WGS84 (ภาพที่ 2a) พบว่าแม้ข้อมูล GEBCO30 แสดงความลึกใกล้เคียงกับข้อมูล NC โดยแสดงว่าบริเวณชายฝั่งรอบอ่าวไทยตอนในเป็นที่ตื้นและความลึกมากขึ้นบริเวณกลางอ่าว นอกจากนี้ยังแสดงว่าบริเวณด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบมากกว่าด้านทิศใต้และทิศตะวันออก เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีเกาะเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ดี พบว่าความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ข้อมูล GEBCO30 (ภาพที่ 2b) แสดงอย่างชัดเจนว่าบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองลึกกว่าพื้นที่ชายฝั่ง โดยพบว่าข้อมูล GEBCO30 มีความคลาดเคลื่อนข้อมูลที่ยอมรับได้ร้อยละ 56.75 (ภาพที่ 2c) จึงนำข้อมูล NC ระวาง 223 บริเวณปากแม่น้ำแม่กลองมาแทนที่ข้อมูล GEBCO30

ข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล มีจำนวนทั้งสิ้น 13,796 ข้อมูล มากกว่าข้อมูล GEBCO30 เดิม 2 ข้อมูล ความลึกช่วง 0-(-55) เมตร เมื่อแสดงความลึกจากข้อมูล NC และความคลาดเคลื่อนข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ด้วยภาพสีผสม โครงสร้างแผนที่แบบเมอเคเตอร์ และระบบพิกัด WGS84 (ภาพที่ 3a และ b) พบว่าความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำแม่กลองถูกปรับแก้แล้ว ความลึกจากข้อมูลทั้งสองชุดแสดงความลึกใกล้เคียงกัน ซึ่งการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้ร้อยละ 95 พบว่าข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 มีความคลาดเคลื่อนข้อมูลที่ยอมรับได้ร้อยละ 58.26 (ภาพที่ 3c) ซึ่งมากกว่าข้อมูล GEBCO30 และข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 (ภาพที่ 3d) แสดงให้เห็นว่าบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองมีความลึกใกล้เคียงกับบริเวณชายฝั่ง แสดงให้เห็นว่าหากต้องการใช้ข้อมูล GEBCO30 บริเวณชายฝั่งจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำไปใช้

