



การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาล
เพื่อการบรรเทาทุกข์ในพื้นที่อุทกภัย
DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FLOATING SANITATION
PLATFORM FOR DISASTER RELIEF IN FLOOD-AFFECTED AREAS

ธิชานนท์ ขำนาพิง, กฤษดา เนตรผง, กฤษดา อันอ้าย*

Thichanon Khamnapung, Kritsada Netphong, Kritsada On-ai*

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: Kritsada.O@psru.ac.th

วันที่รับระบบ 3 เมษายน 2569

วันที่แก้ไขบทความ 27 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 28 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาลสำหรับพื้นที่อุทกภัยโดยใช้ระบบกรองน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย พุ่มลอยน้ำทำจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร จำนวน 4 ใบ ระบบบำบัดใช้ถังตกตะกอนขนาด 450 ลิตร ระบบกรองน้ำใช้เมมเบรนและถ่านเป็นตัวกรองน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่รอบๆ รวมถึงใช้หลอดรังสียูวี-ซี สำหรับฆ่าอีโคไล (E. Coli) ซึ่งอาจปะปนมากับอุทกภัย พลังงานไฟฟ้าถูกสร้างจากระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกติดตั้งอยู่ด้านบนหลังคาห้องน้ำซึ่งมีขนาด 350 วัตต์ โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมแปร์-ชั่วโมง และอินเวอร์เตอร์สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าตรงให้เป็นกระแสสลับ ระบบกรองน้ำสามารถทำให้น้ำจากแหล่งน้ำมีคุณภาพและความใสเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารส้มช่วยให้สารแขวนลอยตกตะกอน เมมเบรนช่วยดักจับเหล็กที่ละลายในน้ำช่วยให้ลดปัญหาคราบสนิมและลดกลิ่นของโลหะ ถ่านคาร์บอนช่วยลดกลิ่นเหม็นอับและกลิ่นอินทรีย์ทำให้น้ำในถังไม่มีกลิ่น ระบบผลิตไฟฟ้าสามารถนำมาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้และสามารถใช้ชาร์จแบตเตอรี่มือถือได้ประมาณ 15-20 ครั้งต่อวัน การประเมินความพึงพอใจจากประชาชนอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.1 คะแนน (ระดับดี)

คำสำคัญ: แพลตฟอร์มน้ำ, ระบบสุขาภิบาล, อุทกภัย

Abstract

This study aims to design and develop a floating platform equipped with a sanitation system for flood-affected areas, utilizing a solar-powered water filtration system to support flood victims in Sukhothai Province. The floating structure is supported by four 200-liter plastic drums used as buoyancy units. The wastewater treatment system incorporates a 450-liter sedimentation tank. The water filtration system employs manganese media and activated carbon to treat water sourced from surrounding environments, along with ultraviolet-C (UV-C) radiation to disinfect *Escherichia coli* (E. coli), which may be present during flooding conditions. Electrical energy is generated by a solar power system installed on the roof of the sanitation unit, with a capacity of 350 watts. The system is supported by a 12 V, 35 Ah battery and an inverter for converting direct current (DC) into alternating current (AC). The water filtration system effectively improves water quality and clarity. Alum is used to facilitate the coagulation and sedimentation of suspended solids, while manganese media helps remove dissolved iron, thereby reducing rust stains and metallic odors. Activated carbon is used to eliminate unpleasant and organic odors, resulting in odor-free water storage. The solar power system is capable of supplying electricity to small electrical devices and can charge mobile phones approximately 15–20 times per day. The satisfaction assessment of users indicated an average score of 4.1, corresponding to a good level.

Keywords: Floating platform, Sanitation system, Flood-Affected areas

1. บทนำ

การจัดการสุขาภิบาลในพื้นที่ประสบอุทกภัยถือเป็นประเด็นสำคัญที่มีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต สุขภาพอนามัย และความปลอดภัยของประชาชน โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำและมีแนวโน้มเผชิญกับอุทกภัยเป็นประจำทุกปี จากรายงานของ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พบว่าหลายจังหวัดในภาคเหนือและภาคกลาง เช่น สุโขทัย พิษณุโลก และพระนครศรีอยุธยา มักประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างพื้นฐานด้านสุขาภิบาลได้รับความเสียหาย โดยเฉพาะห้องน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2564) ปัญหาการขาดแคลนห้องน้ำในพื้นที่น้ำท่วมก่อให้เกิดการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Escherichia coli* และเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงและโรค

ติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร (World Health Organization, 2018) นอกจากนี้ งานวิจัยในประเทศไทยยังชี้ให้เห็นว่า ในช่วงเกิดอุทกภัยมีความเสี่ยงสูงต่อการระบาดของโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น โรคฉี่หนู (Leptospirosis) และโรคผิวหนังอักเสบจากน้ำปนเปื้อน (กรมควบคุมโรค, 2563) สอดคล้องกับการศึกษาของ กรมควบคุมมลพิษ ที่ระบุว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่น้ำท่วมมีความสกปรกสูงเกินมาตรฐาน โดยมีค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) และจำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มเกินเกณฑ์ที่กำหนด (กรมควบคุมมลพิษ, 2563)

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาแนวทางการจัดการสุขาภิบาลในสถานการณ์ฉุกเฉินทั้งในระดับสากลและในประเทศไทย โดยหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจคือ “ห้องน้ำลอยน้ำ” (Floating toilet) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สามารถติดตั้งบนผิวน้ำและรองรับการใช้งานในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงระบบสาธารณสุขปกติพื้นฐานได้ ห้องน้ำลอยน้ำมีการออกแบบให้สามารถลอยตัวได้อย่างมั่นคง และมีกรรมระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูป เช่น ถังบำบัด (Septic tank) ระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic digestion) และระบบกรองหลายขั้นตอน ซึ่งสามารถลดปริมาณสารอินทรีย์และเชื้อโรคก่อนปล่อยกลับสู่สิ่งแวดล้อม (International Water Association, 2018) ในบริบทของประเทศไทย ได้มีการศึกษาและพัฒนานวัตกรรมด้านสุขาภิบาลในพื้นที่น้ำท่วมอย่างต่อเนื่อง เช่น งานวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่พัฒนาห้องน้ำเคลื่อนที่สำหรับพื้นที่ประสบภัย โดยเน้นการติดตั้งง่ายและการบำรุงรักษาที่ไม่ซับซ้อน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2562) รวมถึงการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กสำหรับชุมชนริมน้ำ โดยใช้กระบวนการชีวภาพร่วมกับวัสดุกรองธรรมชาติ เช่น ทรายและถ่านกัมมันต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสารปนเปื้อน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2563) นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (Constructed wetland) ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน ซึ่งสามารถลดค่าความสกปรกของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของประเทศกำลังพัฒนา (Sirirattanachai & Techato, 2017) นอกจากระบบสุขาภิบาลแล้ว การจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคในพื้นที่ประสบภัยก็เป็นอีกประเด็นสำคัญ โดยมีการนำระบบกรองน้ำหลายขั้นตอน เช่น การตกตะกอนด้วยสารส้ม (Coagulation-Flocculation) การกรองด้วยทราย (Sand filtration) และการใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) มาใช้ร่วมกันเพื่อลดความขุ่น กลิ่น และสารปนเปื้อนในน้ำ (Metcalf & Eddy, 2014) ในประเทศไทย งานวิจัยด้านการกรองน้ำสำหรับชุมชนชนบทและพื้นที่ภัยพิบัติยังพบว่าการใช้สื่อกรอง เช่น หินแมงกานีส สามารถช่วยกำจัดธาตุเหล็กและโลหะหนักในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2562) ในด้านพลังงาน การนำพลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ เข้ามาใช้ในระบบสุขาภิบาลถือเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง งานวิจัยในประเทศไทยได้มีการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กเพื่อใช้กับระบบสูบน้ำและระบบแสงสว่างในพื้นที่ชนบท ซึ่งช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานและเพิ่มความยั่งยืนของระบบ (Energy Policy and Planning Office, 2021)

แม้จะมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านห้องน้ำเคลื่อนที่และระบบบำบัดน้ำเสียในประเทศไทยอยู่บ้าง แต่ยังคงขาดการบูรณาการระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกันในรูปแบบของระบบครบวงจรที่สามารถใช้งานได้จริงในสถานการณ์น้ำท่วม เช่น การรวมระบบโครงสร้างลอยน้ำ ระบบสุขาภิบาล ระบบกรองน้ำ

