

## การศึกษาความลึกร่องน้ำด้วยเครื่องซาวเดอร์สำหรับใช้ค้นหาตำแหน่งของปลาที่ติดตั้งร่วมกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุนต่ำ พื้นที่ศึกษาทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา

### A STUDY OF THE DEPTH OF THE CHANNEL USING A LOW-COST GNSS RECEIVER BUILT INTO A FISH FINDER SOUNDER CASE STUDY OF SONGKHLA LAKE, SONGKHLA PROVINCE.

ภูวิศ กิมตัน<sup>1,\*</sup> ถิรวัดน์ บรรณกุลพิพัฒน์<sup>2</sup> พรนราญณ์ บุญราศรี<sup>1</sup> และ รจนา คุณพูล<sup>1</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สงขลา

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพมหานคร

\*Corresponding author; E-mail address: phuwisakimtan@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การสำรวจความลึกร่องน้ำเพื่อการเดินเรือมีความสำคัญอย่างมาก สำหรับหมูนักเดินเรือ เนื่องจากร่องน้ำในการเดินเรือมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจากปริมาณตะกอนที่พัดพาและทับถมกันบริเวณใต้น้ำผ่านการทำกิจกรรมของมนุษย์และธรรมชาติ ซึ่งปริมาณของตะกอนที่ทับถมและสะสมมากขึ้นส่งผลให้ความลึกของร่องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงที่อาจนำไปสู่ความไม่ปลอดภัยต่อการเดินเรือและการนำเรือเข้าสู่ท่าเรือ อย่างไรก็ตามต้นทุนของเครื่องมือและอุปกรณ์ด้านการสำรวจทางอุทกศาสตร์มีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความเฉพาะทาง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเสนอแนวทางการสำรวจร่องน้ำผ่านการหยั่งความลึกของน้ำและกำหนดตำแหน่งของตะกอนโดยการบันทึกพิกัดในเวลาที่ใช้โซนาร์สะท้อนกลับกับตำแหน่งของเรือผ่านเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุนต่ำที่ติดตั้งร่วมกับเครื่องซาวเดอร์สำหรับใช้ในการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลาที่เป็นที่ยอมรับกันในหมูนักเดินเรือ ณ ทะเลสาบสงขลา เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชนิดของน้ำ ได้แก่ น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็มผสมกัน โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าทางดิ่งที่ได้จากไม้เมตรหยั่งน้ำ กับค่าทางดิ่งที่ได้จากวิธีการหยั่งความลึกด้วยเครื่องซาวเดอร์ในพื้นที่ที่ชนิดของน้ำแตกต่างกัน จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ชนิดของน้ำไม่ส่งผลต่อความถูกต้องทางดิ่งที่ได้จากวิธีการหยั่งความลึกด้วยเครื่องซาวเดอร์สำหรับใช้ในการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา นอกจากนี้สามารถนำค่าทางดิ่งที่ได้จากการหยั่งความลึกมาประยุกต์ใช้ในงานขุดลอกบำรุงรักษาร่องน้ำชายฝั่งทะเลได้เช่นเดียวกับค่าทางดิ่งที่ได้จากการระดับ

คำสำคัญ: การสำรวจร่องน้ำเพื่อการเดินเรือ, การขุดลอก, เครื่องหยั่งความลึก, เครื่องหยั่งความลึก

#### Abstract

A bathymetric survey of the marine channel depth is crucial as the channel is constantly undergoing changes due to the

sedimentation caused by human activities and natural processes. The accumulation of sediment in the channel leads to variations in its depth, making navigation and docking of ships in the area potentially hazardous. However, the cost of hydrographic surveying tools and equipment is relatively high due to the specialized nature of the technology. In this study, we propose a cost-effective method for conducting thorough water depth sounding and sediment location determination by utilizing a low-cost satellite receiver integrated with the Echo Sounder, which is widely accepted among sailors. The proposed method will be applied at Songkhla Lake, which is a multi-water region with three distinct water types: freshwater, brackish water, and mixed saltwater. Additionally, the vertical values obtained by the water meter and echo-sounding methods will be compared in areas with different water types, to evaluate the accuracy of the proposed method. Studies have shown that the water type does not affect the vertical accuracy obtained by a fish finder sounder. Furthermore, the vertical values obtained from the echo sounder can be applied to the dredging of coastal channels and maintenance, as well as leveling.

Keywords: Bathymetric survey, Dredging, Echo sounder

#### 1. บทนำ

##### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการสำรวจทางอุทกศาสตร์ หรือการสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้ผิวน้ำ (Bathymetry) เป็นงานที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยได้มีการพัฒนาทางด้าน การส่งออกทางทะเล อุตสาหกรรมที่ใช้ประโยชน์จากการสัญจรทางทะเล และการท่องเที่ยว จึงมีความต้องการที่ต้องใช้การสัญจรทางน้ำเพิ่มมากขึ้น [1] ซึ่งควบคู่กับการที่

จะต้องทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำเพื่อการวางแผนพัฒนาอ่าวน้ำ การบำรุงรักษาระบบนิเวศน์และชายฝั่ง และการขุดลอกร่องน้ำเพื่อการเดินเรือเข้ามาเป็นงานหลักของการพัฒนา ซึ่งการเคลื่อนที่ทับถมของตะกอนสามารถนำมาวิเคราะห์ การป้องกันลักษณะภูมิประเทศของแหล่งน้ำ และการใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำที่มีความถูกต้องสูง สามารถช่วยในการจำแนกประเภทของพื้นที่ท้องทะเลได้ [2] การสำรวจแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิตและการปรับปรุงแผนที่การเดินเรือ (Nautical Charts) เพื่อสนับสนุนการเดินเรือ การจัดการสิ่งแวดล้อมความสะอาดของท่าเรือ การขุดลอก และเพื่อคาดการณ์ปริมาณการไหลเข้าของร่องน้ำและปริมาณของตะกอนที่ทับถมบนพื้นที่ท้องทะเลได้ [3],[4] ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำยังจำเป็นสำหรับการสร้างแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์และการศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอน ซึ่งช่วยให้สามารถจำลองผลกระทบอันเกิดจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ (เช่น การก่อสร้าง การขุดร่องน้ำ และการขุดลอก) และสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับสถานการณ์ต่าง ๆ [5] ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบลักษณะภูมิประเทศใต้น้ำและการเคลื่อนที่ของตะกอนอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีการสัญจรหนาแน่น หรือมีความละเอียดอ่อนสูง เช่น ร่องน้ำทางเข้าท่าเรือ

การสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำสามารถจัดทำได้หลายวิธี เช่น การสำรวจหยั่งน้ำโดยตรง การรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) การใช้ภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น วิธีการสำรวจพื้นที่ท้องทะเลระยะไกลรวมถึงเทคนิคของการรับรู้ระยะไกลใช้หลักการทำงานคือการส่งแสงเลเซอร์ไปกระทบวัตถุหรือพื้นผิวต่าง ๆ ที่เรียกว่าไลดาร์ LiDAR (Light Detection And Ranging) หรือ ด้วยเทคนิคการสร้างแผนที่ความลึกน้ำทะเลด้วยวิธี SDB (Satellite Derived Bathymetry) [6] ในระดับภูมิภาคซึ่งบางครั้งสามารถใช้ภาพถ่ายดาวเทียมใช้ในการสำรวจได้ [7] และในพื้นที่ที่มีการจำกัดการเข้าถึงเนื่องจากความลึกตื้น หรือพื้นที่อนุรักษ์ทางทะเล [8] แม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจระยะไกลสามารถช่วยให้ครอบคลุมพื้นที่มากกว่าการใช้วิธีการดั้งเดิม คือแบบโซนาร์ แต่วิธีการที่กล่าวตั้งแต่ข้างต้นมีปัญหาในการสำรวจจากระยะไกลเนื่องจากถูกจำกัดด้วยความขุ่นของน้ำ และมีความหนาแน่นของเมฆ ซึ่งผลลัพธ์ที่สามารถนำมาวิเคราะห์ ต่อได้ส่วนใหญ่ จะมีการสำรวจ ณ วันที่สภาพอากาศไม่มีเมฆและลักษณะของน้ำมีความขุ่นจึงจะสามารถหยั่งความลึกด้วยวิธีดังกล่าวได้ [9] จากเทคนิคทั้งหมดการสำรวจทางอุทกศาสตร์เพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ ซึ่งได้จากการจากเรือสำรวจโดยทำการติดตั้งเครื่องหยั่งน้ำบนเรือ (Echo Sounders) มีชนิดความถี่เดี่ยวและหลายความถี่จะทำการสแกนพื้นผิวใต้น้ำเป็นแนวกว้าง ทำให้มีจุดข้อมูลหนาแน่นและลักษณะพื้นที่ของน้ำที่สมบูรณ์มีความน่าเชื่อถือกว่าวิธีการข้างต้นอย่างมาก [10]

อย่างไรก็ตาม การสำรวจทางอุทกศาสตร์ในปัจจุบันมีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ การติดตั้งอุปกรณ์ที่ซับซ้อน และต้องใช้แรงงานเฉพาะทาง อีกทั้งไม่เหมาะกับน้ำตื้นซึ่งเข้าถึงในพื้นที่การสำรวจได้ยากสำหรับเรือขนาดใหญ่ถึงขนาดกลาง เพื่อง่ายต่อการสำรวจทางอุทกศาสตร์ จึงใช้การสำรวจระบบโซนาร์ความถี่เดี่ยว (Single Beam) ที่มีขนาด

เล็กและใช้งานที่ง่ายกว่า [11] ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเสนอแนวทางการสำรวจร่องน้ำผ่านการหยั่งความลึกของน้ำและกำหนดตำแหน่งของตะกอนโดยการบันทึกพิกัดในเวลาที่ใช้โซนาร์สะท้อนกลับกับตำแหน่งของเรือผ่านเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุ่นต่ำที่ติดตั้งมากับเครื่องขุดลอกสำหรับการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา (Fish Finder Sounders) ที่เป็นที่ยอมรับกันในกลุ่มนักเดินเรือ ณ ทะเลสาบสงขลา เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของชนิดน้ำ ได้แก่ น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็มผสมกัน โดยจะทำการเทียบค่าทางดิ่งที่ได้จากไม้เมตรหยั่งน้ำ กับค่าทางดิ่งที่ได้จากวิธีการหยั่งความลึกด้วยเครื่องขุดลอกในพื้นที่ที่สภาวะของน้ำแตกต่างกัน และตรวจสอบกับมาตรฐานงานสำรวจทางอุทกศาสตร์สากล (International Hydrographic Organization ; IHO) ทั้งนี้ยังมีหน่วยงานใดในประเทศไทยที่ได้ทำการประเมินความถูกต้องทางดิ่งของอุปกรณ์ชนิดนี้เกิดขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินความถูกต้องทางดิ่งของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุ่นต่ำที่ติดตั้งมากับเครื่องขุดลอกสำหรับการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา (Fish Finder Sounders) ในชนิดของน้ำต่างชนิด ได้แก่ น้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย พื้นที่ศึกษา บริเวณทะเลสาบสงขลา

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตพื้นที่ศึกษาในงานวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการทดลองทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการหยั่งความลึก โดยการประยุกต์ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุ่นต่ำที่ติดตั้งมากับเครื่องขุดลอกสำหรับการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา (Fish Finder Sounders) ยี่ห้อ Garmin GPSMAP รุ่น 585 Plus ซึ่งติดตั้งบนเรือประมงของชาวบ้าน พื้นที่กรณีศึกษา ทะเลสาบสงขลาโดยรอบในชนิดของน้ำต่างชนิด ได้แก่ น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม

## 1.4 การเปรียบเทียบผลการวิจัย

การประเมินความถูกต้องทางดิ่งระหว่างวิธีการทั้งสอง เปรียบเทียบโดยใช้ค่าความถูกต้องทางดิ่งด้วยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบข้อมูลความลึกอ้างอิง ด้วยวิธีการหยั่งความลึกด้วยไม้เมตร เทียบกับ ข้อมูลจากการหยั่งความลึกด้วยขุดลอก ที่ชนิดน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม แต่ละชนิดแยกจากกัน

## 1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์

1.5.1 ไม้เมตร หรือท่อ สำหรับหยั่งความลึกอ้างอิง

1.5.2 เครื่องหยั่งความลึกคลื่นความถี่เดี่ยว ยี่ห้อ Garmin รุ่น GPSMAP 585 Plus ติดตั้งมากับหัวทรานสดิวเซอร์ รุ่น GT15M-TH ซึ่งมีความถี่ CHIRP 85-165 kHz ดังแสดงในรูปที่ 1

1.5.3 เรือที่ใช้ในการสำรวจ

1.5.4 คอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ เช่น QGIS, AutoCAD  
Civil3D, Microsoft Excel, และอื่น ๆ



รูปที่ 1 เครื่องหยั่งความลึกคลื่นความถี่เดียว ยี่ห้อ Garmin รุ่น GPSMAP 585 Plus และหัวทรานสดิวเซอร์ รุ่น GT15M-TH [13]

## 2. ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การจัดทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ (Bathymetry Survey)

การจัดทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ (Bathymetry) เป็นการสำรวจในทำนองเดียวกันกับการสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศบนพื้นดิน (Topographic Map) ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลจากการรังวัด และประมวลผลออกมาเป็นระบบพิกัดฉากทั้งสามแกน คือ ทางราบและทางตั้ง (P, X, Y, Z, D) หรือจะเป็นในรูปแบบ (P, N, E, H, D) ก็คือ P เป็นลำดับตำแหน่ง ; X, Y หรือ N, E คือค่าพิกัดทางราบ ; Z หรือ H คือค่าความสูงทางตั้ง หรือค่าระดับ และ D คือรหัสแทนชื่อรายละเอียด การสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำต้องทราบเรื่องการขึ้นลงของระดับน้ำด้วย เนื่องจากการแปรผันโดยตรงกับความลึกที่ได้จากการสำรวจ อีกทั้งหตุระดับอ้างอิงบนฝั่ง (Bench Mark) และจะต้องมีพื้นเกณฑ์หักน้ำ (Datum) เช่นสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำบริเวณทะเลสาบ ในแต่ละพื้นที่จะมีอัตราการขึ้นลงของน้ำไม่เท่ากัน ในทางอุทกศาสตร์หรือการเดินเรือจะนิยมใช้การหักน้ำลงสู่ระดับน้ำต่ำสุด หรือ (Lowest Low Water ; LLW) แต่ในทางวิศวกรรมจะใช้ระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level ; MSL) [12]

