การประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย

Assessment of Tidal Energy Resource Potential along the Coast of Andaman Sea in Thailand

นฤทธิ์ กล่อมพงษ์[1*] จอมภพ แววศักดิ์[2] ชนะ จันทร์ฉ่ำ[3] และสมพล ชีวมงคลกานต์[3]

Narit Klompong[1*], Jompob Waewsak[2], Chana Chancham[3] and Somphol Cheewamongkolkarn[3]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยอาศัยแบบจำลองมหาสมุทรพรินซ์ตัน (POM) ระบบจำลองมหาสมุทรระดับภูมิภาค (ROMS) และ ระบบจำลองพื้นผิวน้ำ (SMS) ซึ่งพัฒนาจากการจำลองแบบทางอุทกพลศาสตร์แบบจำลอง POM และ ROMS อาศัยข้อมูลความลึกจากฐานข้อมูลดาวเทียม และใช้ฐานข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิในการกำหนดเงื่อนไขของการจำลองแบบที่ความแยกชัด 3 กิโลเมตร ส่วนแบบจำลอง SMS มีความแยกชัดในระดับจุลภาค 25 เมตร การตรวจสอบความถูกต้องของการจำลองแบบอาศัยการวิเคราะห์อัตราการคาดคะเน (M/P) และรากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการตรวจวัดภาคสนามจำนวน 4 แห่ง พร้อมจัดทำแผนที่ศักยภาพแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลง โดยจำแนกพื้นที่ออกเป็นพื้นที่มีศักยภาพแหล่งพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง 3 ระดับ ได้แก่ ศักยภาพสูง กลาง และต่ำ ผลจากการจำลองแบบพบว่าอัตราเร็วของกระแสน้ำขึ้น-น้ำลงมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-0.5 เมตรต่อวินาที ประเมินศักยภาพพลังงานจลน์น้ำขึ้น-น้ำลงในรูปแบบการไหลของกระแสน้ำขึ้น-น้ำลงมีค่าความหนาแน่นกำลัง 150-160 วัตต์ต่อตารางเมตร บริเวณที่มีศักยภาพสูงได้แก่ ช่องแคบปากพระ จ.ภูเก็ต-จ.พังงา และปากน้ำกระบุรี จ.ระนอง โดยมีความผิดพลาดของแผนที่อยู่ในช่วงร้อยละ 8-30 ดังนั้นแหล่งพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานจลน์เพียงพอเพื่อนำไปพัฒนาทางด้านการผลิตไฟฟ้าต่อไป

คำสำคัญ: พลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง ความหนาแน่นกำลัง ทะเลอันดามัน

---

[1] นิสิตปริญญาเอก หลักสูตรวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

[2] รศ.ดร., ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

[3] นักวิจัย ศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

[1] Ph.D. Candidate, Program in Doctoral of Philosophy (Energy Engineering), Faculty of Engineering, Thaksin University, Phatthalung, 93210, Thailand

[2] Assoc. Prof. Dr., Research Center in Energy and Environment, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung, 93210, Thailand

[3] Researcher, Research Center in Energy and Environment, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung, 93210, Thailand

* Corresponding author: E-mail address: 612998007@tsu.ac.th

(Received: April 21, 2020; Revised: June 9, 2020; Accepted: June 16, 2020)

Abstract

This research focuses on an assessment of tidal energy resource potential along the coast of the Andaman sea in Thailand by using POM, ROMS and SMS models that were developed under hydrodynamic hypothesis. In POM and ROMS modelling, the bathymetric information from satellite data and database of salinity and temperature were used for defining the condition of models at a 3 km resolution. The SMS model resolution was 25 m. The M/P and RMSE were used to validate the models by comparing with 4 observed datasets. Furthermore, the potential tidal resources map was prepared by classifying the area into three classes, i.e., high, middle and low potential. The simulation showed that the tidal current speed was in the range of 0.3-0.5 m/s. The power density of the kinetic energy was in the range of 150-160 W/m^2. The highest potential areas are the Pak Phra Strait in Phuket-Phang Nga Province and Kra Buri estuary in Ranong Province. The mean error of the map was in the range of 8-30%. Therefore, tidal energy resources along the coast of the Andaman sea in Thailand was sufficient for further development of the power generation using the underwater current.

Keywords: Tidal Energy, Power Density, Andaman Sea

บทนำ

ทุกวันนี้มนุษย์เราอาศัยแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลในการดำเนินกิจกรรมทางด้านพลังงานเป็นหลักสำคัญ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลยังเป็นสาเหตุสำคัญของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ตลอดจนก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศโลก ส่งผลให้อุณภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น เรียกสภาวะที่เกิดขึ้นนี้ว่า ภาวะโลกร้อน (Global Warming) มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (Climate Chang) ของโลก การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลต่อสภาพอากาศที่มีความรุนแรงและความถี่เพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น ดังเช่นลักษณะการเกิดไฟป่าในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของสหรัฐฯ ป่าอะเมซอน และออสเตเรีย มีความรุนแรงเพราะสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นและแห้งแล้งมากขึ้น [1] ด้วยเหตุนี้มนุษย์จึงพยายามประดิษฐ์คิดค้นเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ มาเพื่อขจัดปัญหาการขาดแคลนพลังงานและผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศโลก ทางเลือกที่มนุษย์หันไปพึ่งพานั่นคือแหล่งพลังงานหมุนเวียนเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลที่กำลังจะหมดไปและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยได้ศึกษาศักยภาพแหล่งพลังงานหมุนเวียนหลายชนิดเพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า มีการส่งเสริมและสนับสนุนแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูงอย่างเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีความหนาแน่นรังสีอาทิตย์สูงสุดในช่วง 1.2-1.4 MWhr/year [2] พลังงานลมที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 30 GWh/year บริเวณพื้นที่ตอนกลางประเทศไทย [3] รวมทั้งพลังงานชีวมวลในรูปแบบต่างๆ

พลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ได้รับความสนใจจากหลายประเทศที่มีพื้นที่ติดชายฝั่งทะเล มีการประเมินศักยภาพเพื่อนำไปใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ประเทศเม็กซิโกได้คำนวณความหนาแน่นกำลังของพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงในทางทฤษฎีมีค่าอยู่ในช่วง 3-6 kW/m^2 ในพื้นที่ที่มีอัตราเร็วกระแสน้ำสูงสุด [4] ประเทศอุรุกวัยประมาณความหนาแน่นกำลังได้ 0.06 kW/m^2 [5] พื้นที่ปากน้ำเฟร์รอล ประเทศสเปนมีความหนาแน่นกำลังสูงสุด 0.45 kW/m^2 [6] ประเทศไทยก็มีอาณาเขตติดต่อกับทะเลซึ่งเหมาะแก่การศึกษา

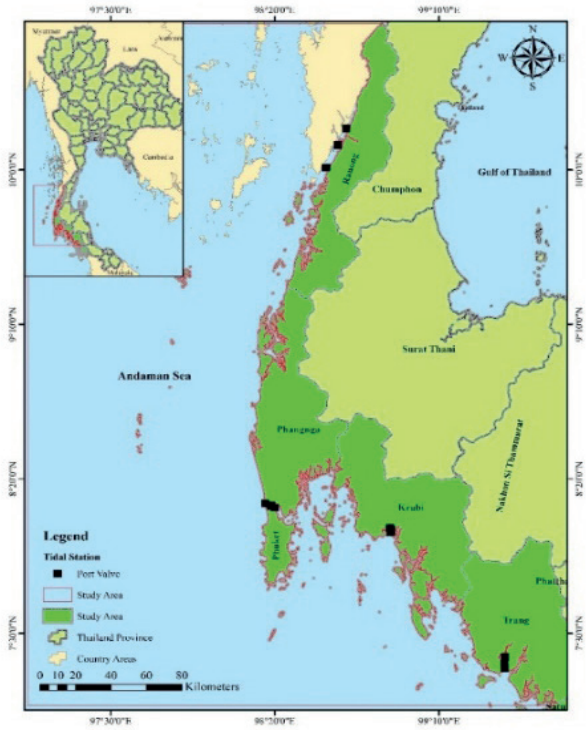
พลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง ในอดีตมีการวิจัยเกี่ยวกับพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลง อาศัยข้อมูลการตรวจวัดจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือและกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งมีการติดตั้งสถานีตรวจวัดระดับน้ำขึ้น-น้ำลง จำนวน 14 แห่ง ตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์สำหรับกิจการของกองทัพเรือและกรมอุตุนิยมวิทยา การประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงจำเป็นต้องทราบค่ากระแสน้ำ รวมทั้งการเก็บข้อมูลต้องมีความละเอียดเชิงเวลา ข้อมูลระดับน้ำขึ้น-น้ำลงทั้ง 14 สถานี มีความแตกต่างของระดับน้ำสูงสุดมีค่าไม่เกิน 4 m ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของพลังงานศักย์ ดังนั้นพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงในรูปแบบพลังงานศักย์ของประเทศไทยจึงศักยภาพน้อย [7]

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาวิจัยประเมินศักยภาพของแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงในประเทศไทย เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจัง โดยในแผนพัฒนาพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan; AEDP) ได้มีการตั้งเป้าหมายการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานในทะเล 2 MW ภายในปี พ.ศ. 2564 ไม่ว่าจะเป็นพลังงานจากคลื่น (Wave Power) หรือจากน้ำขึ้น-น้ำลง (Tidal Power) [8] แต่ยังขาดฐานข้อมูลระดับประเทศที่มีความน่าเชื่อถือเพื่อใช้ในการระบุพื้นที่เป้าหมายที่มีศักยภาพสำหรับการผลิตไฟฟ้า ดังนั้น โครงการวิจัยนี้เป็นการประเมินศักยภาพของแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศและลักษณะทางอุทกศาสตร์ทางทะเลที่มีความเหมาะสมในการประเมินศักยภาพของแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลง พร้อมทั้งจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่หรือแผนที่แสดงศักยภาพพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นสิ่งแรกของการดำเนินการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดทิศทางการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงของประเทศไทยต่อไป โดยใช้ระเบียบวิธีสมัยใหม่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำฐานข้อมูลมาก่อน การประเมินศักยภาพของแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงอาศัยแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่สร้างจากการจำลองแบบทางอุทกพลศาสตร์ทำนายค่าความเร็วของกระแสน้ำ เพื่อประมาณค่าพลังงานที่ได้จากกระแสน้ำขึ้น-น้ำลง