และระบบพลังงานทดแทนไว้ในหน่วยเดียวกัน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนา แพลลอยน้ำพร้อมระบบห้องน้ำและระบบกรองน้ำที่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ประสบอุทกภัย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านโครงสร้าง ความสามารถในการลอยตัว ประสิทธิภาพของระบบพลังงาน และความปลอดภัยด้านสุขาภิบาล เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ประสบภัย และลดความเสี่ยงด้านสุขภาพในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- เพื่อออกแบบและสร้างแพลลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาลสำหรับพื้นที่อุทกภัยโดยใช้ระบบกรองน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินโครงการประกอบด้วย การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบและพัฒนาต้นแบบแพลลอยน้ำ การทดสอบการใช้งาน และการสรุปผลการดำเนินงาน ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการบรรเทาสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่เป้าหมายได้อย่างเหมาะสม

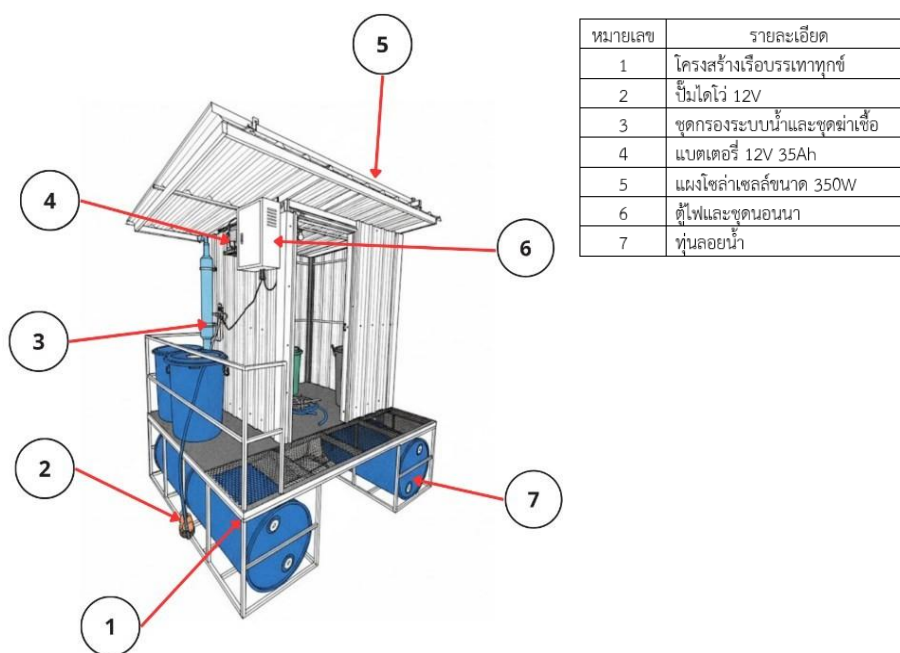
3.1 การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลเป็นขั้นตอนแรกของการดำเนินโครงการวิจัยการพัฒนาแพลลอยน้ำเพื่อช่วยแก้ปัญหา น้ำท่วมในจังหวัดสุโขทัย โดยมุ่งเน้นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่ศึกษา ลักษณะภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการใช้งานแพลลอยน้ำ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ งานวิจัย รายงานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และแนวคิดด้านการบรรเทาสาธารณภัย รวมถึงหลักการทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุงและความมั่นคงของแพ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบและพัฒนาแพลลอยน้ำให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงและสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่เป้าหมาย

3.2 การออกแบบ

การออกแบบและสร้างต้นแบบแพลลอยน้ำดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิติในการจำลองรูปแบบและโครงสร้างของแพ เพื่อให้สามารถมองเห็นรายละเอียดของชิ้นส่วนและโครงสร้างโดยรวมได้อย่างชัดเจน การออกแบบคำนึงถึงขนาดและคุณสมบัติของวัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อให้สามารถจัดหาวัสดุและนำไปสร้างได้จริง มีการคำนวณขนาดและสัดส่วนของแพและทุ่นให้สอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมและวัตถุประสงค์การใช้งาน จากนั้นนำแบบจำลองสามมิติมาจัดทำเป็นภาพและแบบประกอบสำหรับใช้เป็นแนวทางในการสร้างต้นแบบแพลลอยน้ำ การดำเนินการสร้างต้นแบบเป็นไปตามแบบที่ได้จำลองไว้ เพื่อให้ได้แพลลอยน้ำมีความแข็งแรง เหมาะสมต่อการใช้งาน และสามารถนำไปทดสอบได้ตามแผนการดำเนินโครงการ โครงสร้างเรือทำจากเหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้ว (หมายเลข 1) ซึ่งพื้นทำจากแผ่นเหล็กดำ น้ำจากแหล่งน้ำถูกสูบโดยใช้ปั๊มขนาด 12 โวลต์ (หมายเลข 2) เพื่อส่งน้ำเข้าสู่ชุดกรองน้ำและระบบฆ่าเชื้อ (หมายเลข 3) ปั๊มน้ำได้รับ

พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมแปร์-ชั่วโมง (หมายเลข 4) ซึ่งสามารถชาร์จประจุไฟฟ้าได้จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ (หมายเลข 5) ที่ต่อเข้ากับกล่องควบคุมที่สามารถชาร์จไฟฟ้าเข้าไปยังแบตเตอรี่และเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับได้ (หมายเลข 6) แพลอยน้ำถูกทำให้ลอยอยู่ในน้ำได้โดยอาศัยฟุ่นลอยน้ำซึ่งทำจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร จำนวน 4 ใบ (หมายเลข 7)

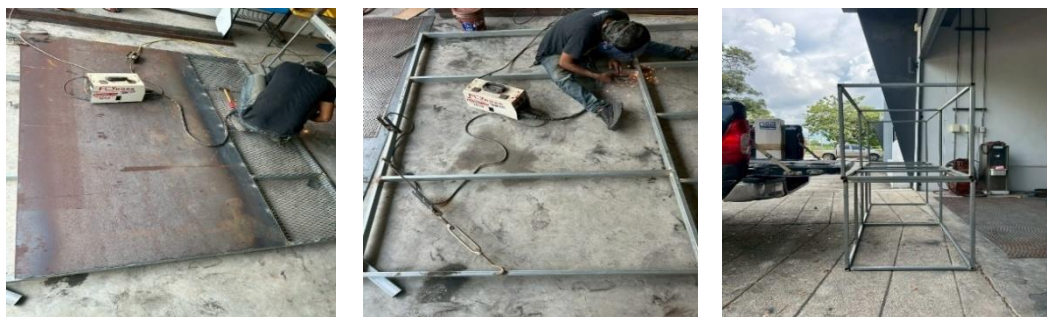


ภาพที่ 1 แนวคิดการออกแบบแพลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาล

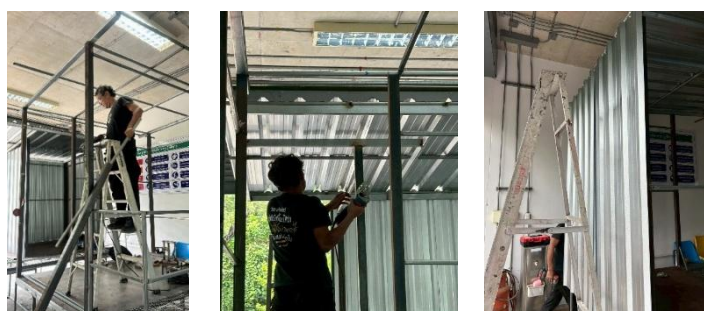
3.3 การดำเนินการสร้าง

การดำเนินการสร้างแพลอยน้ำเป็นไปตามแบบที่ได้ออกแบบและจำลองไว้ด้วยโปรแกรม 3 มิติ โดยพื้นที่ประมาณ 220×200 เซนติเมตร และออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 800 กิโลกรัม โครงสร้างแพถูกจัดวางให้รองรับการติดตั้งระบบต่าง ๆ อย่างเป็นสัดส่วน ได้แก่ ระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภคซึ่งมีอัตราการไหลประมาณ 25 ลิตรต่อนาที ความจุถังน้ำ 200 ลิตร ใช้ระบบกรอง 2 ชั้น ได้แก่ เมงกานีสและถ่าน พร้อมระบบฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลตชนิด UV-C นอกจากนี้ยังติดตั้งห้องน้ำและห้องอาบน้ำร่วมกับถังบำบัดขนาด 450 ลิตร เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ประสบอุทกภัย ระบบผลิตไฟฟ้าใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมแปร์-ชั่วโมง สามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป และระบบแสงสว่างซึ่งใช้กำลังไฟประมาณ 8 วัตต์ ทั้งนี้การสร้างต้นแบบดำเนินการตามแบบที่กำหนดไว้ เพื่อให้แพลอยน้ำมีความพร้อมต่อการทดสอบและการใช้งานจริง

ในการสร้างแพลอยน้ำได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ประสบภัย พิบัติในตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3-6