### 2.2 การหยั่งความลึก

วิธีการหยั่งความลึกแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ วิธีการหาค่าความลึกโดยตรง ได้แก่ การนำเครื่องมืออุปกรณ์ลงไปวัดระยะตั้งแต่ผิวหน้าน้ำจนถึงพื้นท้องทะเล เช่น ไม้มตร และดิ่งน้ำตื้น เป็นต้น โดยจะใช้เป็นค่าอ้างอิงความลึกในงานวิจัย และวิธีการหาค่าความลึกโดยทางอ้อม เช่น เครื่องวัดความดันน้ำทะเล เครื่องหยั่งน้ำด้วยเสียงสะท้อน จะเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการทดสอบวิจัย ซึ่งกลไกความยากง่ายในการหาค่าก็แตกต่างกันไปตามยุคสมัย รวมถึงความละเอียดถูกต้องของค่าความลึกนี้ หรือที่เรียกว่า *เลขน้ำ* ที่แต่ละวิธีการวัดได้

#### 2.2.1 การหยั่งความลึกโดยตรง

ไม้มตรหยั่งน้ำ (Sounding Pole) เป็นเทคนิคแบบดั้งเดิมเช่นเดียวกัน โดยการใช้ไม้หรือโลหะที่มีขีดระยะกำกับ ลักษณะคล้ายกับไม้มตร แต่มีลักษณะกลม ใช้หยั่งน้ำได้ในที่ตื้น ๆ บริเวณกว้าง ที่มีความลึกไม่เกิน 3.5

เมตร วิธีการนี้สะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้ดิ่งน้ำตื้น ยังคงใช้งานได้ในปัจจุบัน เช่น งานสำรวจร่องน้ำลึกลงมาใกล้กับปากคลองที่มีความตื้นมาก

#### 2.2.2 การหยั่งน้ำด้วยระบบเสียงสะท้อน (Echo Sounding)

เป็นวิธีการหาค่าความลึกโดยทางอ้อม ใช้หลักการวัดระยะเวลาการเดินทางของคลื่นเสียงใต้น้ำและสะท้อนกลับมายังตัวรับสัญญาณ เช่น Single Beam Echo Sounding , Multi-Beam Echo Sounding, Sidescan เป็นต้น และหาความลึกจากสูตร และในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้การหยั่งน้ำด้วยเสียงแบบลำคลื่นเดี่ยว (Single-Beam Echo Sounders : SBES) โดยทั่วไปเครื่องหยั่งน้ำจะใช้คลื่นสองความถี่ โดยที่ความถี่สูง 200 KHz จะใช้หยั่งน้ำในเขตที่มีความลึกถึงประมาณ 100 เมตร และความถี่ต่ำที่ 24 KHz หรือ 33 KHz จะใช้หยั่งน้ำลึกมาก ๆ ได้มากกว่า 5,000 เมตร

$$Depth = \frac{1}{2} * v * t \quad (1)$$

เมื่อ

*Depth* คือ ความลึก

*v* คือ ความเร็วเสียงใต้น้ำ

*t* คือ ระยะเวลาเดินทางของคลื่นเสียง

### 2.3 การตรวจวัดความเค็มของน้ำ (Salinity)

ในงานวิจัยครั้งนี้จะมีการทดลองในบริเวณที่มีชนิดของน้ำต่างชนิดกัน ได้แก่ น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม จึงจำเป็นต้องมีการตรวจวัดค่าความเค็มเป็นการตรวจวัดปริมาณเกลือที่ละลายน้ำที่พบในน้ำเค็มหรือน้ำกร่อย โดยมีหน่วยเป็นส่วนในหนึ่งพันส่วน (ppt ย่อมาจาก part per thousand) ความเค็มของน้ำทะเลของโลกมีค่าเฉลี่ย 35 ppt น้ำจืดมีค่าไม่เกิน 0.5 ppt น้ำกร่อยมีค่า 0.5 – 25 ppt ค่าความเค็มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณหยาดน้ำฟ้า หรือบริเวณรอยต่อระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืด เช่น บริเวณปากแม่น้ำออกสู่ทะเล สามารถวัดได้โดยตรง หรือใช้บริการโครงการวิจัยการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมด้วย IoT ร่วมกับกระบวนการมีส่วนร่วมภาคประชาชนในพื้นที่คาบสมุทรสงขลา จังหวัดสงขลา [14]

### 2.4 การประเมินความถูกต้องของงานวิจัย

การประเมินความถูกต้องทางตำแหน่งระหว่างเทคนิคทั้งสองนั้น ได้อ้างอิงตามมาตรฐานของ NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy) กำหนดขึ้นมาโดย FGDC (Federal Geographic Data Committee) ซึ่งจะคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนรากที่สองของค่าเฉลี่ย RMSE (Root Mean Square Error)

#### 2.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนรากที่สองของค่าเฉลี่ยทางตั้ง *h*

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_{data,i} - d_{check,i})^2}{n}} \quad (2)$$

เมื่อ

*d<sub>data,i</sub>* คือ ข้อมูลค่าความลึกที่จะเปรียบเทียบ

*d<sub>check,i</sub>* คือ ข้อมูลค่าความลึกอ้างอิง

*i* คือ เลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง *n*

*n* คือ เลขจำนวนของจุดทดสอบทั้งหมด

ถ้าหากว่าไม่มีค่าความคลาดเคลื่อนระบบแฝงอยู่และความคลาดเคลื่อนนี้มีลักษณะการแจกแจงเป็นปกติ ค่าความถูกต้องทางตั้งของการเก็บข้อมูลการหยั่งความลึก ในงานวิจัยตามมาตรฐานของ NSSDA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถคำนวณได้จาก สมการดังนี้

$$NSSDA = 1.9600 * RMSE_h \quad (3)$$

### 2.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD (Standard Deviation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัยอย่างแพร่หลาย และในงานวิจัยนี้ใช้เพื่อวัดการกระจายของข้อมูลซึ่งจะแสดงถึงความแม่นยำของข้อมูล ใช้เปรียบเทียบกับว่าการกระจายตัวห่างจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนที่รากที่สองของค่าเฉลี่ย RMSE จึงควรพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### 2.6 มาตรฐานการสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ

การสำรวจทางอุทกศาสตร์ หรือการทำแผนที่ ภูมิประเทศใต้น้ำ (Bathymetry Survey) ของประเทศไทยได้มีการอ้างอิงมาตรฐานการสำรวจทางอุทกศาสตร์สากล IHO S-44 (International Hydrographic Organization Standards for Hydrographic Surveys) โดยมีหน่วยงานกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ได้อ้างอิงมาตรฐานนี้มาใช้งานอีกด้วย โดยในงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงตามมาตรฐานดังกล่าว ในหัวข้อ CHAPTER 7 TABLE 2 - Other Minimum Standards for Safety of Navigation Surveys) ตามตารางที่ 1 [12]