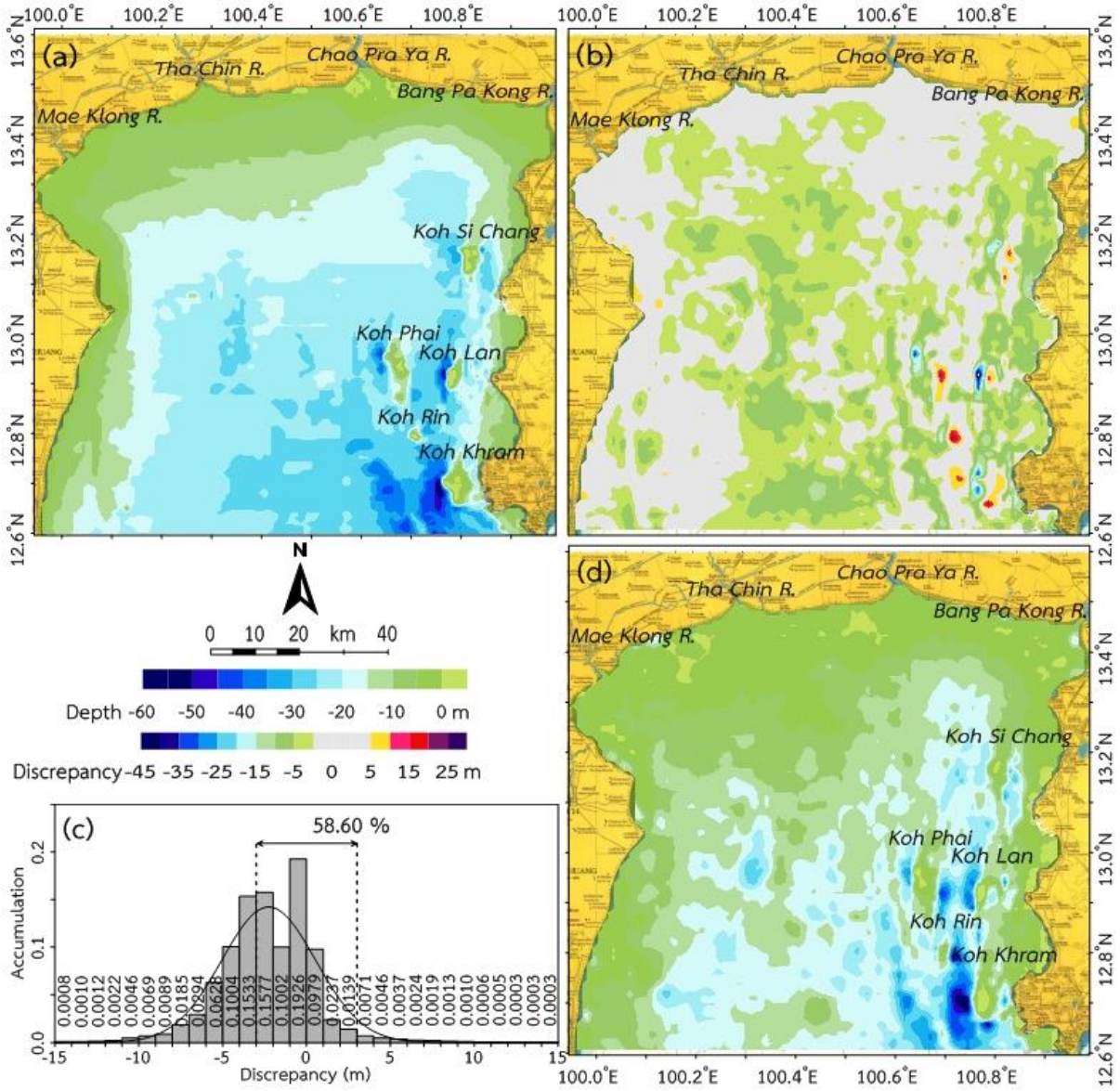
หลังจากปรับขนาดกริดข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 เป็น 0.05 ไมล์ทะเล (92.6 เมตร) แล้ว แสดงความลึกจากข้อมูล NC ที่ปรับขนาดกริดด้วยภาพสีผสม โครงสร้างแผนที่แบบเมอเคเตอร์ และระบบพิกัด WGS84 และความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 (ภาพที่ 4a และ b) พบว่าความลึกจากข้อมูลทั้งสองชุดแสดงความลึกใกล้เคียงกัน ซึ่งการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้ร้อยละ 95 พบว่าข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ที่ปรับขนาดกริดนี้ มีความคลาดเคลื่อนข้อมูลที่ยอมรับได้ร้อยละ 58.60 (ภาพที่ 4c) ซึ่งมากกว่าข้อมูล GEBCO30 และข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ความละเอียด 0.5 ไมล์ทะเล และยังข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ที่ปรับขนาดกริดให้มีขนาดเล็กลงนี้ (ภาพที่ 4d) ทำให้ได้ข้อมูลความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในที่ละเอียดมากขึ้นกว่าข้อมูล GEBCO30 รวมเป็นข้อมูลทั้งสิ้น 234,920 ข้อมูล อย่างไรก็ตาม ยังพบว่าข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้น้อยกว่า Jintasaeranee (2012) ที่พบว่าร้อยละ 71.47 ของข้อมูล GEBCO30 บริเวณอ่าวไทยตอนใน มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า ±2 เมตร บริเวณปากแม่น้ำ และพื้นที่ใกล้ปากแม่น้ำมีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 2-4 เมตร ในขณะที่พื้นที่บริเวณด้านทิศใต้และด้านทิศตะวันออกของอ่าวไทยตอนในคลาดเคลื่อน 2-4 เมตร ทั้งนี้อาจเกิดจากการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนข้อมูลความลึกตามมาตรฐาน IHO (2008) ข้อ 1a และ 1b ซึ่งยอมรับความคลาดเคลื่อนข้อมูลต่ำกว่าร้อยละ 5 ของความลึกน้ำ แสดงให้เห็นความจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนด้วยค่า TVU (m) และ TVU (% of water depth)



