

An innovative of the portable electric tjanting pen

Apaporn Sinthusarn^{1*}, Somphon Sincharoenpokai¹, Kartoon Pengprom¹

¹*Institute of Community Science Technology, Department of Science Service, Bangkok 10400, Thailand*

*Corresponding author's e-mail: apaporn@dss.go.th

Received: 23 February 2025, Revised: 25 March 2026, Accepted: 29 April 2026

Abstract

This research aimed to develop a portable electric tjanting pen to replace the traditional tjanting pen, which requires lengthy preparation of melted wax and poses health risks to batik artisans. The study began with a problem analysis, followed by the design of the external structure and internal system, as well as an investigation into alternative materials for batik wax. The process included the construction and development of the portable electric tjanting pen and palm wax sticks, preliminary usability testing, and refinement of the device based on expert recommendations. Additionally, the study assessed the satisfaction of batik artisans using the portable electric tjanting pen. The research results demonstrated that the portable electric tjanting pen could effectively be used to apply wax on batik fabric. When operated at a current of 15 volts in combination with palm wax sticks, the device achieved a maximum continuous writing time of 6 minutes and a maximum writing distance of 1,662 centimeters at a speed of 277 centimeters per minute. The portable electric tjanting pen and palm wax sticks were found to be user-friendly, time-saving by eliminating the need to boil wax, cost-effective in terms of production, and posed no long-term health risks. Moreover, the device is convenient to carry, making it suitable for use by children, youth, and the elderly. The batik artisans who tested the device reported a very high level of satisfaction ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.69), equivalent to 88.8%.

Keywords: Innovation, Portable electric tjanting pen, Palm wax sticks

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์ปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพาทดแทนปากกาจันตึงแบบเดิมที่ต้องใช้เวลานานในการเตรียมน้ำเทียนและมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ประกอบการบาติก โดยเริ่มจากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโครงสร้างภายนอก ระบบภายใน และการศึกษาวัสดุทดแทนเทียนบาติก การสร้างและพัฒนานวัตกรรมปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพาและแท่งเทียนจากไขปาล์ม การทดสอบการใช้งานเบื้องต้น และการปรับปรุงคุณภาพปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ประกอบการบาติกต่อการใช้งานปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า ปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพาสามารถนำไปใช้เขียนเทียนบนผืนผ้าบาติกได้จริง โดยการใช้งานที่กระแสไฟ 15 โวลต์ ร่วมกับแท่งเทียนจากไขปาล์ม สามารถเขียนเทียนได้เวลานานที่สุดเท่ากับ 6 นาที และระยะทางมากที่สุดเท่ากับ 1,662 เซนติเมตร ที่ความเร็วเท่ากับ 277 เซนติเมตร ต่อนาที ปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพาและแท่งเทียนจากไขปาล์มใช้งานง่าย ช่วยประหยัดเวลาต้มเทียน ลดค่าใช้จ่ายการผลิต ไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาว อีกทั้งสะดวกต่อการพกพา เหมาะสำหรับการใช้งานสำหรับเด็ก เยาวชนและผู้สูงอายุ ผู้ประกอบการที่ได้ทดลองใช้งาน มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.69) หรือคิดเป็นร้อยละ 88.8

คำสำคัญ: นวัตกรรม, ปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา, แท่งเทียนไขปาล์ม

1. บทนำ (Introduction)

ผ้าบาติกเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สืบทอดมาหลายชั่วอายุคนในประเทศอินโดนีเซีย ตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 มีการนำผ้าบาติกมาใช้สวมใส่ในชีวิตประจำวัน แบบลวดลายพิเศษใช้สำหรับชุดแต่งงาน สตรีมีครรภ์ เด็กแรกเกิด และผู้ล่วงลับ นอกจากนี้ยังมีการใช้ในงานแสดงออกทางศิลปวัฒนธรรม เช่น ละครหุ่นกระบอก และพิธีกรรมบางอย่าง เช่น การถวายเป็นเครื่องบูชาโดยโยนผ้าบาติกลงในปล่องภูเขาไฟ ชุดผ้าบาติกมีลวดลายที่ออกแบบหลากหลาย สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลทางวัฒนธรรม ของชาวอินโดนีเซีย ตั้งแต่ตัวอักษรอาหรับไปจนถึงองค์ประกอบดอกไม้ของยุโรปผ่านลายพิกซ์ของจีน ดอกซากุระของญี่ปุ่น และนกยูงอินเดียหรือเปอร์เซีย ผ้าบาติกจึงมีใช้เพียงผลิตภัณฑ์สิ่งทอธรรมดา แต่ยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความงดงามด้วยลวดลายและสีสันที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของพื้นที่ แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์และจิตวิญญาณผ่านความหมายเชิงสัญลักษณ์ของสีและการออกแบบกลายเป็นตัวแทนของมรดกทางวัฒนธรรมในแต่ละพื้นที่ที่สะท้อนวิถีชีวิต ความเชื่อ และภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนาน [1-3]