ตารางที่ 1 มาตรฐานขั้นต่ำสำหรับการสำรวจเพื่อทำแผนที่การเดินเรือ

Reference	Criteria	Uncertainty Type	Order 2	Order 1b	Order 1a	Special Order	Exclusive Order
Section 5.2	Fixed Objects, Aids, Features Above the Vertical Reference Significant to Navigation	THU [m]	5 m *Pa4	2 m *Pa6	2 m *Pa6	2 m *Pa6	1 m *Pa7
		TVU [m]	2 m *Pb2	2m *Pb2	1 m *Pb3	0.5 m *Pb4	0.25 m *Pb5
Section 5.3	Floating Objects and Aids to Navigation	THU [m]	20 m *Pc2	10 m *Pc3	10 m *Pc3	10 m *Pc3	5 m *Po4
Section 5.4	Coastline (high, low, MWL water lines, etc.)	THU [m]	10 m *Pd2	10 m *Pd2	10 m *Pd2	10 m *Pd2	5 m *Pd3
Section 5.5	Features Above the Vertical Reference Less Significant to Navigation	THU [m]	20 m *Pe2	20 m *Pe2	20 m *Pe2	10 m *Pe3	5 m *Pe4
		TVU [m]	3 m *Pf1	2 m *Pf2	1 m *Pf3	0.5 m *Pf4	0.3 m *Pf5
Section 5.6	Overhead Clearances and Range Line, Sector Light Heights	THU [m]	10 m *Pg1	5 m *Pg1	5 m *Pg2	2 m *Pg3	1 m *Pg4
		TVU [m]	3 m *Ph1	2 m *Pg2	1 m *Pg3	0.5 m *Pg4	0.3 m *Pg5
Section 5.7	Angular Measurements	[degrees]			0.5 degrees *Pi4		
Section 4.4	Water Flow Direction	[degrees]			10 degrees *Wa1		
Section 4.4	Water Flow Speed	[knots]			knots *Pc2		

### 2.7 คุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือ

GPSMAP 585 Plus ยี่ห้อ Garmin เป็นเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุ่นต่ำที่ติดตั้งมากับเครื่องขูดสำหรับใช้ในการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา (Fish Finder Sounders) ที่มีการพัฒนาในตัวโซนาร์

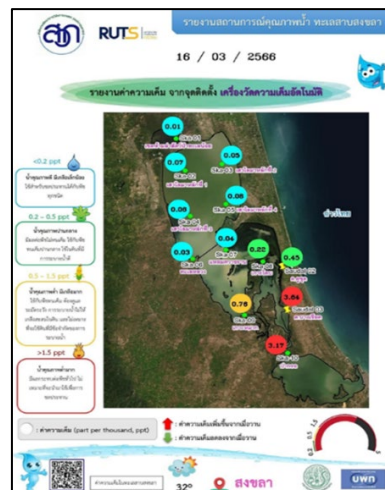
CHIRP (Compressed High-Intensity Radiated Pulse) เป็นเทคโนโลยีโซนาร์ที่มีความก้าวหน้าที่สุดสำหรับการประมงและการเดินเรือทั่วไป ซึ่งมีความแตกต่างจากโซนาร์ของอุปกรณ์ประเภทเดียวกันแทนที่จะส่งเพียง 1 ความถี่ โซนาร์ CHIRP จะส่งความถี่แบบกวาดอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต่ำไปสูง จากนั้นเทคโนโลยีโซนาร์ CHIRP จะแปลผลแยกแต่ละความถี่ขณะส่งกลับ เนื่องจากความถี่แบบกวาดอย่างต่อเนื่องจะให้ข้อมูลช่วงที่กว้างกว่าโซนาร์ CHIRP โซนาร์ จึงสามารถสร้างภาพที่ชัดเจนและคุณภาพสูงกว่า [13]

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1.การเก็บข้อมูลหยั่งความลึก และตรวจสอบค่าความเค็ม 2.การประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และ 3.เก็บข้อมูลและจัดทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ

#### 3.1 การเก็บข้อมูลหยั่งความลึก และตรวจสอบค่าความเค็ม

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ซึ่งมีความแตกต่างชนิดของน้ำที่เห็นได้ชัด ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้อาศัยข้อมูลจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ดังแสดงในรูปที่ 2 จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าบริเวณที่มีน้ำจืดจะอยู่ห่างจากทะเลพอสมควร ค่าความเค็มจะไม่เกิน 0.5 ppt. ซึ่งจะอยู่บริเวณตอนบนของทะเลสาบ หรือข้างในแม่น้ำ ส่วนชนิดน้ำกร่อย ค่าความเค็ม 0.5 – 25 ppt. จะอยู่บริเวณปากแม่น้ำออกสู่ทะเลจะอยู่บริเวณรอยต่อของทะเลสาบตอนบนกับตอนล่าง จากข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้อยู่ในช่วงฤดูร้อนทำให้น้ำทะเลลึกลงเข้ามาสู่ทะเลสาบสงขลามากขึ้นทำให้เกิดชนิดน้ำกร่อยบริเวณที่กว้างขึ้น และชนิดน้ำเค็ม ค่าความเค็ม 25 – 40 ppt. จะเป็นบริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึง หรือทำเรือ ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลหยั่งความลึกที่ชนิดของน้ำ 3 ชนิด 1. ชนิดน้ำจืด ที่คลองระโนด อ.ระโนด จ.สงขลา ค่าความเค็ม ไม่เกิน 0.5 ppt. 2. ชนิดน้ำกร่อย จะเก็บข้อมูลบริเวณคลองงว.หาดใหญ่ จ.สงขลา ซึ่งมีค่าความเค็มเกิน 0.5 ppt. และ 3. ชนิดน้ำเค็ม บริเวณท่าเรือน้ำลึก อ.เมือง จ.สงขลา มีค่าความเค็ม เกิน 25 ppt. [14]



รูปที่ 2 รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำ ทะเลสาบสงขลา อ้างอิงจาก สวก. และมทร.ศรีวิชัย [14]



การหยั่งความลึก โดยใช้ไม้เมตร และการใช้เครื่องหยั่งความลึกจะทำ  
พร้อมกันตำแหน่งเดียวกัน โดยจะแบ่งตามชนิดของน้ำ ในหน่วยเมตรและ  
ความลึกของน้ำที่ 1, 2, 3 เมตร ตามตารางที่ 2 – 4

ตารางที่ 2 ข้อมูลการหยั่งความลึก ชนิดน้ำจืด

ครั้งที่	หยั่งความลึกทางตรง : ไม้เมตร			หยั่งความลึกทางอ้อม : เครื่องชวาเตอร์			ค่าความคลาดเคลื่อน			
	ระดับความลึก			ระดับความลึก			ระดับความลึก			
	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	
1	1.00	2.20	3.10	1.10	2.20	3.20	-0.10	0.00	-0.10	
2	1.10	2.10	3.00	1.20	2.20	3.10	-0.10	-0.10	-0.10	
3	1.00	2.00	3.10	1.20	2.10	3.10	-0.20	-0.10	0.00	
4	1.10	2.20	2.90	1.20	2.30	3.00	-0.10	-0.10	-0.10	
5	1.00	2.10	3.00	1.00	2.10	3.00	0.00	0.00	0.00	
6	1.00	2.10	3.10	1.10	2.10	3.20	-0.10	0.00	-0.10	
7	1.10	2.10	3.20	1.20	2.20	3.10	-0.10	-0.10	0.10	
8	1.10	2.00	3.10	1.10	2.10	3.10	0.00	-0.10	0.00	
9	1.00	2.10	3.00	1.20	2.20	3.10	-0.20	-0.10	-0.10	
10	1.00	2.20	2.90	1.20	2.20	3.00	-0.20	0.00	-0.10	
11	1.00	2.00	2.80	1.10	2.10	2.90	-0.10	-0.10	-0.10	
12	1.20	2.00	3.00	1.20	2.10	3.20	0.00	-0.10	-0.20	
13	1.20	2.10	3.10	1.30	2.20	3.10	-0.10	-0.10	0.00	
14	1.10	2.10	3.20	1.20	2.10	3.10	-0.10	0.00	0.10	
15	1.20	2.10	3.20	1.30	2.20	3.20	-0.10	-0.10	0.00	
16	1.00	2.20	3.10	1.20	2.20	3.10	-0.20	0.00	0.00	
17	1.10	2.20	3.10	1.10	2.30	3.20	0.00	-0.10	-0.10	
18	1.10	2.10	3.20	1.20	2.10	3.30	-0.10	0.00	-0.10	
19	1.00	2.10	3.00	1.10	2.20	3.20	-0.10	-0.10	-0.20	
20	1.00	2.20	2.90	1.00	2.20	3.00	0.00	0.00	-0.10	
ค่าการปรับแก้ -0.07±0.01							AVG	-0.10	-0.06	-0.06
							SD	0.07	0.05	0.08

