การประเมินความลึกพื้นน้ำโดยเครื่องหยั่งความลึกชนิดใช้คลื่นเสียงสะท้อน

Water depth Assessment by Digital Echo Sounder

ภาคภูมิ มงคลสังข์[1*] และ กัปตันสมภพ พึ่งเสมา[2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

[1]E-mail: phakphumm@gmail.com

[2]บริษัท เอส เอ็ม กรุ๊ป มารีไทม์ คอนซัลเท้นท์ จำกัด

[2]E-mail: sompob2@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการประเมินความลึกพื้นน้ำโดยเครื่องหยั่งความลึกชนิดใช้คลื่นเสียงสะท้อนเพื่อตรวจสอบตะกอนที่ทับถมบริเวณหน้าท่าเรือทำให้เรือขนส่งเข้าเทียบท่าไม่ได้ เนื่องจากในแต่ละปี กระแสน้ำ มีผลต่อ ระดับความลึกของน้ำดังนั้น ร่องน้ำ และ ท่าเทียบเรือ ควรทำการสำรวจ ระดับความลึกของน้ำ โดยผลการตรวจสอบที่ได้จะนำไปประมวลผลจัดทำแผนที่ระดับความลึกของพื้นน้ำ รูปตัด และประเมินคำนวณหาปริมาณวัสดุการขุดลอกหน้าท่าเรือ จากการศึกษาพบว่าวิธีการประเมินความลึกพื้นน้ำโดยเครื่องหยั่งความลึกชนิดใช้คลื่นเสียงสะท้อน (Digital Echo Sounder) ช่วยตรวจสอบความลึกของพื้นน้ำได้อย่างสะดวก และแม่นยำ การจำลองรูปแบบจัดเตรียมแผนที่บริเวณที่ไปดำเนินการสำรวจและการออกแบบ (Line) แนวการสำรวจจะช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลที่ได้สามารถนำผลไปประเมินคำนวณปริมาณวัสดุก่อนการขุดลอกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือได้ การตรวจสอบประเมินความลึกพื้นน้ำควรตรวจสอบเป็นประจำทุกปี

คำสำคัญ: คลื่นเสียงสะท้อน ความลึกพื้นน้ำ แนวสำรวจ การขุดลอกร่องน้ำ

Abstract

This paper presents a method for evaluating the depth of the water by Digital Echo Sounder device using a resonance wave to check sediment that is deposited in front of the pier. In every year, the depth may change owing to current bring some of sand, mud, etc increase and/or various object at bottom river / sea base Hence, The Hydrographic shall carry on at least yearly basis. The result of the examination will be processed, mapping the depth of the water surface, cutting and evaluating, calculating the amount of material, dredging in front of the pier. From the study, it was found that the depth of the water depth measurement method by the Digital Echo Sounder helps to check the depth of the water easily and accurately. Conducting hydrographic surveys and design (Line) survey lines will help to work faster and more efficiently. The result can be evaluated to calculate the amount of material before dredging in front of the dock. Water depth assessment examination should be checked annually.

Keywords: Digital Echo Sounder, Water depth, Hydrographic Survey, Dredges calculate