ภาคใต้ของไทยได้รับอิทธิพลทางวัฒนธรรมจากอินโดนีเซียในการผลิตผ้าบาติก โดยมีการปรับเปลี่ยนลวดลายตามความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนความรู้สึกนึกคิดของคนในพื้นที่ เกิดเป็นกระบวนการรังสรรค์ลวดลายที่บอกเล่าเรื่องราวอันเป็นเอกลักษณ์ สะท้อนวัฒนธรรมความเป็นอยู่ตัวตนของชาวภาคใต้ สะท้อนถึงการผสมผสานอย่างกลมกลืนระหว่างศิลปวัฒนธรรมและธรรมชาติในท้องถิ่น แหล่งผลิตผ้าบาติกที่มีชื่อเสียงของไทยนั้น กระจายอยู่ในหลายจังหวัดทางภาคใต้ เช่น ปัตตานี นราธิวาส ยะลา สงขลา พังงา สตูล กระบี่ และภูเก็ต ซึ่งมีผู้ประกอบการประมาณ 200 ราย ที่ผลิตและจำหน่ายผ้าบาติกให้แก่นักท่องเที่ยว รวมถึงส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ผ้าบาติกจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เลขที่ 51/2557 รองรับโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ให้ความหมายผ้าบาติก คือ ผ้าที่ใช้เทคนิค การทำลวดลายโดยวิธีเขียนหรือพิมพ์เส้นเขียนด้วยเทียนหรือวัสดุอื่นลงบนผืนผ้าที่ไม่ต้องการให้ติดสีและระบายสีหรือย้อมสีในส่วนที่ต้องการ ให้ติดสี โดยเอกลักษณ์ของผ้าบาติกคือสามารถมองเห็นลวดลายทั้งสองด้าน ของผืนผ้า ยกเว้นผ้าที่ผิวสัมผัสไม่เรียบ เช่น ผ้าฝ้ายปั่นมือ ผ้าใยถัก ซึ่งลวดลายการเขียนเขียนบนผืนผ้าอาจไม่ชัดเจนเท่ากันทั้งสองด้าน [4] ดังนั้นความโดดเด่นและคุณค่าของผ้าบาติกจึงอยู่ที่ลวดลายและสีสันอันเกิดจาก การเขียนเขียนและลงสีบนผืนผ้า ซึ่งสะท้อนถึงวิถีชีวิตและวัฒนธรรมในแต่ละพื้นที่ได้อย่างชัดเจน

แม้ผ้าบาติกจะเป็นผลิตภัณฑ์เอกลักษณ์ในพื้นที่ที่สามารถสร้างรายได้ มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตของคนในชุมชน แต่ผู้ประกอบการผ้าบาติกยังคงประสบปัญหาและข้อจำกัดในกระบวนการผลิต เนื่องจากขั้นตอนการเขียนเขียนจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการใช้จันตัง (Canting หรือ Tjanting) ดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นอุปกรณ์คล้ายปากกามีกระเปาะขนาดเล็ก ที่ปลายปากกาสำหรับเก็บน้ำเทียน ใช้ตักน้ำเทียนในขณะร้อนและนำมาเขียนวาดลวดลายลงบนผืนผ้า ซึ่งระหว่างเขียนเขียนจึงมักเกิดการแข็งตัวของน้ำเทียน ส่งผลให้เกิดการอุดตันและต้องเติมน้ำเทียนที่ร้อนบ่อยครั้ง ทำให้การทำงานไม่ต่อเนื่อง ใช้เวลานาน ผู้เขียนเขียนจึงต้องมีความอดทนในการทำงาน เพื่อให้ได้ผ้าบาติกที่มีลวดลายสวยงามและคุณภาพสูง [5] ดังแสดงในรูปที่ 2

