

การประเมินปริมาตรดินและตะกอนที่ทับถมบริเวณหน้าท่าเทียบเรือด้วยเครื่องมือหยังความลึกด้วยคลื่นเสียงความถี่เดียว

Assessment of the Volume of Soil and Sediment Deposited in Front of the Wharf with a Single-Frequency Acoustic Instrument

ปรารธนา แก้วดอนรี และ กนกพรรณ บัวน้อย*

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

Prattana Keawdonree and Kanokphan Buanoi*

Civil Engineering, Department of Civil Engineering,

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep,

2 Nanglinchi Rd., Tungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand.

*Corresponding author Email: kanokphan.p@mail.rmutk.ac.th

(Received: March 16, 2025 / Revised: May 03, 2025 / Accepted: June 20, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการดำเนินงานตามโครงการสหกิจศึกษา และการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ณ บริษัท ซี.เอ็ม.พี.ออนชอร์เซอร์วิส จำกัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการวัดความลึกโดยใช้เครื่องมือหยังความลึกร่วมกับอาร์ทีเคจีเอ็นเอสเอสเน็ตเวิร์ค (RTK GNSS Network) เพื่อจัดทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำบริเวณหน้าท่าเทียบเรือในรูปแบบพื้นผิวใต้น้ำ รวมทั้งคำนวณและเปรียบเทียบปริมาตรดินและตะกอนก่อนและหลังการขุดลอกในช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2566 และนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการคาดการณ์ปริมาตรตะกอนดินในปีถัดไป โดยดำเนินการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรม AutoCAD Civil 3D 2020 เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นผิวความลึกใต้น้ำ ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการขุดลอกพื้นที่มีระดับความลึกอยู่ในช่วงประมาณ 3.00 ถึง -8.00 เมตร และหลังการขุดลอกระดับความลึกเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง -9.00 ถึง -10.00 เมตร การคำนวณปริมาตรดินและตะกอนแสดงให้เห็นว่า ปริมาตรดินมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา โดยมีแนวโน้มลดลงในปี พ.ศ. 2565 และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2566 ซึ่งอาจสัมพันธ์กับกระบวนการและรูปแบบการขุดลอกในแต่ละปี เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอกพบว่าการลดลงของปริมาตรดินที่ถูกขุดออกในทุกปี โดยปี พ.ศ. 2564 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ต้องขุดออกมากที่สุด ปี พ.ศ. 2565 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรดินอย่างมีนัยสำคัญ และปี พ.ศ. 2566 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ถูกขุดออกเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ทั้งนี้ข้อมูลจากการศึกษาทั้งสามปีสะท้อนแนวโน้มว่า ปริมาตรดินและตะกอนในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีถัดไป ซึ่งสามารถนำไปใช้สนับสนุนการวางแผนขุดลอกและการบริหารจัดการพื้นที่หน้าท่าเทียบเรืออย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การรังวัดความลึก, สหกิจศึกษา, เครื่องหยั่งความลึก, RTK GNSS Network, ปริมาตรตะกอนดิน, แผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ

Abstract

This research is an implementation of the Cooperative Education Project and an integrated study with the work of students of the Department of Surveying Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology, Bangkok, who conducted the Cooperative Education in the 1st semester of the academic year 2023 at C.M.P. Onshore Service Co., Ltd. The RTK GNSS Network is used to map the underwater terrain in front of the wharf in the form of an underwater surface, as well as to calculate and compare the volume of soil and sediment before and after dredging during the period 2021–2023, and to use the results of the analysis to predict the volume of soil sediment in the following year. The data processing was carried out with AutoCAD Civil 3D 2020 to create a model of the underwater depth surface. The results of the study showed that before dredging, the depth of the area ranged from 3.00 to –8.00 meters, and after dredging, the depth increased in the range of –9.00 to –10.00 meters. When comparing the volume of soil before and after dredging, it was found that there was a decrease in the volume of soil that was excavated every year. In 2021, there was the largest volume of soil and sediment to be excavated, in 2022, there was no significant change in soil volume, and in 2023, there was another increase in the volume of soil and sediment that had to be excavated. The data from the three years of the study reflect the trend that the volume of soil and sediment in the study area is likely to increase in the following year. This can be used to support dredging planning and effective management of the area in front of the wharf.