*Corresponding author, e-mail: phakphumm@gmail.com

1. ที่มาและความสำคัญ

การเข้าเทียบท่าเรือของเรือขนส่งทางทะเลไม่ว่าจะเป็นเรือขนส่งสินค้า เรือขนส่งน้ำมัน หรือเรือขนส่งก๊าซหลายแห่งประสบปัญหาการเข้าเทียบท่าเรือไม่ได้เพราะหน้าท่าเรือตื้นเขินเนื่องจากตะกอนทับถม การสำรวจหยั่งน้ำหาความลึกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือหลายแห่งจึงมีความจำเป็นอย่างมาก การตรวจสอบจะเป็นการตรวจสอบโดยวิธีไม่ทำลาย (NDT) โดยใช้เครื่องหยั่งน้ำหาความลึกระบบดิจิตอล (Digital Echo Sounder) ดังรูปที่ 1 ในอดีตการหยั่งความลึก Echo Sounder ชาวประมงใช้ในการหาปลา ตรวจสอบปริมาณปลา เรียกรุ่นหาปลา (Fish Finder) โดย Echo Sounder (รุ่นหาปลา) จะเป็นรุ่นประเภทความถี่เดี่ยว (Single Beam) ติดตั้งเข้ากับ RTK GPS ค่าที่ได้จะมีความถูกต้องทางตำแหน่ง เหมาะกับงานน้ำตื้น ส่วนในน้ำลึกจะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมากเนื่องจากตัวแปรทางด้านค่าอุณหภูมิ และอัตราเร็วของเสียงไม่ได้ถูกนำมาคำนวณด้วย ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องจากอดีตโดยเปลี่ยนเป็นแบบความถี่คู่และติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมอาทิเช่น เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เครื่องมือวัดอัตราเร็วของเสียงในน้ำ เพื่อการประเมินผลให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยภายหลังจากการสำรวจจะจัดเก็บข้อมูลความลึก ค่าพิกัดบริเวณที่หยั่งน้ำ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผล ประกอบกับข้อมูลระดับน้ำขึ้นลงต่ำสุด (LLW) และข้อมูลเรือ จัดทำแผนที่แสดงระดับความลึกของพื้นน้ำ และนำไปประเมินคำนวณปริมาณ ดินและตะกอน เพื่อการขุดลอก และ รักษาระดับความลึก ต่อไป ดังนั้นการตรวจสอบโดยใช้เครื่องหยั่งน้ำหาความลึก (Digital Echo Sounder) จึงเป็นวิธีที่ตอบโจทย์ในเรื่องนี้ได้เป็นอย่างดีโดยวิธีดังกล่าวจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการดำเนินงานและประเมินผลการคำนวณอย่างถูกวิธี

รูปที่ 1 เครื่องหยั่งน้ำหาความลึก (Digital Echo Sounder) [1]

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเป็นการศึกษาวิธีการการสำรวจหยั่งน้ำหาความลึกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือโดยใช้เครื่องหยั่งน้ำหาความลึกระบบดิจิตอล (Digital Echo Sounder)

2.2 เพื่อเป็นการศึกษาการประมวลผลจัดทำแผนที่ระดับความลึกของพื้นน้ำ

2.3 ประเมินคำนวณหาปริมาณวัสดุการขุดลอกหน้าท่าเทียบเรือ

3. ทฤษฎี

การวัดความลึกของพื้นน้ำ แบ่งได้ 3 วิธี คือ

3.1 การใช้สายหยั่งความลึก โดยการวัดความลึก เป็นจุด ๆ วิธีการนี้จะใช้ได้ดี กับบริเวณที่มีความลึกไม่มากนัก เป็นวิธีการที่ใช้กันมาตั้งแต่สมัยเริ่มแรก โดยขณะทำการวัดตรวจสอบนั้นกระแสลมต้องไม่รุนแรงและการเคลื่อนไหวของกระแสน้ำต้องไม่แรงเช่นเดียวกัน

3.2 การใช้เสียงสะท้อน (Echo Sounder) เป็นวิธีการส่งคลื่นเสียงจากเรือ โดยคลื่นเสียงถูกส่งออกจากตัวส่ง Transducer จะเดินทางผ่านตัวกลางมวลน้ำชั้นต่างๆจนถึงพื้นน้ำไปกระทบกับผิวท้องน้ำในแนวดิ่ง และเมื่อคลื่นเสียงสะท้อนกลับมาที่เครื่องตรวจรับบริเวณท้องเรือ เราจะทราบความยาวของคลื่นเสียงและความเร็วเสียงที่เดินทางผ่านตัวกลาง นำเวลาที่ใช้ไปในการเดินทางของเสียงมาคำนวณแปรผลหาค่าความลึกบริเวณนั้นได้ ข้อจำกัดในการวัดในกรณีที่มีคลื่นแรง ซึ่งจะทำให้เรือเคลื่อนที่ขึ้นลง ค่าที่วัดได้อาจมีความผิดพลาด นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอื่นที่ต้องนำมาปรับแก้ค่าเพื่อให้ได้ความถูกต้องมากขึ้นนั่นคือ ความแตกต่างกันในคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำทะเลเช่น อุณหภูมิ, ความเค็มของน้ำโดยค่าอัตราเร็วของคลื่นเสียงในแม่น้ำ (น้ำจืด) จะต่างกับ ค่าอัตราเร็วของคลื่นเสียงในน้ำทะเล (น้ำเค็ม) และความดันของชั้นน้ำต่าง ๆ เนื่องจากจะมีผลต่อความเร็วของเสียงในน้ำ Echo Sounder แบ่งประเภทตามลักษณะคลื่นเสียงออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทความถี่เดี่ยว ประเภทความถี่คู่ และประเภทหลายความถี่