นอกจากนี้ผู้ประกอบการผ้าบาติกส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตภายในบริเวณที่พักอาศัยและไม่มีระบบการจัดการด้านความปลอดภัยและด้านสุขภาพที่เหมาะสม วัสดุหลักที่ใช้สำหรับการเขียนผ้าบาติก คือ เทียนบาติก (Batik wax) ซึ่งทำมาจากพาราฟิน (Paraffin) ที่มีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัว (n-Alkanes) และไฮโดรคาร์บอนอื่น ๆ เช่น Alkenes, Alkylbenzenes, Alkyltoluenes เป็นต้น ในกระบวนการ

ผลิตเทียนบาติกจะถูกให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดควันของเทียนบาติกกระจายไปทั่วพื้นที่ทำงาน และในขั้นตอนอื่น ๆ ของกระบวนการผลิตก็ต้องใช้การให้ความร้อน เพื่อกำจัดเทียนบาติกออกจากผ้า ผู้ประกอบการผ้าบาติกจึงต้องสัมผัสหรือสูดดมควันเข้าไป ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพในระยะยาว โดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจและการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ อีกทั้งการทำงานที่ต้องมีหม้อต้มเทียนบาติกอยู่ใกล้ในบริเวณเดียวกัน อาจเกิดอุบัติเหตุต่อผู้ประกอบการผ้าบาติกได้ [6]

ด้วยการตระหนักถึงปัญหากระบวนการผลิตผ้าบาติกที่มีมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดประดิษฐ์อุปกรณ์และวัสดุแทนเทียนจากธรรมชาติที่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวและข้อจำกัดในการเขียนเขียน โดยการนำองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผสมผสานกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม สร้างเป็นนวัตกรรมปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพาสำหรับงานเขียนผ้าบาติกและแทนเทียนจากปาล์ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน ต้นทุนต่ำ มีความสะดวก และปลอดภัย เพิ่มโอกาสและทางเลือกใหม่สำหรับผู้ประกอบการผ้าบาติกของประเทศ ซึ่งเป็นการพัฒนาศักยภาพการผลิตของผู้ประกอบการบาติก รองรับความเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและการปรับตัวสู่สังคมยุคใหม่ ตามแนวทางการพัฒนา เศรษฐกิจสีเขียว BCG และส่งเสริมให้ผ้าบาติกเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่มีมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจฐานราก ช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ผลิตได้อย่างยั่งยืน อีกทั้งยังสร้างชื่อเสียงและสร้างรายได้ให้กับประเทศไทย พร้อมก้าวสู่การเป็นซอฟต์แวร์ที่โดดเด่นของไทยต่อไป



รูปที่ 1 จันตังแบบเดิม



รูปที่ 2 ผ้าบาติก

2. วัสดุและวิธีวิจัย (Materials and methods)

2.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

2.1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้ประกอบการบาติกในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ที่มีประสบการณ์การเขียนเขียนด้วยจันตังแบบดั้งเดิม

2.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

2.1.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ได้แก่ อาสาสมัคร จำนวน 6 คน ประกอบด้วย บุคคลทั่วไปที่มีประสบการณ์ในการเขียนเขียนบาติก จำนวน 3 คน และไม่มีประสบการณ์ในการเขียนเขียนบาติก จำนวน 3 คน ดำเนินการในขั้นตอนการทดสอบการใช้งานเบื้องต้นของปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพาร่วมกับแทนเทียนจากไขปาล์ม โดยการใช้งานปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพา

จำนวน 1 ชุด และแท่งเทียนไขจากปาล์ม จำนวน 1 แท่ง ซึ่งมีขนาดแท่งเทียน ความกว้างเท่ากับ 0.6 เซนติเมตร ความยาวเท่ากับ 14.7 เซนติเมตร น้ำหนักเท่ากับ 3.28 กรัม มีการควบคุมอุณหภูมิของการหลอมแท่งเทียนที่ระดับไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 15 โวลต์ และทดสอบการเขียนเทียนตามลายเส้นตรงลงบนผืนผ้าที่วาดลายเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 1 บันทึกผลของระยะทางและเวลาที่ใช้ในการทดสอบการใช้งาน

