

การประยุกต์ใช้ทุ่นลอยติดตั้งระบบจีพีเอสเพื่อตรวจวัดกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำ

Implementation of GPS Drifters for Measuring Surface Current

พิเชษฐ ปัวเฮงทรัพย์¹

Pichet Puahengsup¹

Received: January 2, 2026

Revised: February 5, 2026

Accepted: February 20, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ทุ่นลอยติดตั้งระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบจีพีเอส (Global Positioning System, GPS) เพื่อตรวจวัดทิศทางและความเร็วกระแสผิวน้ำบริเวณผิวน้ำ โดยออกแบบและสร้างทุ่นลอยจากวัสดุที่สามารถจัดหาได้ทั่วไป มีต้นทุนต่ำ และเหมาะสมต่อการใช้งานภาคสนาม ทุ่นลอยที่พัฒนาขึ้นติดตั้งเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) และส่งข้อมูลตำแหน่งแบบต่อเนื่องผ่านแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันติดตามตำแหน่งแบบเรียลไทม์ (Real Time) จากนั้นข้อมูลพิกัดที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาจะถูกนำมาคำนวณความเร็วและทิศทางการเคลื่อนที่ของทุ่นลอย เพื่อใช้แสดงค่าความเร็วของกระแสผิวน้ำบริเวณผิวน้ำ การทดลองภาคสนามดำเนินการในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณหน้าโรงเรียนนายเรือ ผลการศึกษาพบว่าทุ่นลอยสามารถลอยตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถบันทึกเส้นทางการเคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาวิเคราะห์ภาพรวมการไหลของกระแสผิวน้ำบริเวณผิวน้ำในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้ทุ่นลอยติดตั้งเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) ว่าสามารถถูกใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจวัดกระแสผิวน้ำบริเวณผิวน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ทุ่นลอย เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส กระแสน้ำ เรือหลวงสมุทรศาสตร์

¹อาจารย์ กองวิชาวิศวกรรมอุทกศาสตร์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

Lecturer, Department of Hydrographic Engineering, Academic Branch, Royal Thai Naval Academy.

Email: ppuahengsup@yahoo.com

Abstract

This study aims to apply a low-cost GPS-equipped drifting buoy for measuring surface current velocity and direction. The buoy was designed and constructed using readily available materials, ensuring low production cost and suitability for field deployment. The developed buoy is equipped with a Global Positioning System (GPS) receiver and continuously transmits positional data via the Aika application, a real-time location tracking platform. The recorded GPS coordinates at successive time intervals were subsequently used to calculate the velocity and direction of buoy movement, which represent the surface current characteristics. Field experiments were conducted in the Chao Phraya River, in the vicinity of the Naval Academy, Thailand. The results demonstrate that the buoy maintained stable flotation and successfully recorded continuous movement trajectories throughout the deployment period. The derived data effectively captured the overall surface flow patterns within the study area. This study demonstrates the potential of GPS-equipped drifters to be effectively used as a tool for measuring surface water currents.

Keywords: Drifters, GPS Receiver, Surface Current, Real Time, Oceanography

1. บทนำ

กระแสน้ำเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาทางสมุทรศาสตร์ การตรวจวัดกระแสน้ำมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของการไหลของกระแสน้ำในแต่ละพื้นที่ โดยจะทำให้ทราบถึงลักษณะของมวลน้ำที่มีการเคลื่อนที่ไปยังบริเวณต่าง ๆ ตามปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ การตรวจวัดกระแสน้ำมีการตรวจวัดทั้งที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับความลึกต่าง ๆ โดยทั่วไป เจ้าหน้าที่ของกรมอุทกศาสตร์ที่ปฏิบัติงานภาคสนามไม่ว่าจะเป็นงานสำรวจแผนที่เดินเรือ หรืองานสำรวจสมุทรศาสตร์ มักจะนิยมใช้เครื่องตรวจวัดความเร็วและทิศทางกระแสน้ำแบบใบพัด (Impeller) ในการปฏิบัติงานภาคสนาม เนื่องจากใช้งานง่าย มีน้ำหนักเบา อย่างไรก็ตาม เครื่องตรวจวัดกระแสน้ำประเภทดังกล่าวก็มีข้อจำกัดในการใช้งานเช่นกัน ได้แก่ เป็นการตรวจวัดแบบจุดและที่ระดับความลึกเดียว ไม่สามารถให้ข้อมูลโครงสร้างกระแสน้ำตามความลึก หรือข้อมูลกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำได้ และไม่สามารถใช้ในการตรวจวัดกระแสน้ำเชิงพื้นที่ได้

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน จึงทำให้มีอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดกระแสน้ำหลากหลายชนิด โดยอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นก็จะมีวิธีการในการตรวจวัดและผลที่ได้รับแตกต่างกันไป หนึ่งในเครื่องมือตรวจวัดอีกประเภทที่เจ้าหน้าที่ภาคสนามของกรมอุทกศาสตร์นิยมใช้งานก็คือ เครื่องมือวัดกระแสน้ำแบบอะคูสติกดอปเพลอร์ (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการดอปเพลอร์ของคลื่นเสียงในการตรวจวัดความเร็วกระแสน้ำตามช่วงความลึกต่าง ๆ และได้รับการนำไปใช้อย่างแพร่หลายทั้งในแม่น้ำและบริเวณชายฝั่งทะเล แต่อุปกรณ์ดังกล่าวก็ยังไม่ใช่อุปกรณ์ที่ตอบโจทย์ในเรื่องของการวัดความเร็วกระแสน้ำบริเวณผิว เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่วัดความเร็วกระแสน้ำตามชั้นความลึก มีราคาค่อนข้างแพง และการใช้งานค่อนข้างซับซ้อน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นกับความจำเป็นในการตรวจวัดกระแสน้ำระดับผิวนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่องานด้านการสำรวจ งานออกแบบทางด้านวิศวกรรมชายฝั่งและการก่อสร้าง เช่น งานออกแบบโครงสร้างชายฝั่งท่าเรือ ฯลฯ ซึ่งจะต้องปรับโครงสร้าง ให้สอดคล้องกับความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำ รวมไปถึงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่บริเวณนั้น จึงเกิดแนวคิดที่จะประดิษฐ์หุ่นลอยอย่างง่ายที่เจ้าหน้าที่ภาคสนามของกรมอุทกศาสตร์สามารถจัดทำขึ้นจากวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาไม่สูง การประดิษฐ์ใช้เวลาไม่มาก โดยการจัดทำโครงสร้างของหุ่นนั้น ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาหลักการทางวิทยาศาสตร์/วิศวกรรมมากนัก หุ่นลอยดังกล่าวเมื่อนำมาติดตั้ง