วิธีดำเนินการ

พื้นที่ศึกษา (Area Study)

ประเทศไทยมีอาณาเขตติดต่อกับทะเลอันดามัน และอ่าวไทย ทะเลจีนใต้ การศึกษาในอดีตได้บ่งชี้ว่าพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันมีศักยภาพสูงกว่าพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย [9] เนื่องจากลักษณะทางกายภาพระดับท้องทะเลและเป็นทะเลเปิด ผลการประเมินศักยภาพของพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงระดับมหภาคพบว่าตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยมีศักยภาพแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงสูงกว่าฝั่งทะเลอ่าวไทย [10] งานวิจัยนี้จึงได้ประเมินพื้นที่แนวชายฝั่งตะวันตกของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ ละติจูดที่ 5-11.5 °N และ ลองติจูด 97-100.15 °E



ภาพที่ 1 แนวชายฝั่งทะเลอันดามันตั้งอยู่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย

แบบจำลองเชิงตัวเลข (Numerical Model)

การประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงอาศัยการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ 3 มิติ กับคลัสเตอร์คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ได้แก่ แบบจำลอง Regional Ocean Modelling System (ROMS) พัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Rutgers และ University of California Los Angeles แบบจำลอง Princeton Ocean Model (POM) พัฒนาโดย Princeton University และแบบจำลอง SMS พัฒนาโดยมหาวิทยาลัย University of North Carolina at Chapel Hill ร่วมกับ University of Notre Dame ร่วมกับ University of Oklahoma at Norman และ University of Texas at Austin แบบจำลอง ROMS และ POM เป็นการจำลองแบบระดับมหภาคซึ่งมีความแยกชัด 3-5 km และแบบจำลอง Surface-water Modeling System (SMS) เป็นการจำลองแบบระดับจุลภาคซึ่งมีความแยกชัด 25 m สำหรับแบบจำลอง ROMS และ POM เป็นการจำลองในระดับมหภาค และแบบจำลอง SMS เป็นการจำลองแบบในระดับจุลภาค

แบบจำลอง ROMS อาศัยข้อมูลความลึก Etopo2 จากฐานข้อมูล NOAA สำหรับพื้นที่ศึกษากำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ ละติจูด ที่ 5-11.5 °N และ ลองติจูด 97-100.15 °E มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 3 km การประมวลผลแบบจำลอง ROMS อาศัยการจำลองความเค็มและอุณหภูมิของน้ำทะเลเป็นเงื่อนไขเริ่มต้นในการประเมินผลแบบจำลอง โดยตัวแปรทั้งสองมีการแบ่งชั้นตามความลึก 40 ระดับ สำหรับรายละเอียดการตั้งค่าเพื่อประมวลผลแบบจำลองยังจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากแบบจำลองอากาศในการสร้างอิทธิพลให้เกิดกระแสภายในของแบบจำลอง โดยอาศัยแบบจำลองสภาพอากาศ Weather Research and Forecasting (WRF)

ซึ่งมีความแยกชัด 27 km อาศัยข้อมูลนำเข้าจากข้อมูลวิเคราะห์ร่วมฐานข้อมูล FNL ในช่วง ปี ค.ศ. 2012-2016 สำหรับรายการตั้งค่าเพื่อประมวลผลแบบจำลอง แบบจำลอง POM อาศัยข้อมูลความลึกจากฐานข้อมูล NOAA และแผนที่ความเค็มและอุณหภูมิของน้ำทะเลเป็นข้อมูลนำเข้าในการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นในการประเมินผลแบบจำลอง โดยทั้งสองตัวแปรถูกเตรียมให้มีการแบ่งชั้นตามความลึก 40 ระดับ การจำลองแบบจำลอง SMS เป็นการประมวลผลแบบจำลองโดยอาศัยหลักการไฟไนท์อิลิเมนต์เพื่อศึกษาพลศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าแบบจำลองข้างต้น โดยเลือกแบบจำลองให้เป็นแบบพลศาสตร์และกำหนดค่าตัวแปรสำคัญของการจำลองแบบได้แก่ ความหนาแน่นและอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำทะเลเป็น 1,026 kg/m^3 และ 30^{o}C ตามลำดับ โดยตั้งค่าขั้นเวลาที่ 30 นาที

การตรวจสอบแบบจำลอง (Model Validation)