Keywords: Bathymetric Survey, Cooperative Education, Echo Sounder, RTK GNSS Network, Sediment Volume, Underwater Topography

1. บทนำ

ท่าเทียบเรือเป็นโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรมชายฝั่งที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบการขนส่งทางน้ำ และห่วงโซ่อุปทานทางเศรษฐกิจ โดยประสิทธิภาพในการใช้งานของท่าเทียบเรือขึ้นอยู่กับสภาพความลึกและเสถียรภาพของพื้นที่ท้องน้ำบริเวณหน้าท่าเป็นสำคัญ การเปลี่ยนแปลงของสัณฐานพื้นที่ท้องน้ำอันเกิดจากกระบวนการพัฒนาและการสะสมตัวของดินและตะกอนจากกระแสน้ำ คลื่นลม และกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลให้เกิดการตื้นเขินและลดระดับความลึกที่ปลอดภัยต่อการเดินเรือ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบอย่างแพร่หลายในพื้นที่ท่าเรือและเขตชายฝั่ง (Nichols, 1994), (Whitehouse, 2000) ปัญหาดังกล่าวทำให้การติดตามและประเมิน

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องน้ำเชิงปริมาณมีความจำเป็นต่อการวางแผนขุดลอกและการบริหารจัดการท่าเทียบเรืออย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนการประเมินปริมาณดินและตะกอนที่สะสมบริเวณหน้าท่าเทียบเรือจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลความลึกที่มีความถูกต้องทั้งเชิงตำแหน่งและเชิงระดับ การรังวัดความลึกด้วยเครื่องหยั่งความลึกเชิงเสียง (Echo Sounder) เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะเครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียว (Single-frequency Echo Sounder) ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการสำรวจพื้นที่น้ำตื้นและบริเวณท่าเรือเนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลความลึกได้อย่างต่อเนื่องตามแนวเส้นทางสำรวจ และมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการสำรวจอุทกศาสตร์สากล (IHO, 2020) เมื่อบูรณาการข้อมูลความลึกเข้ากับระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูง จะสามารถสร้างแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศใต้น้ำในรูปแบบดิจิทัลและนำไปใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องน้ำและคำนวณปริมาณดินและตะกอนด้วยวิธีการเปรียบเทียบพื้นผิว (bathymetric differencing) ได้อย่างเป็นระบบ (Wheaton, 2010), (Brasington, 2012)

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณดินและตะกอนที่สะสมบริเวณหน้าท่าเทียบเรือโดยประยุกต์ใช้เครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียวร่วมกับข้อมูลตำแหน่งเชิงพื้นที่ เพื่อจัดทำแบบจำลองพื้นผิวใต้น้ำ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณดินและตะกอนในช่วงเวลาต่าง ๆ และสนับสนุนการตัดสินใจด้านการขุดลอกและการบริหารจัดการพื้นที่ท่าเทียบเรือบนพื้นฐานข้อมูลเชิงวิศวกรรมที่เชื่อถือได้ ในส่วนถัดไปของบทความจะนำเสนอวัสดุ อุปกรณ์ และระเบียบวิธีวิจัย (Materials and Methods) ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยเครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียว การประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ การสร้างแบบจำลองพื้นผิวใต้น้ำ และวิธีการคำนวณปริมาณดินและตะกอนอย่างละเอียดจากการตรวจสอบวรรณกรรมในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลการรังวัดความลึกเชิงเสียงเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสัณฐานพื้นที่ท้องน้ำและการสะสมตัวของตะกอนในบริบทของท่าเรือและพื้นที่ชายฝั่ง โดยเฉพาะการใช้ข้อมูล bathymetry เพื่อสนับสนุนการวางแผนขุดลอกและการจัดการร่องน้ำเดินเรือ (IHO, 2020), (PIANC, 2022) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรของตะกอนด้วยวิธีการเปรียบเทียบพื้นผิวจากข้อมูลหลายช่วงเวลา (Brasington, 2021), (Williams, 2022) รวมถึงการติดตามแนวโน้มการสะสมตัวของตะกอนในพื้นที่ท่าเรือโดยใช้การวิเคราะห์ bathymetry เชิงเวลา (Guerrero, 2020), (Ferrarin, 2021), (Li, 2022) นอกจากนี้ ยังมีการรายงานการใช้เครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียวในพื้นที่น้ำตื้นและบริเวณหน้าท่าเทียบเรืออย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความเหมาะสมด้านต้นทุน ความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน และความเพียงพอเชิงความละเอียดของข้อมูลสำหรับการประเมินเชิงวิศวกรรม (Cea, 2021), (Hernández, 2023) ตลอดจนการบูรณาการข้อมูลความลึกเข้ากับระบบกำหนดตำแหน่งดาวเทียมความแม่นยำสูงเพื่อเพิ่มความถูกต้องของแบบจำลองพื้นผิวใต้น้ำ (Calantoni, 2020), (Mandlbarger, 2023) อย่างไรก็ตาม แม้ว่างานวิจัยดังกล่าวจะสะท้อนถึงความก้าวหน้าในการใช้ข้อมูล bathymetry เพื่อการวิเคราะห์สัณฐานพื้นที่ท้องน้ำ แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังขาดการศึกษาเชิงระบบที่มุ่งเน้นการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณดินและตะกอนบริเวณหน้าท่าเทียบเรือโดยตรง จากข้อมูลการรังวัดความลึกแบบความถี่เดียวในหลายช่วงปีย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งการเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์เชิงปริมาตรเข้ากับการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคตเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการขุดลอก

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีคุณค่าทางวิชาการในการเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว ด้วยการนำเสนอกรอบวิธีการเชิงวิศวกรรมสำหรับการประเมินและวิเคราะห์ปริมาณดินและตะกอนจากข้อมูล bathymetry เชิงปริมาณ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในบริบทของการบริหารจัดการท่าเทียบเรือและการวางแผนขุดลอกอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. วิธีการทดลอง

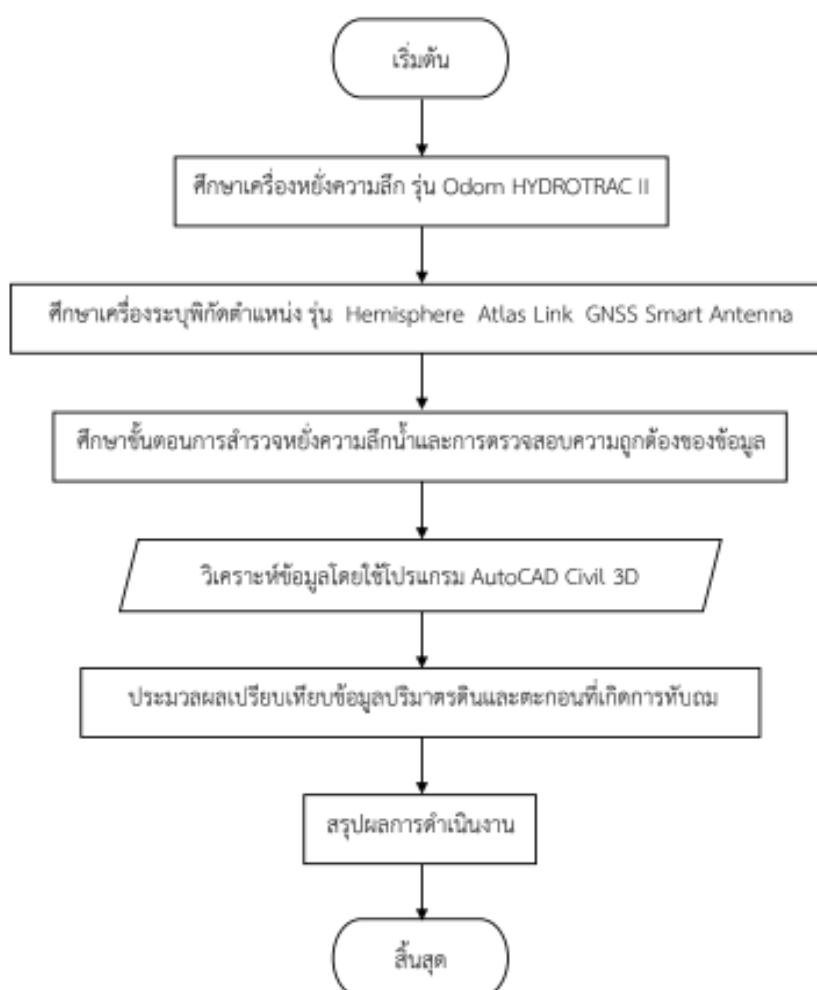
2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ซี.เอ็ม.พี.ออนชอร์เซอร์วิส ข้อมูลปริมาณดินและตะกอนที่เกิดการทับถม โดยใช้เครื่องความหยั่งลึก รุ่น Odom Hydrotrac II

2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

บริเวณท่าเรือของบริษัท อ.เมือง จังหวัดสมุทรสาคร

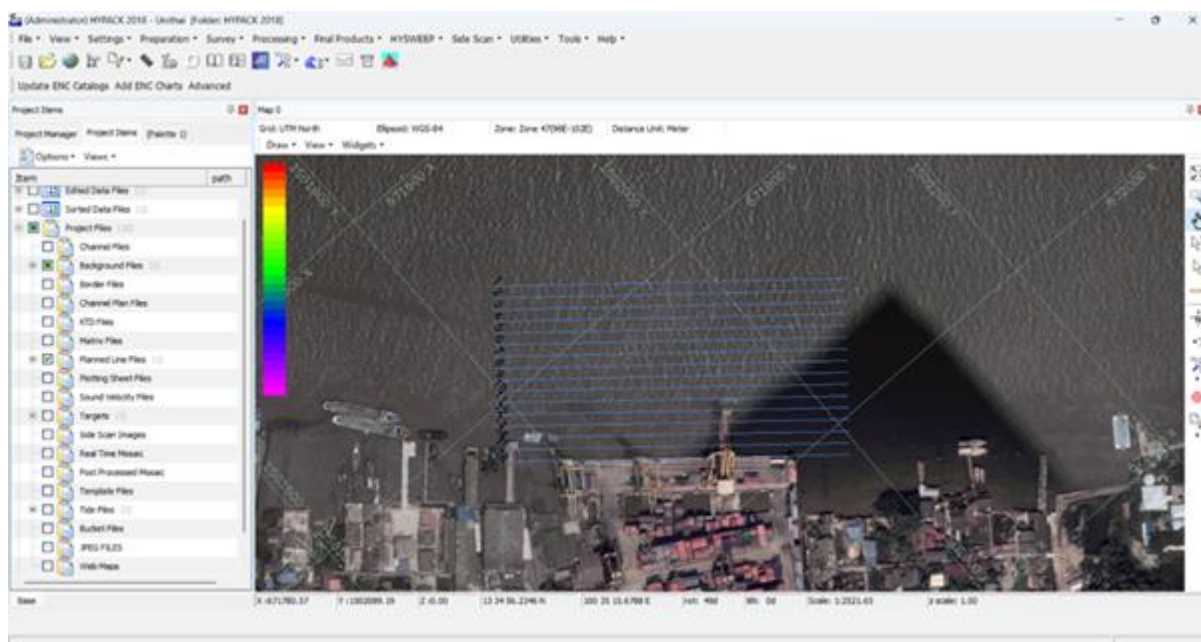
2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน



2.4 ขั้นตอนปฏิบัติงาน

1. ดำเนินการออกแบบ (Line) แนวการสำรวจความลึก เพื่อใช้นำทางการวิ่งเรือสำรวจ โดยใช้โปรแกรมสำรวจทางอุทกศาสตร์ รุ่น HYPACK VERSION 2018 บันทึกข้อมูลทั้งค่าพิกัดและความลึกของน้ำใน

DATA BASE คำนวณและเขียนแบบจากข้อมูลสำรวจในรูปแบบของแผนที่ชนิดดิจิทัล สร้างภาพจากข้อมูลสำรวจ



รูปที่ 2 การออกแบบแนวสำรวจความลึก

2. ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือสำรวจสำรวจห้วยน้ำหาความลึกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือ โดยติดตั้งเครื่องระบุตำแหน่งพิกัด GPS (Global Positioning System) รุ่น Hemisphere AtlasLink GNSS Smart Antenna คุณสมบัติรับสัญญาณ ได้ 2 ความถี่ คือ คลื่น L1, L2 โดยปรับค่าปรับแก้ชั้นบรรยากาศจากศูนย์ภาคพื้นดิน ค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) ประมาณ 0.01 – 0.05 เซนติเมตร ในระดับ RTK และติดตั้งเครื่องห้วยความลึกน้ำ รุ่น Hydrographic Odom HydroTrac II อุปกรณ์ส่งคลื่นเสียงผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลว(น้ำ) ลงไปยังพื้นดินใต้น้ำจากนั้นคลื่นเสียงจะสะท้อนกลับมาหาตัวรับ ซึ่งสูตรในการคำนวณนั้นก็คือ $V=S/T$ ซึ่งความแม่นยำที่ได้ขึ้นอยู่กับค่า V คือความเร็วของเสียงที่เดินทางในน้ำ โดยส่วนใหญ่ ถ้าสำรวจในน้ำจืด ค่าจะอยู่ที่ประมาณ 1,498 - 1500 m/s ถ้าเป็นน้ำกร่อย หรือน้ำปากแม่น้ำ ความหนาแน่นในน้ำย่อมมากขึ้นตาม ความเร็วของเสียงที่เดินทางในน้ำ ก็จะเพิ่มขึ้นตามเช่นกัน มีสัญญาณ OUTPUT แบบ DIGITAL สำหรับต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์หาตำแหน่งที่เหลืออื่น ๆ ได้ โดยผ่านทางสายเคเบิล RS-232 สามารถห้วยน้ำได้ลึกตั้งแต่ 0.50 เมตร ถึง 600 เมตร



รูปที่ 3 ตัว TRANSDUCER รับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่

3. ดำเนินการสำรวจโดยการหยั่งความลึกน้ำ การใช้เครื่องหยั่งความลึกน้ำเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลความลึก และข้อมูลตำแหน่งของจุดความลึก โดยอาศัยความเร็วคลื่นเสียงในน้ำเป็นตัวหารระดับความลึก ซึ่งข้อมูลที่ได้ มาจับคู่กับพิกัดจากเครื่องระบุตำแหน่งพิกัด GPS อุปกรณ์ระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยใช้เวลาทุกๆ 1 วินาที ข้อมูลที่ได้ จึงเป็นชุดข้อมูล ที่ประกอบไปด้วย ข้อมูลความลึก และข้อมูลค่าพิกัด ทุกๆ 1 วินาที โดยใช้โปรแกรม HYPACK ควบคุมการสำรวจ