เครื่องรับสัญญาณระบุพิกัดแบบจีพีเอส จะสามารถบันทึกตำแหน่งของหุ่นลอยได้ และเมื่อนำมาประมวลผลผ่านกระบวนการที่ไม่ซับซ้อน ก็จะสามารถทราบความเร็วกระแสน้ำที่ระดับผิวน้ำได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางในการใช้วัสดุที่มีความเหมาะสม น้ำหนักเบา ราคาไม่แพง และสามารถจัดหาได้ทั่วไปในท้องถิ่น มาสร้างหุ่นลอยเพื่อใช้ในการตรวจวัดกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำ

2.2 เพื่อประยุกต์ใช้เครื่องรับสัญญาณระบุพิกัดแบบจีพีเอส (GPS) ติดตั้งบนตัวหุ่นลอยในการตรวจวัดทิศทางและความเร็วกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 เพื่อประดิษฐ์หุ่นลอยติดตั้งเครื่องรับสัญญาณระบุพิกัดแบบจีพีเอส (GPS) ต้นแบบที่สามารถนำไปพัฒนาสำหรับการตรวจวัดกระแสน้ำบริเวณพื้นผิวน้ำต่อไป

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หุ่นลอยเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการศึกษาการเคลื่อนที่แบบลากรางเจียน (Lagrangian) ของกระแสผิวน้ำ เนื่องจากสามารถติดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ของมวลน้ำได้โดยตรง อย่างไรก็ตาม การใช้หุ่นลอยเผชิญกับความท้าทายหลักสองประการ ประการแรกคือ ปัญหาในการติดตามตำแหน่งหุ่นลอย โดยเฉพาะในกรณีที่หุ่นลอยเคลื่อนที่ในระยะทางไกลและในช่วงเวลาที่ยาวนาน ซึ่งการติดตามด้วยการสังเกตโดยตรงไม่สามารถกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีการระบุตำแหน่งและการสื่อสารระยะไกลที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ ประการที่สองคือ ความท้าทายในการออกแบบหุ่นลอยให้มีลักษณะทางกายภาพที่สามารถลดอิทธิพลจากแรงลมและแรงคลื่นที่กระทำโดยตรงต่ออุปกรณ์ เพื่อให้การเคลื่อนที่ของหุ่นลอยสะท้อนถึงการเคลื่อนที่ของกระแสผิวน้ำในระดับความลึกที่ต้องการศึกษาได้อย่างแท้จริง งานวิจัยที่ผ่านมาได้เสนอแนวทางการออกแบบ เช่น การใช้อุปกรณ์สำหรับชะลอความเร็ว (Drogue) ใต้ผิวน้ำในระดับความลึกที่เหมาะสม เพื่อลดการสั่นไหวจากแรงลม การแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากการใช้หุ่นลอยในการศึกษากระบวนการทางสมุทรศาสตร์ [1] อย่างไรก็ตาม หุ่นลอยถูกใช้อย่างแพร่หลายในการเก็บข้อมูลการวัดคลื่นทะเลเป็นประจำมาอย่างยาวนาน โดยในอดีตนิยมใช้เซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer) และเซนเซอร์วัดมุมเอียง (Tilt Sensors) เพื่อวัดการกระจัดของหุ่นที่เกิดจากคลื่น

ต่อมาได้มีการนำเครื่องรับสัญญาณระบุพิกัดแบบจีพีเอส (GPS) ซึ่งมีขนาดเล็ก และราคาถูกมาใช้ในการวัดคลื่นทะเลแทน ซึ่งเป็นการยืนยันถึงการใช้เครื่องรับสัญญาณระบุพิกัดแบบจีพีเอส (GPS) ในการวัดคลื่นทะเล [2] ในปี ค.ศ.2012 ได้มีการใช้หุ่นลอยที่ติดตั้งระบบจีพีเอส (GPS) สำหรับการวัดคลื่นผิวน้ำและทิศทางคลื่น โดยแสดงให้เห็นว่าระบบดังกล่าวสามารถให้ข้อมูลคลื่นที่มีความน่าเชื่อถือและมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ด้านสมุทรศาสตร์ ทั้งในแง่การวัดคลื่นและการไหลของกระแสผิวน้ำทะเล [3] ต่อมาในปี ค.ศ.2014 ได้มีการพัฒนาหุ่นลอยติดตั้งระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบความแม่นยำสูง สำหรับตรวจวัดระดับผิวน้ำแบบเรียลไทม์ (Real Time) ในบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งในประเทศไต้หวัน ผลการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนามแสดงให้เห็นว่าข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่ได้จากหุ่นลอยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำใกล้เคียง โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับไม่กี่เซนติเมตร [4] ในปี ค.ศ.2020 นักวิจัยในสาธารณรัฐประชาชนจีนได้นำเสนอการศึกษาการไหลของกระแสผิวน้ำในบริเวณอ่าวต้าหย่า (Daya Bay) และชายฝั่งตะวันออกของมณฑลกว่างตุง ประเทศจีน โดยใช้หุ่นลอยน้ำติดตั้งระบบจีพีเอส (GPS) จำนวน 120 หุ่น เพื่อติดตามการเคลื่อนที่ตามกระแสน้ำจริงในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ โดยหุ่นลอยจะส่งข้อมูลตำแหน่งและเวลาผ่านระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ ซึ่งสามารถ

นำมาคำนวณทิศทางและความเร็วกระแส น้ำบริเวณผิวต่อไป [5] จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีผู้ทำการตรวจวัดคลื่นและตรวจวัดระดับน้ำ หรือแม้แต่ตรวจวัดกระแส น้ำ โดยการประยุกต์ใช้หุ่นลอยติดตั้งระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกหรือจีพีเอส (GPS) ซึ่งได้รับผลการตรวจวัดที่ดี เป็นที่น่าเชื่อถือ หากแต่อุปกรณ์ที่ใช้เหล่านั้นยังมีราคาค่อนข้างสูง การใช้งานค่อนข้างซับซ้อน จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือ การประดิษฐ์หุ่นลอยติดตั้งเครื่องรับสัญญาณระบุพิกัดแบบจีพีเอส (GPS) ด้วยการใช้วัสดุที่มีความเหมาะสม หาง่ายในท้องถิ่น น้ำหนักเบา ราคาไม่แพง การประมวลผลข้อมูลเพื่อคำนวณหาความเร็วกระแส น้ำบริเวณผิวจากตำแหน่งของหุ่นลอยนั้นต้องไม่ซับซ้อน การวิจัยนี้จึงมีส่วนในการช่วยแก้ไขปัญหการปฏิบัติงานภาคสนามของเจ้าหน้าที่ภาคสนามได้เป็นอย่างดี

4. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยมีการดำเนินการหลัก ๆ อยู่ 2 ส่วน ประการแรกคือ การพิจารณาหาวัสดุที่มีความเหมาะสม น้ำหนักเบา ราคาไม่แพง และสามารถจัดหาได้ทั่วไป มาสร้างหุ่นลอยที่สามารถลดอิทธิพลจากแรงลมและแรงคลื่นที่กระทำเพื่อใช้ในการตรวจวัดกระแส น้ำบริเวณผิวน้ำ และประการที่สองคือ การนำเครื่องรับสัญญาณระบุพิกัดแบบจีพีเอส (GPS) มาติดกับตัวหุ่นลอย เพื่อใช้ติดตามการเคลื่อนที่ของหุ่นลอย

4.1 ขอบเขตการวิจัย

- (1) งานวิจัยนี้ไม่นำเอาอัตราผิวดระดับของระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบจีพีเอส (Global Positioning System, GPS) มาร่วมในการพิจารณา
- (2) เสถียรภาพของการรับ – ส่ง สัญญาณจีพีเอส (GPS) ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของขอบเขตงานวิจัยนี้
- (3) การวิเคราะห์มุ่งเน้นวิเคราะห์ข้อมูลความเร็วกระแส น้ำบริเวณผิวที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของหุ่นลอยในห้วงเวลาหนึ่ง ๆ เท่านั้น
- (4) ผลกระทบที่ได้รับจากอิทธิพลจากคลื่นลมแรงไม่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อหาอัตราผิวด (Error) ของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด
- (5) งานวิจัยนี้ไม่ได้วิจัยเกี่ยวกับความคงทนของหุ่นลอยสำหรับการใช้งานในระยะเวลาที่ยาวนาน

4.2 วัสดุและส่วนประกอบของหุ่นลอย

การประดิษฐ์หุ่นลอยนั้นมุ่งเน้นวัสดุที่หาง่ายทั่วไปในท้องถิ่น มีราคาไม่สูง ซึ่งเจ้าหน้าที่ภาคสนามที่ปฏิบัติงานสามารถประดิษฐ์ขึ้นเองในระยะเวลาสั้น ๆ รูปที่ 1 แสดงภาพวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาประดิษฐ์เป็นหุ่นลอย

- (1) อุปกรณ์สำหรับระบุพิกัดแบบจีพีเอส (4G) และส่งค่าพิกัดทางสัญญาณโทรศัพท์ผ่านระบบเซิร์ฟเวอร์ของไอก้า (Server AIKA) สำหรับติดตั้งบนหุ่นพร้อมซิมการ์ด (SIM Card)
 - เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) ไอก้า (AIKA 4G) สำหรับติดตามรถยนต์ จำนวน 1 อัน
 - ซิมการ์ด (SIM Card) รองรับสัญญาณ 4G แบบเติมเงิน จำนวน 1 อัน
- (2) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออนขนาด 11.1 โวลต์ (3.7 โวลต์ × 3) ความจุไฟฟ้า 3,000 มิลลิแอมป์
- (3) ตัวหุ่นพร้อมไฟแสดงสถานะเวลากลางคืน (มองเห็นได้ไกลประมาณ 3 ไมล์ ในเวลากลางคืน)
 - ท่อพีวีซี (PVC) ขนาด 2 นิ้ว หนา 5.5 นิ้ว ยาว 1.50 เมตร จำนวน 1 เส้น
 - ฝาครอบพีวีซี (PVC) ขนาด 2 นิ้ว อย่างหนา จำนวน 2 อัน
 - อะลูมิเนียม กว้าง 1 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร จำนวน 8 ตัว
 - นอตสแตนเลส ขนาด 2 หุน ยาว 1 นิ้ว จำนวน 16 ตัว
 - โคมไฟกะพริบใช้กับแรงดันไฟฟ้าขนาด 3 โวลต์ จำนวน 1 ดวง
 - โฟมหุ้มท่อขนาดกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร หนา 0.5 นิ้ว จำนวน 3 แผ่น
 - แผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ขนาด 1.20 × 2.40 × 0.6 เซนติเมตร จำนวน 1 แผ่น

- (4) ตัวชาร์จแบตเตอรี่แบบปรับค่าได้ รุ่น Imax B6AC
- (5) คอมพิวเตอร์ประมวลผลแบบพกพา หรือแท็บเล็ตติดตั้งแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) สำหรับใช้ในการทำงานภาคสนามร่วมกับหุ่นลอย



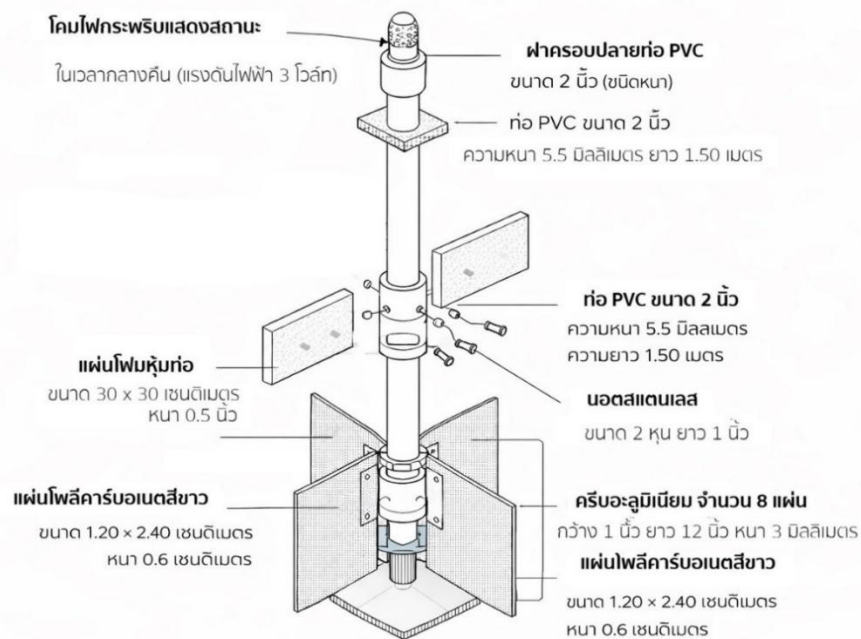
รูปที่ 1 อุปกรณ์และส่วนประกอบต่าง ๆ ของหุ่นลอย

4.3 การประดิษฐ์หุ่นลอยติดตั้งระบบจีพีเอส (GPS)