การตรวจวัดกระแสน้ำขึ้น-น้ำลงโดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสน้ำและระดับน้ำขึ้น-น้ำลง โดยใช้ Current Meter ValePort Model 106 เพื่อตรวจวัดกระแสน้ำในบริเวณพื้นที่จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ ปากน้ำระนองและลำน้ำกระบุรี จ.ระนอง ช่องปากพระ จ.ภูเก็ต ปากน้ำกระบี่และแม่น้ำกระบี่ จ.กระบี่ และปากน้ำตรังแม่น้ำตรัง อำเภอกันตัง จ.ตรัง เพื่อนำข้อมูลตรวจวัดมาทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองทั้ง 3 เพื่อลดความไม่แน่นอนของผลจากการจำลองแบบและข้อมูลนำเข้าทั้งข้อมูลสภาพอากาศและข้อมูลอุทกศาสตร์ โดยแบบจำลองดังกล่าวสามารถใช้ในการทำนายกระแสน้ำขึ้น-น้ำลงเชิงพื้นที่ครอบคลุมทะเลอันดามันของประเทศไทยต่อไป มีการวิเคราะห์อัตราการคาดคะเน (M/P) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) ซึ่งเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของแผนที่แสดงศักยภาพของพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงในเชิงพื้นที่อีกด้วย โดยการวิเคราะห์พารามิเตอร์และความผิดพลาด M/P ซึ่งแสดงถึงอัตราส่วนระหว่างค่าตรวจวัด (M) และค่าทำนายจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (P) RMSE เป็นการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดโดยอาศัยค่าจากการตรวจวัดกระแส (m_i) และค่าทำนายจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (p_i) ทั้ง 3 ได้แก่ ROMS POM และ SMS มาคำนวณดังสมการที่ 1

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{m_i - p_i}{n}\right)^2} \quad (1)$$

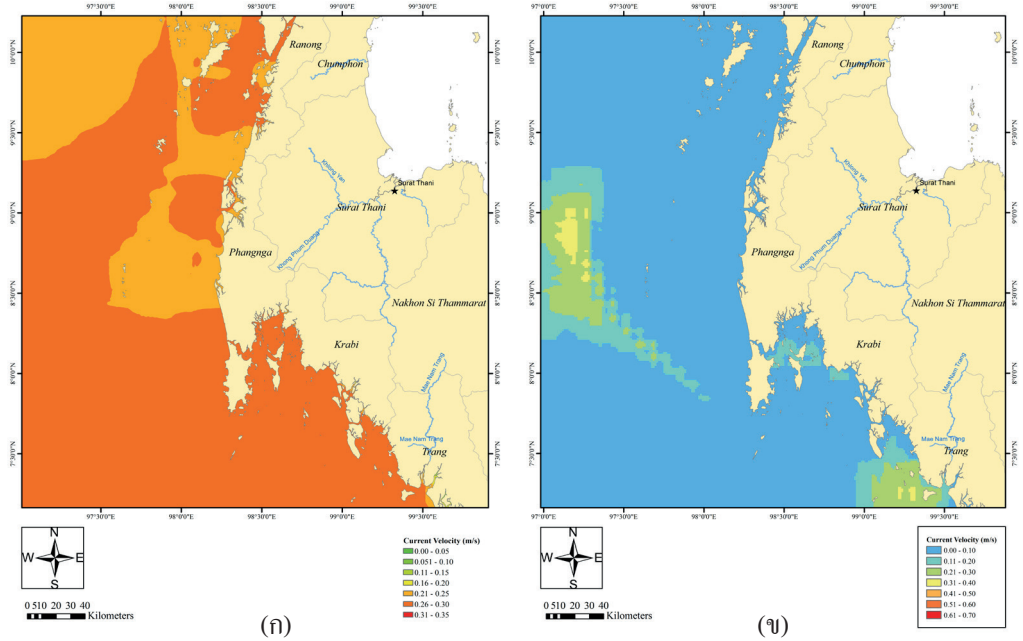
พลังงานงานน้ำขึ้น-น้ำลง (Tidal Energy)

แหล่งพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงสามารถนำเอาพลังงานจลน์ (E_k) มาใช้ประโยชน์ได้จากความเร็วการไหลของกระแสน้ำ สามารถคำนวณหาพลังงานจลน์ได้จากค่าสัมประสิทธิ์กำลังของกังหันน้ำขึ้น-น้ำลง (C_p) พื้นที่กวาดของใบกังหันน้ำขึ้น-น้ำลง (A_s) และความเร็วของกระแสน้ำขึ้น-น้ำลง (V) ดังสมการที่ 2

$$E_k = 0.5 C_p g A_s V^3 \quad (2)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานจากการไหลของกระแสน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยอาศัยแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางอุทกพลศาสตร์ระดับมหาภาคและระดับจุลภาคทำนายการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของการไหล



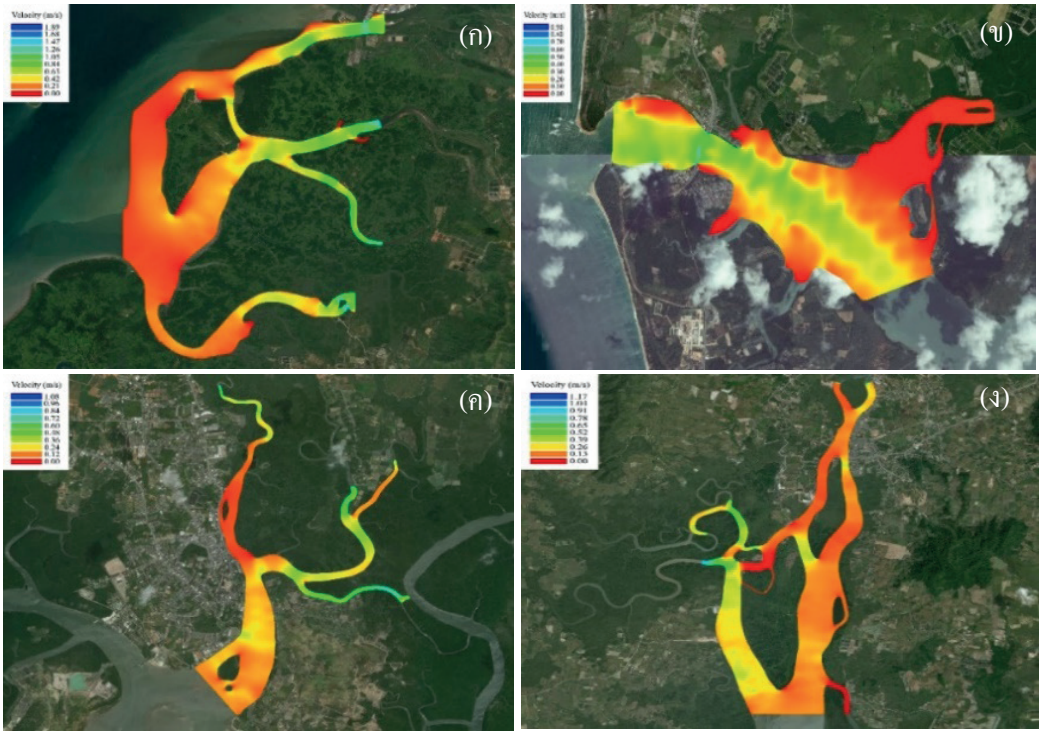
ภาพที่ 2 การกระจายอัตราเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยรายปีบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันที่ระดับความแยกชัด 3 km (ก) แบบจำลอง ROMS โดยนำเข้าข้อมูลร่วมแบบจำลองภูมิอากาศ WRF ปี ค.ศ. 2010 (ข) แบบจำลอง POM

การจำลองแบบ

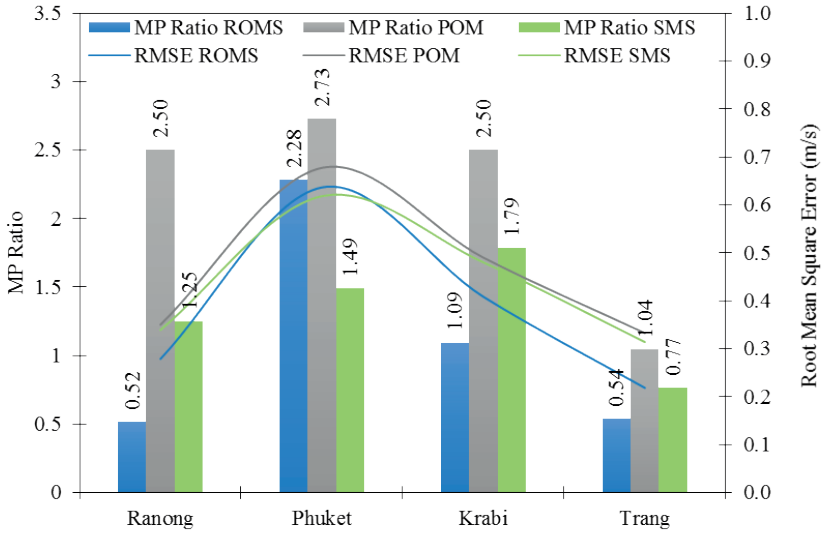
ผลการจำลองแบบโดยแบบจำลองระดับมหภาคของแบบจำลอง ROMS และ POM อาศัยฐานข้อมูลนำเข้าจาก NOAA ซึ่งเป็นฐานข้อมูลแหล่งเดียวกัน การจำลองแบบโดยใช้แบบจำลอง ROMS ร่วมกับฐานข้อมูลนำเข้าความละเอียดสูง สามารถทำนายระยะน้ำขึ้นสูงสุดและระยะน้ำลงต่ำสุดในรอบปีได้ เมื่อนำข้อมูลเชิงพื้นที่มาวิเคราะห์ด้วย Arc GIS V.10.2 เพื่อวิเคราะห์อัตราเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยรายปีแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 2 (ก) พบว่าพื้นที่เขต จ.ภูเก็ต เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่นๆ และมีอัตราเร็วกระแสน้ำสูงสุด 0.35 m/s การจำลองแบบ POM พบว่าประเมินอัตราเร็วน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันมีการกระจายอัตราเร็วกระแสน้ำอยู่ในช่วง 0.3 m/s เมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่พบว่าบริเวณชายฝั่ง จ.ตรัง จ.พังงา และ จ.ภูเก็ต เป็นพื้นที่ที่มีกระแสน้ำไหลแรง โดยเฉพาะพื้นที่นอกชายฝั่งด้านทิศตะวันตกของ จ.ภูเก็ต ซึ่งเป็นอิทธิพลจากระดับความลึกของของพื้นผิวทะเลบริเวณดังกล่าว หากพิจารณาบริเวณใกล้ชายฝั่งของพื้นที่ จ.ภูเก็ต จ.พังงา จ.กระบี่ เป็นผลจากระดับความชันของชายฝั่ง ส่งผลให้อัตราเร็วกระแสน้ำสูงในบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยรายปีของอัตราเร็วกระแสน้ำทะเลแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 2 (ข) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแบบจำลองระดับมหภาคของ แบบจำลอง ROMS และ POM ทั้งผลการจำลองรายเดือนและรายปี เนื่องจากการนำเข้าข้อมูลของแบบจำลอง ROMS เป็นขั้นตอนที่มีการอัพเดทข้อมูลต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบผลดังกล่าวพบว่าแบบจำลอง ROMS นำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานได้ละเอียดกว่าแบบจำลอง POM