3.2.1. Echo Sounder ประเภทความถี่เดี่ยว (Single Beam) เหมาะกับการใช้งานในน้ำตื้นมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.3 % (3 เซนติเมตร ต่อความลึก 10 เมตร) ซึ่ง มี 2 ย่านความถี่

ความถี่ต่ำ (30 – 50 Hz) จะมี ความทะลุ สูง และ จะ สะท้อน เมื่อ ถึงชั้น ดินที่แข็ง

ความถี่สูง (200 – 220 Hz) จะสะท้อน กลับเร็ว ซึ่งจะใช้ใน การสำรวจ เพื่อทำแผนที่เดินเรือ

3.2.2. Echo Sounder ประเภทความถี่เดี่ยวและความถี่คู่ (Single/Dual Beam) เหมาะสำหรับงานสำรวจ ระดับความคลาดเคลื่อนเพียง 0.1 % (1 เซนติเมตร ต่อความลึก 10 เมตร) มีเพิ่มอุปกรณ์เสริม อาทิ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ หรือเครื่องมือวัดอัตราเร็วของเสียงในน้ำ เหมาะสำหรับงานสำรวจ Bathymetry ที่ต้องการความละเอียดสูง อาทิเช่น งานสำรวจฐานรากตอม่อสะพาน แพล๊ตฟอร์มฐานขุดเจาะน้ำมัน งานสำรวจจัดทำแผนที่สำหรับการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก เป็นต้น

3.2.3. Echo Sounder ประเภทหลายความถี่ (Multi Beam) สามารถมองเห็นภาพลักษณะพื้นผิวใต้น้ำ ได้อย่างละเอียดที่สุด มีหลักการทำงานพื้นฐานเช่นเดียวกับ Echo Sounder ประเภทความถี่เดียว-คู่ แต่เปลี่ยนการวัดความลึกจากการอ่านทีละจุดต่อตำแหน่ง ในแนวดิ่งฉาก มาเป็นการส่องกวาดสแกน ต่อ 1 Ping Record และถึงแม้เครื่องมือดังกล่าวจะทำงานด้วยระบบการส่งกระจายคลื่นเสียงแบบส่องกวาดสแกนตามขนาดมุมสแกน Swath ของตัว Transducer แต่ข้อมูลความลึกที่ได้มีความคลาดเคลื่อน 1-3 เซนติเมตรเท่านั้น ระยะเวลาที่ใช้ในการสำรวจสั้น เหมาะสำหรับงานสำรวจ Bathymetry ที่ต้องการความละเอียดสูงสุด อาทิงานวางสายเคเบิ้ลใต้ทะเล งานตรวจสอบโครงสร้างทางวิศวกรรมที่อยู่ใต้น้ำ

โดยการที่จะประมวลผลเพื่อคำนวณค่าต่างๆนั้น มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่ต้องทราบ คือ 1. อัตราเร็วของกระแสน้ำ เมตร/วินาที 2. ปริมาตรมวลน้ำ ลูกบาศก์เมตร/วินาที 3. ขนาดพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ ตารางเมตร 4. ระดับน้ำ เมตร

3.3 การใช้คลื่นสั่นสะเทือน (Seismic Wave) เป็นวิธีการใช้คลื่นสั่นสะเทือนซึ่งเกิดจากแรงอัดหรือแรงดันเป็นแหล่งกำเนิดเพื่อหาความลึก ผลจะทราบถึงความลึกของน้ำ ความหนา ชนิดและการเรียงตัว ตลอดจนส่วนประกอบของหินและตะกอนของพื้นน้ำบริเวณนั้นได้อีกด้วย วิธีการจะทำโดย การจุดระเบิดบริเวณที่ทำการวัดเพื่อให้คลื่นสั่นสะเทือนกระจาย