โครงสร้างหลักของหุ่นลอยประกอบด้วยท่อพีวีซี (PVC) ขนาด 2 นิ้ว ความยาวประมาณ 1.50 เมตร ทำหน้าที่เป็นแกนกลางของหุ่น โดยปิดปลายท่อด้านบนและด้านล่างด้วยฝาครอบพีวีซี (PVC) ชนิดหนา เพื่อป้องกันน้ำซึมเข้าสู่ภายใน ภายในท่อส่วนล่างจะบรรจุปูนซีเมนต์ในปริมาณที่สามารถใช้เป็นน้ำหนักถ่วง (Ballast) เพื่อช่วยควบคุมการลอยตัวของหุ่น การเพิ่มหรือลดปริมาณปูนซีเมนต์สามารถปรับระดับการโผล่พ้นน้ำของหุ่นได้ตามความต้องการ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อเสถียรภาพของหุ่นและคุณภาพการรับสัญญาณจีพีเอส (GPS)

เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการติดตามรถยนต์ จะถูกนำมาติดตั้งไว้ภายในส่วนบนของหุ่น โดยวางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้เสาอากาศของเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) อยู่ใกล้กับปลายท่อด้านบนมากที่สุด ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนบนของหุ่นอาจจะติดตั้งไฟแสดงสถานะ เช่น หลอดไฟแอลอีดี (LED) กระพริบสำหรับการมองเห็นในเวลากลางคืน และเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงานภาคสนาม สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้หลอดไฟแอลอีดี (LED) ที่มีระยะมองเห็นได้ในระยะไม่น้อยกว่า 3 ไมล์ ในเวลากลางคืน ส่วนประกอบต่าง ๆ ของหุ่นลอยติดตั้งระบบจีพีเอส (GPS) แสดงในรูปที่ 2

ระดับการลอยตัวของหุ่นถูกกำหนดให้ส่วนบนโผล่พ้นผิวน้ำประมาณ 1.5 ฟุต ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) อย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันยังช่วยลดผลกระทบจากลมซึ่งอาจทำให้หุ่นลอยเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ไม่สอดคล้องกับทิศทางกระแสน้ำจริง ส่วนล่างของหุ่นซึ่งจมอยู่ใต้น้ำ จะติดตั้งแผ่นหรือครีบทึบที่ทำจากแผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป การเลือกแผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) มาประยุกต์ใช้ทำเป็นแผ่นหรือครีบทึบ เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนทานต่อแรงกระทำต่าง ๆ แต่มีน้ำหนักเบา ซึ่งจากการทดลองใช้ครีบทึบที่ทำจากแผ่นโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate) นั้น ไม่ได้ลดเสถียรภาพการทรงตัวของหุ่นแต่อย่างใด ครีบทึบดังกล่าวมีหน้าที่ช่วยเพิ่มพื้นที่สัมผัสกับมวลน้ำบริเวณผิวน้ำ ทำให้หุ่นเคลื่อนที่สอดคล้องกับกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำมากขึ้น รูปที่ 3 แสดงให้เห็นลักษณะของหุ่นลอยที่ประดิษฐ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะปล่อยลงน้ำ



รูปที่ 2 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของทุ่นลอย



รูปที่ 3 (ซ้าย) แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ที่จะถูกนำไปติดตั้งบนทุ่นลอย ได้แก่ (1) ตัวรับสัญญาณจีพีเอส (2) แบตเตอรี่ และ (3) ไฟสัญญาณ (ขวา) แสดงลักษณะทุ่นลอยที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้งาน

4.4 แอปพลิเคชันไอก้า (AIKA)

ไอก้า (AIKA) เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับติดตามตำแหน่งแบบเรียลไทม์ (Real Time) ผ่านระบบจีพีเอส (GPS) โดยแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนแผนที่ผ่านอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ประมวลผลแบบพกพาหรือแท็บเล็ตที่ติดตั้งแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) ซึ่งรองรับทั้งระบบแอนดรอยด์ (Android) และไอโอเอส (iOS) ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันและย้อนหลังได้ผ่านอินเทอร์เฟซ (Interface) ของแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในแอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ เช่น การติดตามอุปกรณ์หรือเคลื่อนที่ของวัตถุที่ติดตั้งระบบจีพีเอส (GPS) โดยมีคุณสมบัติหลัก ๆ ดังนี้

- (1) การติดตามตำแหน่งแบบเรียลไทม์ (Real Time) หรือตำแหน่งปัจจุบัน และแสดงบนแผนที่
- (2) การดูเส้นทางย้อนหลังของอุปกรณ์ในช่วงเวลาที่ผ่านมา

- (3) การตั้งค่าแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์เคลื่อนออกจากพื้นที่ที่กำหนดไว้
- (4) รองรับการใช้งานหลายอุปกรณ์ภายในแอคเคานต์ (Account) เดียว
- (5) แสดงสถานะแบตเตอรี่และสัญญาณของอุปกรณ์

โดยที่อุปกรณ์จีพีเอส (GPS) ต้องใส่ซิมการ์ด (SIM Card) เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลตำแหน่งขึ้นสู่เซิร์ฟเวอร์ (Server) ของไอก้า (AIKA) จากนั้นผู้ใช้งานจึงจะสามารถดึงข้อมูลนั้นมาแสดงผลได้เหมือนกับระบบติดตามตำแหน่งของวัตถุโดยทั่วไป (GPS Tracker) ในงานวิจัยนี้เลือกใช้แอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นลอย ซึ่งสามารถนำไปประมวลผลเพื่อคำนวณความเร็วและทิศทางกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำได้ ข้อดีอีกประการของแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) คือ การรองรับการใช้งานหลายอุปกรณ์ภายในแอคเคานต์ (Account) เดียว ซึ่งทำให้สามารถใช้บัญชีเดียวเพื่อดูตำแหน่งของหุ่นหลาย ๆ หุ่นพร้อม ๆ กัน ส่งผลดีต่อการวิเคราะห์กระแสน้ำเชิงพื้นที่

4.5 พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้มีการทดลองภาคสนามจำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ การทดลองเกี่ยวกับเสถียรภาพการลอยตัวของหุ่นลอย ดำเนินการในสระว่ายน้ำของโรงเรียนนายเรือ และการทดสอบประสิทธิภาพของระบบจีพีเอส (GPS) ซึ่งติดตั้งอยู่บนหุ่นลอย ดำเนินการในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณด้านหน้าโรงเรียนนายเรือ เส้นทางตั้งแต่บริเวณคลังพลาริการจนถึงบริเวณอาคารที่พักของนักเรียนนายเรือ (อาคารนอน 4) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 พื้นที่ศึกษา (สำหรับการปล่อยหุ่นลอย) ในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณด้านหน้าโรงเรียนนายเรือ