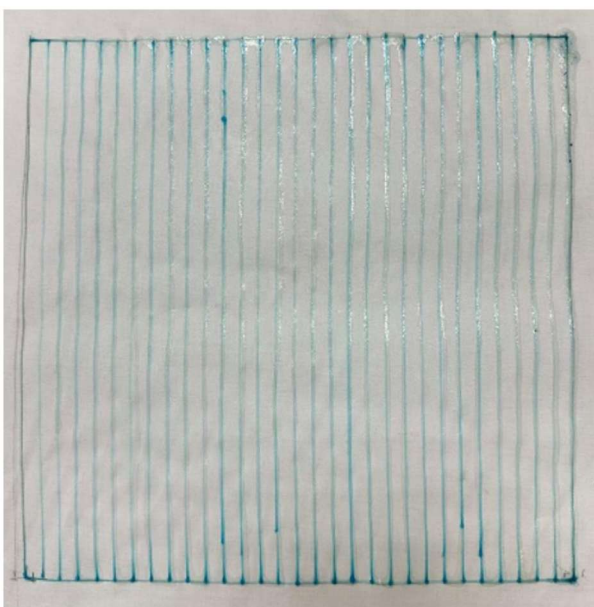
2.1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนเทียนในกระบวนการผลิตผ้ามัดย้อม จำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้ประกอบการผ้ามัดย้อมในพื้นที่จังหวัดระนอง จำนวน 1 คน จังหวัดนนทบุรี จำนวน 1 คน และนักวิชาการ/ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการผลิตผ้ามัดย้อม จำนวน 1 คน ดำเนินการในขั้นตอนการปรับปรุงปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยการใช้งานปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา จำนวน 1 ชุด และแท่งเทียนไขจากปาล์ม จำนวน 3 แท่ง มีการควบคุมอุณหภูมิของการหลอมแท่งเทียนที่ระดับไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 15 โวลต์ และทดสอบการเขียนเทียนโดยการวาดลวดลายอิสระลงบนผืนผ้าที่ไม่กำหนดลวดลายไว้บันทึกผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหลังจากการทดสอบใช้งาน

2.1.2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ได้แก่ ผู้ประกอบการผ้ามัดย้อม จำนวน 67 คน ประกอบด้วย ผู้ประกอบการผ้ามัดย้อมในพื้นที่จังหวัดปัตตานี จำนวน 47 คน และจังหวัดยะลา จำนวน 20 คน ดำเนินการในขั้นตอนการสำรวจความพึงพอใจต่อการใช้งานปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา โดยการใช้งานปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา จำนวน 1 ชุด และแท่งเทียนไขจากปาล์ม มีการควบคุมอุณหภูมิของการหลอมแท่งเทียนที่ระดับไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 20 โวลต์ และทดสอบการเขียนเทียนตามลวดลายมาตรฐานบนผืนผ้า ดังแสดงในรูปที่ 2 และให้ผู้ประกอบการผ้ามัดย้อมทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ประกอบการผ้ามัดย้อมต่อการใช้งานปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา

2.2.2 ผืนผ้าที่วาดลายเส้นตรง สำหรับใช้ในการทดสอบการใช้งานเบื้องต้นของอาสาสมัคร ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผืนผ้าที่วาดลายเส้นตรง

2.2.3 ผืนผ้าที่วาดลวดลายมาตรฐาน สำหรับใช้ในการทดสอบความพึงพอใจของผู้ประกอบการผ้ามัดย้อม ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผืนผ้าที่วาดลวดลายมาตรฐาน

2.3 การดำเนินงานวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 วิเคราะห์ปัญหา (Analysis) โดยการศึกษาการใช้งานและสภาพแวดล้อมในการทำงานเดิม เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและนำไปสู่การออกแบบพัฒนานวัตกรรม

2.3.2 ออกแบบ (Design) โดยการศึกษาข้อมูล แนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และร่างแบบของนวัตกรรม

2.3.3 สร้างและพัฒนานวัตกรรม (Development) โดยการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ออกแบบและสร้างนวัตกรรม รวมถึงปรับปรุงนวัตกรรมตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3.4 สำรวจความพึงพอใจ (Satisfaction) โดยการออกแบบสอบถามสำรวจความพึงพอใจของผู้ประกอบการผ้ามัดย้อมต่อการใช้งานปากกาจันตึงไฟฟ้าแบบพกพา

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัย

2.5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 ผลการวิเคราะห์ปัญหา

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เก็บข้อมูล สังเกต สำรวจปัญหาและความต้องการของผู้ประกอบการผ้ามัดย้อมในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดระนอง สตูล ภูเก็ต พังงา และนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2565-2566 พบว่า กระบวนการผลิตผ้ามัดย้อมในขั้นตอนการเขียนเทียนวาดลวดลายบนผืนผ้า เพื่อเป็นแนวกันไม่ให้เกิดการซึมผ่านของสีต่าง ๆ ปะปนกันในการย้อมสีหรือระบายสีนั้น เป็นกระบวนการที่มีความยุ่งยาก ต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะความชำนาญในการเขียนเทียนด้วยปากกาจันตึงแบบเดิม ใช้เวลานานในการต้มเทียนมัดย้อมเพื่อให้ได้น้ำเทียนร้อนที่มีอุณหภูมิเหมาะสม โดยต้องอุ่นให้ความร้อนตลอดระยะเวลาการเขียนเทียน ทำให้ผู้เขียนเทียนและปฏิบัติงานในขั้นตอนต่าง ๆ ต้องสูดดมควันและกลิ่นของเทียน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