ภาพที่ 2 แสดงความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล (926 เมตร) ด้วยภาพสีผสม (Color-code map) (a) ข้อมูล NC (b) ความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ข้อมูล GEBCO30 (c) แผนภูมิ Histogram แสดงร้อยละของข้อมูลความลึกที่มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน IHO (2008) และ (d) ข้อมูล CORGEBCO30



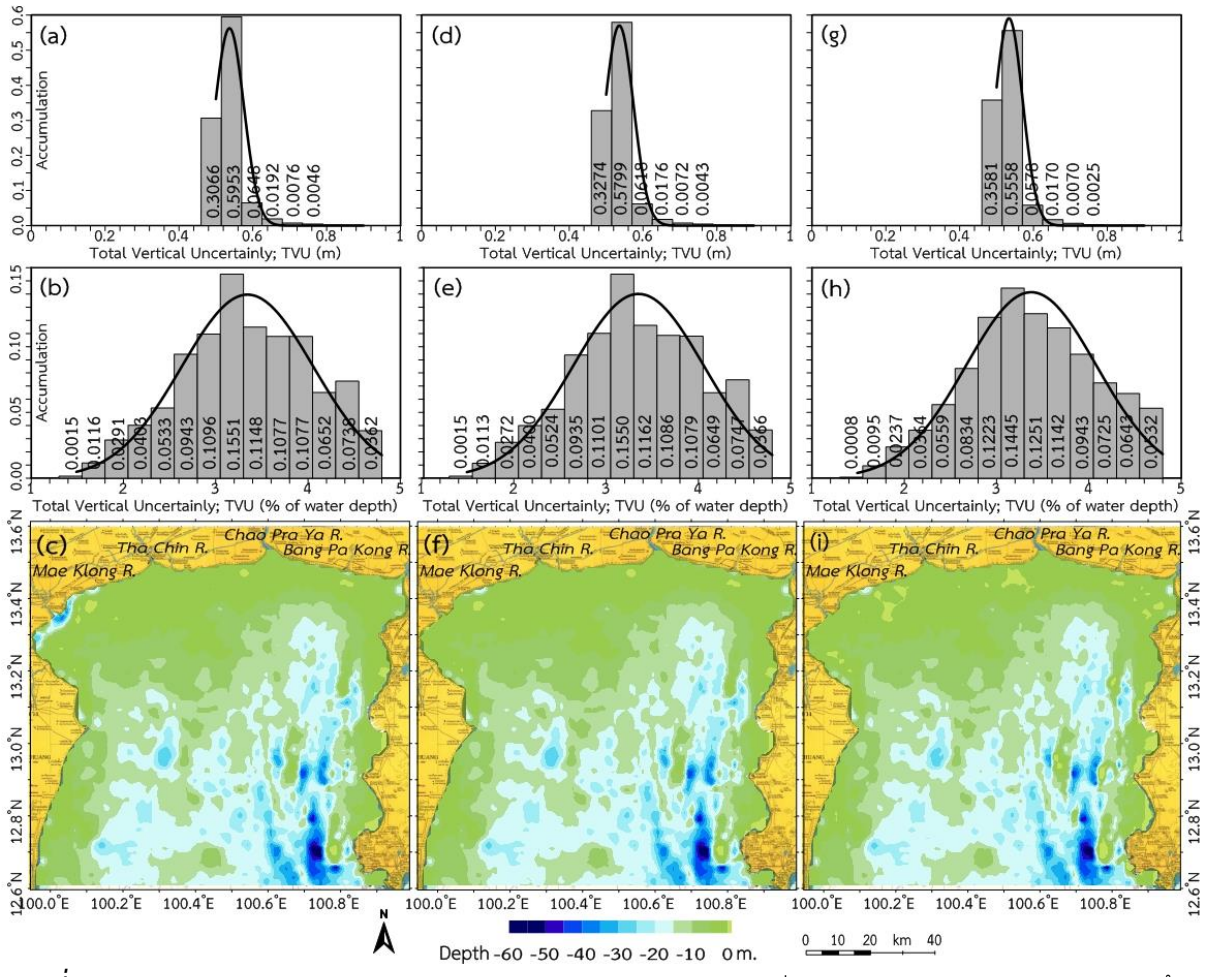
ภาพที่ 3 แสดงความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล (926 เมตร) ด้วยภาพสีผสม (Color-code map) (a) ข้อมูล NC (b) ความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ข้อมูล GEBCO30 (c) แผนภูมิ Histogram แสดงร้อยละของข้อมูลความลึกที่มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน IHO (2008) และ (d) ข้อมูล CORGEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223