4.6 การทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นลอยภาคสนาม

4.6.1 การปล่อยและบันทึกตำแหน่งหุ่นลอย

(1) ทำการปล่อยหุ่นลอยติดตั้งระบบจีพีเอส (GPS) ซึ่งได้ประกอบแบตเตอรี่และตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วลงในแม่น้ำเจ้าพระยา ณ ตำแหน่งต้นน้ำก่อนที่หุ่นจะเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่หนึ่ง (A1) ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยปรับตำแหน่งการปล่อยให้มีระยะห่างจากฝั่งในช่วงประมาณ 20 – 30 เมตร เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากการเลี้ยวเบนของกระแสน้ำจากโครงสร้างบริเวณริมตลิ่ง และโครงสร้างเสาบริเวณท่าเรือชอนเลบ พร้อมทั้งเปิดใช้งานแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) เพื่อเริ่มการบันทึกข้อมูลตำแหน่ง

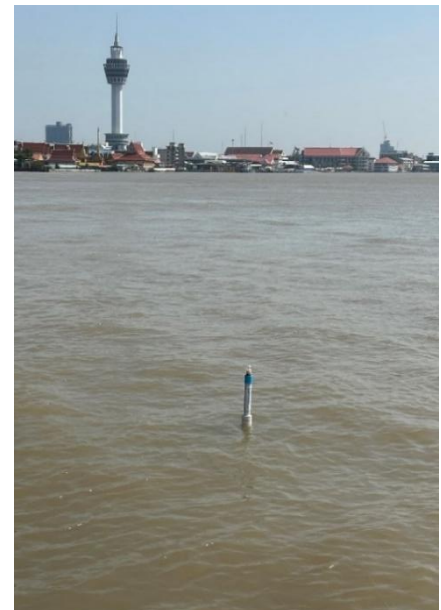
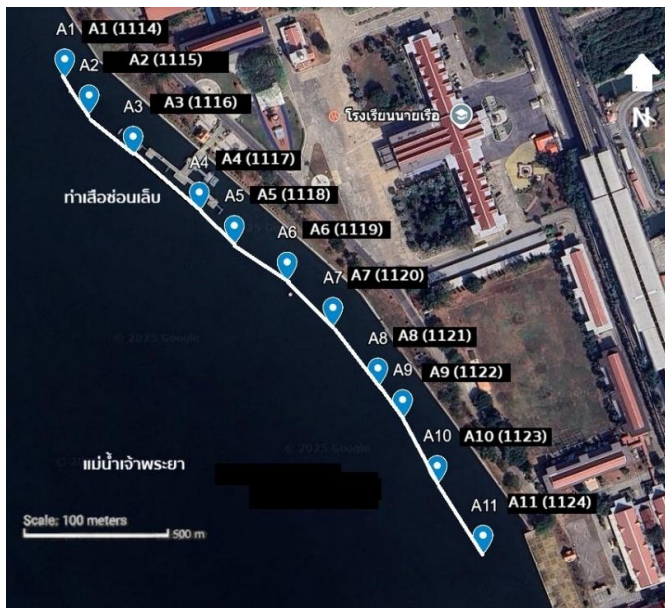
(2) เมื่อหุ่นลอยเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งที่หนึ่ง (A1) และอยู่ห่างจากฝั่งในระยะที่เหมาะสมแล้ว จึงปล่อยให้หุ่นลอยเคลื่อนที่ตามทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำตามธรรมชาติ โดยไม่มีการรบกวนการเคลื่อนที่ของหุ่น

(3) เจ้าหน้าที่ภาคสนามติดตามหุ่นลอยด้วยสายตาตั้งแต่ตำแหน่งที่หนึ่ง (A1) ตามแนวริมแม่น้ำจนถึงตำแหน่งสุดท้าย (A11) โดยระหว่างการติดตามต้องตรวจสอบแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) ว่าได้ทำการบันทึกเส้นทางการเคลื่อนที่ของหุ่นได้อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง

(4) เมื่อหุ่นลอยเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งสุดท้าย (A11) จะปล่อยให้หุ่นเคลื่อนที่เลยตำแหน่งดังกล่าวออกไปเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลตำแหน่งสุดท้ายถูกบันทึกครบถ้วนแล้ว จากนั้นจึงทำการเก็บหุ่นลอยขึ้นจากแม่น้ำ

(5) ข้อมูลตำแหน่งของหุ่นลอยที่บันทึกได้ตลอดเส้นทางจะถูกนำมาประมวลผลเพื่อคำนวณระยะทางระหว่างจุด แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าความเร็วของกระแสน้ำ โดยใช้ข้อมูลตำแหน่งที่ได้จากตัวรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) ทุก ๆ 1 นาที

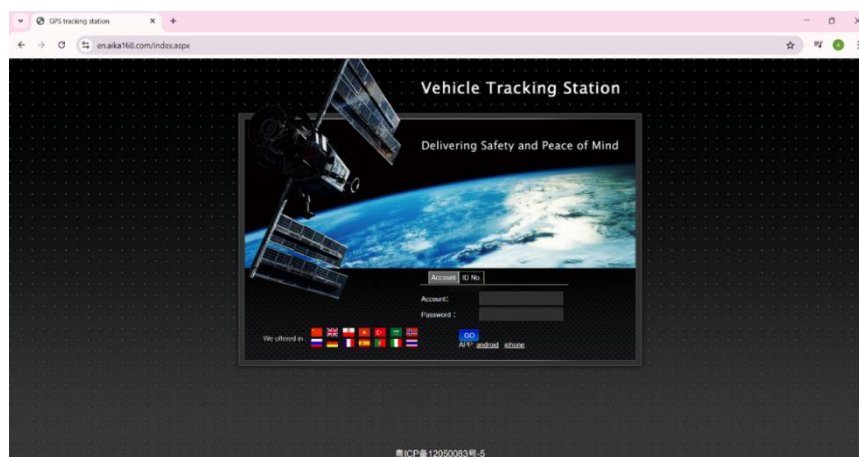
(6) ตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์ ข้อมูล และทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ



รูปที่ 5 แสดงการบันทึกตำแหน่งของหุ่นลอยในแม่น้ำเจ้าพระยา (บริเวณด้านหน้าโรงเรียนนายเรือ) ทุก ๆ 1 นาที

4.6.2 การตรวจสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ย้อนหลัง

การตรวจสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ย้อนหลังสามารถดำเนินการได้ผ่านแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) ทางที่อยู่เว็บไซต์ (Uniform Resource Locator, URL) ดังนี้ <http://en.aika168.com/index.aspx> (รูปที่ 6) โดยผู้ใช้งานจะต้องสมัครเข้าใช้งาน เพื่อมีบัญชีผู้ใช้งาน (Account) ซึ่งได้แก่ รหัสอุปกรณ์ และรหัสผ่าน (Password)



รูปที่ 6 หน้าเว็บไซต์ของไอก้า (AIKA)