ภาพที่ 2 การวางโครงสร้างของแพลอยน้ำ



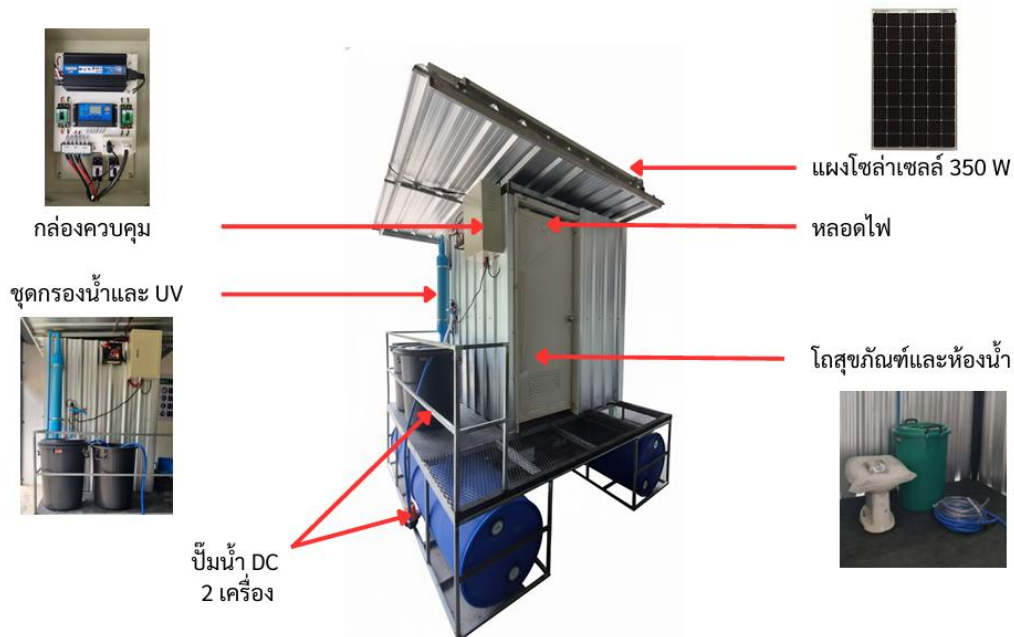
ภาพที่ 3 การประกอบผนังและหลังคา



ภาพที่ 4 การติดตั้งแผงโซลาเซลล์และระบบกรอง



ภาพที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ



ภาพที่ 6 แพลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาล

3.4 การทดสอบและวิเคราะห์ผล

การทดสอบและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานของแพลอยน้ำมุ่งเน้นการตรวจสอบสมรรถนะในการทำงานของระบบต่าง ๆ ที่ติดตั้งบนแพ โดยเฉพาะระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภค ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และการใช้งานโดยรวมของแพในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง การทดสอบระบบกรองน้ำพิจารณาความสามารถในการกรองน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ความต่อเนื่องของการทำงาน และความเหมาะสมต่อการอุปโภค ส่วนการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มุ่งประเมินความสามารถในการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบแสงสว่างบนเรือ นอกจากนี้ยังมีการสังเกตการใช้งานจริงเพื่อระบุปัญหาและข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน ผลจากการทดสอบและการวิเคราะห์ถูกนำมาสรุปเพื่อประเมินประสิทธิภาพของแพลอยน้ำและใช้เป็นข้อมูลประกอบการปรับปรุงและพัฒนาในอนาคต

4. ผลงานวิจัย

ในการทดสอบแพลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาลได้จัดทำระบบต่างๆ ในตัวแพเพื่อให้อำนวยความสะดวกให้กับผู้ประสบอุทกภัยซึ่งจะเกิดความเดือดร้อนในด้านระบบสุขาภิบาล น้ำใช้ และระบบพลังงานไฟฟ้า ในการทดสอบสมรรถนะของแพสามารถจำแนกได้ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

4.1 ระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภค

ในการใช้งานระบบกรองน้ำซึ่งใช้แหล่งจากธรรมชาติพบว่า การใช้สารส้มเพื่อทำให้น้ำเกิดการตกตะกอนก่อนเป็นเวลา 30 – 60 นาที จะช่วยทำให้น้ำมีคุณภาพและสีใสขึ้น ซึ่งเมื่อผ่านระบบกรองและมีสีที่ใกล้เคียงกับน้ำดื่ม สิ่งทำให้ผู้อุปโภคเกิดความมั่นใจในการนำมาใช้ นอกจากนี้ในระบบเครื่องกรองน้ำยังติดตั้งหลอด UV-C เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจติดมากับน้ำท่วม การเปรียบเทียบน้ำจากน้ำเมื่อไม่ใช้สารส้มและใช้สารส้มแสดงในภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 ภาพน้ำจากแหล่งน้ำเมื่อไม่ใช้สารส้ม