ออกไป จนถึงพื้นมหาสมุทร และใต้พื้นมหาสมุทรลงไป แล้ววัดคลื่นสะท้อนที่กลับมา ข้อมูลที่ได้คือเวลาที่ใช้ในการเดินทางตั้งแต่เริ่มจุดระเบิดจนถึงกลับมา เครื่องรับจะแปรผลออกมาเป็นระดับความลึกใน บริเวณที่ต้องการวัดได้

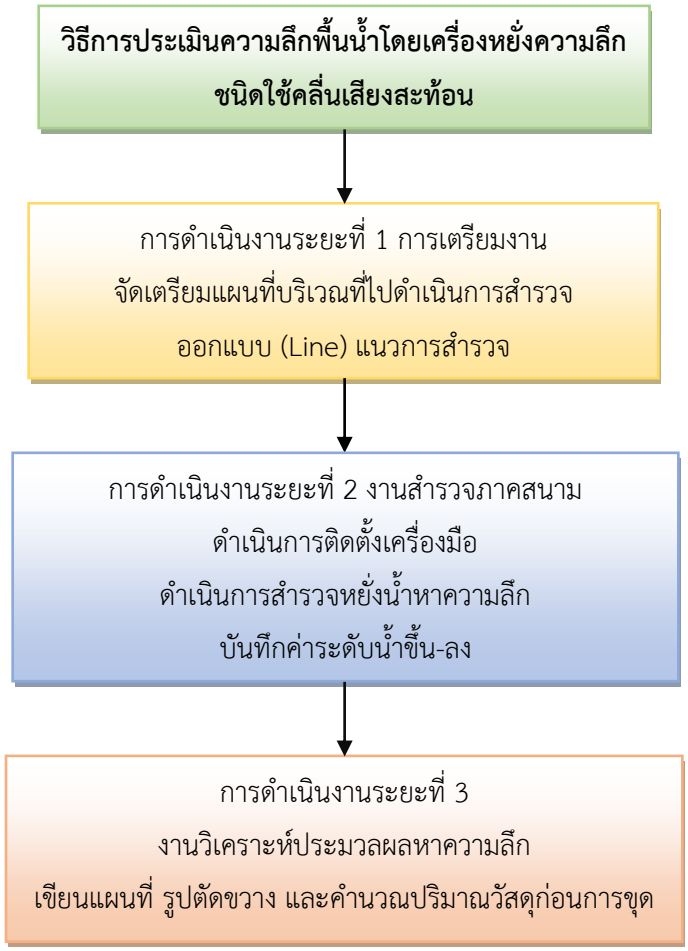
4. วิธีการดำเนินงาน

แนวทางการประเมินความลึกพื้นน้ำโดยเครื่องหยั่งความลึกชนิดใช้คลื่นเสียงสะท้อนสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ

การดำเนินงานระยะที่ 1 การเตรียมงาน จัดเตรียมแผนที่บริเวณที่ไปดำเนินการสำรวจ และออกแบบ (Line) แนวการสำรวจ

การดำเนินงานระยะที่ 2 งานสำรวจภาคสนาม ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือและดำเนินการสำรวจหยั่งน้ำหาความลึกบันทึกค่าระดับน้ำขึ้น-ลง

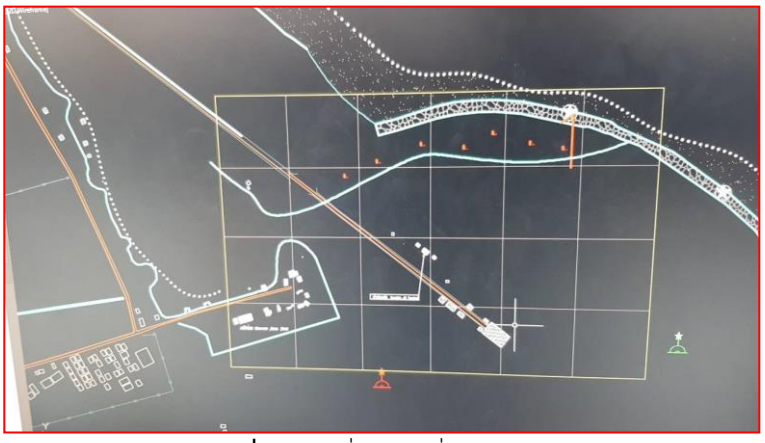
การดำเนินงานระยะที่ 3 งานวิเคราะห์ประมวลผลหาความลึก เขียนแผนที่ รูปตัดขวางและคำนวณปริมาณวัสดุก่อนการขุดลอกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือ แสดงได้ดังแผนภาพในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