รูปที่ 4 การสำรวจความลึกของน้ำ

4. การหยังความลึกน้ำโดยใช้เรื่อวิ่งสำรวจนั้น ไม่สามารถชิดเข้าถึงหน้าท่าเทียบเรือได้ ทำให้เกิดช่องว่างของข้อมูล จึงต้องมีโยงดิ่งวัดระดับความลึกหน้าท่าเรือทุก ๆ 5-10 เมตร ตลอดตามความยาวหน้าท่าเทียบเรือทั้งหมด รวมไปถึงหลังท่าเทียบเรือ

5. ดำเนินการประมวลผลหาค่าความลึก คำนวณปริมาณวัสดุก่อนและหลังการขุดลอก

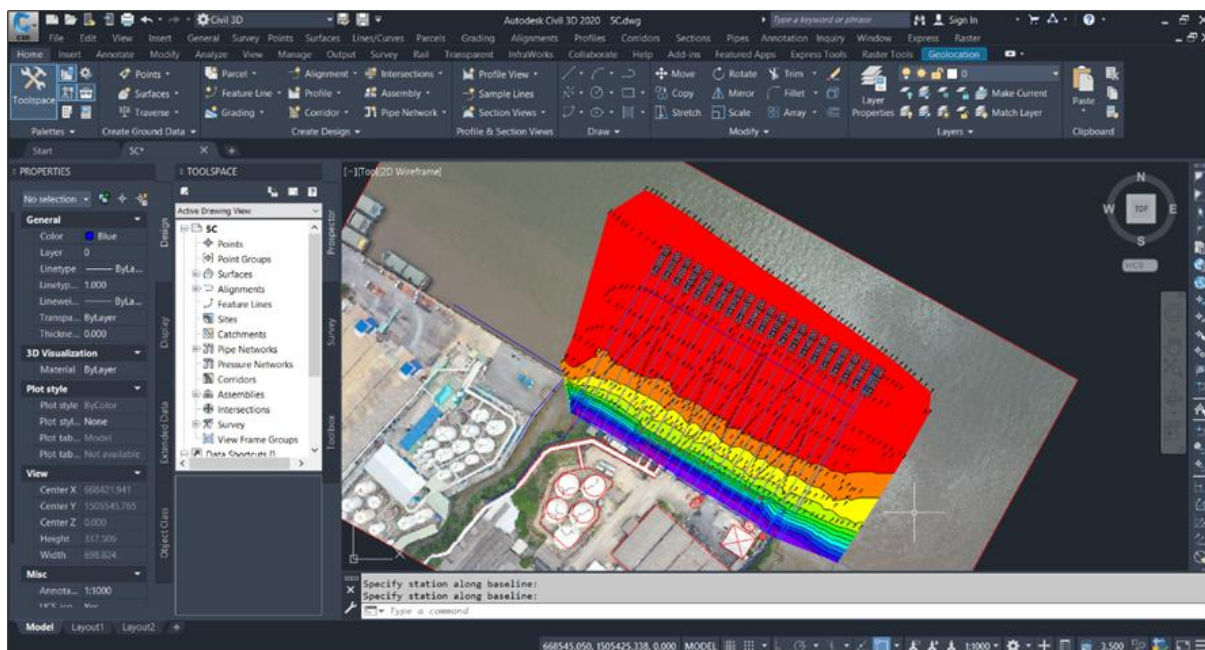
5.1 การประมวลผล และการวิเคราะห์พื้นที่ขุดลอก การคำนวณหาปริมาตรดินขุดต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจหยังน้ำ นำมาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นถึงลักษณะพื้นผิวได้น้ำ (surface analysis)

- การคำนวณระดับน้ำหน้าท่าเรือในช่วงเวลาหนึ่ง คำนวณได้จากระดับความลึกของน้ำหน้าท่าเรือช่วงเวลานั้น = ระยะทางพื้นท่าเรือถึงพื้นดินได้น้ำ - ระยะทางจากหน้าท่าเรือลงไปถึงผิวน้ำ

- นำข้อมูลระดับน้ำที่หักกลับแล้ว มาใส่ในโปร HYPACK VERSION 2018 เพื่อทำการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง บันทึกไฟล์เป็นXYZ นำไปเปิดใน Excel บันทึกเป็นนามสกุล CSV. เพื่อนำไปเปิดใช้ในโปรแกรม AutoCAD civil 3D