รูปที่ 6 แสดงหน้าเว็บไซต์ของไอก้า (AIKA) ซึ่งเป็นหน้าเว็บบริการระบบติดตามแพลตฟอร์ม (Platform) ที่ติดตั้งจีพีเอส (GPS) แบบออนไลน์ โดยผู้ใช้งานต้องล็อกอิน (Log In) เพื่อตรวจสอบตำแหน่งและข้อมูลการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์จีพีเอส (GPS) แบบเรียลไทม์ (Real Time) ผ่านอินเทอร์เน็ตและแอปพลิเคชันมือถือไม่ว่าจะเป็นระบบแอนดรอยด์ (Android) หรือไอโอเอส (iOS) ผู้ใช้งานจะต้องเข้าไปเลือกชุดข้อมูลที่ต้องการดาวน์โหลด โดยสามารถเลือกได้จากวันที่ที่มีการบันทึกข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์ค่าความเร็วและทิศทางกระแสน้ำต่อไป สำหรับการแสดงผลเชิงพื้นที่นั้นมีซอฟต์แวร์มากมายที่สามารถนำมาแสดงผลได้ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้กูเกิ้ลเอิร์ธโปร (Google Earth Pro) เนื่องจากเป็นฟรีแวร์ (Free Ware) ที่ใช้งานค่อนข้างสะดวก ผลของการใช้กูเกิ้ลเอิร์ธโปร (Google Earth Pro) แสดงในรูปที่ 5 (ซ้าย)

4.6.3 การวิเคราะห์ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำ

การวิเคราะห์ความเร็วของกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำสามารถดำเนินการได้ด้วยการนำชุดข้อมูลที่ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันของไอก้า (AIKA) มาคำนวณหาความเร็วของหุ่นลอยระหว่างจุดต่าง ๆ ที่มีการบันทึกตำแหน่งและเวลา โดยใช้สมการการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนี้

$$V = \frac{S}{t} \quad (1)$$

เมื่อ V คือ ความเร็วกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำ หน่วยเป็นเมตร/วินาที

S คือ ระยะทาง (หน่วยเป็นเมตร) ระหว่างตำแหน่งที่ถูกบันทึกทุก ๆ 1 นาที หรือ 60 วินาที

t คือ เวลาระหว่างตำแหน่งที่ถูกบันทึกทุก ๆ 60 วินาที

ส่วนการวิเคราะห์ทิศทางกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำ ดำเนินการโดยนำข้อมูลมาแสดงบนแผนภาพทิศทางกระแสน้ำ (Rose Diagram) สำหรับผลการวิเคราะห์ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปในหัวข้อผลการทดลองภาคสนาม

5. ผลการทดลองภาคสนาม

จากการทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นลอยภาคสนาม พบว่าหุ่นลอยสามารถลอยอยู่ที่ระดับผิวน้ำได้เป็นอย่างดี มีอาการเอียงเพียงเล็กน้อยเมื่อเจอกระแสน้ำที่เปลี่ยนอย่างรวดเร็ว หรือกระแสน้ำที่เกิดจากเรือที่สัญจรผ่านไปมา แต่ตัวหุ่นลอยก็สามารถทรงตัวกลับมาในลักษณะเดิมได้อย่างดี นอกจากนั้นตัวหุ่นลอยเองยังกินลมน้อย เนื่องจากถูกออกแบบให้มีโครงสร้างส่วนเหนือน้ำที่มีขนาดเล็กและมีความสูงไม่มากจนเกินไป หุ่นลอยสามารถไหลไปตามกระแสน้ำได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการออกแบบส่วนใต้น้ำที่มีลักษณะเป็นครีบ แสดงให้เห็นว่าการออกแบบโครงสร้างและการเลือกใช้วัสดุของหุ่นลอย มีความเหมาะสมต่อการใช้งานในสภาพแวดล้อมภาคสนามจริง การบันทึกค่าตำแหน่งจากตัวรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) ในแอปพลิเคชันไอก้า (AIKA) ก็สามารถบันทึกค่าตำแหน่งที่หนึ่ง (A1) จนถึงตำแหน่งสุดท้าย (A11) ตามแนวริมแม่น้ำได้อย่างต่อเนื่องตามเส้นทางจริง ไม่มีการเบี่ยงเบนผิดปกติหรือการหยุดชะงักของสัญญาณ เมื่อทำการตรวจสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ย้อนหลัง และดาวน์โหลดข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความเร็วกระแสน้ำก็ได้ข้อมูลครบถ้วน ดังปรากฏผลในตารางที่ 1

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลทุก ๆ 1 นาที เนื่องจากพิจารณาแล้วว่าค่าความเร็วที่ได้จะเป็นค่าที่สะท้อนการไหลเฉลี่ยของกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำจริง ๆ มากกว่าค่าความผันผวนระยะสั้นจากการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulence) เมื่อพิจารณาข้อมูลตำแหน่งของหุ่นลอยตามตารางที่ 1 พบว่าค่าความเร็วและทิศทางที่ได้มีความสอดคล้องกับสภาพการไหลของน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นจริงในวันที่มีการทดสอบภาคสนาม

ตารางที่ 1 ตารางการคำนวณความเร็วกระแสน้ำคำนวณจากการทดสอบประสิทธิภาพหุ่นลอยภาคสนามในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณด้านหน้าโรงเรียนนายเรือเมื่อวันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ.2565

ลำดับ	การบันทึกเวลา (ชม.:นาท.:วินาที) UTC+7	ตำแหน่งของหุ่นลอย (พื้นหลักฐาน WGS84)		ความเร็วกระแสน้ำ (เมตร/วินาที)	เส้นทาง	ทิศทาง (องศา)
		ละติจูด (เหนือ)	ลองจิจูด (ตะวันออก)			
1	11:14:55	13° 36' 34.88"	100° 35' 28.45"	0.50	A1 - A2	160
2	11:15:55	13° 36' 34.07"	100° 35' 29.01"	0.70	A2 - A3	145
3	11:16:55	13° 36' 33.14"	100° 35' 30.03"	1.00	A3 - A4	140
4	11:17:55	13° 36' 31.89"	100° 35' 31.56"	0.56	A4 - A5	140
5	11:18:55	13° 36' 31.14"	100° 35' 32.37"	0.74	A5 - A6	135
6	11:19:55	13° 36' 30.32"	100° 35' 33.59"	0.75	A6 - A7	135
7	11:20:55	13° 36' 29.30"	100° 35' 34.65"	0.87	A7 - A8	135
8	11:21:55	13° 36' 27.94"	100° 35' 35.69"	0.46	A8 - A9	150
9	11:22:55	13° 36' 27.23"	100° 35' 36.26"	0.86	A9 - A10	155
10	11:23:55	13° 36' 25.75"	100° 35' 37.06"	0.96	A10 - A11	160
11	11:24:55	13° 36' 24.19"	100° 35' 38.12"	-	-	-