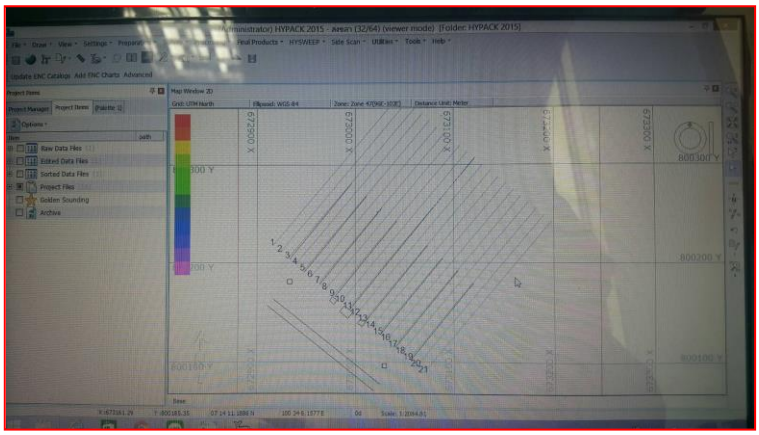
4.1 การดำเนินงานระยะที่ 1 การเตรียมงาน

4.1.1 จัดเตรียมแผนที่บริเวณที่ไปดำเนินการสำรวจ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนที่บริเวณที่ไปดำเนินการสำรวจ

4.1.2 ดำเนินการออกแบบ (Line) แนวการสำรวจหยั่งน้ำห่างกันทุก 10 – 20 เมตร เพื่อใช้นำทางเรือในการวิ่งสำรวจหยั่งน้ำหาความลึก โดยใช้โปรแกรมสำรวจทางอุทกศาสตร์ โปรแกรม HYPACK ดังรูปที่ 4

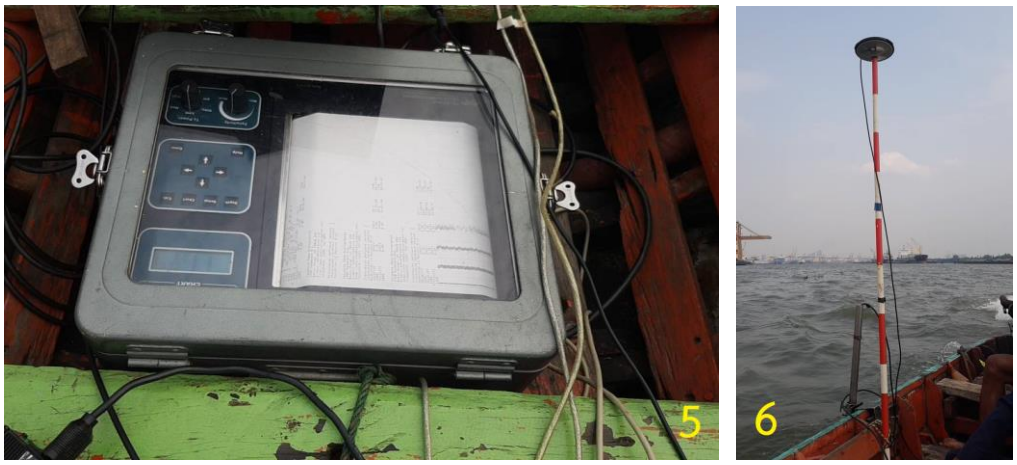


รูปที่ 4 การออกแบบแนวการสำรวจ

4.2 การดำเนินงานระยะที่ 2 งานสำรวจภาคสนาม

4.2.1 ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือสำรวจที่ใช้ในการสำรวจหยั่งน้ำ ดังนี้