ตารางที่ 3 ข้อมูลการหยั่งความลึก ชนิดน้ำกร่อย

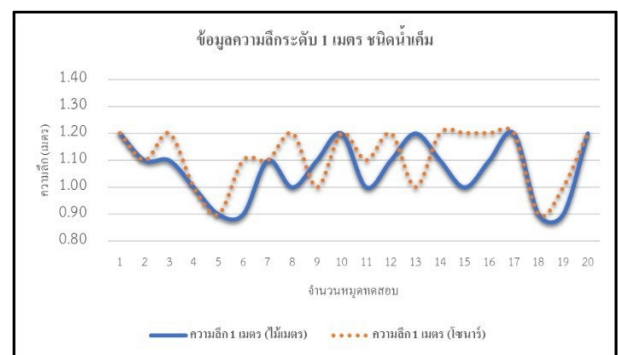
ครั้งที่	หยั่งความลึกทางตรง : ไม้เมตร			หยั่งความลึกทางอ้อม : เครื่องชวาเตอร์			ค่าความคลาดเคลื่อน			
	ระดับความลึก			ระดับความลึก			ระดับความลึก			
	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	
1	1.00	2.00	3.00	1.10	2.00	3.00	-0.10	0.00	0.00	
2	1.10	2.10	3.20	1.10	2.10	3.20	0.00	0.00	0.00	
3	1.00	2.00	3.20	1.10	2.00	3.30	-0.10	0.00	-0.10	
4	1.10	2.20	3.30	1.20	2.20	3.20	-0.10	0.00	0.10	
5	1.00	2.10	3.00	1.10	2.20	3.10	-0.10	-0.10	-0.10	
6	1.00	2.00	3.10	1.10	2.10	3.10	-0.10	-0.10	0.00	
7	1.10	2.00	3.20	1.10	2.10	3.30	0.00	-0.10	-0.10	
8	1.10	2.10	3.10	1.10	2.10	3.10	0.00	0.00	0.00	
9	1.00	2.10	3.00	1.00	2.10	3.10	0.00	0.00	-0.10	
10	1.10	2.20	2.90	1.20	2.30	3.00	-0.10	-0.10	-0.10	
11	1.00	2.00	2.80	1.10	2.10	2.90	-0.10	-0.10	-0.10	
12	1.20	2.00	3.00	1.20	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	
13	1.20	2.10	3.10	1.20	2.20	3.10	0.00	-0.10	0.00	
14	1.10	2.10	3.20	1.20	2.10	3.20	-0.10	0.00	0.00	
15	1.20	2.10	3.20	1.20	2.20	3.10	0.00	-0.10	0.10	
16	1.00	2.20	3.10	1.10	2.20	3.20	-0.10	0.00	-0.10	
17	1.10	2.20	3.10	1.20	2.30	3.20	-0.10	-0.10	-0.10	
18	1.10	2.10	3.20	1.20	2.10	3.30	-0.10	0.00	-0.10	
19	1.00	2.10	3.00	1.00	2.20	3.10	0.00	-0.10	-0.10	
20	1.00	2.20	2.90	1.00	2.30	3.00	0.00	-0.10	-0.10	
ค่าการปรับแก้ -0.05±0.01							AVG	-0.06	-0.05	-0.05
							SD	0.05	0.05	0.07

ตารางที่ 4 ข้อมูลการหยั่งความลึก ชนิดน้ำเค็ม

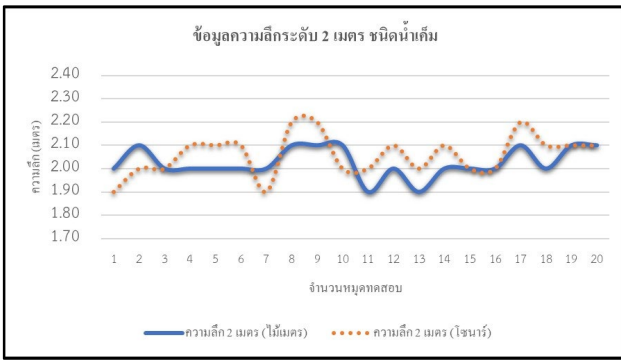
ครั้งที่	หยั่งความลึกทางตรง : ไม้เมตร			หยั่งความลึกทางอ้อม : เครื่องชวาเตอร์			ค่าความคลาดเคลื่อน			
	ระดับความลึก			ระดับความลึก			ระดับความลึก			
	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	
1	1.20	2.00	3.00	1.30	1.90	3.10	-0.10	0.10	-0.10	
2	1.10	2.10	3.20	1.00	2.00	3.30	0.10	0.10	-0.10	
3	1.10	2.00	3.20	1.20	2.00	3.20	-0.10	0.00	0.00	
4	1.00	2.00	3.30	0.90	2.10	3.30	0.10	-0.10	0.00	
5	0.90	2.00	3.00	0.90	2.10	3.00	0.00	-0.10	0.00	
6	0.90	2.00	3.10	1.10	2.10	3.20	-0.20	-0.10	-0.10	
7	1.10	2.00	3.20	1.10	1.80	3.10	0.00	0.20	0.10	
8	1.00	2.10	3.10	1.20	2.20	3.10	-0.20	-0.10	0.00	
9	1.10	2.10	3.00	1.00	2.30	3.10	0.10	-0.20	-0.10	
10	1.20	2.10	2.90	1.20	1.90	3.00	0.00	0.20	-0.10	
11	1.00	1.90	2.80	1.10	2.10	2.90	-0.10	-0.20	-0.10	
12	1.10	2.00	3.00	1.20	2.20	3.20	-0.10	-0.20	-0.20	
13	1.20	1.90	3.10	1.00	2.10	3.10	0.20	-0.20	0.00	
14	1.10	2.00	3.20	1.20	2.20	3.10	-0.10	-0.20	0.10	
15	1.00	2.00	3.20	1.20	1.80	3.20	-0.20	0.20	0.00	
16	1.10	2.00	3.10	1.20	2.30	3.10	-0.10	-0.30	0.00	
17	1.20	2.10	3.10	2.30	2.30	3.20	-1.10	-0.20	-0.10	
18	0.80	2.00	3.20	0.90	2.10	3.30	-0.10	-0.10	-0.10	
19	0.90	2.10	3.00	1.00	2.00	3.20	0.10	0.10	-0.20	
20	1.20	2.10	2.90	1.30	2.10	3.00	-0.10	0.00	-0.10	
ค่าการปรับแก้ -0.07±0.07							AVG	-0.11	-0.06	-0.06
							SD	0.25	0.15	0.08