ภาพที่ 8 ภาพน้ำจากแหล่งน้ำเมื่อใช้สารส้ม

สมรรถนะในการใช้เครื่องกรองน้ำจะมีถังพักน้ำ 100 ลิตร จำนวน 2 ถัง เพื่อใช้สำหรับในกรณีที่ต้องรอการตกตะกอนของสารแขวนลอย ในระบบกรองจะประกอบด้วยเมมเบรนนี้สเพื่อช่วยดักจับเหล็กที่ละลายในน้ำและปัญหาน้ำสีเหลืองหรือสีน้ำตาลและคราบสนิม นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดกลิ่นของโลหะ ป้องกันคราบดำบนสุขภัณฑ์และท่อ (Abdul *et al.*, 2023) สำหรับถ่านคาร์บอนช่วยลดกลิ่นเหม็นอับ กลิ่นสารอินทรีย์ ทำให้น้ำมีรสดีขึ้น และช่วยลดการตกค้างจากคลอรีน นอกจากนี้ติดตั้งหลอด UV-C เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อโรค *Escherichia coli* (*E. coli*) ได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยทั่วไปช่วงความยาวคลื่น UV-C ที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย อยู่ที่ประมาณ 200–280 นาโนเมตร ซึ่งตรงกับช่วงที่ DNA ของจุลินทรีย์ดูดซับได้สูงสุด ทำให้เกิดการแตกหักของสารพันธุกรรม และหยุดการแบ่งตัวของแบคทีเรียรวมทั้ง *E. coli* (Chatzisymeon *et al.*, 2011) ทั้งนี้ระบบกรองทั้งหมดมีอัตราการไหลประมาณ 25 ลิตรต่อนาที

4.2 ระบบสุขาภิบาล

ในการออกแบบได้ใช้ถังบำบัดขนาด 450 ลิตร และบรรจุจุลินทรีย์ไว้ภายใน ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ระบุปริมาณน้ำขั้นต่ำเพื่อสุขอนามัยพื้นฐานและการใช้งานจำเป็นประมาณ 20 ลิตรต่อคนต่อวัน โดยปกติตะกอนหนักจะตกลงสู่ข้างล่างและถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย และน้ำเสียหลังตกตะกอนจะถูกบำบัดออกสู่ภายนอก ซึ่งในการใช้งานห้องน้ำในแพลอยน้ำได้ประมาณการใช้งานจนเต็มประสิทธิภาพภายใน 18 วัน (สำหรับ 1 คน) นอกจากนี้ได้ติดตั้งถังน้ำสำหรับการอาบน้ำและล้างสิ่งสกปรกต่างๆ โดยใช้น้ำจากระบบกรอง

4.3 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 1 แผงติดตั้งในมุม 15 องศา ด้านบนของหลังคา เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับระบบกรองน้ำและแสงสว่าง โดยต่อเข้ากับระบบชาร์จเพื่อเก็บไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมป์ชั่วโมง ซึ่งการใช้งานไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกจ่ายไปยังอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ ซึ่งสามารถใช้ประจุไฟฟ้าให้กับมือถือได้ประมาณ 15-20 เครื่อง และสามารถใช้งานกับเครื่องใช้พลังงานขนาดเล็กในครัวเรือนได้ เช่น พัดลมขนาดเล็ก โน้ตบุ๊ก หรือเราเตอร์อินเทอร์เน็ต เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำลังไฟปานกลาง เช่น หม้อหุงข้าว หรือการต้มน้ำไฟฟ้า เนื่องจากจะทำให้อายุของแบตเตอรี่เสื่อมไวขึ้น