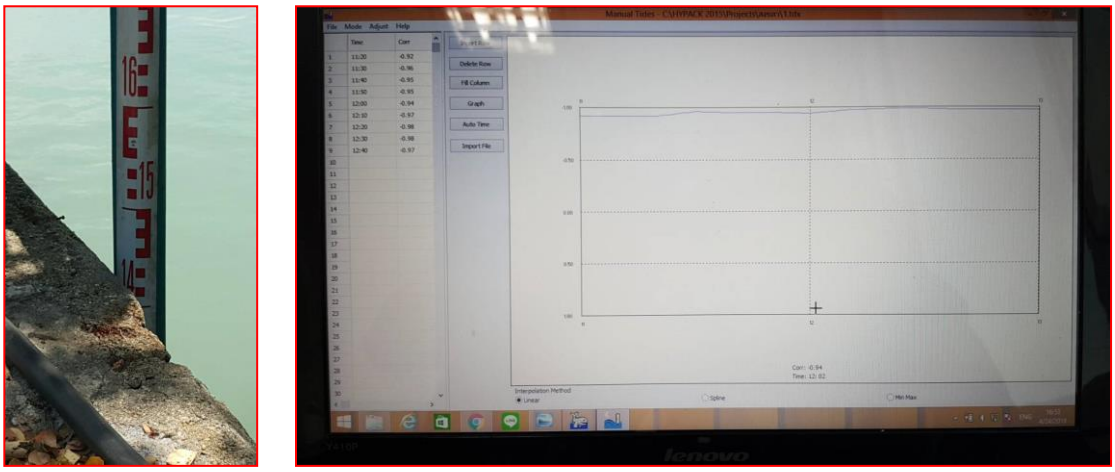
- เครื่องหยั่งน้ำหาความลึกระบบดิจิตอล (Digital Echo Sounder) ใช้วัดค่าความลึกท้องน้ำ ดังรูปที่ 5
- เครื่องหาค่าพิกัดตำบลที่หยั่งน้ำ (GPS) โดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมชนิดสองความถี่รับสัญญาณค่าแก้ทางตำแหน่งจากบริษัทผู้ให้บริการค่าแก้ความคลาดเลื่อนทางตำแหน่ง เพื่อใช้หาตำบลที่ความลึกของท้องน้ำ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 5-6 เครื่องหยั่งน้ำหาความลึกระบบดิจิตอล (Digital Echo Sounder), เครื่องหาค่าพิกัดตำบลที่หยั่งน้ำ (GPS)

4.2.2 ดำเนินการสำรวจหยั่งน้ำหาความลึกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือ โดยการสำรวจหยั่งน้ำแบบ Automatic Data Logging โดยใช้โปรแกรม HYPACK ควบคุมการสำรวจ และจัดเก็บข้อมูลความลึก และค่าพิกัดตำบลที่หยั่งน้ำ

4.2.3 ระหว่างดำเนินการสำรวจหยั่งน้ำจะต้องทำการบันทึกค่าระดับน้ำขึ้น-ลง สำหรับใช้ในการคำนวณหาค่าตัวหักความลึกน้ำ เพื่อทอนค่าเป็นความลึกเทียบกับค่าระดับน้ำลงต่ำที่สุด (Chart Datum Level) ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 บันทึกค่าระดับน้ำขึ้น-ลง