### 3.2 การประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

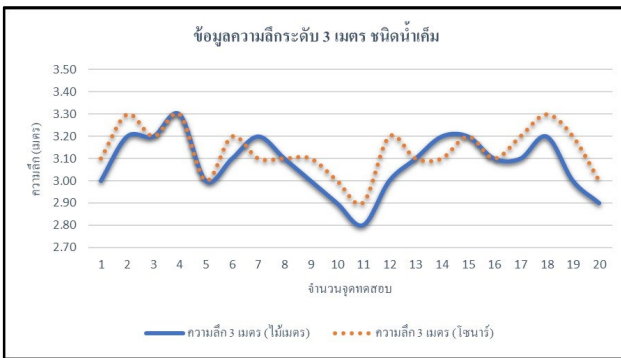
การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจะดูนำข้อมูลมาพล็อตเป็น  
กราฟ เพื่อดูการวางตัวของข้อมูล ก่อนจะนำไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบน  
มาตรฐานก่อนจะทำการวิเคราะห์และสรุปผล ซึ่งจะนำเสนอในชนิดน้ำเค็ม  
เนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างข้อมูลการหยั่งความลึกด้วยวิธีใช้ไม้เมตร  
หยั่งน้ำเทียบกับการหยั่งความลึกด้วยเครื่องชวาเตอร์ ที่เห็นได้ชัดเจน  
เนื่องจากสภาพอากาศ เช่น คลื่น ลม และการยกตัวของเรือ ตามรูปที่ 3, 4  
และ 5



รูปที่ 3 ข้อมูลความลึกระดับ 1 เมตร ชนิดน้ำเค็ม



รูปที่ 4 ข้อมูลความลึกระดับ 2 เมตร ชนิดน้ำเค็ม



รูปที่ 5 ข้อมูลความลึกระดับ 3 เมตร ชนิดน้ำเค็ม

### 3.3 เก็บข้อมูลและจัดทำแผนที่ภูมิประเทศได้น้ำ

ในการเก็บข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่ภูมิประเทศครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่บริเวณปากคลองสะทังหม้อ อ.สิงหนคร จ.สงขลา พื้นที่เป็นชนิดน้ำกร่อย ดังรูปที่ 6 และนำข้อมูลมาหาปริมาตรการขุดลอกโดยอ้างอิงจากมาตรฐานการขุดลอกของกรมเจ้าท่า หักน้ำลงสู่ระดับน้ำล่งต่ำสุด (Lowest Low Water ; LLW)



รูปที่ 6 แนวการเก็บข้อมูล คลองสะทังหม้อ อ.สิงหนคร จ.สงขลา

## 4. ผลลัพธ์และการวิเคราะห์ผล

### 4.1 ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าการหยั่งความลึก

จากการหยั่งความลึกเพื่อเก็บข้อมูล โดยใช้ไม้เมตรหยั่งน้ำ เทียบกับข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุ่นต่ำที่ติดตั้งมากับเครื่องขุดลอกสำหรับการใช้ในการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา (Fish Finder Sounders) GPSMAP 585 Plus ยี่ห้อ Garmin ในชนิดของน้ำที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม ทำการหยั่งเพื่อเก็บข้อมูลความลึกมาเปรียบเทียบที่ระยะความลึก 1, 2 และ 3 เมตร จำนวน 20 จุด ในแต่ละชนิดของน้ำ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยตรวจสอบชนิดของน้ำได้จากรายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำ ทะเลสาบสงขลา ซึ่งผลที่ได้จากการเปรียบเทียบ จะออกมาในรูปแบบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานชนิดของน้ำ ได้แก่ ชนิดน้ำจืด ความลึก 1, 2 และ 3 เมตร ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบน  $-0.10 \pm 0.07$ ,  $-0.05 \pm 0.11$  และ  $-0.13 \pm 0.16$  ตามลำดับ ตารางที่ ชนิดน้ำกร่อย ความลึก 1, 2 และ 3 เมตร  $-0.06 \pm 0.05$ ,  $-0.05 \pm 0.07$  และ  $-0.05 \pm 0.07$  ตามลำดับ ตารางที่ ชนิดน้ำเค็ม ความลึก 1, 2 และ 3 เมตร  $-0.11 \pm 0.25$ ,  $-0.06 \pm 0.15$  และ  $-0.06 \pm 0.08$  ดังตารางที่ 5 เป็นต้น

ตารางที่ 5 ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าการหยั่งความลึก

ครั้งที่	ชนิดน้ำจืด			ชนิดน้ำกร่อย			ชนิดน้ำเค็ม		
	ค่าความคลาดเคลื่อน			ค่าความคลาดเคลื่อน			ค่าความคลาดเคลื่อน		
	ที่ระดับความลึก			ที่ระดับความลึก			ที่ระดับความลึก		
	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร
1	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.10	-0.10
2	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	-0.10
3	-0.20	-0.10	0.00	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	0.00	0.00
4	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	0.10	0.10	-0.10	0.00
5	0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	-0.10	0.00
6	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	-0.20	-0.10	-0.10
7	-0.10	-0.10	0.10	0.00	-0.10	-0.10	0.00	0.20	0.10
8	0.00	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.20	-0.10	0.00
9	-0.20	-0.10	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.10	-0.20	-0.10
10	-0.20	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	0.20	-0.10
11	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.20	-0.10
12	0.00	-0.10	-0.20	0.00	0.00	0.00	-0.10	-0.20	-0.20
13	-0.10	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.20	-0.20	0.00
14	-0.10	0.00	0.10	-0.10	0.00	0.00	-0.10	-0.20	0.10
15	-0.10	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.10	-0.20	0.20	0.00
16	-0.20	0.00	0.00	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	-0.30	0.00
17	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10	-1.10	-0.20	-0.10
18	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	-0.10
19	-0.10	-0.10	-0.20	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	0.10	-0.20
20	0.00	0.00	-0.10	0.00	-0.10	-0.10	-0.10	0.00	-0.10
AVG (m)	-0.10	-0.05	-0.13	-0.06	-0.05	-0.05	-0.11	-0.06	-0.06
SD (m)	0.07	0.11	0.16	0.05	0.05	0.07	0.25	0.15	0.08

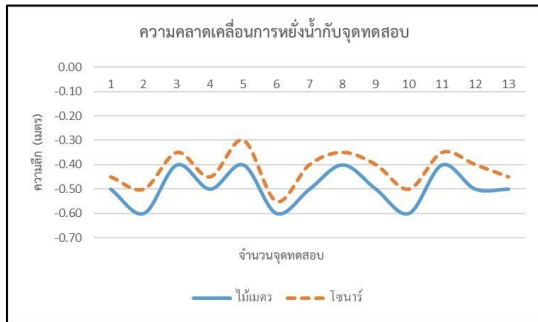
### 4.2 การตรวจสอบและปรับแก้ข้อมูลจากการหยั่งความลึก

การตรวจสอบความถูกต้องของการหยั่งน้ำถือเป็นสิ่งจำเป็นมาก เพราะเป็นตรวจทานความถูกต้องของเครื่องมืออีกครั้ง โดยใช้วิธีการสุ่มตรวจวัดการหยั่งความลึก โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบจากการหยั่งด้วยไม้เมตร เทียบกับเครื่องหยั่งความลึก และนำมาปรับแก้กับข้อมูล ตามตารางที่ 6 และ

กราฟแสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลหิ้งความลึกกับไม้เมตรอ้างอิง ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 6 ความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลหิ้งความลึกกับไม้เมตรอ้างอิง