ผลการจำลองแบบโดยใช้แบบจำลองระดับจุลภาค SMS และการแสดงผลร่วมกับ Arc GIS V.10.2 เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอัตราเร็วกระแสน้ำ ผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง SMS และ Arc GIS แสดงดังภาพที่ 3 โดยแผนที่อัตราเร็วกระแสน้ำระบุพื้นที่อัตราเร็วน้ำแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะของลำน้ำ

และความลึกของท้องน้ำซึ่งมีผลต่อการประเมินศักยภาพพลังงาน เมื่อพิจารณาศักยภาพเชิงพื้นที่พบว่าพื้นที่ศึกษาในเขต จ.ภูเก็ต-พังงาเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่นๆ โดยมีอัตราเร็วกระแสน้ำ 0.6 m/s ถัดมาเป็นพื้นที่ จ.กระบี่ มีอัตราเร็วกระแสน้ำ 0.5 m/s เท่ากับ จ.ตรัง



ภาพที่ 3 แผนที่อัตราเร็วกระแสน้ำ ที่ระดับความแยกชัด 25 m (ก) จ.ระนอง (ข) จ.ภูเก็ต (ค) จ.กระบี่ (ง) จ.ตรัง



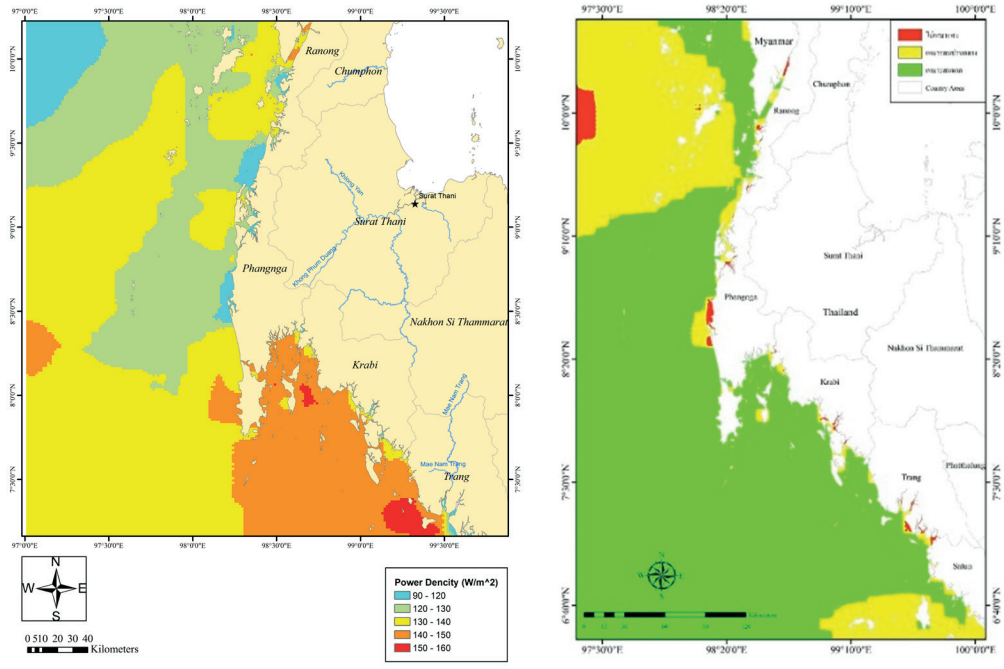
ภาพที่ 4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ROMS POM และ SMS

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพื่อยืนยันได้ว่าผลที่ได้จากการจำลองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิผล ผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพบว่า M/P มีค่าในช่วง 0.52-2.73 และ RMSE มีค่าระหว่าง 0.21-0.67 m/s ดังภาพที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองพบว่า M/P ของแบบจำลอง ROMS เข้าใกล้ 1 ที่สุด กล่าวคือ แบบจำลอง ROMS ทำนายผลได้แม่นสุด โดยมีค่า M/P ในช่วง 0.52-2.28 ซึ่งเมื่อพิจารณาเชิงพื้นที่พบว่าการทำนายผลในพื้นที่ จ.ตรังให้ผลแม่นยำที่สุด สำหรับการวิเคราะห์ค่า RMSE มีเป็นไปในแนวโน้มเดียวกับค่า M/P ทั้งในการเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองและเชิงพื้นที่ โดยภาพรวม RMSE มีค่าในช่วง 0.2-0.7 m/s

การวิเคราะห์พื้นที่เป้าหมายที่มีศักยภาพพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง