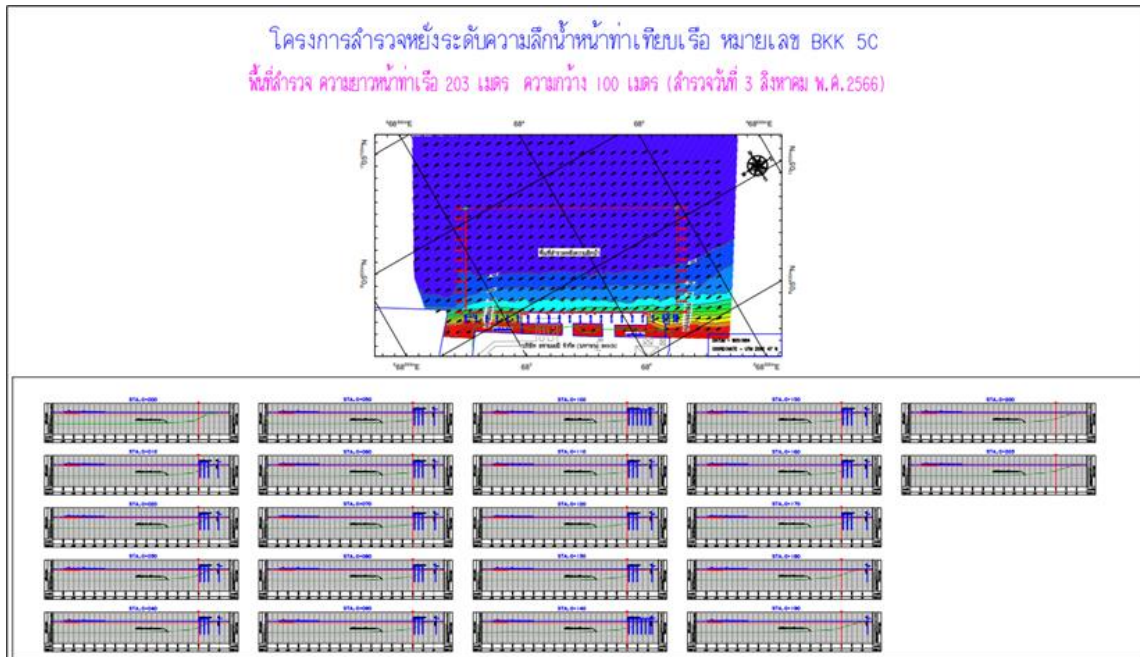
- นำข้อมูลเข้าใน AutoCAD civil 3D การสร้าง Surface เพื่อแสดงจัดทำแผนที่แสดงความลึกหน้าท่าเทียบเรือในรูปแบบพื้นผิวได้น้ำ

6. การคำนวณปริมาตรดินในการขุดลอก การคำนวณหาปริมาตรดินในการขุดลอกได้จาก(Cross Sectional Area) หรือการคำนวณพื้นที่หน้าตัดของระดับดินเดิมที่สำรวจหยังน้ำ ไปยังระดับที่สมมุติที่จะทำการขุดลอก(Digging design) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 พื้นที่หน้าตัดของระดับดินเดิมที่สำรวจหยังน้ำแต่ละ Station

7. นำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละ Station ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละ Station

3. ผลการทดลองและและอภิปรายผลอภิปรายผล

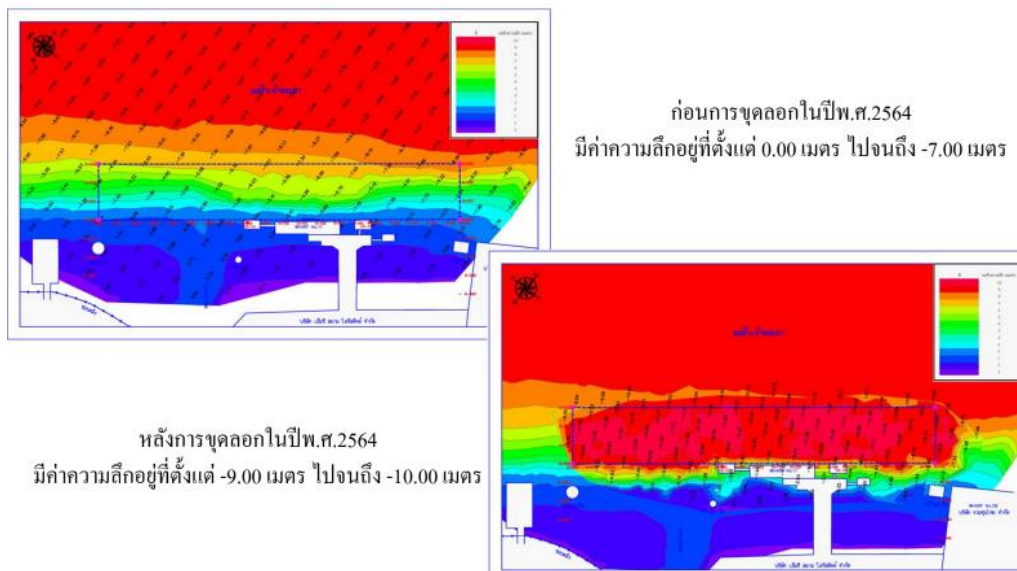
จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถจัดทำแผนที่แสดงพื้นผิวใต้น้ำโดยใช้สัญลักษณ์ของสีเพื่อแยกระดับความลึกของน้ำ โดยมีการแบ่งสีออกเป็น 13 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความลึกต่างกันทุก ๆ 1 เมตร ดังรูปที่ 7