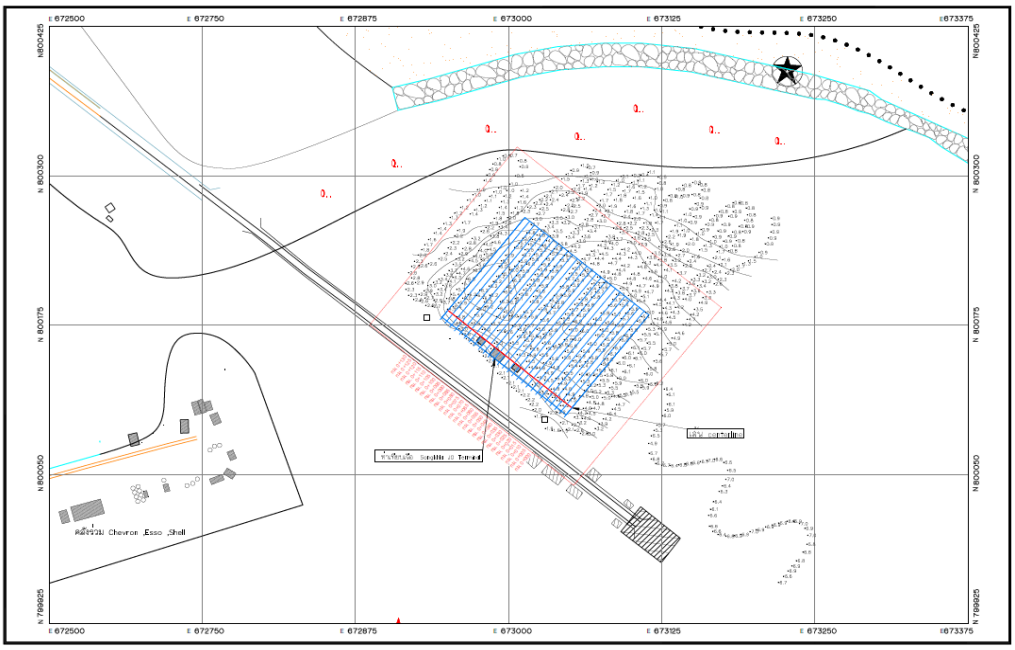
4.3 การดำเนินงานระยะที่ 3 งานวิเคราะห์ประมวลผลหาความลึก เขียนแผนที่ และรูปตัดขวาง

4.3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม มาดำเนินการทอนค่าความลึกของน้ำเทียบกับระดับน้ำลงต่ำที่สุด (Chart Datum Level) ที่ระดับทะเลปานกลางเหนือเส้นเกณฑ์โดยค่า Chart Datum Level ได้ข้อมูลมาจากระวางแผนที่ของกรมเจ้าท่า

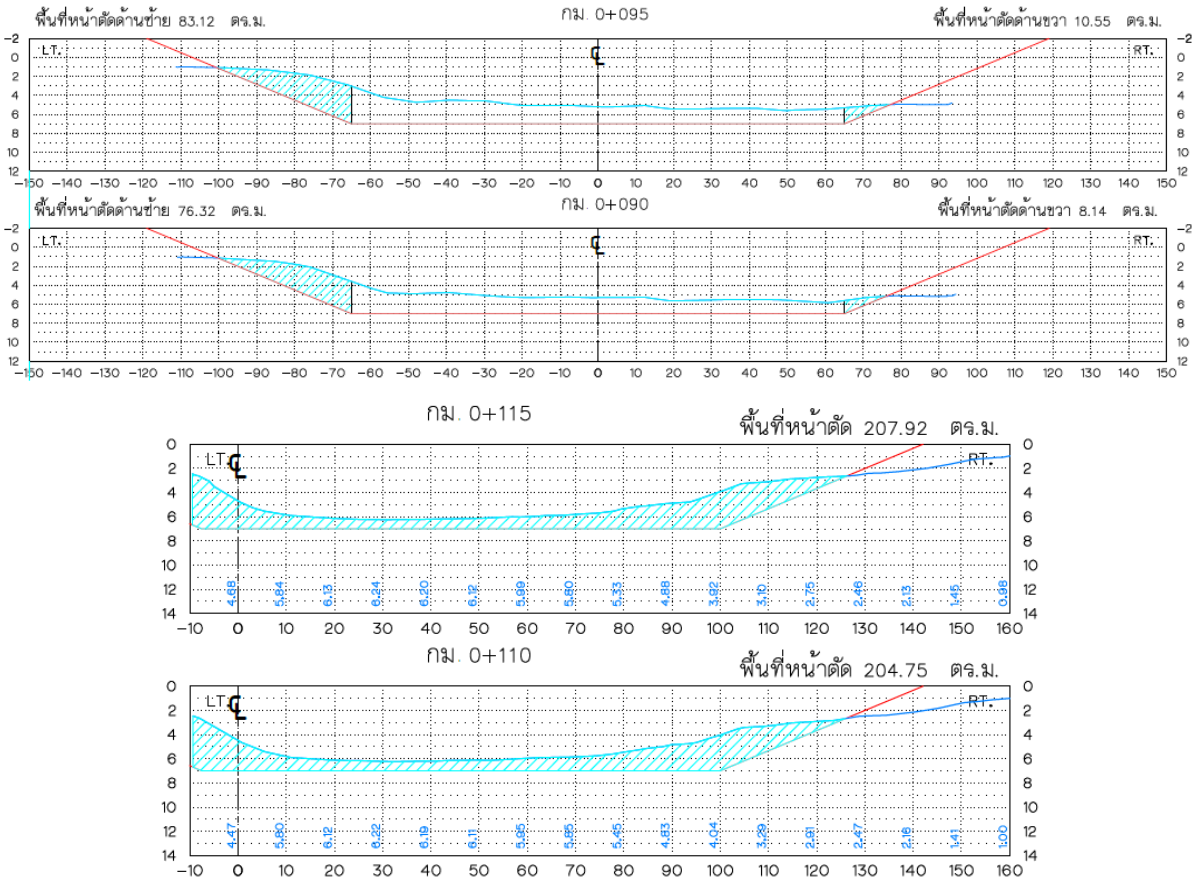
4.3.2 ทำการเลือกข้อมูลที่ได้จากการทอนค่าความลึกท้องน้ำไปดำเนินการเขียนแผนที่