จุด	ตะวันออก	เหนือ	ไม้เมตร		ค่าความคลาดเคลื่อน (เมตร)
			(เมตร)	(เมตร)	
257	668092.207	798121.782	-0.50	-0.45	-0.05
258	668101.244	798117.945	-0.60	-0.50	-0.10
259	668113.649	798114.045	-0.40	-0.35	-0.05
260	668125.358	798108.752	-0.50	-0.45	-0.05
261	668137.991	798102.496	-0.40	-0.30	-0.10
262	668145.189	798093.046	-0.60	-0.55	-0.05
263	668148.858	798083.455	-0.5	-0.40	-0.10
264	668149.918	798073.388	-0.4	-0.35	-0.05
265	668149.918	798064.587	-0.5	-0.40	-0.10
266	668146.531	798055.560	-0.6	-0.50	-0.10
267	668142.859	798047.938	-0.4	-0.35	-0.05
268	668138.590	798040.116	-0.5	-0.40	-0.10
269	668133.040	798033.858	-0.5	-0.45	-0.05



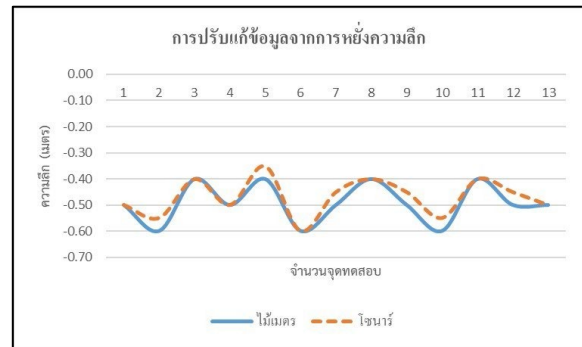
รูปที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลหิ้งความลึกกับจุดทดสอบ

#### 4.3 การปรับแก้ข้อมูลจากการหิ้งความลึก

จากข้อมูลความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลหิ้งความลึกกับไม้เมตรอ้างอิง ดังแสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลหิ้งความลึกกับไม้เมตรอ้างอิง จากข้อมูลจะสังเกตเห็นได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการหิ้งความลึกจะตื่นกว่าความเป็นจริง จึงต้องนำค่าที่คำนวณจากหัวข้อที่ 4.1 มาบวกเข้าไปกับค่าที่ได้จากเครื่องหิ้งความลึก (Echo Sounder) จะใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของชนิดน้ำกร่อย  $-0.05 \pm 0.01$  จะได้ผลดังตารางที่ 7 และรูปที่ 8

ตารางที่ 7 การปรับแก้ข้อมูลจากการหิ้งความลึก

จุด	ตะวันออก	เหนือ	ไม้เมตร		ค่าความคลาดเคลื่อน (เมตร)
			(เมตร)	(เมตร)	
257	668092.207	798121.782	-0.50	-0.50	0.00
258	668101.244	798117.945	-0.60	-0.55	-0.05
259	668113.649	798114.045	-0.40	-0.40	0.00
260	668125.358	798108.752	-0.50	-0.50	0.00
261	668137.991	798102.496	-0.40	-0.35	-0.05
262	668145.189	798093.046	-0.60	-0.60	0.00
263	668148.858	798083.455	-0.50	-0.45	-0.05
264	668149.918	798073.388	-0.40	-0.40	0.00
265	668149.918	798064.586	-0.50	-0.45	-0.05
266	668146.531	798055.599	-0.60	-0.55	-0.05
267	668142.859	798047.938	-0.40	-0.40	0.00
268	668138.589	798040.117	-0.50	-0.45	-0.05
269	668133.039	798033.858	-0.50	-0.50	0.00



รูปที่ 8 กราฟแสดงการปรับแก้ข้อมูลจากการหิ้งความลึก ชนิดน้ำกร่อย

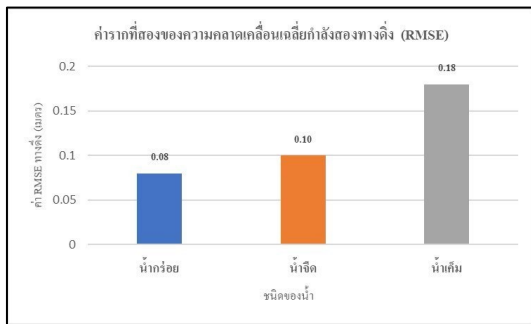
### 5. สรุปผล

#### 5.1 สรุปผลการทำงานวิจัย

จากผลการวิจัยในช่วงต้น การหิ้งความลึกด้วยเครื่องโซนาร์สำหรับการใช้ในการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา จากชนิดของน้ำที่แตกต่างกัน โดยการใช้วิธีการทางสถิติค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ในการเปรียบเทียบผลการวิจัย ชนิดน้ำจืดมีค่า RMSE 0.10 เมตร ค่า SD 0.01 เมตร, ชนิดน้ำกร่อยมีค่า RMSE 0.08 เมตร ค่า SD 0.01 เมตร, และชนิดน้ำเค็มมีค่า RMSE 0.18 เมตร SD 0.07 เมตร ตามรูปที่ 10 อธิบายได้ดังนี้ เนื่องจากชนิดน้ำจืด และน้ำกร่อย ซึ่งอยู่ในทะเลสาบตอนในพื้นที่น้ำค่อยข้างสงบ หรือพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบโดยตรงจากลม และคลื่นเหมือนดังชนิดน้ำเค็ม ซึ่งอยู่ในพื้นที่ทะเลเปิดจะโดนผลกระทบจากลม และคลื่นโดยตรง จึงสรุปได้ว่าชนิดของน้ำที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความถูกต้องในแนวตั้ง และเป็นไปตามมาตรฐานสากลขององค์การ IHO (Standards for Hydrographic Surveys) ของงานชั้น Special Order ที่กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนทางระดับหรือตั้ง RMSE 0.25 เมตร ที่ระดับความมั่นใจ 95% ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0 – 30 เมตร [12] สอดคล้องกับงานวิจัยอีกหลายท่านที่กล่าวไว้ ทั้งการแก้ไขการเอียงของเรือ (IMU) ที่มีผลต่อความลึกใน



บริเวณที่มีความลึกมาก พื้นผิวขรุขระ แต่ไม่มีผลเมื่ออยู่ในบริเวณน้ำตื้นและน้ำนิ่ง ในทำนองเดียวกันความแตกต่างค่าความเค็มของน้ำ หรืออุณหภูมิไม่มีผลต่อชาวเดอร์ สำหรับน้ำตื้นที่ไม่มีกระแสของน้ำที่ชัดเจน [15] แสดงให้เห็นว่าเครื่องชาวเดอร์สำหรับใช้ค้นหาตำแหน่งของปลาที่ติดตั้งร่วมกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุ่นต่ำแบบความถี่เดียวกันนั้นใช้งานง่าย และให้การวัดหยังความลึกคุณภาพสูงและภาพการสแกนโซนาร์มีความละเอียดสูงในราคาที่ย่อมเยาซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านได้นำเครื่องหยังความลึกชนิดต้นทุ่นต่ำไปใช้ในงานวิจัยหลากหลายสาขา ตั้งแต่วิศวกรรมทางทะเล [16] ไปจนถึงชีววิทยาทางทะเล[17] โบราณคดีและธรณีวิทยา [18] เป็นต้น