Number	Minimum Elevation (m)	Maximum Elevation (m)	Color
1	-10.00	-9.00	
2	-9.00	-8.00	
3	-8.00	-7.00	
4	-7.00	-6.00	
5	-6.00	-5.00	
6	-5.00	-4.00	
7	-4.00	-3.00	
8	-3.00	-2.00	
9	-2.00	-1.00	
10	-1.00	0.00	
11	0.00	1.00	
12	1.00	2.00	
13	2.00	3.00	

รูปที่ 7 การแบ่งสีเพื่อแยกระดับความลึกของน้ำ

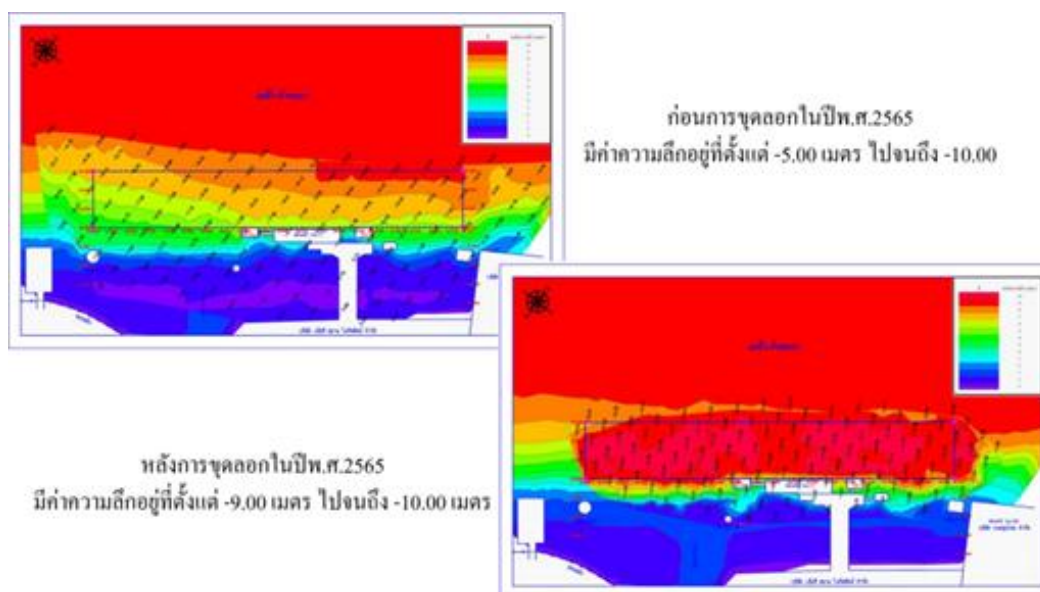
เมื่อนำการแบ่งสีเพื่อแยกระดับความลึกของน้ำ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ในปี พ.ศ. 2564 ตะกอนและปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ 0.00 เมตร ไปจนถึง -7.00 เมตร หลังการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -9.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร ดังรูปที่ 8



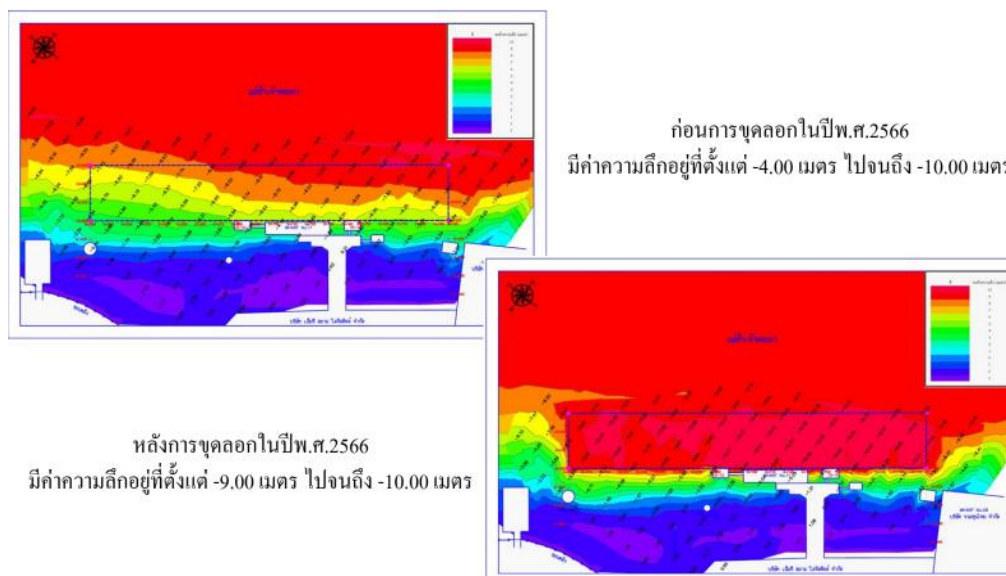
รูปที่ 8 ปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนและหลังการขุดลอก พ.ศ. 2564