4.3.3 ดำเนินการเขียนแผนที่ ดังรูปที่ 8 และรูปตัดขวาง ดังรูปที่ 9 โดยใช้โปรแกรม Auto Cad

4.3.4 คำนวณปริมาณวัสดุก่อนการขุดลอกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 8 แบบแปลนแผนที่ร่องน้ำ



รูปที่ 9 แบบแปลนแผนที่รูปตัดขวาง

ตารางคำนวณปริมาณวัสดุก่อนการขุดลอกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือ
ระดับขุดลอกที่ก้นร่องเท่ากับ 7 เมตร (L'LW) ความลาดเอียงด้านข้าง 1:6
สำรวจเมื่อ เดือนมีนาคม 2562

กม.	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ม.)	พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย (ตร.ม.)	ระยะทางระหว่างหน้าตัด (ม.)	วัสดุระหว่างหน้าตัด (ลบ.ม.)	ปริมาณวัสดุสะสม (ลบ.ม.)	หมายเหตุ
0+000	189.49					
0+110	204.75	207.14	5	1,035.70	**20,486.25**	
0+115	207.92	206.34	5	1,031.68	**21,517.93**	
0+120	218.80	213.36	5	1,066.80	**22,584.73**	
0+125	247.23	233.02	5	1,165.08	**23,749.80**	
0+130	287.27	267.25	5	1,336.25	**25,086.05**	
			รวมวัสดุทั้งสิ้น =	**25,086.05**	**ลบ.ม.**	

รูปที่ 10 ตัวอย่างแสดงปริมาณวัสดุก่อนการขุดลอกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือ

5. บทสรุป

5.1 วิธีการประเมินความลึกพื้นน้ำโดยเครื่องหยั่งความลึกชนิดใช้คลื่นเสียงสะท้อน (Digital Echo Sounder) ช่วยตรวจสอบความลึกของพื้นน้ำได้อย่างสะดวก และแม่นยำ

5.2 การจำลองรูปแบบจัดเตรียมแผนที่บริเวณที่ไปดำเนินการสำรวจ และการออกแบบ (Line) แนวการสำรวจจะช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3 สามารถนำผลไปประเมินคำนวณปริมาณวัสดุก่อนการขุดลอกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือได้

5.4 การตรวจสอบประเมินความลึกพื้นน้ำควรตรวจสอบเป็นประจำทุกปี

5.5 ในกรณีที่ มีระดับความลึกของน้ำ ที่ลดลงต้องทำการ สำรวจ โดยคำนวณหาปริมาณ ดิน ที่จะทำการขุด ลอก และต้องใช้ ย่าน ความถี่เดียวกัน

6. กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานของบทความนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้นเนื่องจากได้รับการสนับสนุนข้อมูลจาก บริษัท SM Group Maritime Consultant Co., Ltd.

บรรณานุกรม

[1] ASTM D6318-03 (2014), Standard Practice for Calibrating a Fathometer Using a Bar Check Method., Annual Book of ASTM Standards, Vol.04.02, ASTM, West Conshohocken, PA, American Society for Testing and Materials, 2003.