การประเมินความหนาแน่นกำลังของพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลง ในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีค่าในช่วง 90-150 W/m^2 โดยพื้นที่ที่มีความหนาแน่นกำลังสูงสุดในบริเวณชายฝั่ง จ.ตรัง แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 5 (ก) การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) พบว่ามีแหล่งพลังงานกระแสน้ำขึ้น น้ำลงที่มีความเหมาะสมสูงมากกระจายตัวอยู่ตลอดแนวชายฝั่งอันดามันนับตั้งแต่บริเวณชายฝั่ง จ.พังงา จนถึง จ.ตรัง และพื้นที่เหมาะสมบริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา ซึ่งอยู่ในระยะห่างจากชายฝั่ง จ.ระนอง ประมาณ 15 km แผนที่แสดงความเหมาะสมเชิงศักยภาพแสดงรายละเอียดดังภาพที่ 5 (ข)

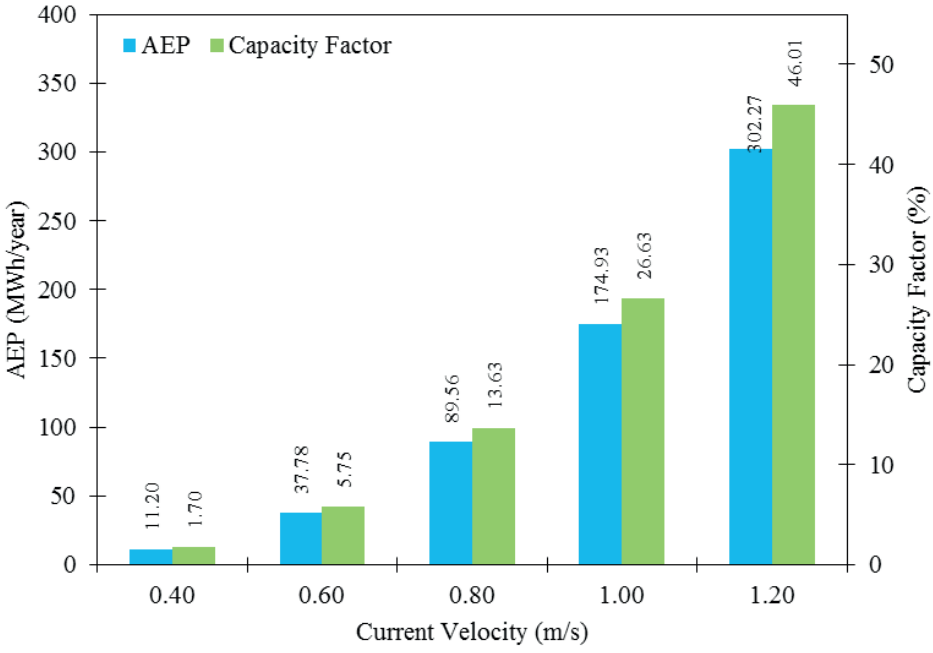


(ก) (ข)

ภาพที่ 5 พลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน
(ก) ความหนาแน่นพลังงาน (ข) ความเหมาะสมเชิงศักยภาพ

หน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีและคาปาซิตี้แฟกเตอร์ (Annual Energy Production and Capacity Factor)

เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีของโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ-ขึ้นน้ำลง ได้อาศัยแบบจำลองกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าแบบแกนตั้งจำนวน 10 ตัว ติดตั้งในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม โดยอัตราเร็วกระแสน้ำเฉลี่ยจากการประเมินแบบจำลอง มีค่าเท่ากับ 0.48 m/s และทำการประเมินในกรณีความไม่แน่นอนจากการแปรปรวนของสภาพอากาศ ซึ่งอาศัยแบบจำลองกังหันเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เมตร [12] ซึ่งมีกำลังผลิตติดตั้งที่ 75 kW ประสิทธิภาพของกังหัน 41 % ประเมินให้ดำเนินการผลิต 365 วันต่อปี ซึ่งความหนาแน่นของน้ำทะเลจากแบบจำลองซึ่งอาศัยขอมูลขอบเขตจากฐานข้อมูล NOAA มีค่าเท่ากับ 1,025 kg/m^3 เมื่อทำการประเมินหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี (AEP) และคาปาซิตี้แฟกเตอร์ของโรงไฟฟ้าขนาดกำลังผลิตติดตั้งขนาด 0.75 MW พบว่า ไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปี 11.20-302.27 MWhr/year และ คาปาซิตี้แฟกเตอร์มีค่าในช่วง 1.70 – 46.01 % แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 6 การเพิ่มขึ้นของอัตราเร็วกระแสน้ำที่จะส่งผลให้พลังงานที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นถึงสามเท่า จากลักษณะจำเพาะข้างต้น มีความเป็นไปได้เป็นอย่างยิ่งหากมีการขยายการศึกษาประเมินศักยภาพในมิติของการเพิ่มข้อมูลนำเข้าระยะยาวจะส่งผลให้ค้นพบพื้นที่มีศักยภาพและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต



ภาพที่ 6 หน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้รายปีและคาปาซิตี้แฟกเตอร์ของโรงไฟฟ้าขนาดกำลังผลิตติดตั้งขนาด 0.75MW

สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยอาศัยการจำลองแบบระดับมหภาค POM และ ROMS และแบบจำลองระดับจุลภาค SMS ร่วมกับการตรวจวัดภาคสนามจำนวนสถานีตัวแทน 4 แห่ง ได้แก่ ปากแม่น้ำกุยบุรี จ.ระนอง

ช่องปากพระ จ.ภูเก็ต-พังงา ปากแม่น้ำกระบี่ จ.กระบี่ และปากแม่น้ำตรัง จ.ตรัง ดำเนินการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย โดยดำเนินการจำแนกพื้นที่แหล่งพลังงานน้ำขึ้น-น้ำลงออกเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูง กลาง และต่ำ ตามลำดับ ผลการประเมินศักยภาพพลังงานจลน์จากอิทธิพลน้ำขึ้น-น้ำลง พิจารณาโรงไฟฟ้าพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 MW พบว่าพลังงานจากน้ำขึ้น-น้ำลงตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยมีศักยภาพเพียงพอสำหรับการนำไปประยุกต์ผลิตไฟฟ้าภายใต้เทคโนโลยีที่อยู่ในปัจจุบัน ผลจากการจำลองแบบโดยแบบจำลองมหภาค POM และ ROMS พบว่าอัตราเร็วของกระแสใต้น้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-0.5 m/s มีค่าความหนาแน่นกำลัง 150-160 W/m^2 บริเวณที่มีศักยภาพสูงได้แก่ช่องปากพระ จ.ภูเก็ต และ ปากน้ำกระบุรี จ.ระนอง โดยมีความความผิดพลาดของแผนที่จากแบบจำลองมหภาคอยู่ในช่วง 8-30 % ผลจากการจำลองแบบโรงไฟฟ้าขนาดกำลังการผลิตติดตั้ง 0.75 MW สามารถผลิตไฟฟ้ารายปีเท่ากับ 2.35 GWh/year บริเวณช่องปากพระ จ.ภูเก็ต-พังงา มีคาปาซิตี้แฟ็กเตอร์เท่ากับ 17.88 %

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน สำหรับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย

References

[1] Mungmeedee, S. (2020). *World economy* (Online). Retrieved February 13, 2020, from https://www.businesstoday.co/world/08/01/2020/%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%AA%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B5%E0%B8%A2/.

[2] International Renewable Energy Agency (IRENA). (2017). *Renewable Energy Outlook:Thailand*. Abu Dhabi: IRENA.

[3] Niyontham, L., Waewsak, J., & Chuncham, C. (2020). Assessment of wind energy using global wind atlas methodology: a case study of central region of Thailand. *Thaksin University Journal, 23*(1), 39–48.

[4] Mejia-Olivares, C.J., Haigh, I.D., Wells, N.C., Coles, D.S., Lewis, M.J., & Neill, S.P. (2018). Tidal-stream energy resource characterization for the Gulf of California, México. *Energy*, *156*, 481–491.

[5] Alonso, R., Jackson, M., Santoro, P., Fossati, M., Solari, S., & Teixeira, L. (2017). Wave and tidal energy resource assessment in Uruguayan shelf seas. *Renewable Energy*, *114*(PartA), 18–31.

[6] Mestres, M., Cerralbo, P., Grifoll, M., Sierra, J.P., & Espino, M. (2019). Modelling assessment ofthe tidal stream resource in the Ria of Ferrol (NWSpain) using a year-long simulation. *Renewable Energy*, *131*, 811–817.

[7] Rourke, F.O., Boyle, F., & Reynolds, A. (2010). Tida. *Applied Energy, 8*7(2), 398–409.

[8] Department of Alternative Energy Development and Energy Efficiency. (2015). *Alternative energy development plan: AEDP 2015*(Online). Retrieved September 8, 2018, from http://www.eppo.go.th/images/POLICY/ENG/AEDP2015ENG.pdf.

[9] Onsri, N., & Sojisuporn, P. (2010). Application of numerical model for water circulation around Had Khanom-MuKo Thale Tai. *Burapha Science Journal, 15*(1), 23–30.

[10] WordPress Theme by Kadence Themes. (2020). *Radar altimetry tutorialand toolbox* (Online). Retrieved February 13, 2020, from http://www.altimetry.info/thematic-use-cases/ocean-applications/tides/.

[11] Stifter, G. (2006). *Princeton ocean model seminar* (Online). Retrieved September 8, 2018, from http://mafija.fmf.uni-lj.si/seminar/files/2006_2007/semeng.pdf.

[12] O'Doherty, T., Mason-Jones, A., O'Doherty, D.M., Evans, P.S., Wooldridge, C.F., & Fryett, I. (2010). Considerations of a horizontal axis tidal turbine. *Proceedings of Institution of Civil Engineers-Energy, 163*(3), 119–130.

[13] Lim, H.-S., Kim, C.S., Park, K.-S., Shim, J.S., & Chun, I. (2013). Down-scaled regional ocean modeling system (ROMS) for high-resolution coastal hydrodynamics in Korea. *Acta Oceanologica Sinica*, *32*(9), 50–61.