ในระยะยาว นอกจากนั้นการต้มเทียนบาติกในบริเวณที่ทำการผลิตยังส่งผลต่อสุขภาพและอาชีวอนามัย รวมถึงอาจเกิดอุบัติเหตุต่อผู้ผลิตผ้าบาติกได้

3.2 ผลการออกแบบ

ดำเนินการออกแบบนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพาสำหรับเขียนเทียนบาติก ที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแหล่งพลังงานความร้อนในการหลอมเทียน เพื่อแก้ปัญหาการผลิตผ้าบาติกในขั้นตอนการเขียนเทียน โดยใช้ปากกาจันตังแบบเดิม ดังนี้

3.2.1 โครงสร้างภายนอก ออกแบบโดยใช้แนวคิดร่วมสมัยของปากกาจันตังแบบเดิม ผสมผสานกับรูปแบบของปากกาขนนกโบราณและปีกของนกยูง ซึ่งเป็นเครื่องหมายของหน่วยงานกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้เป็นรูปแบบโครงสร้างภายนอกของปากกาจันตังไฟฟ้าที่มีขนาดโดยรวม 2x15 เซนติเมตร มีลักษณะสวยงาม ทันสมัย และสื่อถึงความมีอิสระทางความคิด จินตนาการเชิงสร้างสรรค์ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การออกแบบโครงสร้างภายนอก

3.2.2 พัฒนาระบบภายใน ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนโดยใช้แผ่นนำความร้อนขนาด 20 ถึง 60 วัตต์ โดยใช้แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงต่อด้วยสายไฟฟ้าเข้าที่ตัวปากกาจันตังมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ (1) ปากของปากกาจันตังไฟฟ้าทำด้วยทองเหลือง (2) ท่อทองแดงเป็นบอดี้ภายในยึดกับตัวส่วนปากของปากกาจันตัง (3) แผ่นนำความร้อนที่ห่อหุ้มล้อมรอบท่อทองแดง (4) เทปทนความร้อนพันรอบแผ่นทำความร้อน (5) ผ้าพันท่อฉนวนกันความร้อน (6) บอดี้พลาสติกวัสดุทนความร้อน 120 องศาเซลเซียส (7) ท่อหรือช่องสำหรับบรรจุแท่งเทียน (8) วงจรปรับระดับศักย์ไฟฟ้า สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าได้ 5 ระดับ ประกอบด้วย 5, 9, 12, 15, และ 20 โวลต์ (9) พอร์ตเชื่อมต่อ USB Type-C สำหรับต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง มีลักษณะการทำงานคล้ายกับปากกา ดังแสดงในรูปที่ 6

การทำงานเริ่มจากนำแท่งเทียนใส่ลงบริเวณท่อหรือช่องว่างสำหรับบรรจุเข้าไปยังตัวปากกา ตัวปากกาจะให้ความร้อนหลอมแท่งเทียน โดยใช้พลังงานจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 24 โวลต์ ผ่านพอร์ตเชื่อมต่อ USB Type-C เข้ากับวงจรปรับระดับศักย์ไฟฟ้า ที่ควบคุมปริมาณแรงดันไฟฟ้าได้ 5 ระดับ ประกอบด้วย 5, 9, 12, 15 และ 20 โวลต์ การควบคุมดังกล่าวนี้จะเป็นการกำหนดระดับความร้อนของแผ่นทำความร้อนไฟฟ้าที่ห่อหุ้มล้อมรอบท่อทองแดงซึ่งเป็นบอดี้ภายในของปากกาจันตังที่ถูกห่อหุ้มกันความร้อนด้วยเทปทนความร้อนและผ้าพันท่อฉนวนกันความร้อน ทำให้แท่งวัสดุกันสีกสำหรับเขียนผ้าบาติกหลอมละลายและไหลออกไปยังปากของปากกาจันตัง สามารถนำไปเขียนลวดลายบนผ้าบาติกต่อไปได้