ภาพที่ 4 แสดงความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในขนาดกริด 0.05 ไมล์ทะเล (92.6 เมตร) ด้วยภาพสีผสม (Color-code map) (a) ข้อมูล NC (b) ความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ข้อมูล GEBCO30 (c) แผนภูมิ Histogram แสดงร้อยละข้อมูลความลึกที่มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน IHO (2008) และ (d) ข้อมูล CORGEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223

การตรวจสอบค่า TVU (m) และ TVU (% of water depth) พบว่าข้อมูล GEBCO30 มีค่า TVU (m) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.00±0.87 เมตร และค่า TVU (% of water depth) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.00±25.03 เมตร แผนภูมิ Histogram แสดงว่าข้อมูลร้อยละ 99.81 มีค่า TVU (m) น้อยกว่า ±0.8 เมตร (ภาพที่ 5a) และข้อมูลร้อยละ 99.87 มีค่า TVU (% of water depth) น้อยกว่า ±5 เมตร (ภาพที่ 5b) และภาพสีผสม (Color-code map) แสดงความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล ที่ปรับแก้ความถูกต้องแล้ว (ภาพที่ 5c) ข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 มีค่า

TVU (m) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.00±0.87 เมตร และค่า TVU (% of water depth) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.00±25.03 เมตร แผนภูมิ Histogram แสดงว่าข้อมูลร้อยละ 99.82 มีค่า TVU (m) น้อยกว่า 0.8 เมตร (ภาพที่ 5d) และข้อมูลร้อยละ 99.84 มีค่า TVU (% of water depth) น้อยกว่า 5 เมตร (ภาพที่ 5e) และภาพสีผสม (Color-code map) แสดงความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล ที่ปรับแก้ความถูกต้องแล้ว (ภาพที่ 5f) ข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ที่ปรับขนาดกริดเป็น 0.05 ไมล์ทะเล มีค่า TVU (m) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.00±0.90) เมตร และค่า TVU (% of water depth) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.00±25.0 เมตร แผนภูมิ Histogram แสดงว่าข้อมูลร้อยละ 99.82 มีค่า TVU (m) น้อยกว่า 0.8 เมตร (ภาพที่ 5g) ข้อมูลร้อยละ 99.93 มีค่า TVU (% of water depth) น้อยกว่า 5 เมตร (ภาพที่ 5h) และภาพสีผสม (Color-code map) แสดงความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในขนาดกริด 0.05 ไมล์ทะเล ที่ปรับแก้ความถูกต้องแล้ว (ภาพที่ 5i) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่า TVU (% of water depth) ซึ่งมีการกระจายตัวแบบปกติดีกว่าค่า TVU (m) ส่งผลให้การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนในรูปของ TVU (% of water depth) ควรมีความแม่ยำ (Accuracy) ที่ดีกว่า TVU (m) สอดคล้องกับ Beyer *et al*. (2003, 2005) และการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนมูลร้อยละ 5 ของความลึก บริเวณอ่าวไทยตอนบน ตามที่ Jintasaeranee (2012) รายงานไว้ ส่งผลให้ข้อมูลที่ถูกปรับแก้ความถูกต้องชุดนี้เป็นข้อมูลแผนที่พื้นทะเลรายละเอียดสูงบริเวณอ่าวไทยตอนในที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่า Jintasaeranee (2012) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