3.2 ในปี พ.ศ. 2565 ตะกอนและปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -5.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร หลังการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -9.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนและหลังการขุดลอกปี พ.ศ. 2565

3.3 ในปี พ.ศ. 2566 ตะกอนและปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -4.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร หลังการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -9.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนและหลังการขุดลอกปี พ.ศ. 2566

จากผลการศึกษาสามารถสรุปข้อมูลโดยใช้กราฟเปรียบเทียบปริมาตรดินตะกอนที่ทับถมก่อน และหลังการขุดลอกแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มปริมาณดินและตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีถัดไปของการขุดลอก ในทั้งสามปี (พ.ศ. 2564 - พ.ศ.2566) ที่สังเกตได้ชัดในปี พ.ศ. 2564 มีปริมาตรดินที่ต้องการขุดมากที่สุด ในขณะที่ปี พ.ศ. 2565 มีปริมาตรดินที่ต้องการขุดน้อยที่สุด และในปี พ.ศ.2566 มีปริมาตรดินที่เพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้า พบว่าแนวโน้มของปริมาตรดินและตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีถัดไป

จากผลการดำเนินงานการใช้โปรแกรม AutoCAD Civil 3D 2020 เพื่อสร้างแผนที่ภูมิประเทศได้ดำเนินการสร้างพื้นผิวที่จำลองความลึกของน้ำก่อนการขุดลอกอยู่ในช่วง 3.00 ถึง -8.00 เมตร และหลังการขุดลอกความลึกอยู่ในช่วง -9.00 ถึง -10.00 เมตร การคำนวณปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอกพบว่าการเปลี่ยนแปลงโดยมีแนวโน้มที่ปริมาตรดินและตะกอนมีการลดลงในปี พ.ศ. 2565 และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2566 ซึ่งมีผลมาจากกระบวนการขุดลอก การเปรียบเทียบปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอกพบว่าการลดปริมาตรดินที่ถูกขุดออกในทุกปี โดยในปี พ.ศ.2564 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ถูกขุดออกมากขึ้นเนื่องจากการออกแบบขุดลอก ปี พ.ศ. 2565 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอก ปี พ.ศ.2566 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ถูกขุดออกมากขึ้น เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ปีมีแนวโน้มว่าปริมาตรดินและตะกอนจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในปีถัดไป

4. กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บริษัท ซี.เอ็ม.พี.ออนชอร์เซอร์วิส ที่ให้โอกาส และมอบหมายภารกิจที่มีคุณค่า ในด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการประเมินปริมาตรดินและตะกอนด้วยเครื่องมือหยั่งความลึกด้วยคลื่น เสียงความถี่เดียว

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนโครงการนี้ จนสามารถนำ ผลลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้จริงในกระบวนการสำรวจ การจัดการทำแผนที่ได้นำ ซึ่งถือเป็นการบูรณาการความรู้ จากห้องเรียนสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม

5. เอกสารอ้างอิง

- Brasington, J., Vericat, D., & Williams, R. (2021). Accounting for uncertainty in volumetric change analysis derived from repeat topographic and bathymetric surveys. *Earth Surface Processes and Landforms*, 46(4), 870–884. <https://doi.org/10.1002/esp.5072>
- Calantoni, J., Sherwood, C. R., & Wiberg, P. L. (2020). Sediment transport and seabed morphology in coastal environments. *Continental Shelf Research*, 198, 104120.
- Cea, L., & French, J. R. (2021). Bathymetric surveying and morphological change analysis in ports and estuaries. *Journal of Hydraulic Engineering*, 147(6), 04021024.
- Ferrarin, C., Lorenzetti, G., Bajo, M., & Umgiesser, G. (2021). Sediment dynamics and morphological changes in shallow coastal basins. *Marine Geology*, 435, 106460.
- Guerrero, M., Rüther, N., & de Lima, J. L. M. P. (2020). Morphological change detection using multitemporal bathymetric data. *Geomorphology*, 367, 107305.
- Hernández, J., López, M., & González, A. (2023). Application of single-beam echo sounders for bathymetric surveys in shallow port areas. *Ocean Engineering*, 270, 113486.
- International Hydrographic Organization (IHO). (2020). IHO standards for hydrographic surveys (S-44) (6th ed.). IHO.
- Li, J., Zhang, Y., & Wang, X. (2022). Multitemporal bathymetric analysis for sediment budget estimation in harbor areas. *Ocean & Coastal Management*, 219, 106041.
- Mandlbauer, G., Pfennigbauer, M., & Steinbacher, F. (2023). Integrated bathymetric modeling using GNSS-supported acoustic surveys. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 196, 123–137.
- PIANC. (2022). Dredging and port maintenance guidelines. Permanent International Association of Navigation Congresses.
- Williams, R., Brasington, J., & Hicks, D. M. (2022). Quantifying sediment volume changes using repeat bathymetric surveys. *Geomorphology*, 398, 108053.