3.2.3 การศึกษาวัสดุทดแทนเทียนบาติก

ผลการศึกษาวัสดุทดแทนเทียนบาติก ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและมีการใช้งานในปัจจุบัน โดยนำวัสดุประเภทไขหรือแว็กซ์ (Wax)

จากธรรมชาติ ได้แก่ ไขถั่วเหลือง (Soy wax) ไขผึ้ง (Bee wax) ไขมะพร้าว (Coconut wax) ไขข้าว (Rice wax) และไขปาล์ม (Palm wax) มาทดสอบคุณสมบัติและการใช้งานเขียนเทียนลงบนผ้าบาติก ประกอบด้วย จุดหลอมเหลว กลิ่น คว้น ราคา ประสิทธิภาพการกันสี และการล้างเขียน ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 7 พบว่า ไขปาล์มเป็นวัสดุที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาใช้ทดแทนเทียนบาติก โดยสามารถใช้กันสีบนผ้าบาติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ไม่ทำให้เกิดกลิ่นหรือควันขณะให้ความร้อน สามารถล้างออกได้ง่าย และราคาถูกกว่าเทียนบาติก



รูปที่ 6 การออกแบบพัฒนาระบบภายใน

เปรียบเทียบคุณสมบัติเทียนไขสำหรับใช้กันสี					
	Batik	Rice bran wax	Coconut wax	Soy wax	Palm wax
ชนิดเทียน	บาติก	โยราข้าว	โยมะพร้าว	ไขถั่วเหลือง	ไขปาล์ม
จุดหลอมเหลว (องศาเซลเซียส)	58-62	48	39	49	58-60
กลิ่น	ฉุน	ไม่ฉุน	ไม่ฉุน	ไม่ฉุน	ไม่ฉุน
ราคา (แท่งเทียน 100 กรัม)	190 บาท/กล่อง	180 บาท/กล่อง	250 บาท/กล่อง	130 บาท/กล่อง	99 บาท/กล่อง
ประสิทธิภาพการกันสี	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★

รูปที่ 7 การศึกษาวัสดุทดแทนเทียนบาติก

3.3 ผลการสร้างและพัฒนานวัตกรรม

3.3.1 ปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพา

การเขียนเทียนด้วยจันตังแบบดั้งเดิมมีข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพ ต้นทุนแรงงาน และความปลอดภัย เนื่องจากปัญหาการอุดตัน การไหลของน้ำเทียนไม่สม่ำเสมอ และการใช้เทียนบาติกที่มีส่วนผสมของพาราฟิน ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดควันที่สารพิษ เช่น โทลูอินและฟอร์มาลดีไฮด์ ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ประกอบการในระยะยาว คณะผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบระบบการทำงานปากกาจันตังไฟฟ้าที่สะดวกต่อการพกพา มีลักษณะเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติที่อาศัยพลังงานจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเปลี่ยนให้เป็นพลังงานความร้อนส่งไปยังท่อทองแดงในการหลอมละลาย ไขปาล์มที่ใช้เขียนลวดลายบนผืนผ้า โดยการเชื่อมต่อสาย USB Type-C เข้ากับอุปกรณ์ชาร์จไฟฟ้าและที่ผลิตภัณฑ์ปากกา สามารถปรับระดับความร้อนด้วยการปรับแรงดันไฟฟ้าที่แผงวงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้าได้ตามความเหมาะสมของการใช้งาน พกพาได้ง่ายและสามารถใส่แท่งเทียนเพิ่มเติมได้ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการเขียนเทียน เพื่อแก้ปัญหาและลดข้อจำกัดในการเขียนเทียน โดยใช้ปากกาจันตังแบบเดิม ทำให้การเขียนลวดลายบนผืนผ้ามีความต่อเนื่องและมีคุณภาพ สะดวกต่อการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 8

3.3.2 แท่งเทียนจากไขปาล์มแท่งเทียนที่พัฒนาจากไขปาล์ม (Palm wax) วัสดุธรรมชาติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco-friendly natural wax) สามารถกันสึบนวัสดุประเภทผ้าได้ดีเทียบเท่าเทียนขี้ผึ้ง จึงเพิ่มความปลอดภัยต่อการใช้งาน เนื่องจากการเผาไหม้ที่สะอาดทำให้ควันและน้ำตาเทียนน้อย ไม่มีกลิ่นระเหยของสารพิษ มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 8 ปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพา



รูปที่ 9 แท่งเทียนจากไขปาล์ม

3.3.3 ทดสอบการใช้งานเบื้องต้นของปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาพร้อมกับแท่งเทียนจากไขปาล์ม