ภาพที่ 5 แผนภูมิแท่งแสดงค่า TVU (m), TVU (% of water depth) และภาพสีผสม (Color-code map) แสดงความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในที่ปรับแก้ความถูกต้องแล้ว (a-c) GEBCO30 ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล (d-f) GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล และ (g-i) GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ขนาดกริด 0.05 ไมล์ทะเล

สรุปผลการวิจัย

ข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ที่ถูกปรับขนาดกริดเป็น 0.05 ไมล์ทะเล การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนข้อมูลความลึกที่ยอมรับได้ร้อยละ 95 ตามมาตรฐาน IHO (2008) พบว่าข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ที่ปรับขนาดกริดนี้ มีค่าความไม่แน่นอนในแนวดิ่งรวม (Total Vertical Uncertainty, TVU) ที่แสดงในหน่วยเมตรร้อยละ 99.82 และที่แสดงในหน่วยร้อยละของความลึกน้ำร้อยละ 99.93 ซึ่งมากกว่าข้อมูล GEBCO30 ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล และข้อมูล GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ขนาดกริด 0.5 ไมล์ทะเล และการปรับขนาดกริดจาก 0.5 ไมล์ทะเล เป็น 0.05 ไมล์ทะเล ทำให้ได้ข้อมูลความลึกบริเวณอ่าวไทยตอนในชนิด GEBCO30 รวมกับข้อมูล NC ระวาง 223 ที่ละเอียดมากขึ้นกว่าข้อมูล GEBCO30 และเป็นข้อมูลที่ปรับแก้ความถูกต้องแล้ว รวมทั้งสิ้น 234,920 ข้อมูล

แสดงให้เห็นว่าข้อมูลชุดนี้มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้มากขึ้น ส่งผลให้ข้อมูลที่ถูกปรับแก้ความถูกต้องชุดนี้เป็นข้อมูลแผนที่พื้นทะเลรายละเอียดสูงบริเวณอ่าวไทยตอนในที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Beyer, A., Schenke, H.W., Klenke, M. & Niederjasper, F. (2003). High resolution bathymetry of the eastern slope of the Porcupine Seabight. *Marine Geology, 198,* 27-54.

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

Department of Mineral Resources; DMR. (2012). *Marine geology of the upper Gulf of Thailand*. Technical paper no. 9/2555. DMR. Department of Mineral Resources. Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)

Hydrographic Department. (2009). *Nautical Charts and Publications*. Navigational Supporting Center. Hydrographic Department. Royal Thai Navy.

International Hydrographic Organization; IHO. (2008). *IHO Standards for Hydrographic Surveys: 5th Edition, SpecialPublication, 44,* International Hydrographic Bureau. Monaco. (February 2008).

Jintasaeranee, P. (2012). Accuracy of the general bathymetry (GEBCO 30 arc-second) in the Upper Gulf of Thailand. *Burapha Science Journal, 17*(1), 69-76. (in Thai)

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

The GEBCO_08 Grid. (2010). version 20100927, http://www.gebco.net

Wessel, P. & Smith, W.H.F. (1998). New improved version of generic mapping tools release. *EOS Transactions American Geophysical Union, 79*(47), 579.