4.4 ระบบแสงสว่าง

ได้ติดตั้งระบบหลอดไฟ LED ขนาด 8 วัตต์ เพื่อใช้ให้แสงสว่างในห้องน้ำและตอนกลางคืน ซึ่งจะช่วยให้สามารถใช้งานห้องน้ำได้สะดวกยิ่งขึ้น เนื่องจากหลอดไฟ LED ขนาด 8 วัตต์ ให้แสงสว่างประมาณ 700-800 ลูเมน ซึ่งเพียงพอสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก-ปานกลาง เช่น ห้องน้ำและพื้นที่ใช้งานบนเรือ ให้แสงสว่างสม่ำเสมอ มองเห็นชัด ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุในเวลากลางคืน ใช้พลังงานต่ำเมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดไส้ เหมาะสมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีข้อจำกัดด้านพลังงานและแบตเตอรี่ และช่วยยืดระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ในช่วงเวลากลางคืน

4.5 แบบประเมินความพึงพอใจ

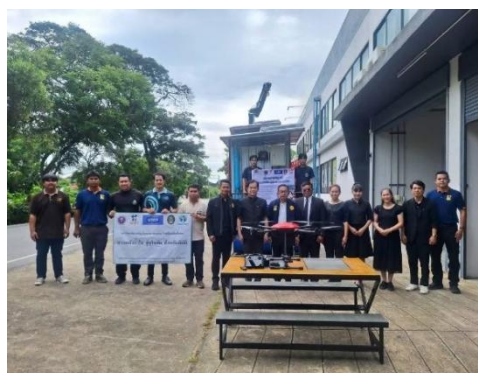
ในการประเมินความพึงพอใจจากประชาชนและเจ้าหน้าที่จำนวน 15 คน จากผู้เข้าร่วมโครงการ ซึ่งประกอบด้วยผู้ชายและผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 93.3 ของผู้ตอบแบบสอบถาม แบ่งเป็นประชาชนทั่วไปและบุคลากรในหน่วยงานราชการร้อยละ 52.7 และ 47.3 ตามลำดับ โดยได้กำหนดหัวข้อในการให้คะแนนจำนวน 7 หัวข้อ และมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ดีมาก	5	คะแนน	พอใช้	2	คะแนน
ดี	4	คะแนน	ควรปรับปรุง	1	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน			

ผลการประเมินความพึงพอใจในโครงการแพลงก์นอนอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.10 (ระดับดี) จุดเด่นอยู่ในหัวข้อการนำไปใช้งานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติได้ 4.20 คะแนน ด้านที่ควรปรับปรุงเป็นด้านรูปร่างและการออกแบบ 4.00 คะแนน เนื่องจากแพลงก์นอนมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก และไม่สามารถถอดประกอบได้ ทำให้การขนย้ายไม่สะดวก ซึ่งในการปรับปรุงต้องการออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ แต่ต้องมีความทนทานเช่นเดิม คะแนนความพึงพอใจแสดงในตารางที่ 1 และภาพการขนย้ายแพลงก์นอนแสดงในภาพที่ 9

ตารางที่ 1 คะแนนความพึงพอใจของการใช้งานแพลอยน้ำ

หัวข้อการให้คะแนน	คะแนนเฉลี่ย
1. ประโยชน์ในการนำไปใช้งานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ	4.20
2. ความสะดวกในการใช้งานแพลอยน้ำ	4.07
3. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.13
4. ความแข็งแรงของวัสดุและโครงสร้าง	4.07
5. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมใหม่	4.13
6. รูปร่างและการออกแบบ	4.00
7. ความคุ้มค่าของการดำเนินโครงการ	4.07
ค่าเฉลี่ย	4.10



ภาพที่ 9 การขนย้ายแพลอยน้ำโดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัดสุโขทัย

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

การวิจัยและพัฒนาแพลอยน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาด้านระบบสุขาภิบาล น้ำใช้ และพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ประสบอุทกภัย โดยจากผลการทดสอบสมรรถนะของระบบต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในแพลอยน้ำ พบว่าแพสามารถตอบสนองต่อการใช้งานในสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ผลการทดสอบระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภค พบว่าการใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติร่วมกับการตกตะกอนด้วยสารส้มเป็นระยะเวลา 30-60 นาที ช่วยลดความขุ่นและปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความใสขึ้น เมื่อผ่านกระบวนการกรองด้วยสื่อกรองแมงกานีส ถ่านคาร์บอน และการฆ่าเชื้อด้วยหลอด UV-C ทำให้น้ำมีคุณภาพเหมาะสมต่อการอุปโภค โดยระบบสามารถรองรับอัตราการไหลของน้ำประมาณ 25 ลิตรต่อนาที และช่วยเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้ใช้งาน