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ทุกคนสามารถใช้งานปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาพร้อมกับแท่งเทียนจากไขปาล์ม เพื่อเขียนเทียนตามลายเส้นตรงบนผืนผ้าที่กำหนดไว้ (รูปที่ 1) ได้เป็นอย่างดี ผลการเขียนเทียน 1 แท่งใช้ระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 5.13 นาที ได้ระยะทางเฉลี่ยเท่ากับ 890.2 เซนติเมตร และมีความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 173.42 เซนติเมตรต่อนาที โดยคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ได้ค่ามากในทุกรายการ โดยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ที่มีประสบการณ์จะสามารถเขียนเทียนได้ระยะทางที่มากกว่า ทั้งนี้ผลการทดสอบในภาพรวมแสดงให้เห็นว่าปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาสามารถใช้งานร่วมกับแท่งเทียนจากไขปาล์มได้ จึงดำเนินการทดสอบการใช้งานกับผู้เชี่ยวชาญเป็นขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการใช้งานเบื้องต้นของปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาพร้อมกับแท่งเทียนจากไขปาล์ม

กลุ่มตัวอย่าง ที่ 1	ประสบการณ์ ในการเขียนเทียนขี้ผึ้ง	ความกว้าง (cm)	ความยาว (cm)	น้ำหนัก (g)	เวลาที่ใช้ใน การเขียนเทียน 1 แท่ง (min)	ระยะทาง การเขียนเทียน 1 แท่ง (cm)	ความเร็ว ในการเขียนเทียน (cm/min)
1	มี	0.670	14.711	3.28	4.8	984.2	205.04
2	มี	0.650	14.681	3.08	8	814	101.75
3	มี	0.681	14.707	3.40	6	1,662	277.00
4	ไม่มี	0.647	14.635	3.50	6	681	113.50
5	ไม่มี	0.657	14.699	3.29	3	671	223.67
6	ไม่มี	0.649	14.714	3.41	3	529	176.33
ค่าเฉลี่ย		0.659	14.691	3.33	5.13	890.2	173.42
S.D.		0.01	0.03	0.15	1.95	408.07	67.01

3.3.4 การปรับปรุงปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

จากการปรับปรุงปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 2 มีความชื่นชอบปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาและแท่งเทียนจากไขปาล์ม โดยให้ความเห็นว่าสามารถใช้งานได้ดีขณะใช้งานไม่มีควันและกลิ่นของเทียน ไม่ต้องใช้เวลานานในการหลอมเทียน มีความสะดวกต่อการพกพา ใช้งานง่ายเหมาะสำหรับผู้สูงอายุและเด็ก และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาควรมีฝาปิดตรงช่องใส่แท่งเทียนเพื่อป้องกันน้ำเทียนหก รวมถึงน้ำเทียนควรมีการไหลตัวที่เร็วขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 การทดลองใช้ปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาของผู้เชี่ยวชาญ

คณะผู้วิจัยจึงนำข้อเสนอแนะของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 มาปรับปรุงระบบการทำงานของปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาให้มีการพัฒนาให้สามารถปรับระดับความร้อนโดยการปรับแรงดันไฟฟ้าที่แผงวงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า นอกจากนี้ได้ศึกษาและปรับปรุงระบบทำความร้อนให้เหมาะสมต่อการหลอมละลายเทียน เพื่อให้สามารถควบคุมการไหลของน้ำเทียนได้ต่อเนื่องและมีความเสถียรมากขึ้น รวมถึงออกแบบฝาปิดท่อน้ำเทียนเพื่อเพิ่มความปลอดภัยขณะใช้งานมากขึ้นด้วย จึงดำเนินการทดสอบการใช้งานกับผู้เชี่ยวชาญผู้ประกอบการบาติกเป็นขั้นตอนต่อไป

3.4 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ประกอบการบาติกต่อการใช้งานปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพา

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการใช้งานปากกาจันทังไฟฟ้าแบบพกพาในภาพรวม พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.44, S.D. = 0.69) หรือคิดเป็นร้อยละ 88.8 โดยความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องลวดลายทางอากาศ ความปลอดภัยต่อสุขภาพ และภาพรวมของการทดลองใช้นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์เพื่อพัฒนายกระดับกระบวนการผลิตตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ประกอบการ باتิกต่อการใช้งานปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพา

หัวข้อการวิเคราะห์	ความพึงพอใจ		
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	การแปลผล
1. รูปแบบของผลิตภัณฑ์ปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพา	4.40	0.85	มากที่สุด
2. การใช้งานของผลิตภัณฑ์ปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพา (ใช้งาน สะดวก)	4.30	0.69	มากที่สุด
3. การใช้งานอย่างต่อเนื่องเพื่อการผลิตเชิงสร้างสรรค์	4.43	0.74	มากที่สุด
4. การใช้งานของแท่งเทียน	4.31	0.72	มากที่สุด
5. การผลิตแท่งเทียน	4.24	0.75	มากที่สุด
6. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.34	0.76	มากที่สุด
7. ความปลอดภัยต่อสุขภาพ	4.66	0.47	มากที่สุด
8. สดมภาวะทางอากาศ	4.72	0.45	มากที่สุด
9. ใช้งานได้กับผู้สนใจที่ยังไม่มีประสบการณ์เขียนแบบเดิมเพื่อการสืบสาน และต่อยอดเชิงวัฒนธรรม	4.43	0.65	มากที่สุด
10. ภาพรวมของการทดลองใช้นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์เพื่อพัฒนาระดับกระบวนการผลิต	4.57	0.52	มากที่สุด
รวม	4.44	0.69	มากที่สุด

4. สรุป (Conclusions)

ปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพาที่ได้ประดิษฐ์จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้เขียนเทียนบนผืนผ้าบาติกได้จริง โดยการใช้งานที่กระแสไฟ 15 โวลต์ ร่วมกับแท่งเทียนที่ทำจากวัสดุไขปลาคาร์พ ขนาด 0.6x14.7 เซนติเมตร น้ำหนัก 3.3 กรัม สามารถเขียนเทียนได้เวลานานที่สุดเท่ากับ 6 นาที และระยะทางมากที่สุดเท่ากับ 1,662 เซนติเมตร ที่ความเร็วเท่ากับ 277 เซนติเมตรต่อนาที นวัตกรรมปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพาจึงเป็นอุปกรณ์กึ่งอัตโนมัติที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อหลอมเทียนจากไขปลาคาร์พได้อย่างต่อเนื่อง สามารถแก้ปัญหาให้กับผู้ประกอบการ باتิกในเรื่องการประหยัดเวลาตัดเทียน ลดค่าใช้จ่ายการผลิต ไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาวจากกลิ่นและควันของเทียนบาติก อีกทั้งมีความสะดวกต่อการพกพา เหมาะสำหรับการใช้งานสำหรับเด็ก เยาวชนและผู้สูงอายุ โดยมีผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการใช้งานปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.44, S.D. = 0.69) หรือคิดเป็นร้อยละ 88.8 และอยู่ในระดับมากที่สุดในทุกข้อของการวิเคราะห์ความพึงพอใจ

ทั้งนี้ในการดำเนินงานวิจัยขั้นต่อไปจำเป็นต้องมีการศึกษาประสิทธิภาพ และต้นทุนของการใช้งานปากกาจันตังไฟฟ้าแบบพกพาร่วมกับแท่งเทียนไขปลาคาร์พในกระบวนการผลิตผ้าบาติก รวมทั้งการเปรียบเทียบการใช้งานกับจันตังแบบเดิม เพื่อประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการใช้งานสำหรับภาพรวมต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ผู้นิพนธ์บทความวิจัยขอขอบคุณบุคลากรสถาบันวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ให้ความร่วมมือสนับสนุนงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] UNESCO. Indonesian batik: UNESCO intangible cultural heritage [Internet]. 2009 [cited 2025 Jan 31]. Available from: <https://ich.unesco.org>

[2] UNESCO. Indonesian batik: Representative list of the intangible cultural heritage of humanity [Internet]. 2009 [cited 2025 Jan 31]. Available from: <https://ich.unesco.org/en/RL/indonesian-batik-00170>

[3] UNESCO. Education and training in Indonesian batik intangible cultural heritage for students, in collaboration with the Batik Museum in Pekalongan [Internet]. 2009 [cited 2025 Jan 31]. Available from: <https://ich.unesco.org/es/BSP>

[4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผ้าบาติก. (มผช. 51/2557). กรุงเทพฯ: สมอ.; 2557.

[5] วินัย อุดมทรัพย์. การทำผ้าบาติก. วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมและศิลปกรรม สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2547;4(1):45-54.

[6] Kienhuis PGM, Fitz N, Tolosa I, Peschier L. Paraffin wax spill identification by GC-FID and GC-MS. Oil Spill Environmental Forensics Case Studies. 2018:157-186. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804434-6.00008-2>