5.1 ความเร็วกระแสน้ำ

ค่าความเร็วกระแสน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งและช่วงเวลาสะท้อนถึงลักษณะการไหลตามธรรมชาติของแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบภาคสนาม ค่าความเร็วต่ำสุดปรากฏในช่วงการเคลื่อนที่ระหว่างตำแหน่ง A8 – A9 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นทางน้ำไหลตรง และอยู่ค่อนข้างใกล้ฝั่งเป็นอย่างมาก บริเวณดังกล่าวไม่ปรากฏแนวร่องน้ำลึก จึงทำให้ความเร็วของหุ่นลอยในบริเวณดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าบริเวณอื่น ๆ ในพื้นที่ศึกษา ประกอบกับบริเวณด้านเหนือของตำแหน่ง A8 – A9 มีท่อบรรายน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งมีกระแสน้ำวนขนาดเล็กติดกลับด้านการไหลของน้ำ ส่งผลทำให้หุ่นเคลื่อนที่ช้าดังปรากฏในผลการทดลองตามตารางที่ 1 ขณะที่ค่าความเร็วสูงสุดปรากฏระหว่างตำแหน่ง A3 – A4 มีความสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำ กล่าวคือพื้นที่ระหว่างตำแหน่ง A3 – A4 นั้น มีท่าเทียบเรือขนาดใหญ่ (ท่าเรือชลอเลียบ) เป็นสิ่งปลูกสร้างยื่นลงไปแม่น้ำ แม้ว่าท่าเรือดังกล่าวจะมีลักษณะโครงสร้างแบบโปร่ง แต่ก็กีดขวางการไหลของน้ำในแม่น้ำ การที่มีสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำประกอบกับเป็นบริเวณด้านหน้าท่าเป็นแนวร่องน้ำลึกธรรมชาติ จึงทำให้เกิดปรากฏการณ์บีบอัดของมวลน้ำที่ไหลผ่าน ทำให้มวลน้ำถูกเร่งความเร็วขณะเคลื่อนที่ผ่านบริเวณนี้ จึงเป็นเหตุทำให้ความเร็วของหุ่นลอยในบริเวณดังกล่าวมีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเร็วการไหลในบริเวณอื่น ๆ ของพื้นที่การศึกษา

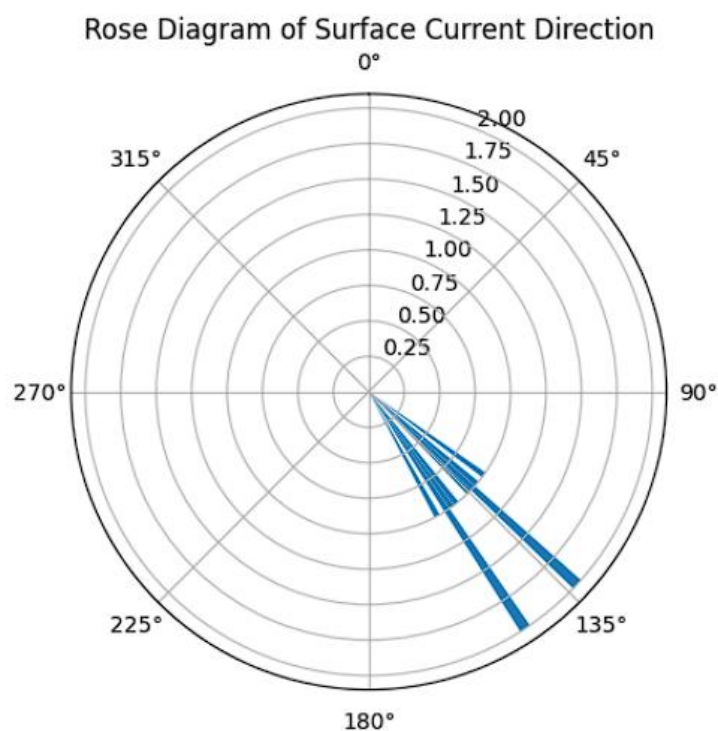
นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าความเร็วกระแสน้ำจากผลการทดลอง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 0.46 – 1.00 เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยประมาณ 0.74 เมตรต่อวินาที ซึ่งความเร็วกระแสน้ำบริเวณผิวที่ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องมือมาตรฐาน เช่น เครื่องมือวัดกระแสน้ำแบบอะคูสติคดอปเพลอร์ (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP) จะมีค่าความเร็วกระแสน้ำอยู่ในช่วงประมาณ 0.1 – 0.5 เมตรต่อวินาที สำหรับสภาวะปกติ และค่าความเร็วกระแสน้ำ

จะมีค่าเข้าใกล้หรือมากกว่า 1.0 เมตรต่อวินาที มักเกิดขึ้นในบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลแรง เช่น ในแม่น้ำ หรือเขตชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากลมและภูมิประเทศ [6 - 8] ดังนั้นค่าความเร็วกระแสน้ำจากผลการทดลองที่อยู่ในระดับเดียวกันกับช่วงค่าที่รายงานในงานวิจัยสากล แสดงให้เห็นว่าค่าความเร็วกระแสน้ำที่ได้จากการทดลองในแม่น้ำเจ้าพระยาไม่ได้เป็นค่าผิดปกติหรือคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

5.2 ทิศทางกระแสน้ำ

ทิศทางการไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยานั้น โดยปกติจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาน้ำขึ้น – ลง ของระดับน้ำในแม่น้ำ ในช่วงน้ำขึ้น กระแสน้ำจะไหลย้อนจากปากแม่น้ำขึ้นไปทางเหนือ ในขณะที่ช่วงน้ำลง กระแสน้ำจะไหลลงใต้มุ่งหน้าลงสู่ปากแม่น้ำ จากการทดสอบภาคสนาม พบว่าการไหลของพุนลอยนั้นสอดคล้องกับลักษณะการไหลตามธรรมชาติของมวลน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา โดยในช่วงเวลาที่ทำการทดลองนั้น เป็นช่วงน้ำลงที่กระแสน้ำมีทิศทางไหลจากทิศเหนือ – ตะวันตกเฉียงเหนือ มุ่งลงสู่ทิศใต้ – ตะวันออกเฉียงใต้ สู่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา

รูปที่ 7 แสดงแผนภาพทิศทางกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำ (Rose Diagram) ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งคำนวณจากทิศทางการเคลื่อนที่ของพุนลอยระหว่างตำแหน่ง A1 – A11 แสดงให้เห็นว่าทิศทางการไหลมีการกระจุกตัวอยู่ในช่วงประมาณ 120 – 160 องศา (ทิศเหนือ – ตะวันตกเฉียงเหนือ/ทิศใต้ – ตะวันออกเฉียงใต้) ทิศเด่นคือ 135 และ 150 องศา สอดคล้องกับเส้นทางการเคลื่อนที่ของพุนลอย (Drifter Trajectory) ดังแสดงในรูปที่ 5 และสอดคล้องกับแนวการไหลหลักของแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งเป็นสิ่งที่ยืนยันว่าการเคลื่อนที่ของพุนลอยสะท้อนทิศทางกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 7 แสดงแผนภาพทิศทางกระแสน้ำ (Rose Diagram) ของทิศทางการไหลกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณด้านหน้าโรงเรียนนายเรือ ตัวเลขรอบวงแสดงทิศทางการไหลในหน่วยองศา (0° แทนทิศเหนือ วัดมุมตามเข็มนาฬิกา 180° แทนทิศใต้) ตัวเลขตามแนวรัศมีแสดงความถี่ของทิศทางการไหลในแต่ละช่วงองศา แท่งสีน้ำเงินยาว หมายถึงเกิดการไหลในทิศทางนั้นค่อนข้างเด่น

6. สรุปและอภิปรายผล/ข้อเสนอแนะ

ทุ่นลอย (Drifters) เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการศึกษาการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำ จากผลการทดลองภาคสนามแสดงให้เห็นว่า การเลือกใช้วัสดุที่สามารถจัดหาได้ทั่วไปในท้องถิ่น เช่น ท่อพีวีซี โฟม และแผ่นโพลีคาร์บอเนต สามารถตอบสนองต่อข้อจำกัดด้านน้ำหนัก ต้นทุน และความสะดวกในการประกอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทุ่นลอยที่พัฒนาขึ้นมีเสถียรภาพในการลอยตัวเพียงพอ และสามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมกับกระแสน้ำในสภาพที่ปราศจากคลื่นลม ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาในข้อที่ 1

ทุ่นลอยสามารถส่งข้อมูลตำแหน่งแบบเรียลไทม์จากระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกจีพีเอส (GPS) ทำให้เจ้าหน้าที่ภาคสนามสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำได้อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญต่อการออกแบบและวางแผนงานด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำร่วมกับลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ การใช้ทุ่นลอยยังช่วยลดข้อจำกัดในการสำรวจพื้นที่ห่างไกลหรือบริเวณที่เรือวิจัยเข้าถึงได้ยาก มีต้นทุนต่ำกว่าวิธีการสำรวจแบบดั้งเดิม

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบทุ่นลอยที่สามารถประดิษฐ์ได้จากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและราคาไม่แพง จัดหาได้ง่ายในท้องถิ่น ส่งผลให้สามารถผลิตและปล่อยทุ่นจำนวนมากเพื่อครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ซึ่งทำให้สามารถศึกษาการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบทุ่นคำนึงถึงสมดุลระหว่างแรงลอยตัว น้ำหนักถ่วง และแรงต้านจากลม ซึ่งการบรรจุปูนซีเมนต์ภายในทุ่นช่วยให้สามารถปรับระดับการลอยตัวได้ตามสภาพการใช้งาน ขณะที่การติดตั้งครีปได้น้ำซึ่งทำจากแผ่นโพลีคาร์บอเนตช่วยเพิ่มพื้นที่สัมผัสกับมวลน้ำ ทำให้ทุ่นเคลื่อนที่สอดคล้องกับกระแสน้ำบริเวณผิวน้ำมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม การใช้งานทุ่นลอยติดตั้งระบบจีพีเอส (GPS) ยังมีข้อจำกัดบางประการ โดยเฉพาะการพึ่งพาสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งจำกัดการนำไปใช้ในพื้นที่ทะเลเปิดที่ไม่อยู่ในระยะการให้บริการของสัญญาณโทรศัพท์ อีกทั้งทุ่นลอยผิวน้ำอาจได้รับอิทธิพลจากแรงลมและคลื่น ส่งผลให้ค่าการวัดกระแสน้ำเกิดความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ ความถี่และความแม่นยำของข้อมูลตำแหน่งยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์รับสัญญาณจีพีเอส (GPS) และสถานะการรับสัญญาณดาวเทียมในขณะนั้น ด้วยเหตุนี้ ก่อนนำข้อมูลไปวิเคราะห์ เจ้าหน้าที่ภาคสนามจึงมีความจำเป็นต้องตรวจสอบค่าความแม่นยำ และช่วงเวลาการบันทึกข้อมูลอย่างเหมาะสม เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ

7. งานวิจัยต่อไปในอนาคต

7.1 การนำทุ่นลอยที่ติดตั้งระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบจีพีเอส (GPS) ไปลอยในอ่าว อ่าวกึ่งปิด หรือในพื้นที่ที่มีการไหลซับซ้อน เพื่อตรวจวัดความเร็วกระแสน้ำบริเวณผิว แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับแบบจำลองการไหลเวียนของกระแสน้ำในพื้นที่ดังกล่าว

7.2 วิจัยเกี่ยวกับอัตราผิดทางระดับของระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบจีพีเอส (GPS) ที่ส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการตรวจวัดกระแสน้ำบริเวณผิว

7.3 วิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นลมที่มีผลกระทบต่อการทำงานของทุ่นลอยและระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบจีพีเอส (GPS) ที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Lumpkin R, Özgökmen T, Centurioni L. Advances in the application of surface drifters. *Ann Rev Mar Sci.* 2017;9:59–81.

- [2] Doong DJ, Lee BC, Kao CC. Wave measurements using GPS velocity signals. *Sensors*. 2011;11(1):1043–58.
- [3] Herbers THC, Jessen PF, Janssen TT, Colbert DB, MacMahan JH. Observing ocean surface waves with GPS-tracked buoys. *J Atmos Ocean Technol*. 2012;29(7):944–59.
- [4] Lin YP, Huang CJ, Chen SH. Development of a GPS-buoy for monitoring water surface elevations at estuaries. In: *OCEANS 2014-TAIPEI*. 2014. p. 1–6.
- [5] Gao Y, Huang Y, Lin H, Sun Z, Zhu J, Hu J. Surface currents measured by GPS drifters in Daya Bay and along the eastern Guangdong coast. *Front Earth Sci*. 2020;14(2):376–83.
- [6] Gordon RL. Acoustic Doppler current profiler-Principles of operation: A practical primer. *Rd Instruments*. 1996;54:54.
- [7] Lumpkin R, Pazos M. Measuring surface currents with Surface Velocity Program drifters: the instrument, its data, and some recent results. *Lagrangian Analysis and Prediction of Coastal and Ocean Dynamics*. 2007;39:67.
- [8] Chen S, Wu Y, Liu S, Yang Y, Wan X, Yang X, Zhang K, Wang B, Yan X. Development of electromagnetic current meter for marine environment. *J Mar Sci Eng*. 2023;11(1):206.