- ในด้านระบบสุขาภิบาล การใช้ถังบำบัดน้ำเสียขนาด 450 ลิตร ร่วมกับจุลินทรีย์สำหรับการย่อยสลายของเสีย สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยจากการประมาณการตามอัตราการใช้น้ำขั้นต่ำด้านสุขาภิบาล พบว่าสามารถรองรับการใช้งานได้ประมาณ 18 วัน สำหรับผู้ใช้งาน 1 คน ซึ่งช่วยลดปัญหาด้านสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ประสบภัย

- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมป์-ชั่วโมง และอินเวอร์เตอร์ สามารถผลิตและจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอสำหรับระบบกรองน้ำ ระบบแสงสว่าง และการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น การชาร์จโทรศัพท์มือถือประมาณ 15-20 เครื่อง รวมถึงการใช้งานพัดลมขนาดเล็ก โน้ตบุ๊ก และอุปกรณ์สื่อสาร ทั้งนี้ไม่เหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าสูง เนื่องจากข้อจำกัดของแบตเตอรี่

- สำหรับระบบแสงสว่าง การติดตั้งหลอดไฟ LED ขนาด 8 วัตต์ ซึ่งให้ความสว่างประมาณ 700-800 ลูเมน ช่วยเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานห้องน้ำและพื้นที่ภายในเรือในเวลากลางคืน โดยหลอดไฟ LED ใช้พลังงานต่ำ เหมาะสมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

- ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานและเจ้าหน้าที่จำนวน 15 คน พบว่าคะแนนความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยหัวข้อที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือประโยชน์ในการนำไปใช้งานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ส่วนหัวข้อรูปร่างและการออกแบบได้รับคะแนนต่ำที่สุด เนื่องจากข้อจำกัดด้านขนาดน้ำหนัก และความไม่สะดวกในการขนย้าย ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงแพลงลอยน้ำในอนาคตให้สามารถถอดประกอบได้โดยยังคงความแข็งแรงของโครงสร้าง

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย รวมถึงมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

7. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมโรค. (2563). รายงานสถานการณ์โรคจากอุทกภัย. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

กรมทรัพยากรน้ำ. (2562). การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับชุมชน. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2564). รายงานสาธารณภัยประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2562). การพัฒนาห้องน้ำเคลื่อนที่สำหรับพื้นที่ประสบภัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2563). การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กโดยใช้กระบวนการชีวภาพ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Abdul, R.S., Salman, A.A., Ardianta, A., Rufinus, N., Sarmedi, A.S., Wan, Z.W.I., & Mohd, A.A.G. (2023). Water treatment process using manganese zeolite filter, activated

- carbon filter, and silica sand filter. **International Journal of Technical Vocational and Engineering Technology**, 3(3), 1–7.
- Chatzisyseon, E., Droumpali, A., Mantzavinos, D., & Venieri, D. (2011). Disinfection of water and wastewater by UV-A and UV-C irradiation: Application of real-time PCR method. **Photochemical & Photobiological Sciences**, 10(3), 389–395. <https://doi.org/10.1039/C0PP00161A>
- Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2022). **Thailand disaster management report**. Bangkok: Ministry of Interior.
- Energy Policy and Planning Office. (2021). **Renewable energy development in Thailand**. Bangkok: EPPO.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2019). **Emergency response units: Basic concepts and operational framework**. Geneva: IFRC.
- International Water Association. (2018). **Wastewater treatment guidelines**. London: IWA.
- Metcalf, & Eddy. (2014). **Wastewater engineering: Treatment and resource recovery** (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Montgomery, M.A., & Elimelech, M. (2007). Water and sanitation in developing countries: Including health in the equation. **Environmental Science & Technology**, 41(1), 17–24. <https://doi.org/10.1021/es072435t>
- Office of the National Water Resources. (2021). **Flood situation and water management in the Yom River Basin**. Bangkok: Prime Minister’s Office.
- Sirirattanachai, S., & Techato, K. (2017). **Constructed wetlands for wastewater treatment in tropical regions**. *Journal of Environmental Management*, 202, 244–252.
- Wisner, B., Gaillard, J.C., & Kelman, I. (2012). **Handbook of hazards and disaster risk reduction**. London: Routledge.
- World Health Organization. (2011). **Technical notes on drinking-water, sanitation and hygiene in emergencies**. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2017). **Guidelines for drinking-water quality** (4th ed.). Geneva: WHO Press.
- World Health Organization. (2018). **Guidelines on sanitation and health**. Geneva: WHO.