รูปที่ 10 ค่า RMSE ทางตั้งชนิดของน้ำแต่ละชนิด

### 5.2 อภิปรายผล

จากการเก็บข้อมูลหยังความลึกในสภาวะของน้ำที่แตกต่างกัน บริเวณความลึก 1, 2 และ 3 เมตร ดังผลที่สรุปไปข้างต้นนั้น แสดงให้เห็นว่าชนิดของน้ำที่มีความแตกต่างไม่มีผลต่อค่าความลึกที่หยังได้ด้วยเครื่องชาวเดอร์ เนื่องจากเป็นบริเวณน้ำตื้น และอุณหภูมิที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีการวิจัยรองรับหลายส่วนด้วยกัน ทั้งนี้การใช้เครื่องชาวเดอร์สำหรับใช้ค้นหาตำแหน่งของปลาที่ติดตั้งร่วมกับเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้นทุ่นต่ำแบบความถี่เดียวกันในการสำรวจเพื่อการทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำนั้นจะต้องมีการตรวจสอบกับจุดทดสอบเสมอ เพื่อนำค่ามาปรับแก้ข้อมูลจากการหยังความลึก เพื่อจะได้ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และหลังจากนั้นสามารถนำข้อมูลไปออกแบบเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการได้ เช่น งานสำรวจเพื่อขุดลอก เป็นต้น

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

การสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำเป็นศาสตร์ที่มีความเฉพาะทางเป็นอย่างมาก ผู้ที่จะนำเครื่องมือชนิดนี้ไปใช้งานควรจะมีสมาธิในการหลักการสำรวจ และการใช้เครื่องมือพอสมควร เมื่อผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเครื่องหยังความลึกด้วยเครื่องชาวเดอร์สำหรับใช้ในการเดินเรือและค้นหาตำแหน่งของปลา สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสำรวจเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำได้ การพัฒนาการสำรวจทางอุทกศาสตร์น่าจะมีสีสันและลูกเล่นใหม่ขึ้นมา เช่น การนำเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS (Global Navigation Satellite System) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องชาวเดอร์ต้นทุ่นต่ำ อาจจะเป็นทางเลือกใหม่ของนักสำรวจได้ในอนาคต

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณอรุณ เขตรมรคา วิศวกรโยธา ผู้มีความชำนาญด้านการสำรวจทางอุทกศาสตร์ ซึ่งท่านเป็นผู้ให้คำปรึกษาความรู้ ความเข้าใจ และสามารถนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และขอบคุณ น.ส.นันทกั กิมตัน ที่สนับสนุนการวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณผู้เขียนบทความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทุกท่าน บนเว็บไซต์ต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เขียนบทความ กระทำ และประสบการณ์ด้านการทำงานการสำรวจทางอุทกศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแรงบันดาลใจในการเขียนบทความนี้ขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ภูวิศา กิมตัน, เฉลิมชนม์ สติระพจน์ และ ชาติชาย ไวยสุระสิงห์ (2565). การประเมินความถูกต้องทางตำแหน่งระหว่างข้อมูลค่าแก๊จจากระบบดาวเทียม SBAS และเทคนิคการหาตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ DGNS ในการเดินทางเรือ กรณีศึกษา ท่าเรือน้ำลึก จังหวัดสงขลา.การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, เชียงราย, 24-26 สิงหาคม 2565
- [2] Ferretti, R., E. Fumagalli, M. Caccia, and G. Bruzzone. (2015). Seabed classification using a single beam echosounder. OCEANS 2015.Genova, May 18-21: 1-5.
- [3] Sánchez-Camero, N., S. Aceña, D. Rodríguez-Pérez, E. Couñago, P. Fraile, and J. Freire. (2012). Fast and low-cost method for VBES bathymetry generation in coastal areas. Estuarine, Coastal and Shelf Science 114: 175-182. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2012.08.018>.
- [4] Schimel, A.C.G., D. Ierodiaconou, L. Hulands, and D.M. Kennedy. (2015). Accounting for uncertainty in volumes of seabed change measured with repeat multibeam sonar surveys. Continental Shelf Research 111: 52-68. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.10.019>
- [5] O'Hara Murray, R.B., and A.G. Gallego. (2017). Data review and the development of realistic tidal and wave energy scenarios for numerical modelling of Orkney Islands waters, Scotland. Ocean & Coastal Management 147: 6-20. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.011>.
- [6] Entwistle, N., G. Heritage, and D. Milan. 2018. Recent remote sensing applications for hydro and morphodynamic monitoring and modelling. Earth Surface Processes and Landforms 43: 2283-2291.
- [7] Kulawiak, M., and A. Chybicki. 2018. Application of web-GIS and Geovisual analytics to monitoring of seabed evolution in South Baltic Sea coastal areas. Marine Geodesy 41 (4): 405-426. <https://doi.org/10.1080/01490419.2018.1469557>



- [8] Kachelreiss, D., M. Wegmann, M. Gollock, and N. Pettorelli. 2014. The application of remote sensing for marine protected area management. *Ecological Indicators* 36: 169–177.
- [9] Bandini, F., D. Olesen, J. Jakobsen, C.M.M. Kittel, S. Wang, M. Garcia, and P. Bauer-Gottwein. 2018. Technical note: Bathymetry observations of inland water bodies using a tethered single-beam sonar controlled by an unmanned aerial vehicle. *Hydrology and Earth System Sciences* 22: 4165.
- [10] Kearns, T.A., and J. Breman. (2010). Bathymetry—The art and science of seafloor Modelling for modern applications. ESRIpress: 1–36.
- [11] Monteys, X., P. Harris, S. Caloca, and C. Cahalane. (2015). Spatial prediction of coastal bathymetry based on multispectral satellite imagery and multibeam data. *Remote Sensing* 7: 13782–13806.
- [12] IHO. (2008). Standards for hydrographic surveys. 5th ed. Monaco, Monaco: International Hydrographic Bureau.
- [13] Garmin.GPSMAP 585 Plus [ออนไลน์].2023. แหล่งที่มา: <https://www.garmin.com/th-TH/p/556151> [20มีนาคม2566]
- [14] ค่าความเค็มในทะเลสาบสงขลา.โครงการวิจัยการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมด้วย IoT ร่วมกับกระบวนการมีส่วนร่วมภาคประชาชนในพื้นที่คาบสมุทรสตงขลา จังหวัดสงขลา.[ออนไลน์]. 2023. แหล่งที่มา: <http://cim.rmutsv.ac.th> [20มีนาคม2566]
- [15] Yamasaki, S., T. Tomonori, I. Shunsuke, and H. Masahiro. (2017). Acoustic water bottom investigation with a remotely operated watercraft survey system. *Progress in Earth and Planetary Science* 4(25): 1–9.
- [16] Uchida, K., Y. Miyamoto, S. Takeda, T. Tokai, T. Kakahara, and D. Shiode. (2008). A facile method for mapping bathymetric chart at shallow coastal water by using GPS and fish finder. *Journal of Fisheries Engineering* 45: 93–100.
- [17] Heyman, W.D., J.L.B. Ecochard, and F.B. Biasi. (2007). Low-cost bathymetric mapping for tropical marine conservation—A focus on reef fish spawning aggregation sites. *Marine Geodesy* 30: 37–50.
- [18] Yamasaki, S., and T. Kamai. (2015). A novel method of surveying submerged landslide ruins: Case study of the Nebukawa landslide in Japan. *Engineering Geology* 186: 28–33.